

# MÉMOIRES

---

LE MATÉRIEL ET LES PROCÉDÉS

DE

## L'EXPLOITATION DES MINES

à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897

PAR

VICTOR WATTEYNE

Ingénieur principal Directeur des Mines, à Bruxelles  
Rapporteur instructeur du Jury

ET

ARMAND HALLEUX

Ingénieur au Corps des Mines, à Bruxelles  
Membre du Jury

[622 : 606 (49321)]

---

Nous nous proposons de faire connaître comment l'exploitation des mines était représentée à l'Exposition de Bruxelles en 1897.

L'industrie des mines se modifiant peu par sa nature même, les expositions se succèdent à des époques trop rapprochées pour que chacune d'elles puisse, par rapport à la précédente, attester d'importantes transformations et de nombreux progrès nouveaux.

Il s'en faut de beaucoup, cependant, que la partie minière de l'Exposition de Bruxelles fût dépourvue d'intérêt : la production de l'air comprimé, la perforation des roches, le creusement des galeries, le fonçement des puits dans les terrains aquifères, la ventilation, la sécurité aux abords des puits et dans la translation du personnel, les procédés de transport, les applications de l'électricité à la perforation et au roulage intérieur et divers autres objets plus ou moins importants de l'Exploitation des Mines ont donné lieu à des expositions instructives dont quelques-unes absolument nouvelles. Nous les passerons successivement en revue.

Plusieurs objets présentés et constituant parfois les caractéristiques de certains compartiments miniers, avaient déjà été exposés ailleurs ; de même certaines innovations réalisées avec succès dans ces derniers temps, dans l'art des mines, et prises pour thème par les exposants, ont été décrites dans les revues techniques.

Dans ces cas, nous nous bornons à renvoyer aux comptes rendus qui ont été publiés sur les expositions antérieures <sup>(1)</sup> et aux articles parus, en en résumant brièvement le contenu.

Notre travail comporte deux parties : la première n'est guère qu'une énumération, suivant l'ordre du catalogue officiel, des firmes exposantes, avec indication succincte des objets qui nous ont paru présenter le plus d'intérêt. Elle est accompagnée de quelques vues photographiques des expositions qui s'offraient le mieux aux regards ou qui ont pu être le plus facilement dégagées de l'ensemble.

Dans la seconde partie, la plus importante, nous nous sommes appliqués à mettre en lumière les procédés nouveaux et les perfectionnements dont la connaissance peut être utile aux exploitants.

---

(1) Nous citerons, notamment, à ce propos, les excellents articles, publiés par M. A. Habets dans la *Revue universelle des Mines*.

## PREMIÈRE PARTIE

### BELGIQUE

*Brouhon Hector à Liège.* — M. Brouhon exposait des échelles métalliques et des wagonnets de mines : le trait caractéristique de ces derniers est constitué par les trains de roues à billes d'acier qui permettent de supprimer le graissage et facilitent le roulement.

*Société des Charbonnages des Kessales à Jemeppe-sur-Meuse.* — Les charbons de diverses catégories, les plans des travaux et les vues photographiques de divers sièges d'extraction que présentait cette société donnaient une idée de la nature de ses produits et de l'importance de ses installations.

Les « brise-roches » Thomas et les aiguilles A. et J. François exposés dans son compartiment témoignaient des efforts faits pour supprimer l'emploi de la poudre dans le creusement de certaines galeries.

On y trouvait aussi les taquets du système Wilmotte lesquels, comme on sait, sont construits de telle sorte qu'ils évitent l'emploi de contrepoids.

*Société des Charbonnages de la Concorde à Jemeppe.* — Cette société exposait les plans d'une machine d'épuisement souterraine mue par l'électricité.

*Société des Charbonnages de l'Espérance et Bonne Fortune à Montegnée.* — Des plans et des photographies faisaient connaître le gisement et les installations de la sur-

face de ce charbonnage et, parmi ces dernières, le lavoir et le triage construits par la maison Humbolt de Kalk ; les dispositions de cette préparation mécanique sont remarquables au point de vue du classement des charbons et des facilités qu'elles offrent pour en faire varier la composition. Les produits donnés par cette installation étaient exposés.

Les brise-roches Thomas figuraient aussi dans ce compartiment, ainsi que des photographies d'un nouveau dispositif pour la mise à terris.

*Société des Charbonnages de Marihaye à Flémalle-Grande.*

— L'exposition de cette société se composait presque exclusivement de produits, et notamment de coke, disposés avec art et donnant à l'ensemble un aspect très décoratif. Ces produits étaient non seulement ceux du charbonnage de Marihaye lui-même, mais aussi ceux d'une société filiale : le charbonnage d'*Ouspensk* (Russie méridionale).

Des tableaux faisaient connaître les institutions ouvrières de cette puissante société et les efforts faits en vue de la sécurité du personnel. Rappelons que la société de Marihaye a, par l'emploi de la bosseyeuse, depuis longtemps déjà, supprimée entièrement l'emploi des explosifs pour le coupage des voies et le creusement des travers-bancs.

*Société des Charbonnages des Six Bonniers à Seraing.* —

C'est une des rares exploitations de notre pays où des dispositions spéciales ont été prises pour combattre les dangers et les inconvénients des poussières de charbon <sup>(1)</sup>. Dans le cas présent c'est plutôt des inconvénients que des dangers qu'il s'agit, attendu que, depuis 1880, M. B. Souheur,

---

(1) Ces dispositions ont été décrites par MM. WATTEYNE et DEMEURE à propos de l'Exposition de Berlin 1889. — *Ann. des Trav. publ.*, 1<sup>re</sup> série, t. XLVII.

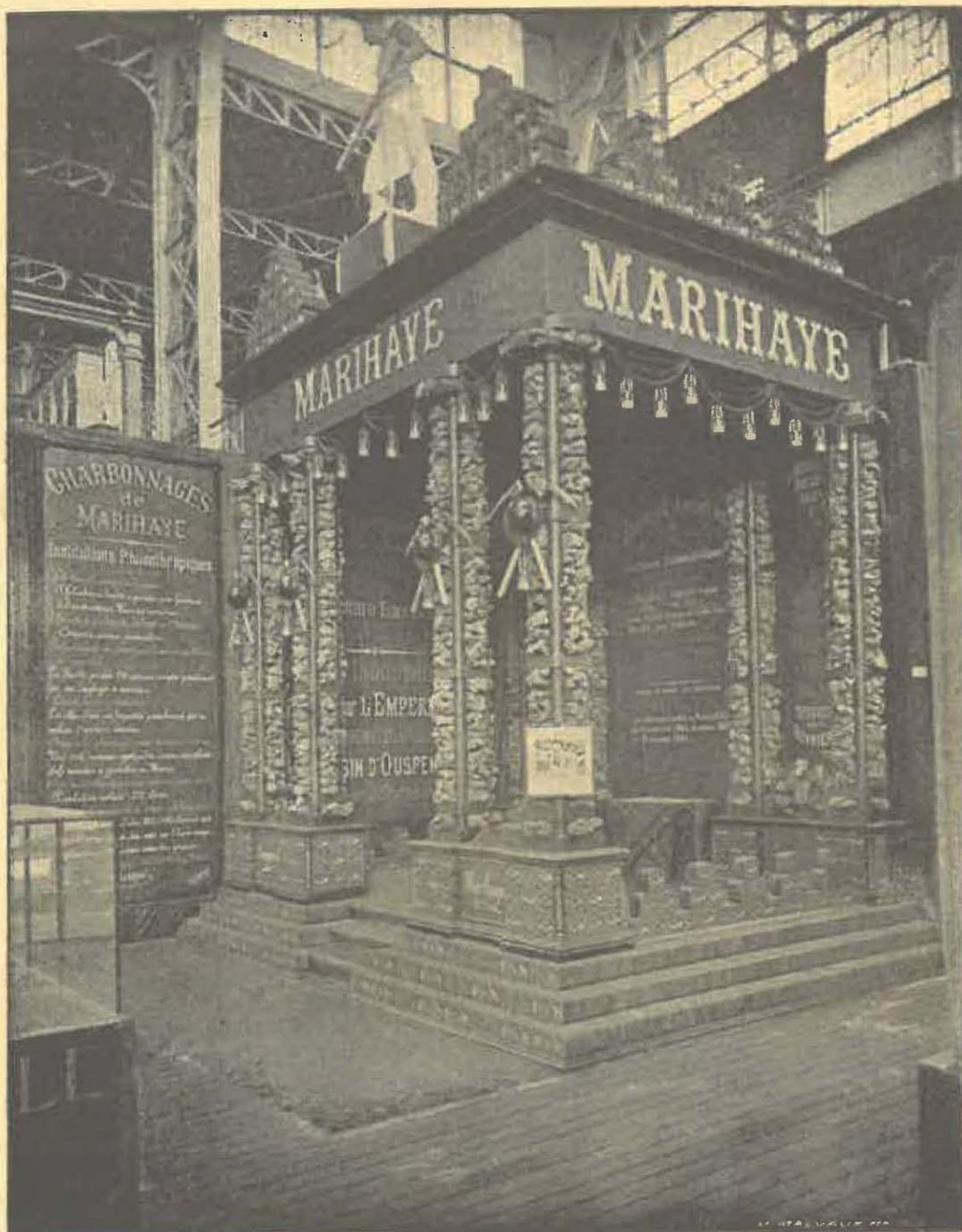


FIG. 1

EXPOSITION DE LA 5<sup>TE</sup> AN. DES CHARBONNAGES DE MARIHAYE (LIÈGE)



directeur de ce charbonnage, a supprimé complètement l'emploi des explosifs et creuse les galeries par des moyens mécaniques.

Un plan indiquait le système d'exploitation suivi pour éviter les dégagements instantanés de grisou : ce système est caractérisé par les faibles avancements réalisés et par les sondages méthodiquement organisés sur un diamètre de 8 à 10 centimètres. Les outils spéciaux dits *horlettes* servant à l'élargissement des trous de sonde étaient également exposés.

*Collectivité des Sociétés charbonnières belges.* — Cette collectivité réunissant presque tous les charbonnages de Belgique exposait l'histoire économique de la production de la houille dans notre pays depuis son émancipation en 1830.

Cette histoire était représentée par un pylône formé de parallépipèdes rectangles superposés, correspondant en volume d'or fin, à la production de chaque période décennale. Ces volumes d'or avaient été calculés en appliquant à chacune des productions la valeur moyenne de la tonne de charbon pendant la période 1830-1895 ; leur somme, ou le pylône tout entier, figurait donc, en or fin, la valeur extraite du sol de notre pays depuis 1830.

C'était, en un mot, un diagramme « matérialisé » combiné de manière à frapper la vue et à se fixer dans la mémoire des visiteurs. Sur les faces antérieure et postérieure du pylône étaient reproduits en chiffres : d'une part, les données statistiques qui avaient servi à sa représentation, de l'autre, les renseignements relatifs au personnel ouvrier pendant les périodes correspondantes. Un coup d'œil suffisait à faire reconnaître les variations du nombre des ouvriers, de leur salaire annuel moyen, de leur effet utile annuel.

Les faces latérales étaient découpées en tranches figurant exactement la part de la valeur produite afférente aux

salaires, aux autres frais, aux bénéfices et aux contributions faites aux caisses communes de prévoyance et aux caisses particulières de secours.

C'était de loin le côté le plus intéressant de cette exposition qui avait été suggérée par M. le Directeur général des Mines E. Harzé.

Le monument émergeait d'un puits de mine de 6 mètres de diamètre rempli de charbon dont quelques échantillons provenaient de travaux faits à 1150 mètres de profondeur (Puits Sainte-Henriette des Produits).

*Compagnie de la Forcite à Baelen-sur-Nèthe.* — Cette société exposait ses produits qui sont, comme son nom l'indique, des « forcites », formées de 43 à 68 % de nitro-glycérine avec des proportions variables de nitrate d'ammoniaque ou de soude, de cellulose ou de coton nitré.

Elle fabrique également une forcite anti-grisouteuse formée de 24 % de nitro-glycérine, de 1 % de coton nitré et de 75 % de nitrate d'ammoniaque. C'est donc une sorte de grisoutine.

*Compagnie française des mines et usines d'Escombrera-Bleyberg.* — Des minerais, notamment des galènes argentifères, ainsi que les produits du traitement, saumons de plomb et blocs d'argent bien groupés, constituaient l'exposition de cette société.

*François J. à Seraing.* — M. François exposait la bosseyeuse dont il est l'inventeur avec M. Dubois ; cet outil est bien connu : c'est le premier qui ait réalisé d'une manière pratique le creusement des galeries, aussi bien celles à travers-bancs que celles en direction, sans le secours des explosifs, mais il se prête peu à cet emploi dans les galeries tortueuses et de faibles dimensions ; c'est pourquoi



FIG. 2

EXPOSITION DE LA COLLECTIVITÉ DES CHARBONNAGES DE BELGIQUE



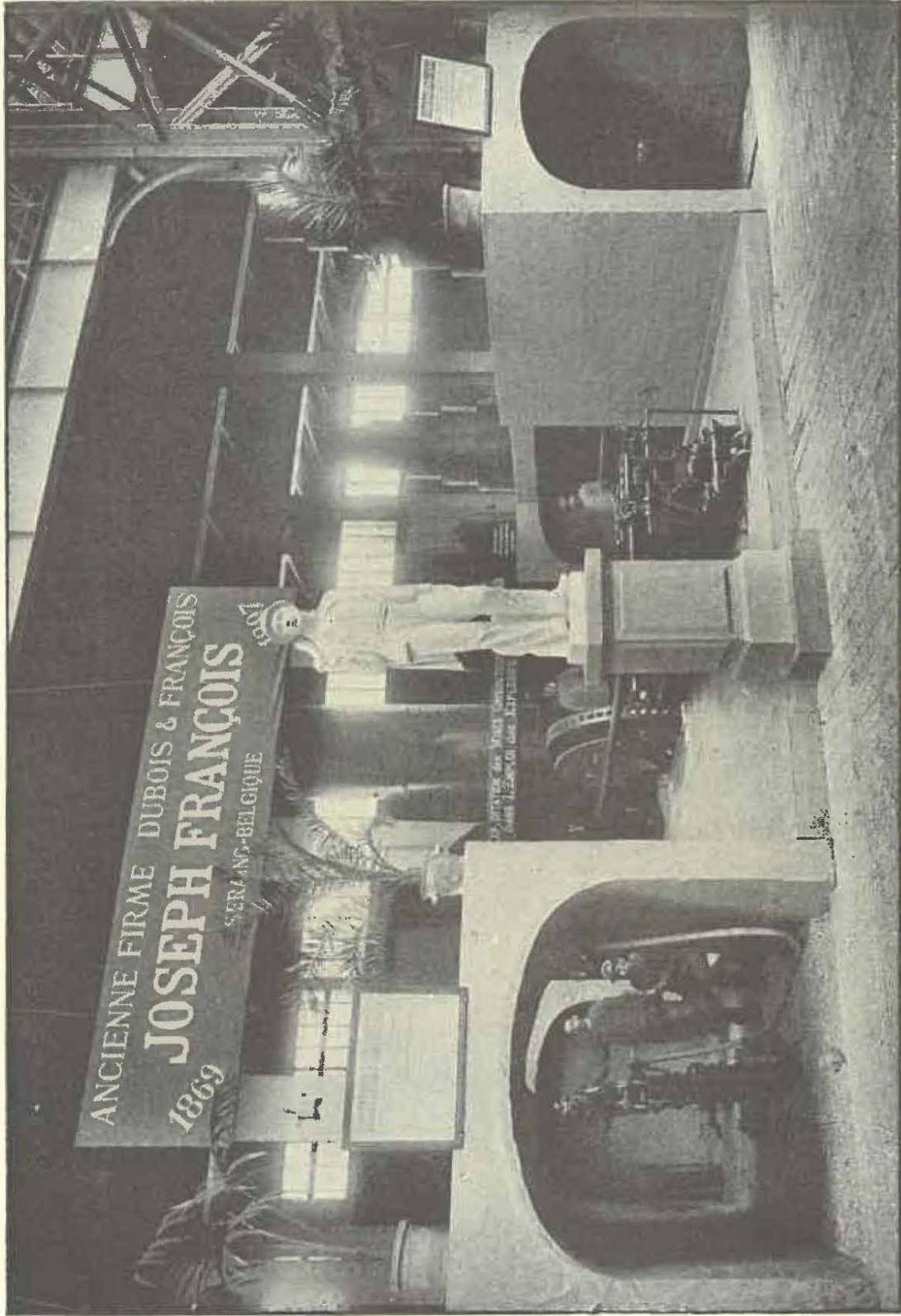


Fig. 3

EXPOSITION DE M. JOSEPH FRANÇOIS (LIÈGE)



M. François a construit une machine plus petite du même système mais plus maniable.

Ces machines étaient mues par l'air comprimé fourni par un compresseur perfectionné, à grande vitesse, construit par le même exposant.

*Hanarte Gustave, ingénieur civil à Mons.* — M. Hanarte s'est particulièrement occupé de diverses questions intéressant l'art des mines et surtout de la perforation mécanique, des compresseurs d'air et de la ventilation. Les appareils résultant de ses recherches étaient représentés sur des tableaux et plans exposés. Citons notamment le compresseur à piston liquide et à colonnes paraboliques, les perforatrices équilibrées et à avancement automatique et le ventilateur à réservoir de recompression et cheminée convergente.

*Harzé Em. et Closset Em. à Bruxelles.* — L'appareil exposé, déjà décrit dans l'avant-dernière livraison des *Annales des Mines de Belgique* <sup>(1)</sup>, a été imaginé pour avertir des dépressions rapides; il consiste essentiellement en un double baromètre dont un fonctionne librement et dont l'aiguille de l'autre n'est libre qu'au début de chaque heure. L'écart entre les deux aiguilles est révélé par une sonnerie d'alarme, s'il dépasse — pendant l'heure en cours — une limite déterminée.

*Ministère de l'Industrie et du Travail. (Administration des mines.)* — Il y aura bientôt 15 ans que le service de la carte des mines a fait paraître la carte de Charleroi, laquelle comprenait exclusivement le bassin de ce nom.

Les plans et coupes exposés n'étaient point une réédition de cette carte, mais constituaient un travail entièrement nouveau, considérablement étendu et mis à jour d'après les exploitations minières les plus récentes.

---

(1) EM. HARZÉ. Baromètre-Pendule avertisseur des dépressions atmosphériques. — *Annales des mines de Belgique*. T. II, p. 269.

Il était complété par une étude géologique de tous les terrains encaissants, d'après la légende adoptée par la Commission de la Carte géologique de Belgique.

Ce qui donne à ce travail son intérêt le plus puissant c'est l'étude minutieuse faite par le Service de la carte, sous l'habile direction de M. l'Ingénieur en chef directeur des mines Smeysters, des phénomènes géologiques et notamment des failles de refoulement à faible inclinaison qui sillonnent la partie sud du bassin.

Dans le même compartiment figuraient les publications faites par l'Administration des mines.

Nous citerons en premier lieu les statistiques annuelles de nos industries extractives et métallurgiques, que publie avec la compétence que l'on sait M. Émile Harzé, aujourd'hui Directeur général de l'administration des mines.

On y remarquait également les *Annales des mines* créées en 1896 sous les auspices de M. Nyssens, Ministre de l'Industrie et du Travail. Cette publication, d'un genre tout nouveau dans notre pays, est à la fois d'ordre technique, administratif et judiciaire.

On y trouvait enfin des statistiques spéciales sur l'emploi des explosifs dans nos mines de houille (question d'un intérêt capital au point de vue de la sécurité des mines grisouteuses), et les derniers rapports publiés sous les auspices de l'Administration des mines par la Commission permanente des caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs. La question des assurances sociales donne un intérêt d'actualité à l'examen des opérations de ces utiles institutions. Quelques-unes d'entre elles ont fait figurer dans cette exposition les résumés de leurs opérations depuis leur fondation.

*Schmitz, S. J.* Directeur du Musée géologique des bassins houillers belges, *Louvain*. — Le R. P. Schmitz



FIG. 4

EXPOSITION DU MUSÉE DES BASSINS HOUILLERS (LOUVAIN)



a entrepris de réunir en un musée spécial des collections géologiques classées d'après les bassins qui se partagent les gisements houillers de notre pays.

Ces travaux, dont l'importance et l'intérêt vont en croissant, nous paraissent appelés à développer la connaissance scientifique de la flore houillère belge. De plus, ils feront servir les ressources précieuses de la paléontologie à la détermination souvent difficile de la synonymie des couches.

*Société anonyme de dynamite de Matagne à Matagne la Grande.* — C'est à cette firme, qui exposait ses produits bien connus, que revient l'honneur d'avoir introduit et répandu dans le pays les explosifs dits de sûreté.

Elle a fait des efforts et des frais considérables pour vulgariser cet emploi.

Rappelons l'installation d'expériences qu'elle a établie au charbonnage des Produits et où des essais nombreux, dirigés d'abord par M. l'Ingénieur des mines Braive, puis par M. l'Ingénieur des mines Macquet, ont été effectués non seulement sur la grisoutite mais aussi sur d'autres explosifs en présence d'atmosphères grisouteuses et poussiéreuses.

*Société anonyme des ateliers de construction de J. J. Gilain à Tirlemont.* — La partie minière de l'exposition de cette société consistait dans un compresseur d'air système Köster.

Ce compresseur sec est pourvu d'une enveloppe avec circulation d'eau. Les espaces nuisibles sont très réduits dans cet appareil.

Le compresseur Köster, d'une construction soignée, est appelé à rendre des services dans bien des cas, par la facilité de son installation et l'emplacement restreint qu'il occupe.



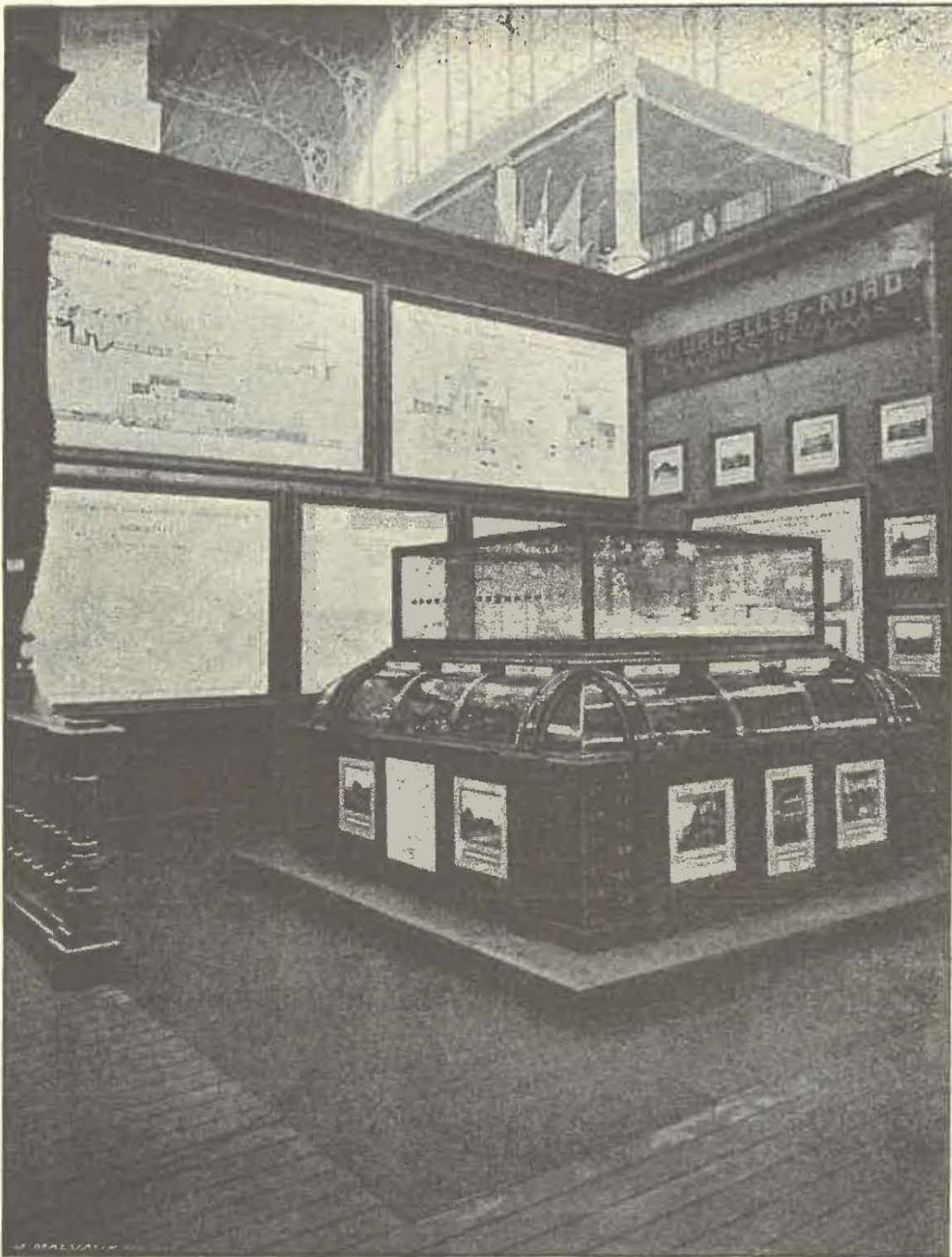


FIG. 6

EXPOSITION DE LA S<sup>TÉ</sup> AN. DES CHARBONNAGES DE COURCELLES NORD (CHARLEROI)



des spécimens de la flore houillère et diverses coupes de ses travaux. Parmi ces coupes mentionnons celles qui ont été exécutées par M. Alphonse Briart, ingénieur en chef de la société, et dans lesquelles sont consignées les idées de cet éminent géologue sur la constitution du bassin du Centre et les mouvements qu'il a subis par suite des failles de refoulement.

*Société anonyme des charbonnages du Grand Mambourg-Sablonnière dit Pays de Liège à Montigny-sur-Sambre.* — Des diagrammes renseignant sur la production des différents puits, des plans et des vues photographiques des divers sièges permettaient de se rendre compte de l'importance des exploitations de cette société. Celle-ci présentait en outre un modèle de châssis à molettes en fer avec guidonage métallique et des cages munies de parachutes système Marbais.

*Société anonyme des charbonnages du Nord de Flénu à Ghlin.* — Cette société exposait les plans et coupes de sa concession. Ces documents ont un intérêt spécial attendu que les travaux du charbonnage de Ghlin sont les seuls, avec ceux de Bernissart situés à l'autre extrémité du bassin, qui soient pratiqués dans la partie nord du bassin du Couchant de Mons dont le raccordement avec le bassin du Borinage proprement dit est encore difficile à établir. On sait que les puits de Ghlin ont été creusés par le système Chaudron à travers 300 mètres de mort-terrains aquifères en partie bouillants.

*Société anonyme des charbonnages, hauts-fourneaux et usines de Strépy-Bracquegnies à Bracquegnies.* — L'un des objets exposés par cette société était le modèle, en grandeur naturelle, d'un double anneau du cuvelage qu'elle va

fabriquer dans ses ateliers pour la Société du Bois-du-Luc. Ce cuvelage aura un diamètre de 6<sup>m</sup>.35 et chaque anneau sera d'une seule pièce.

La société exposait aussi un modèle du broyeur épurateur inventé par son directeur M. Sottiaux. Il est à remarquer que les charbons exploités à Strépy-Bracquègnies s'agglutinent difficilement et, par conséquent, ne peuvent guère être transformés en coke après qu'ils ont subi un lavage. Une épuration à sec était donc une nécessité industrielle.

Le broyeur épurateur qui fait cette épuration est basé sur la différence de friabilité entre la houille et les pierres qui l'accompagnent. Tandis que la houille, entièrement broyée, est projetée par les trous du crible circulaire qui entoure les lames hélicoïdales du broyeur à force centrifuge, les pierres restent non broyées et sont évacuées comme refus. On arrive ainsi à un enrichissement, qui n'est sans doute pas absolu, mais qui suffit pour transformer un charbon dont la teneur en cendres serait trop élevée pour produire un coke vendable en un charbon qui donne un coke de bonne qualité.

*Société anonyme des mines et fonderies de zinc de la Vieille-Montagne à Angleur.* — L'exposition de cette importante société était plutôt du ressort de la métallurgie. La partie minière était cependant représentée par d'intéressants minerais de zinc, notamment de blende et de calamine, provenant de ses nombreuses mines. On y trouvait un bloc de calamine, échantillon d'un minerai qui vient d'être découvert à Chaudfontaine.

*Société anonyme John Cockerill à Seraing.* — Cette puissante société exposait dans le compartiment des mines un modèle fort intéressant représentant le gisement très tourmenté de sa concession.

*Société anonyme « l'Électrique » à Bruxelles.* — La partie minière de l'exposition faite par la société « l'Électrique » consistait en une locomotive électrique à accumulateurs destinée aux travaux souterrains des charbonnages d'Amercœur où des machines analogues sont déjà en usage. Le nouveau type d'accumulateur que cette société vient de créer ne pourra que favoriser le développement de ce système de traction dans les mines.

*Société de fonçage des puits (Procédé Kindt et Chaudron),* — Diverses applications du procédé Kindt-Chaudron étaient représentées par les plans et dessins présentés par cette Compagnie. Signalons notamment plusieurs creusements de puits achevés au moyen du cuvelage à tête noyée.

*Solvay et C<sup>ie</sup>.* — Les industries de cette firme puissante se rattachent à l'exploitation des mines par les fours à coke. Un modèle de four à coke Semet-Solvay était exposé, ainsi que les échantillons des produits de tous les fours montés dans toutes les parties du monde. Des diagrammes indiquaient combien ces installations se sont extraordinairement répandues; et c'est par millions que se chiffre la valeur des produits jadis entièrement perdus, actuellement récupérés par le procédé Semet-Solvay.

A la fin de cette année MM. Solvay auront construit en Belgique 650 fours à coke produisant annuellement pour plus de 3 1/2 millions de francs de sous-produits.

Des spécimens de sous-produits ainsi qu'un modèle de concentration des eaux ammoniacales complétaient cette intéressante exposition.

*Vertongen-Goens à Termonde.* — Cette firme exposait d'une manière très originale de très beaux spécimens de câbles de mines en aloès ou en acier de fabrication fort

soignée et permettant l'extraction aux plus grandes profondeurs.

*Société anonyme des Ateliers de construction de la Meuse à Liège.* — La partie de l'exposition de cette société qui intéresse l'exploitation des mines consistait dans les plans de deux machines d'épuisement à pression d'eau fournies à la mine de Gneisenau en Westphalie.

Ces machines sont établies à la surface; la pression d'eau est obtenue par le refoulement de l'eau sous des accumulateurs. Elles occupent à la surface un espace extrêmement restreint, ce qui était d'ailleurs une des conditions du problème à résoudre dans cette installation.

*Service géologique.* — Le compartiment réservé, dans la section des sciences, au service géologique qui fonctionne au Ministère de l'Industrie et du Travail comprenait, outre les collections originales d'ossements et de coquilles attribuables à l'époque quaternaire la plus ancienne dite « moséenne », recueillies par M. Mourlon, directeur du service, un certain nombre de panneaux :

1° Le grand panneau, de 64 mètres carrés de surface, représentait la carte de la Belgique toute entière à l'échelle du 40,000<sup>e</sup> et montrait, par les parties teintées, le degré d'avancement de la carte géologique du pays.

Cette carte, l'une des plus détaillées qui existe, est divisée en 226 feuilles dont la plus grande partie sont levées.

Les formations du sous-sol ainsi que les alluvions modernes sont figurées en teintes plates, mais les signes conventionnels de la légende ne sont renseignés qu'aux emplacements mêmes des affleurements et des sondages auxquels ils se rapportent. Il en résulte que la carte, tout en présentant un caractère synthétique qui permet d'embrasser du

premier coup-d'œil la répartition des différentes formations, échappe au reproche de ne pas permettre de distinguer le fait de l'hypothèse. Ainsi, là où il n'y a pas de notation sur la carte, on n'a pas observé d'affleurement ni effectué le sondage ; lorsque ces notations existent tant pour les formations du sol que du sous-sol, elles sont précédées chacune d'un ou de plusieurs chiffres renseignant leur épaisseur en mètres et en décimètres.

Les travaux de la carte géologique sont confiés à de nombreux collaborateurs, géologues distingués. Un comité de direction dont M. Mourlon est secrétaire, est placé sous la présidence de M. le Directeur général des mines E. Harzé.

2° Sous le panneau précédent se développait la coupe géologique détaillée nord-sud de la Belgique, montrant la disposition générale des terrains suivant le camp de Braschaet, Anvers, Bruxelles, Nivelles, Charleroi, Walcourt, Couvin et Cul-des-Sarts.

3° Un panneau était réservé à la carte géologique de A. Dumont au 160,000° dite du sous-sol, qui fut présentée manuscrite à l'Académie en 1849.

4° Un autre panneau renfermait des spécimens de la carte géologique au 40,000° tels qu'on peut se les procurer dans le commerce.

5° De chaque côté de la grande carte s'en trouvait une autre de moindres dimensions, affectée à des spécimens de levés géologiques détaillés du sol à l'échelle du 20,000°, base de la carte agronomique du royaume.

6° Quatre cartes manuscrites dues à M. Rutot représentaient les modifications qu'a subies notre littoral depuis l'invasion des Gaules par César jusqu'à nos jours.

7° Une carte inédite de M. Mourlon montrait les limites de l'invasion de la mer quaternaire la plus ancienne ou moséenne durant laquelle le reste du pays était terre ferme habitée par une faune bien différente de celle de nos jours.

8° Une photographie représentait les derniers appareils employés par le service géologique pour effectuer les sondages à grande profondeur.

*MM. Body et Firket.* — MM. Body et Firket exposaient une lampe de sûreté de leur système : cette lampe est à alimentation par dessous avec concentration d'air sur la flamme par un papillon annulaire ; elle est cuirassée et peut être alimentée par de l'huile minérale lourde ou de l'huile végétale ; sa légèreté, sa construction robuste et la résistance dont elle fait preuve dans les premiers essais auxquels elle a été soumise sont des éléments sérieux de succès.

*J.-B. Donkers, constructeur à Anvers.* — M. Donkers s'est fait une spécialité du creusement des puits artésiens notamment dans les terrains sablonneux. Il présentait, avec les plans de plusieurs installations de ce genre, un trépan spécial qui permet de continuer le creusement par battage sans diminuer la section lorsqu'une partie du puits est déjà tubée et des colonnes filtrantes amovibles de son système qui sont placées au niveau de la nappe aquifère.

M. Donkers a exécuté plus de 300 puits artésiens dans les provinces d'Anvers, de Brabant et des Flandres.

*Musnicki, ingénieur à Bruxelles.* — M. Musnicki exposait un « évite-molettes » constitué essentiellement par deux couteaux qui viennent trancher le câble quand la cage a dépassé un certain niveau au-dessus de la recette du puits d'extraction. Ces couteaux sont mus par la cage elle-même par l'intermédiaire de bras articulés : le câble coupé, celle-ci retombe sur des taquets de sûreté.

*De Coppin de Grinchamps à Bruxelles.* — L'exposition de M. de Coppin consistait en un modèle de puits d'extraction muni

d'un châssis à molettes et de cages auxquelles étaient adaptés l'évite-molettes et le parachute de cet inventeur.

*Jules Delecourt-Wincqz* (Compagnie internationale de recherches de mines et d'entreprise de sondages à Bruxelles). — L'exposition faite par cette firme montrait une grande variété d'outils de sondages parmi lesquels un matériel portatif pour sondages rapides et constatations géologiques. Un grand nombre d'échantillons ou « carottes » de sondages permettaient de reconstituer la coupe des terrains traversés dans plusieurs sondages importants exécutés en Belgique et à l'étranger par cette société.

#### FRANCE

*Comité central des Houillères de France à Paris.* — Ce Comité constitue un syndicat groupant les exploitants des mines de houille de France pour l'étude de toutes les questions qui présentent un intérêt général pour l'industrie des mines. Son principal organe consiste dans les circulaires qu'il lance fréquemment et qui font connaître rapidement aux intéressés tous les renseignements utiles. Plusieurs volumes de ces circulaires étaient exposés. Le Comité présentait aussi des diagrammes et des cartes industrielles du plus haut intérêt.

*Compagnie des Mines, Fonderies et Forges d'Alais à Paris.* — Des plans et des coupes permettaient de se rendre compte de l'importance de la concession de cette société qui exposait, en outre, des blocs de charbon brut extraits dans les exploitations de Tréllys (Gard) et des échantillons de charbon lavé.

Ajoutons que cette mine de Tréllys est grisouteuse. On

y emploie les lampes de sûreté Mueseler et Marsaut; l'usage des explosifs lents y a été abandonné pour les explosifs de sûreté.

*Compagnie des Mines d'Anzin (Nord).* — Cette puissante compagnie avait reproduit, en grandeur naturelle, l'installation qui a servi en 1894 aux avaleresses de Cuvinot et a permis de creuser simultanément, par le procédé de la congélation, deux puits à travers 100 mètres de sables bouillants et de craies fissurées.

La réussite de cet important travail est due aux soins apportés dans l'étude et dans la construction du matériel par l'habile personnel technique de la compagnie.

D'intéressants tableaux renseignaient sur la puissance des machines, les avancements journaliers et le prix de revient du creusement.

Au centre de la circonférence embrassée par l'installation s'élevait une pyramide constituée par des produits, blocs de charbon, coke, briquettes, artistement disposés.

Cette originale exposition était complétée par du matériel de mines comprenant des perforatrices à air comprimé montées sur des affûts perfectionnés, des wagonnets d'un type nouveau, des modèles de revêtement et de guidonnage en bois et en fer, et des canars d'aérage.

*Compagnie des Mines de houille de Bruay.* — Un beau plan relief faisait connaître la concession de cette compagnie ainsi que la situation respective des divers sièges d'extraction.

Des coupes horizontales et verticales soigneusement exécutées donnaient tous les renseignements géologiques sur ce riche gisement composé de couches d'une épaisseur variant de 0<sup>m</sup>.80 à 1<sup>m</sup>.80.

Sur les panneaux du compartiment se trouvaient les



FIG 7

EXPOSITION DE LA COMPAGNIE DES MINES D'ANZIN (FRANCE)



plans d'une puissante machine souterraine destinée à épuiser les venues considérables de ces exploitations; on sait que les morts-terrains de cette partie du bassin ont cette particularité défavorable de n'avoir que peu de couches imperméables à leur base; les dièves, si puissantes à l'est, ont pour ainsi dire disparu à Bruay.

Des échantillons des produits ajoutaient à l'intérêt de cette exposition.

*Compagnie des Mines de Courrières (Pas-de-Calais).* — Cette importante compagnie exposait le plan, en relief, d'une des couches de son gisement.

*Compagnie des Mines de Douchy (Nord).* — Des plans, des coupes et des photographies faisaient connaître la concession de cette compagnie et ses principales installations. Les Mines de Douchy exposaient, en outre, des modèles de portes de sûreté système Béraud destinées aux accrochages, et des barrières automatiques système Mélisse pour plans inclinés à chariots porteurs.

*Compagnie française de l'Amiante du Cap à Paris.* — Cette compagnie exposait des cordes, feutres et calorifuges, fabriqués avec l'amiante bleue, produit de ses mines du Cap.

Ce minéral est disséminé dans les serpentines, en filons très irréguliers : il faut abattre dix tonnes de roches pour obtenir une tonne d'amiante. Ajoutons que celle-ci est fort difficile à travailler, ce qui donnait d'autant plus de mérite aux produits exposés.

*Compagnie française des Mines de Laurium à Paris.* — L'exposition de cette société consistait principalement en échantillons remarquables de divers minerais et en produits fabriqués. On exploite en effet dans les mines du Laurium :

du fer manganésifère (73.000 tonnes en 1896); du minerai de zinc (27.000 tonnes en 1896); du plomb argentifère (7800 tonnes en 1896) et divers autres minerais (10.000 tonnes environ).

*E. Farcot fils à Paris.* — Les plans présentés par M. Farcot de diverses installations de ventilateurs de mines, soufflants et aspirants, exécutés en France et à l'étranger attestaient de la valeur des appareils construits par cette firme. Signalons de petits ventilateurs portatifs de mines du même type exposés dans le même compartiment.

*Fortin Paul à Paris.* — Cette exposition ne se rapportait que très indirectement à l'art des mines. La spécialité de la maison Fortin est la pulvérisation de diverses substances, parmi lesquelles nous citerons le caoutchouc, le lichen, tous les minéraux et notamment l'émeri de Naxos.

M. Fortin a donné un grand développement à cette industrie : il exposait un grand nombre de produits réduits en poudre extrêmement fine, parfaitement groupés.

*M. Gaupillat et Compagnie à Paris.* — La maison Gaupillat exposait un exploseur perfectionné à basse tension système Manet et des amorces de quantité. Dans ces amorces le courant passe par deux petites sphères d'une composition spéciale. Ces sphères logées dans la capacité de l'amorce tout près de la charge en fulminate, se touchent en un point, de sorte que, même sous l'influence d'un courant de très faible intensité, l'échauffement est suffisant pour enflammer la substance dont elles se composent et, par suite, mettre le feu.

Ces amorces paraissent devoir être d'une utilisation pratique dans les mines.

La question des amorces est devenue d'une certaine importance depuis que le tir électrique s'est répandu et a même été rendu obligatoire par quelques règlements.

*Laur Francis à Paris.* — L'exposition de M. F. Laur était presque entièrement consacrée à la bauxite (hydrate d'aluminium) dont il a découvert des variétés nouvelles et des gisements importants.

Les deux variétés principales exposées étaient la bauxite blanche quelque peu siliceuse qui sert à la fabrication du sulfate d'aluminium et la bauxite rouge non siliceuse qui est le minerai d'aluminium.

A côté des échantillons des bauxites se trouvaient des spécimens des produits qu'on en retire.

On remarquait aussi dans ce compartiment, des appareils respiratoires et la collection de l'*Echo des Mines*, publication dont M. F. Laur est le fondateur.

*Société anonyme des Mines de Sélénitza à Paris.* — Cette société exploite depuis 1891 des mines de bitume en Albanie. Son exposition consistait en échantillons de bitumes bruts et raffinés.

*Société franco-belge des Mines de Somorrostro à Paris.* — Depuis 1876 cette importante société exploite le riche gisement de minerai de fer situé sur le plateau de Somorrostro près de Bilbao. Des plans et des photographies donnaient une idée de son étendue et du mode d'exploitation : l'abatage se fait à ciel ouvert par gradins réguliers dont la hauteur atteint 10 à 15 mètres. Les chantiers sont distants de plus d'une lieue et demie du port d'embarquement et se trouvent à une altitude moyenne de 250 mètres au-dessus de celui-ci. La difficulté qui en résulte, au point de vue du transport des produits, a été

vaincue avec une très grande habileté technique et les installations des plans inclinés au moyen desquels le problème a été résolu sont considérées comme des types de l'espèce. Des photographies montraient les principales machines et les dispositions les plus caractéristiques de ces plans automoteurs. De beaux échantillons de différents minerais de fer complétaient l'intéressante exposition de la compagnie des mines de Somorostro.

*Société des Mines de Lens* (Pas-de-Calais). — La société des Mines de Lens est la plus importante compagnie minière du Pas-de-Calais. Son exposition était extrêmement intéressante et instructive. Une série de plans d'ensemble et de coupes faisaient connaître le gisement. Parmi ces coupes citons notamment la coupe stratigraphique du terrain houiller reconnu aux mines de Lens, comprenant le faisceau sud des couches à charbon gras connu sur une épaisseur de 991 mètres et le faisceau nord des couches à charbons maigres connu sur 614 mètres d'épaisseur.

Un plan représentant le serrement exécuté au fond de la mine à 300 mètres de profondeur était exposé : ce travail dû à M. Reumeaux, l'éminent ingénieur en chef de la compagnie, est célèbre par sa hardiesse et son originalité.

Enfin des modèles très bien construits montraient les dispositifs étudiés et appliqués aux mines de Lens pour assurer la sécurité dans les puits d'extraction. Ces dispositifs réalisent notamment l'enclanchement des taquets du jour et des barrières du fond avec le levier de la sonnette. En ce qui concerne la machine d'extraction citons particulièrement l'obturateur évite-molettes qui coupe automatiquement la vapeur quand la cage arrive à une distance de 30 ou 40 mètres de la surface.

Des registres où sont consignés les plans de toutes les installations de la société et les documents y relatifs complétaient ce remarquable compartiment.

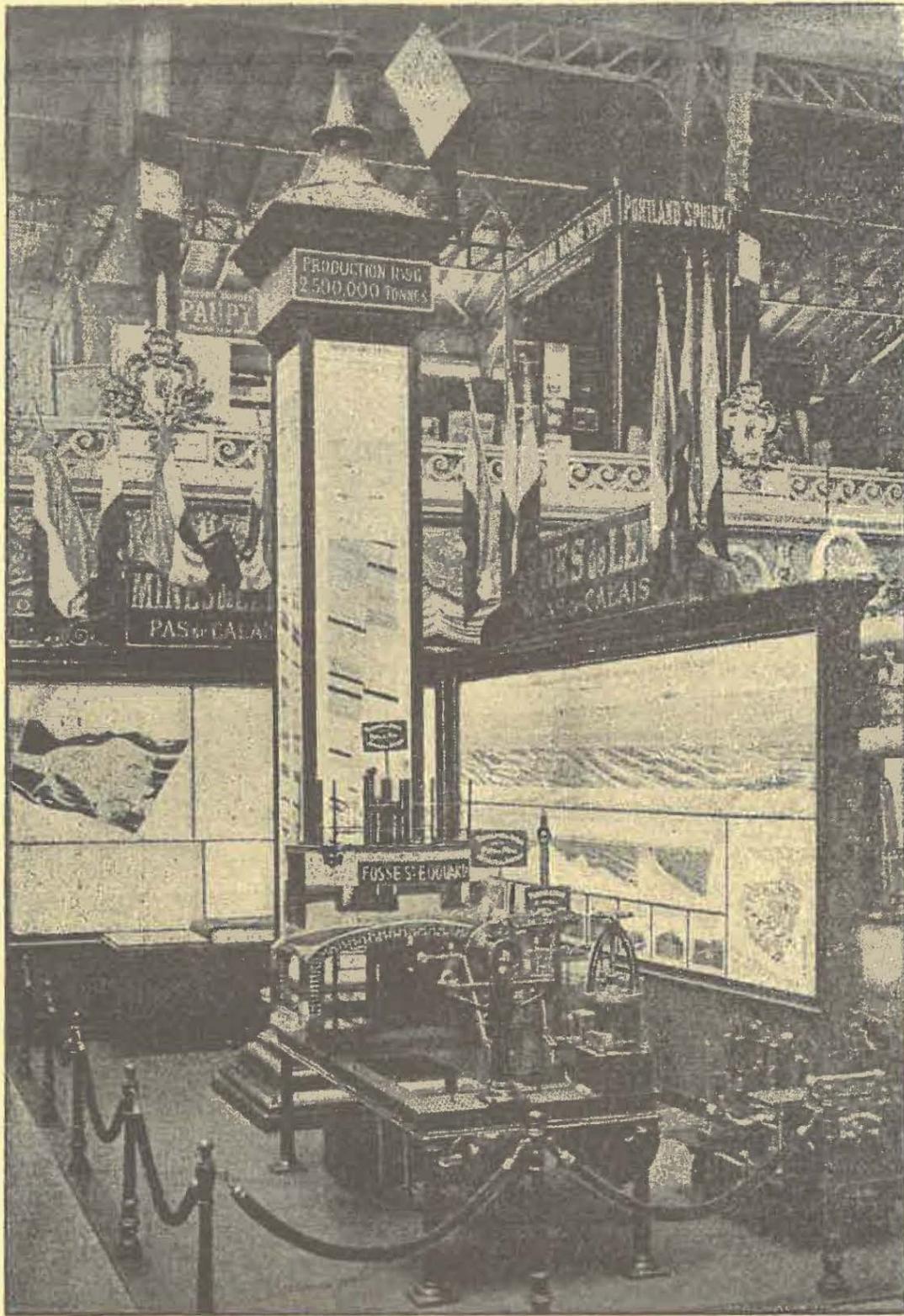


FIG. 8

EXPOSITION DE LA SOCIÉTÉ DES MINES DE LENS (FRANCE)



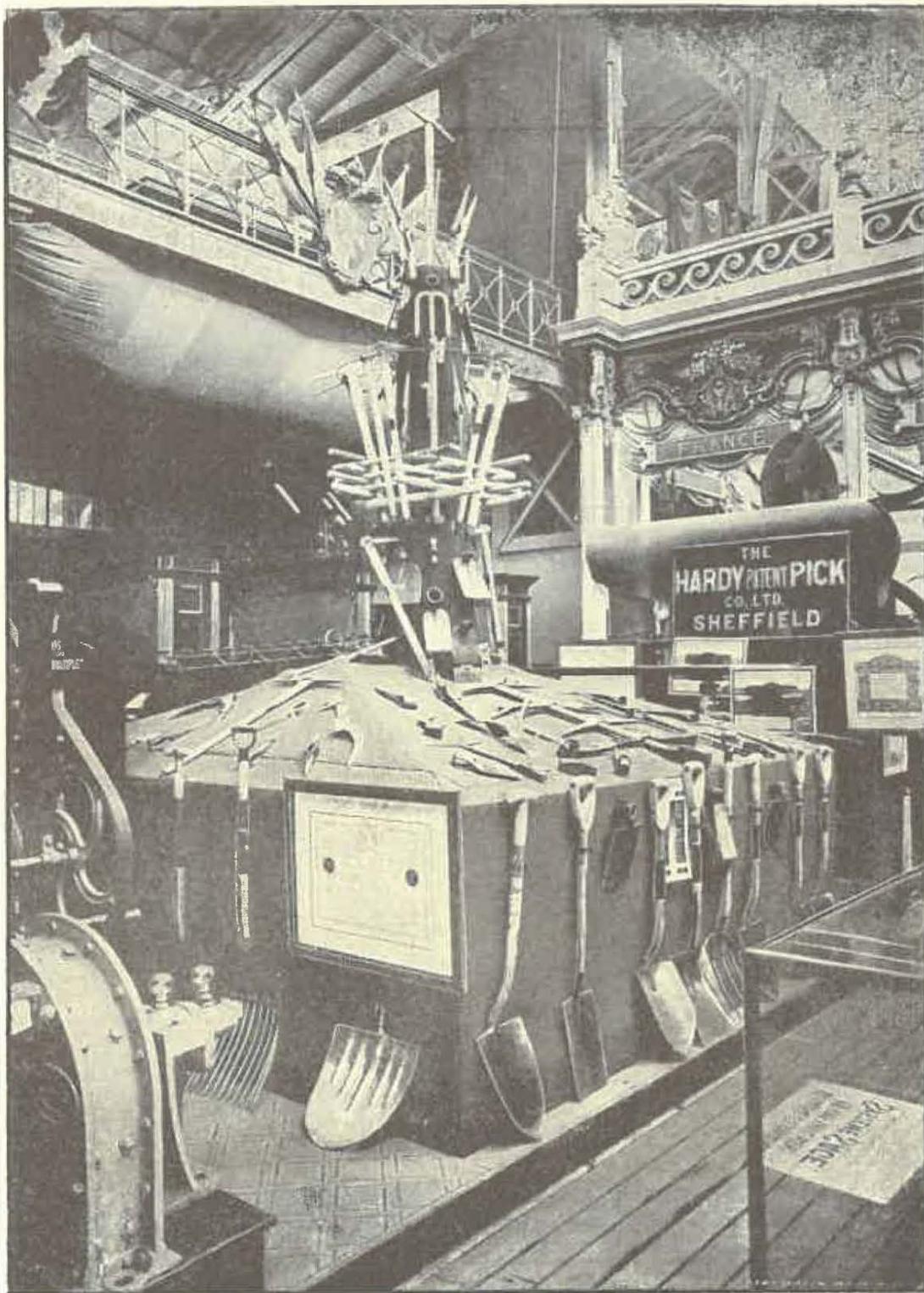


FIG. 9

EXPOSITION DE LA COMPAGNIE "HARDY PATENT PICK" (ANGLETERRE)



*Société de Saint-Gobain à Paris.* — Cette importante société exploite, pour alimenter ses usines de produits chimiques, des pyrites et des phosphates. Elle présentait des échantillons de ces minerais et notamment des pyrites de ses mines de Saint-Bel (Rhône) et des craies grises phosphatées de Ciplly (Mons).

*Saint frères à Paris.* — Dans l'exposition de MM. Saint frères nous n'avons à signaler, au point de vue de l'art des mines, qu'un câble en aloès, d'exécution soignée, de 530 mètres de longueur destiné aux mines d'Anzin.

#### ANGLETERRE

*Andrew F. et H. à Scheffield.* — La maison Andrew exposait un certain nombre d'outils de choix, en acier, de sa fabrication.

*Hardy Patent Pick Company à Scheffield.* — La société Hardy Patent Pick présentait dans un intéressant ensemble les diverses spécialités de sa fabrication. De nombreux pics de mineurs entièrement en acier, de forme rationnelle au point de vue de la résistance et aisément démontables; plusieurs systèmes de perforatrices notamment l'Elliott, la Ratchett, le Conquérant; des aiguilles multiples Elliott pour faire éclater les roches sans le secours des explosifs; enfin un modèle de lavoir à charbons système Elliott et un crible à charbons dit « vibromoteur » entièrement suspendu sur câbles de façon à ce que la vibration, occasionnée par un excentrique, ne se communique pas à la charpente et aux bâtiments.

*European Petroleum Company à Londres.* — Cette importante société exploite le pétrole dans ses mines de Russie (Bakou), de Galicie et de Roumanie et en retire les produits les plus divers. La belle exposition qu'elle avait réalisée représentait la suite des opérations de son industrie. On y voyait, en un modèle réduit, l'installation d'un sondage au pétrole avec les outils de la méthode canadienne, des vues des sièges d'extraction et des usines de traitement, des plans des concessions, des échantillons de produits bruts et traités, des modèles de magasins et de navires de transport et un plan relief de la raffinerie de Thames-Haven. La compagnie possède une flotte de 14 vapeurs citernes pour le transport de ses produits : ses installations de raffinage sont situées en Angleterre et en Roumanie.

*North's Navigation Collieries à Cardiff.* — Ce charbonnage qui est un des plus importants du pays de Galles sud, extrait annuellement un million de tonnes de charbon ; il compte 7 puits en activité.

Le charbon qui en provient a un fort pouvoir calorifique et contient environ 15 % de matières volatiles : de beaux échantillons de ce charbon étaient exposés avec le coke qu'il produit.

*Vancouver and British Columbia General Exploration Co° à Londres.* — C'est, comme son titre l'indique, une société d'exploration dont l'objet est de reconnaître et d'acquérir des mines dans l'Amérique anglaise. Elle présentait de beaux échantillons de galène argentifère.

*West Australian Chamber of Mines.* — La « chambre des mines » de l'Australie occidentale a été fondée fin 1896 pour grouper les 29 exploitants des importantes mines d'or de la région dont la production annuelle dépasse en valeur



FIG. 10

EXPOSITION DE M. GEORGES HECKEL (ALLEMAGNE)



25 millions de francs. Son exposition collective consistait essentiellement en spécimens divers de minerais d'or.

*Cleveland Iron Masters Association Middlesbrough on-Tees.* — L'exposition faite par cette collectivité n'avait guère de rapports avec l'industrie minérale que par les échantillons de sel qui s'y trouvaient et qui provenaient des salines de Middlesbrough-on-Tees.

L'exportation annuelle de sel atteint 200.000 tonnes.

On voyait aussi dans ce compartiment, intéressant surtout au point de vue métallurgique, des échantillons de charbons et de coke et quelques minerais.

*Stephen Humble à Londres.* — La maison Stephen Humble exposait l'évite molettes qu'elle construit. Un petit modèle comportant un châssis à molettes et une cage permettait de se rendre compte du fonctionnement de cet appareil bien connu.

#### ALLEMAGNE

*Georges Heckel à Saint Johann-Saarbrücken.* — Cette firme exposait divers spécimens de câbles métalliques pour mines, monte-charges, transport aérien, traînage mécanique, etc.

La partie principale de l'exposition de M. Heckel consistait dans un intéressant modèle fort bien exécuté d'un système de traînage mécanique par câble dont il est l'inventeur.

L'attache du wagonnet consiste en un crochet excentrique qui coince le câble tracteur; ce crochet peut passer sans difficulté sur les poulies de renvoi horizontales dont la gorge est très large; quant aux poulies de renvoi verticales (à axes horizontaux) elles forment des sortes de pignons

dont les dents très écartées sont constituées par des galets mobiles dans lesquels les crochets d'attache viennent engrener au passage. Ce système de transport a reçu plusieurs applications dans les mines de houille.

*The Continental Diamond Rock Boring C. Ld.* Londres. — Cette compagnie anglaise exploite la mine de Wohlfahrt dans la Prusse rhénane.

Elle exposait de beaux échantillons de galène pour vernissage ainsi qu'un plan d'une galerie de 2 1/2 kilomètres de longueur creusée pour le transport des produits et des charbons et où la traction se fait par locomotives à air comprimé. On a trouvé plus avantageux de creuser cette galerie, où le transport se fait hiver comme été dans de bonnes conditions, que de faire des installations à la surface à travers une région montagneuse.

*Lobsann Asphalt Gesellschaft à Amsterdam.* — Cette société exploite à Lobsann (Alsace) d'importants gisements d'asphalte dont elle exposait des échantillons bruts à côté desquels se trouvaient des gâteaux de mastic d'asphalte, des carreaux d'asphalte comprimé et quelques bocaux contenant des goudrons divers.

*Siemens et Halske à Berlin.* — La maison Siemens et Halske avait construit dans les jardins de l'Exposition un petit édifice disposé pour permettre le fonctionnement des perforatrices électriques de son système à rodage et à percussion.

L'électricité, produite à Tervueren par des moteurs polyphasés, était transmise à Bruxelles pour faire mouvoir ces machines et celles qui actionnaient les pompes des fontaines lumineuses.

## AUTRICHE

*Carl Spaeter à Coblenze-sur-Rhin.* — Les carrières et usines de M. C. Spaeter se trouvent à Veitsch en Styrie. L'exploitation de la magnésite sur une grande échelle est toute récente et elle semble devoir prendre une importance considérable en raison de l'usage de ce produit dans la métallurgie de l'acier. La magnésite cristallisée exploitée à Veitsch et dont des blocs spécimens étaient exposés à côté des produits travaillés est presque pure; elle contient environ 90 % de carbonate de magnésie, 4 % de fer et un peu de chaux et de silice. Ce minéral est calciné très fortement de façon à lui faire subir, grâce au fer qu'il contient, une sorte d'agglutination malgré son excessive réfractibilité : puis on en transforme une partie en briques de formes convenables pour les cornues ou les fours.

## HONGRIE

*Société anonyme des charbonnages hongrois à Budapest.* — L'industrie minière, comme la plupart des autres industries, est en progrès considérable, en Hongrie. Le sol de ce pays contient des charbons d'âges divers depuis des anthracites jusqu'aux lignites les plus récents.

La société exposante exploite le lignite brillant (glanzkohle) du terrain tertiaire, lequel repose généralement sur les dolomies triasiques.

C'est le même charbon qui est extrait aux mines si connues de Salgo-Tarjan. On l'exploite également dans le bassin de Gran et à Szént Ivan près de Budapest.

La société générale des charbonnages hongrois a été fondée en 1890.

Elle exploite des mines à Kerald, à Saja et à Saint-Peter et occupe 2000 ouvriers. La production annuelle est de 400.000 tonnes.

Outre les cartes des concessions, les plans de travaux d'exploitations et les photographies d'installations de la surface, elle exposait d'intéressants spécimens de ses charbons et des terrains encaissants.

#### ESPAGNE

*Compagnie française des mines et usines d'Escombrera-Bleyberg.* — Cette firme exposait dans le compartiment espagnol des blocs de galène dont l'un, de 4500 kilogs, des mines de Coto-la-Luz à Lissarès, des échantillons de calamines, de blendes, de minerai de fer et de manganèse.

Cette puissante société occupe en Belgique et en Espagne plus de 2000 ouvriers et sa production a une valeur dépassant 7 millions de francs.

*Mines de mercure à Bechi.* — Divers échantillons de cinabres d'une grande richesse en mercure constituaient l'exposition de cette société.

*Société anonyme des mines de Bellmunt.* — Cette société, dont les exploitations sont à leur début, avait exposé des blocs de galène argentifère et quelques échantillons d'alquifoux.

*Société des mines et fonderies de zinc de la Vieille-Montagne.* — L'exposition de cette société était particulièrement intéressante au point de vue métallurgique; elle contenait cependant divers échantillons de minerais de zinc.

*Société anonyme minière belge des cuivres de Lérída (Grenade).* — La société de Lérída avait fait une belle exposition de minerais de cuivre et de produits.

## RÉPUBLIQUE DOMINICAINE

L'exposition minière de l'intéressant pavillon de la République dominicaine consistait en minerais variés présentés par les diverses commissions provinciales de cet état et par un particulier, M. Tolentino José de Santiago qui exposait des sables aurifères. Citons les minerais de fer riches, le sel gemme et le gypse, de la commission provinciale de Barabana, les sables aurifères de la commission de Santiago, les terres et le minerai de fer magnétique des commissions provinciales et communales de Cotuy à la Véga. Aucune des exploitations n'est encore fort développée.

## PARAGUAY

Les richesses minérales de ce pays sont encore peu connues et ne sont pour ainsi dire pas exploitées. On peut voir cependant, par les spécimens des produits, qu'elles peuvent être considérables. Elles sont très variées si l'on en juge par les échantillons qui étaient exposés dans ce pavillon : on y trouvait, en effet, des minerais de fer de diverses sortes, des carbonates de cuivre, des galènes argentifères, des quartz aurifères, des minerais de manganèse, de kaolin, du gypse et diverses pierres propres à la construction.

## CHILI

Dans le compartiment chilien on voyait exposés des échantillons de charbon des mines de Lota, des blocs de salpêtre venant des mines du gouvernement, des terres ocreuses, du sel gemme, du manganèse riche, des borates de chaux et des pierres propres à la construction. Ces

richesses minérales donnent lieu dans ce pays à de puissantes industries.

Le *Permanent Nitrate Comitte* est l'association de tous les producteurs de nitrate de soude du Chili.

Ses exploitations et ses usines sont au Chili; il a ses sièges principaux à Berlin, à Londres et à Anvers.

Le nitrate de soude est un produit minéral naturel propre au Chili; il constitue une des principales ressources financières du gouvernement de ce pays; il fournit à l'agriculture un engrais précieux et entre dans la fabrication de nombreux produits industriels auxquels il sert de base. Il donne, par distillation, de grandes quantités d'iode, au point d'être devenu l'élément prépondérant du marché de ce produit.

On le retire d'une substance naturelle appelée « caliche » tenant de 18 à 50 % de nitrate, qui se trouve à une faible profondeur sous la surface du sol et qu'on extrait à ciel ouvert.

Un lessivage suivi d'une décantation à froid ou à chaud fournit le produit commercial à des titres divers suivant la nature de son emploi.

C'est par une distillation des eaux mères qu'on obtient l'iode.

Cette exploitation et cette fabrication occupent au Chili, avec les services accessoires de la manutention aux usines et dans les ports, une population de 45.000 ouvriers. C'est assez dire qu'elle constitue une des principales branches d'activité de ce pays.

A l'heure actuelle l'exportation du nitrate s'élève à plus d'un million de tonnes valant 200 millions de francs. La Belgique est le pays, qui, proportion gardée, en importe le plus. Cette importation s'élève en effet à plus de 1/7 de l'exportation totale.

Le Permanent Nitrate Comitte exposait près du salon

d'honneur une pyramide faisant connaître, par périodes, la marche croissante de la production du nitrate ainsi que les exportations et les importations dans les divers pays du monde. Il nous montrait la matière première brute et les produits prêts à être mis en oeuvre ainsi que des échantillons d'iode. Cette exhibition était encadrée par des statues symboliques des diverses industries où le nitrate est surtout utilisé.

#### LIBERIA

La partie de l'exposition concernant les mines consistait en une collection de quelques échantillons divers.

## DEUXIÈME PARTIE

### I. — COMPRESSEURS D'AIR

L'exposition a fait connaître un type de compresseur Dubois-François complètement modifié et perfectionné par M. J. François. Dans une intéressante notice publiée par la *Revue universelle des Mines* en 1897, M. J. François a exposé ces perfectionnements. Bornons-nous à rappeler ici que le plus important d'entre eux réside dans le dispositif qui donne aux soupapes d'aspiration les avantages des soupapes gouvernées sans leurs inconvénients.

La figure 11 montre cette disposition : la soupape d'aspiration S est maintenue au moyen d'un ressort à

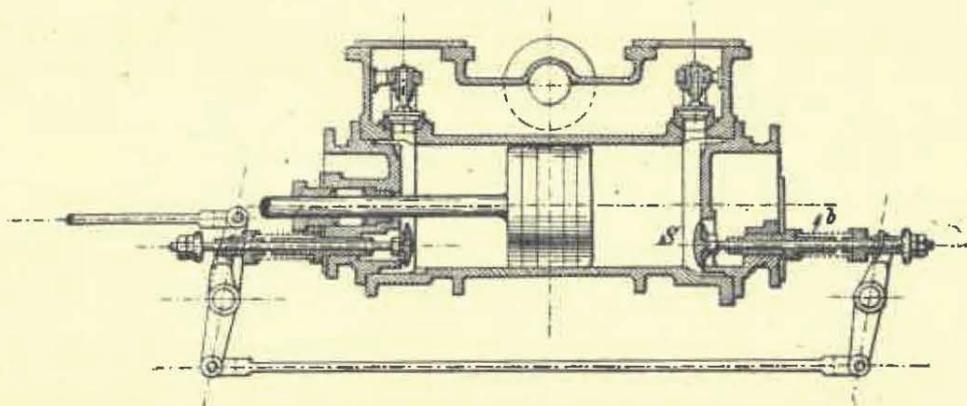


FIG. 11

boudin *b*; au moment de l'aspiration ce ressort est comprimé par un levier mû par la tige prolongée du tiroir de distribution de la machine à vapeur et la soupape rendue libre s'ouvre; lors de la compression le ressort agit et ferme immédiatement la soupape.

La masse d'eau constituant le piston liquide des anciens appareils est supprimée; l'avantage qu'elle pouvait donner en refroidissant mieux est largement compensé par la limitation de vitesse qu'elle impose. Avec les compresseurs du genre Sommeiller on ne peut, en effet, dépasser sans danger 25 ou 30 tours par minute sans quoi la machine s'« emballe » : les diagrammes n<sup>os</sup> 1, 2, 3 et 4 que nous croyons intéressant de reproduire ci-dessous (fig. 12), pris sur les cylindres à air d'un compresseur Sommeiller

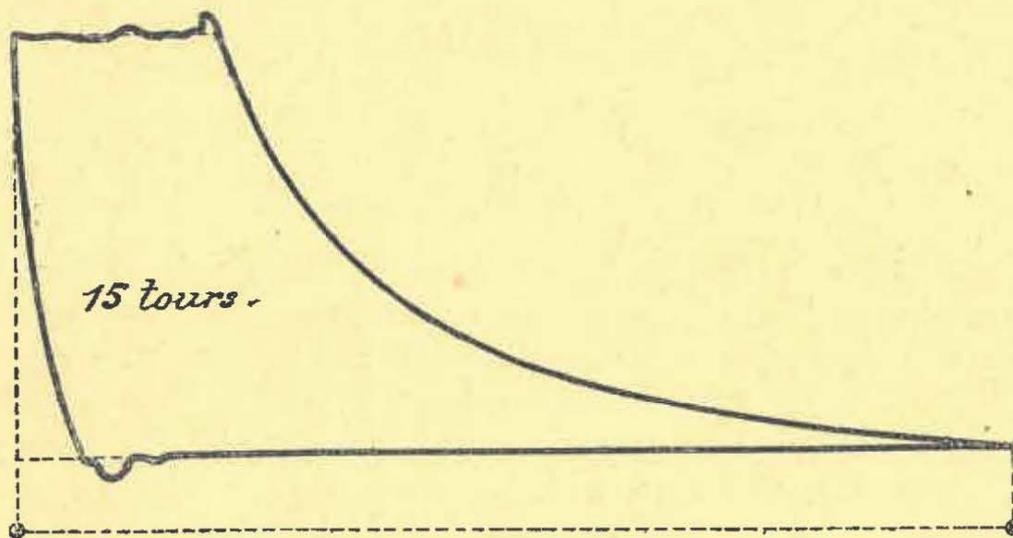
Diagramme n<sup>o</sup> 1

FIG. 12

rendent bien compte de ce fait : ils accusent une diminution considérable du travail utile au fur et à mesure que la vitesse croît.

C'est là un grave inconvénient dont l'importance ne peut échapper, au point de vue de la grandeur et, par conséquent, du coût d'une installation devant fournir une production déterminée d'air comprimé.

Dans le compresseur de M. François, une faible quantité d'eau, environ 2 litres par m<sup>3</sup> d'air aspiré, est admise par la soupape pendant l'aspiration; cette eau, indépendam-

ment de son action refroidissante accusée par le diagramme, est encore un lubrifiant et une garantie de bon entretien.

Diagramme n° 2

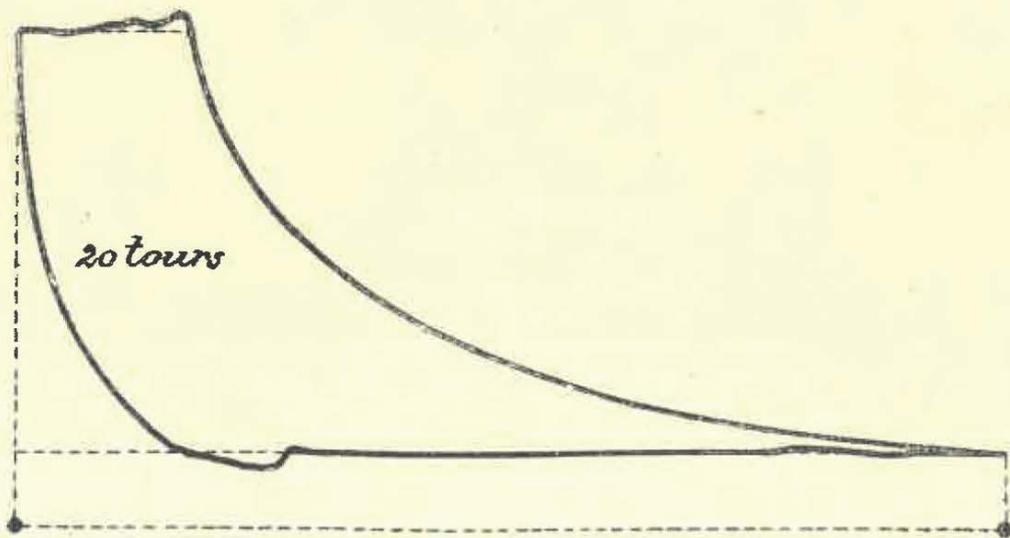


Diagramme n° 3

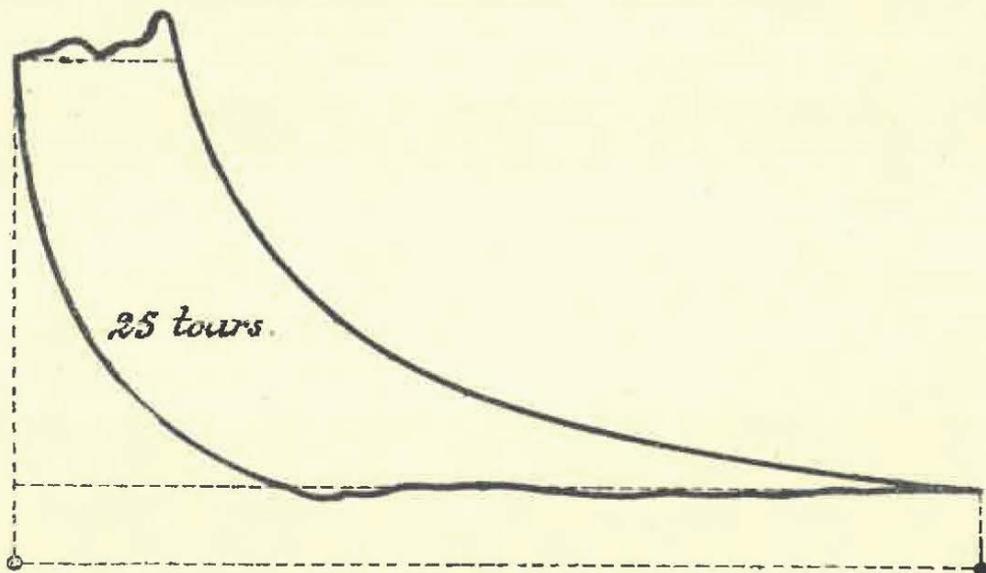


FIG. 12

L'exposition de M. François comprenait un compresseur de 0<sup>m</sup>.300 de diamètre et de 0<sup>m</sup>.500 de course actionné

directement par une machine à vapeur et un réservoir d'air comprimé alimentant les perforatrices et bosseyeuses.

Diagramme n° 4

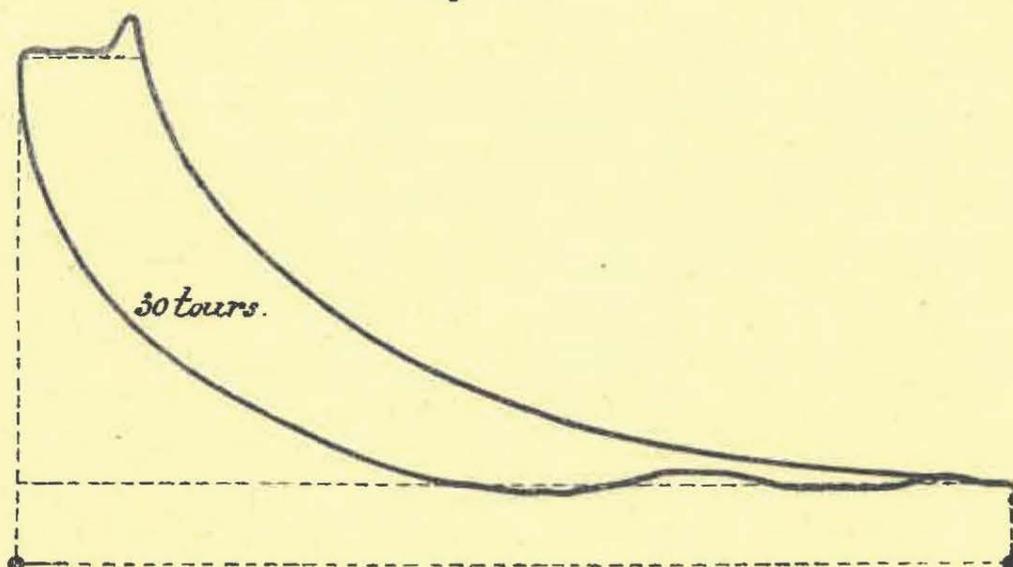


FIG. 12

Les essais auxquels nous avons pu procéder sur ce compresseur nous ont conduit au diagramme type reproduit ci-dessous (fig. 13) qui correspond à la marche de 50 tours

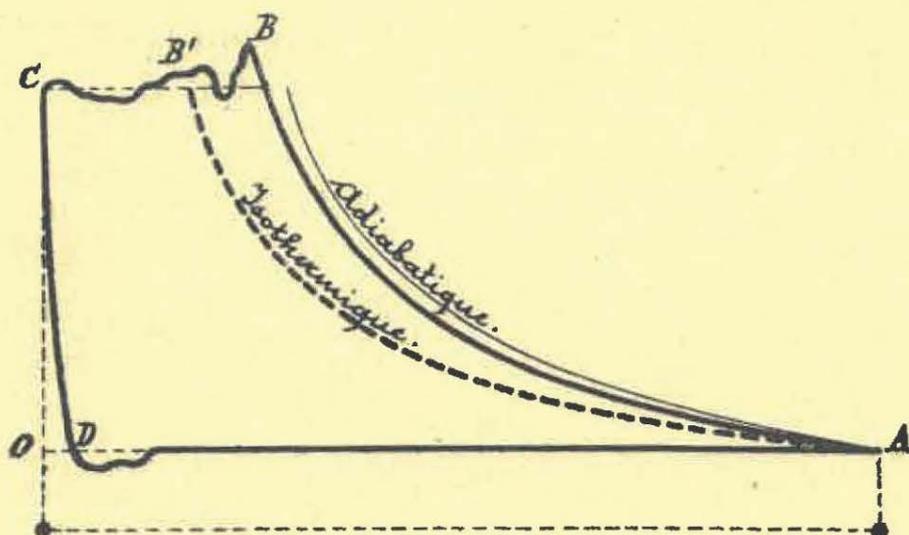


FIG. 13

par minute pour une pression absolue de 6 atmosphères — régime que nous considérons comme normal pour cet appareil

On peut voir que l'aspiration se fait à la pression atmosphérique, ce qu'il est impossible de réaliser avec les soupapes ordinaires à ressorts.

Le rendement volumétrique ou rapport entre le volume engendré par le piston et le volume aspiré pendant le même temps est, comme on sait, mesuré par  $\frac{AD}{OA}$ ; à 28 tours ce rendement est 98.8 %; à 50 tours il devient 97.41 % et à 60 tours 97 %.

Ce sont là des résultats remarquables.

D'autre part la comparaison des surfaces ABCD et AB'CD qui sont respectivement proportionnelles au travail effectif du piston du cylindre à air et au travail théorique à lui fournir pour comprimer isothermiquement et refouler le même volume d'air à la même pression, donne le rendement dynamique; ce rendement est de 79.4 %.

En fonctionnant à la vitesse de 50 tours, l'air étant comprimé à 6 atmosphères absolues, ce compresseur aspire 9<sup>m</sup>.26 d'air par cheval indiqué et par heure.

Ces indications permettent de se rendre compte de la simplicité de cet appareil et de sa valeur pratique, et expliquent la faveur dont il jouit auprès des exploitants.

La maison J. J. Gilain de Tirlemont exposait un compresseur sec système « Köster », construit dans ses ateliers et réalisant un sérieux progrès sur les autres appareils de cette catégorie. Il présente, en effet, une disposition très ingénieuse qui a pour effet de diminuer l'effet des espaces morts et, par conséquent, d'augmenter le rendement volumétrique. La figure 14 en fait comprendre le fonctionnement: aussitôt que la tension dans le cylindre G est celle de la cana-

lisation, l'air qui passe librement par la lumière *a* dans l'espace *e*, soulève la soupape *s* et atteint l'espace *E* en communication constante avec la canalisation d'air comprimé; mais aussitôt que le piston *P* est à fond de course le piston *p* ferme la lumière *a*, puis, achevant sa course il continue à

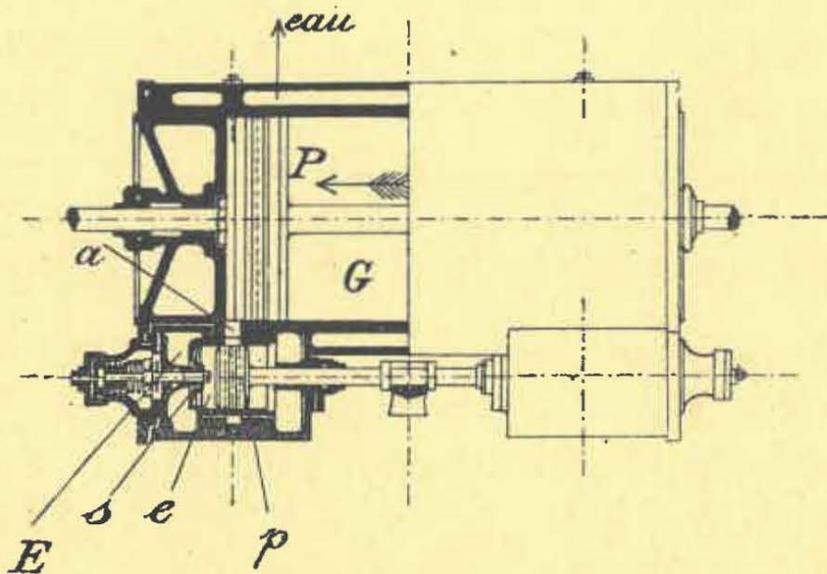


FIG. 14

refouler l'air dans l'espace *E* jusqu'au moment où il s'arrête; en même temps, il découvre la lumière *a* à l'aspiration. Tous ces mouvements s'opèrent silencieusement et, comme au moment précis de la fermeture de *s* la différence de pression est faible entre les milieux que cette soupape sépare, l'air ne peut repasser comme cela arrive dans les machines à soupapes automatiques.

Comme on le voit, l'espace nuisible est dans ce système divisé en deux parties :

1° L'espace compris entre le fond du cylindre et le piston *P* ;

2° L'espace compris entre le piston *p* et la soupape *S* : or, cette dernière partie est réduite à une capacité négligeable par suite du mouvement donné à *p*.

D'après les constructeurs le rendement volumétrique

varie, pour une pression de 3 atmosphères, entre 97 et 90% : c'est ce qui résulte d'un diagramme pris sur un compresseur de ce genre à la vitesse de 60 tours par minute et pour lequel on trouve 96 %. Ce diagramme qui nous a été communiqué et que nous croyons utile de reproduire ci-dessous (fig. 15), atteste des bonnes conditions de marche du

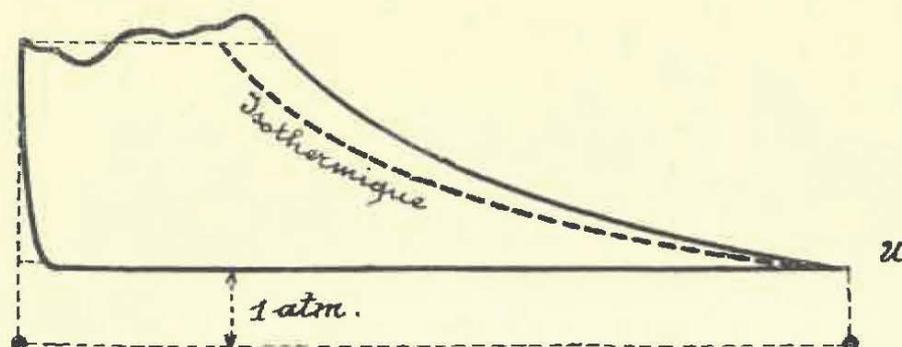


FIG. 15

compresseur Köster. Il montre notamment l'action refroidissante de la circulation d'eau ménagée autour du cylindre.

Ces appareils, comme tous les compresseurs secs, doivent exiger un entretien assez grand que la disposition des organes de distribution ne nous paraît pas faciliter.

Mais il faut ajouter qu'ils sont remarquablement bien construits, peuvent fonctionner à de grandes vitesses et, à cause de leur compacité, occupent très peu de place.

La figure 16 représente une de ces machines mue par courroie.

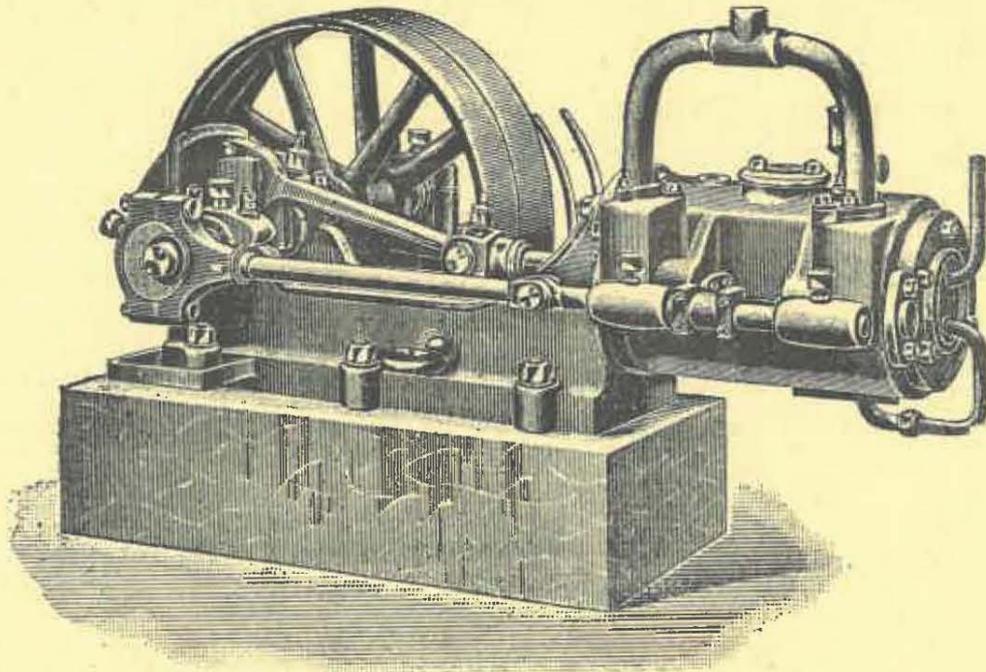


FIG. 16

Les renseignements suivants concernent le plus petit et le plus grand compresseur de ce système attaqués par courroie, indiqués dans la notice des constructeurs.

Numéros . . . . .	1	7	
Diamètre du cylindre en $m/m$ . . . . .	120	300	
Course en $m/m$ . . . . .	150	400	
Nombre de tours par minute . . . . .	150	100	
Quantité d'air aspiré en $m^3$ par heure. . . . .	30	300	
Tuyaux d'aspiration, diamètre en $m/m$ . . . . .	30	90	
Tuyaux de refoulement, diamètre en $m/m$ . . . . .	25	70	
Poulies	Diamètre . . . . .	600	2500
	Largeur . . . . .	100	300
Force nécessaire en chevaux pour une pression de 5 atm.	4	32	
Poids en kilos . . . . .	500	3200	

M. G. Hanarte de Mons présentait les dessins de son système bien connu de compresseur à piston liquide et à colonnes paraboliques et les plans du compresseur qu'il construit spécialement pour les hautes tensions.

Le caractèreistique de ce dernier appareil est le réseau tubulaire en cuivre au contact duquel l'air est comprimé par un piston liquide : ces tubes sont refroidis par un courant d'eau qui y circule d'une manière continue. Cette disposition intéressante réalise une idée originale et rationnelle.

## II. — PERFORATION MÉCANIQUE

*Perforatrices à bras.* — L'exposition atteste la vogue dont jouissent les petites perforatrices à rodage mues à bras : l'extension de l'application de ces appareils se justifie non seulement par leur légèreté et leur facilité de mise en œuvre, mais surtout par leur prix peu élevé et la bonne qualité des aciers avec lesquels les tarières sont généralement faites. Presque toutes ces machines sont à avancement différentiel ; théoriquement, elles peuvent attaquer tous les terrains, mais pratiquement, leur emploi doit se limiter à la perforation des terrains de moyenne dureté ; autrement, leur substitution au travail par percussion à la main ne correspondrait plus à une économie : elles peuvent, en effet, percer des terrains durs mais au prix d'une usure considérable et d'un rodage très long qui s'exécute dans de mauvaises conditions puisqu'il ne s'exerce qu'une faible pression sur l'outil qui creuse.

Il existe une grande variété de ces perforatrices, mais elles diffèrent par la construction plutôt que par le principe. Dans la plupart de celles qui étaient exposées l'avancement différentiel est réalisé au moyen du frein Elliott. Tel est le cas des machines *Ratchett*, dont nous donnons un dessin pour rappel (fig. 17), et dans lesquelles le frein se trouve à

l'extrémité d'un fourreau sur lequel est fixé l'écrou ; elles sont simples et bien construites ; mentionnons qu'un certain nombre d'ouvriers du Hainaut se servent de

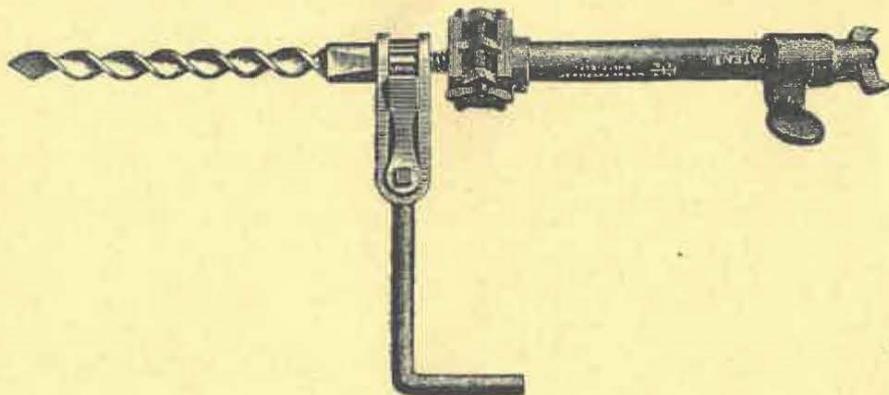


FIG. 17

machines de ce genre, leur appartenant, pour exécuter à l'entreprise les travaux de creusement de galeries de mine.

A cette catégorie d'outils appartient la *Thomas* <sup>(1)</sup>, dont les qualités pratiques sont très appréciées ; il en est de même de l'*Universel*, créé aux mines de Lens, qui est d'une simplicité remarquable.

Dans ces perforatrices, une partie du travail moteur est perdue et consacrée à vaincre l'effort de frottement que le frein crée ; il n'en est pas de même pour les machines exposées par la Société d'Anzin, analogues à celles que M. Hanarte présentait sous le nom de « Break-all », dans lesquelles l'avancement de la vis produit par les racagnacs peut être modéré suivant la dureté des terrains au moyen d'un volant à manettes qui permet de faire tourner l'écrou dans le sens du mouvement (fig. 18) : les tourillons-porteurs sont fixés sur une pièce cylindrique qui livre passage à l'écrou et dont les extrémités alésées permettent la rotation à frottement doux. Cette perforatrice a l'inconvénient d'exiger deux ouvriers pour être manœuvrée.

(1) Voir *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*, t. XXII, 1895.

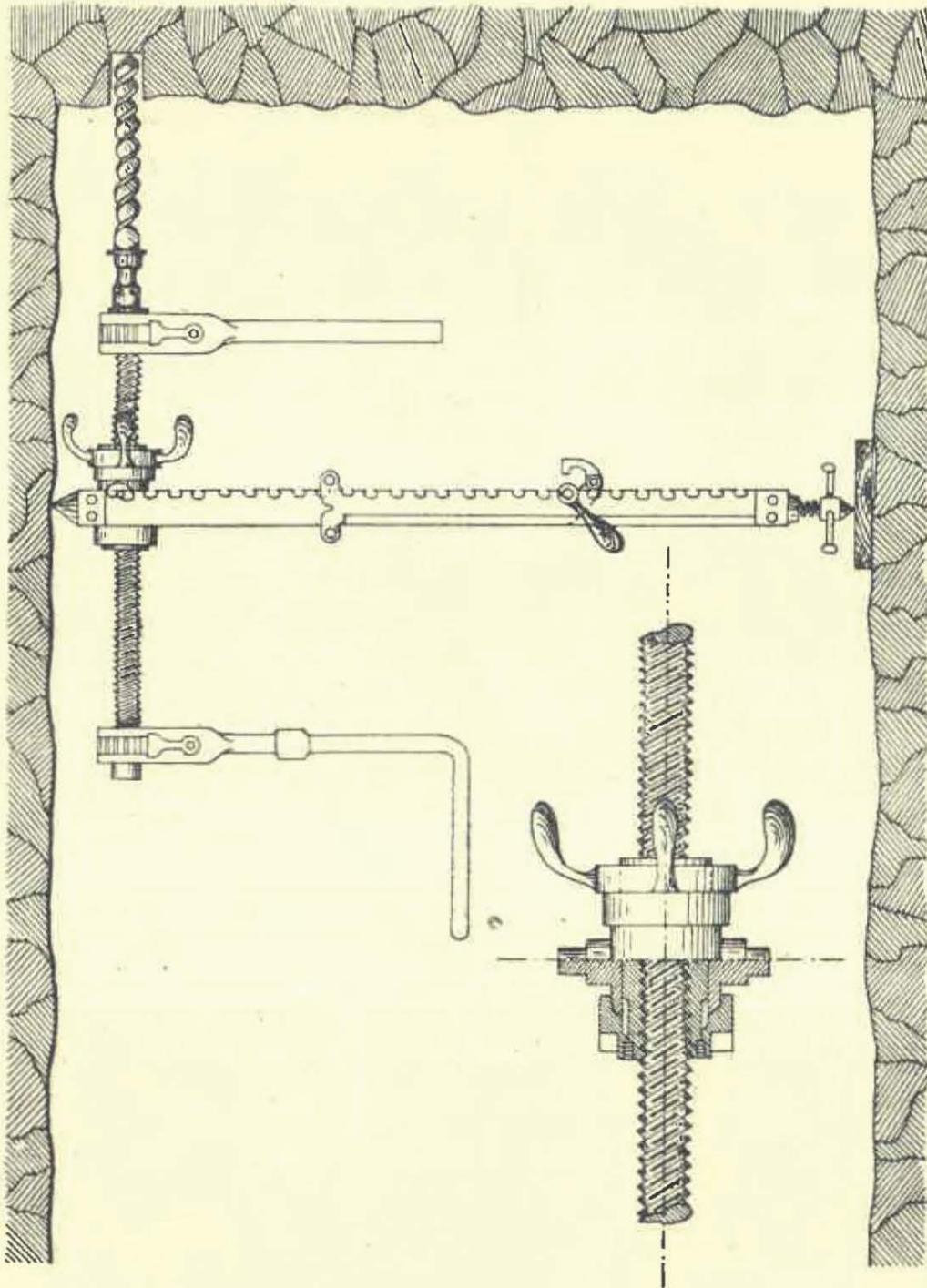


FIG. 18

*Perforatrices mues par un moteur.* — Des types de perforatrices *Dubois-François* étaient exposées par M. J. François, de Seraing.

Les perforatrices Dubois-François, nommées plus souvent bosseyeuses, sont trop connues pour être décrites ici <sup>(1)</sup> : rappelons seulement que leur succès durable se justifie par la simplicité et l'indépendance des organes de distribution, le système de rotation du fleuret et la construction de toutes les parties étudiées au point de vue des conditions particulières de travail dans les mines.

Pour les petites machines de ce système (7 centimètres de diamètre), M. J. François a construit un affût qui permet de forer aisément en un point quelconque du front : nous donnons le dessin de cet affût afin d'en faire comprendre les mouvements (fig. 19).

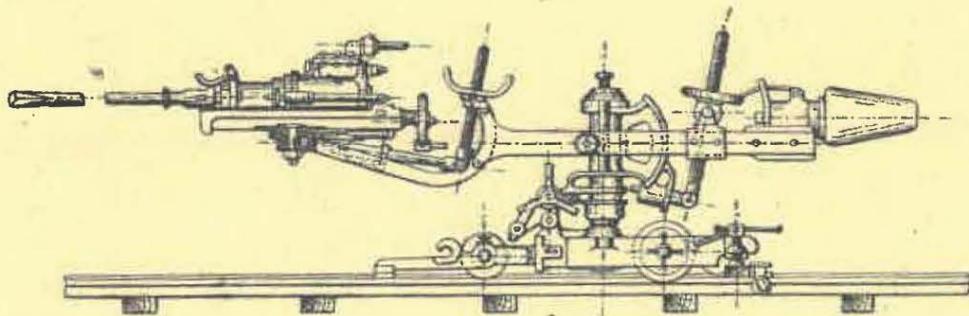


FIG. 19

Les perforatrices Dubois-François employées dans plusieurs importants charbonnages de Belgique sont aussi utilisées à l'étranger et notamment en France ; la Compagnie des Mines d'Anzin les exposait dans son matériel avec les perforatrices *Burton*.

Ces dernières sont à injection d'eau : le réservoir d'eau placé sur un truc à quatre roues est relié par deux articu-

(1) Voir dans la *Revue universelle des Mines*, 1897, le mémoire produit par M. J. François à l'appui de son exposition.

lations à l'affût sur boggie, qui porte les colonnes sur lesquelles les machines sont fixées. Le tout forme un ensemble qui peut circuler aisément dans les galeries des mines.

La maison *Siemens et Halske*, de Berlin, avait érigé non loin du Palais de la ville de Bruxelles une construction disposée pour permettre le fonctionnement de quatre perforatrices, deux à rodage et deux à percussion, mues par l'électricité. La transmission du mouvement du moteur électrique aux machines, se fait par un arbre flexible d'environ 2<sup>m</sup>.50 de longueur comme dans certaines machines électriques employées en Angleterre <sup>(1)</sup> et dans les perforateurs construits par la Société Électricité et Hydraulique (Belgique).

La *perforatrice à rodage*, système Siemens et Halske, qui exige une puissance d'un cheval, réalise dans une certaine mesure l'avancement différentiel automatique : la figure 20 permet de comprendre la disposition ingénieuse qui la caractérise. L'arbre flexible A transmet son mouvement par l'intermédiaire de pignons dentés au manchon M qui entraîne la vis porte-fleuret dans son mouvement : sur ce manchon est montée la roue E qui engrène avec F ; cette dernière est fortement pressée contre G au moyen d'un ressort et l'entraîne par frottement ; l'engrenage G fait mouvoir à son tour H qui est fixée à l'écrou où la vis s'engage. La tarière s'avance donc normalement d'une quantité qui résulte de la vitesse de rotation de la vis à laquelle elle est fixée et de la vitesse de rotation de l'écrou : soit du rapport des diamètres des engrenages. Si, à un moment donné, la dureté du terrain augmente, la tarière et, par suite, la vis ne peuvent plus avancer avec la même rapidité et la vis tend à faire tourner l'écrou plus rapidement dans le sens de son mouve-

---

(1) *Electro mining machinery, etc.*, par MM. L. B. et C. W. Atkinson, 1891. MINUTES OF PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS, t. CIV.

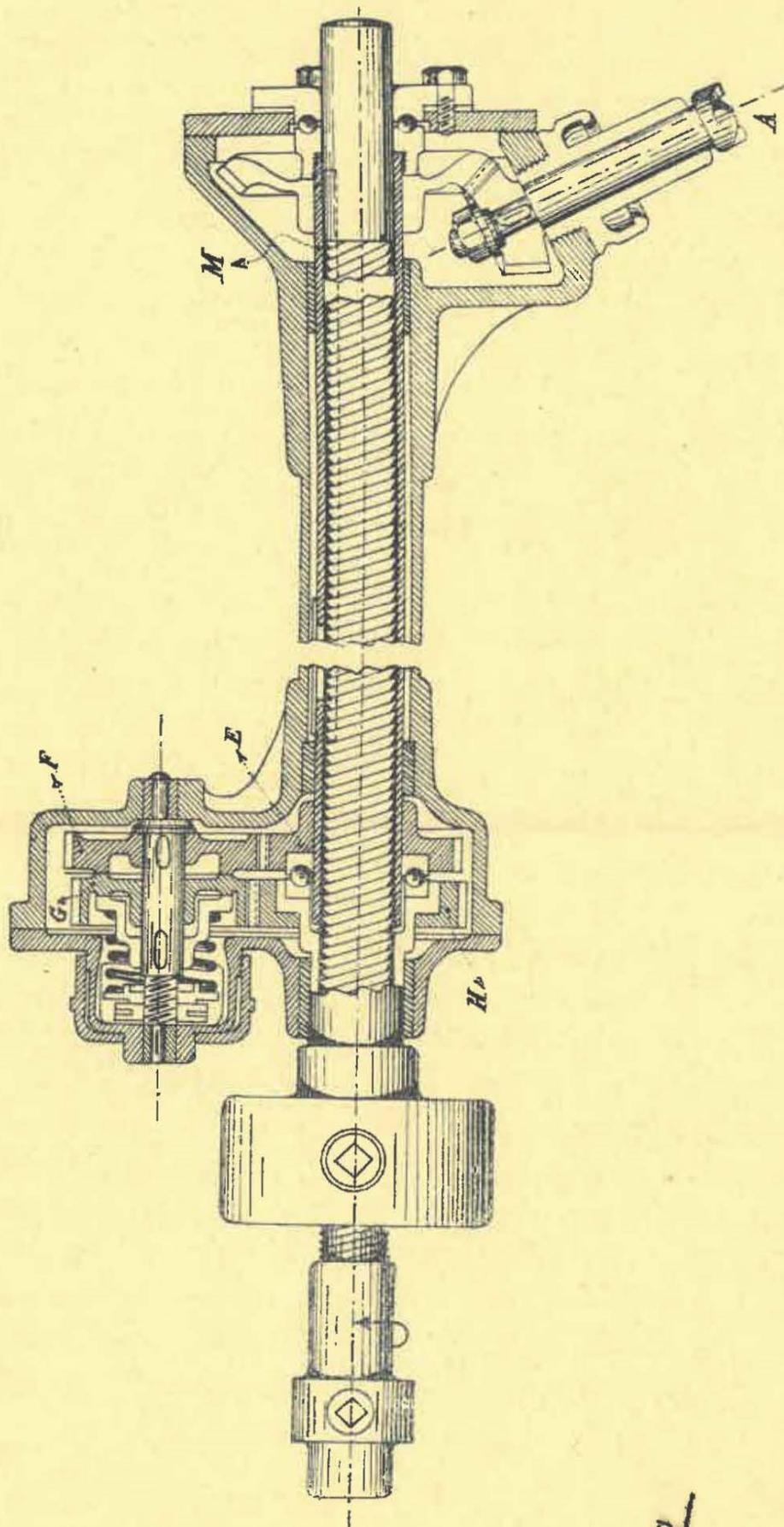


FIG. 20

ment : cette augmentation de rotation est permise si la pression du ressort n'est pas trop forte; dans ce cas, en effet, la roue F glisse sur G. La puissance du ressort se règle d'après la dureté normale du terrain à attaquer.

Cette machine, extrêmement bien conçue, est parfaitement exécutée et constitue un ensemble compact et résistant; elle est supportée par un affût télescopique.

Elle s'est répandue dans les mines de fer et les salines; nous pensons que son emploi prendra de l'extension dans les exploitations où il faut abattre des roches de faible et moyenne dureté.

Les *perforatrices à percussion* sont également actionnées par un arbre flexible qui transmet environ un cheval; leur principe est bien connu : il réside dans la compression d'un puissant ressort par l'intermédiaire d'une manivelle : ce ressort, en se détendant, lance le fleuret contre la roche. Mais, la difficulté que la Société Siemens et Halske a su vaincre est la réalisation mécanique de ce principe, dans des conditions pratiques.

La rotation du fleuret est obtenue au moyen de la rainure hélicoïdale; il est à remarquer que la boîte contenant le rochet est maintenue latéralement par des ressorts de manière à éviter toute rupture si le fleuret pénètre dans une fissure de la roche, et ne peut tourner en revenant en arrière. Le changement de fleuret se fait par la culasse de la machine.

L'avancement de l'outil a lieu au moyen d'une vis mue par la main de l'ouvrier.

La perforatrice (fig. 21) est soutenue par une colonne qui vient enserrer le collet C : ce mode de support en porte-à-faux est une des rares critiques qu'on puisse lui adresser.

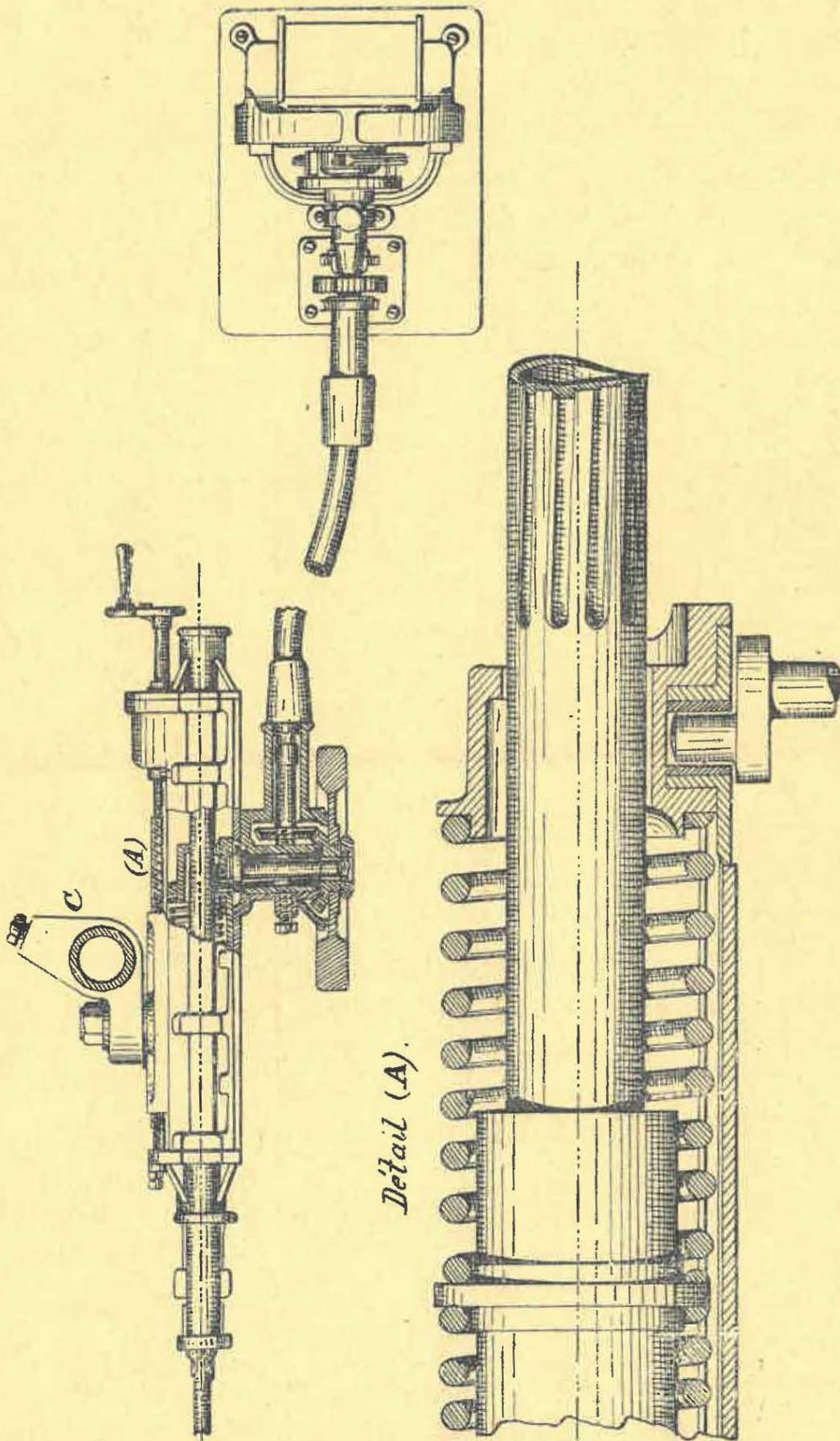


FIG. 21

### III. — LE CREUSEMENT DES GALERIES SANS LE SECOURS DES EXPLOSIFS

Il est incontestable que la sécurité, au point de vue des explosions, des mines grisouteuses et poussiéreuses, dépend, avant tout, de la suppression ou tout au moins de la réduction au minimum de l'emploi des explosifs pour les diverses opérations du travail minier.

Celle de ces opérations pour laquelle, dans notre pays du moins, cette suppression présente le plus d'importance, est l'élargissement, par entaillement des roches du toit et du mur, des galeries creusées en veine, élargissement qui s'appelle, dans le Hainaut, le *coupage des voies*, dans le pays de Liège, le *bosseusement*. Les raisons qui justifient cette importance relative ont déjà été exposées par l'un de nous, notamment à propos des statistiques sur l'emploi des explosifs (1), il n'y a pas lieu d'y revenir.

Cependant il n'était pas non plus sans utilité de rechercher les moyens de creuser les galeries à travers-bancs elles-mêmes (dites *bouveaux*, *bacnures*, *bowettes*, etc.), sans le secours des explosifs; cette opération, moins dangereuse en général que celle du coupage des voies, peut, en effet, dans certains cas, notamment dans les mines où les sources de grisou (dites *coupes*) sont fréquentes, dans celles où l'on est exposé à rencontrer des accumulations de gaz inflammables et surtout dans les mines à dégagements instantanés, présenter des dangers réels et être la cause de catastrophes.

C'est pourquoi, en outre du desideratum proposé par la Commission organisatrice de l'Exposition de Bruxelles,

---

(1) V. Watteyne. *Emploi des explosifs dans les mines de houille de Belgique, statistiques comparatives*. ANNALES DES MINES DE BELGIQUE, t. I, 4<sup>e</sup> livraison.

sous les N<sup>os</sup> 24 B (2<sup>e</sup> section, économie sociale), ainsi conçu :

“ Appareil ou procédé permettant de pratiquer économiquement le coupage et l'élargissement des voies (bosseyement) sans le concours des explosifs dans les couches minces à terrains durs et les gisements tourmentés, „

“ *Note.* — Le procédé doit pouvoir être appliqué en n'importe quel point de la mine; l'emploi d'appareils encombrants ou de conduites difficiles à maintenir ou à prolonger doit donc être évité. „

desideratum repris dans la 9<sup>e</sup> section (Matériel et produits) n<sup>o</sup> 342 A et ainsi libellé :

“ Appareil permettant de pratiquer économiquement le coupage des voies sans le secours des explosifs „,

il en existait un autre, proposé, comme le précédent, à la fois dans la 2<sup>e</sup> et dans la 9<sup>e</sup> section; il était libellé comme suit sous le n<sup>o</sup> 24A,

“ Appareil ou procédé permettant de pratiquer économiquement le creusement des galeries à travers bancs (bouveaux, bacnures, bowettes, etc.), sans le secours des explosifs. „

et, dans les termes suivants, sous le n<sup>o</sup> 339 :

“ Système mécanique qui réalise pratiquement la suppression de l'emploi des explosifs dans le creusement des galeries à travers bancs, les terrains étant composés de grès et de schistes. „

Les exposants qui, à Bruxelles, ont exhibé des appareils concernant ces questions, sont :

La Société charbonnière des Six-Bonnières; MM. A. et J. François qui participaient à l'exposition des charbonnages de Kessales et de l'Espérance et Bonne-Fortune par le brise-roches Thomas, et M. J. François, successeur de la firme Dubois et François, qui exposait la bosseyeuse avec ses derniers perfectionnements.

M. B. Souheur, directeur-gérant du charbonnage des Six-Bonniers, a, dès 1880, tenté d'appliquer d'une façon plus générale qu'on le faisait auparavant les aiguilles-coins, inventées déjà depuis longtemps, et la seule perforatrice à rodage connue à cette époque, la perforatrice Lisbet.

Dans les trous, que cet outil permettait de creuser à un diamètre plus grand que celui ordinairement en usage, on introduisait des aiguilles sur lesquelles on frappait à coups de marteau pour faire éclater la roche.

Après quelques années d'efforts, ayant introduit quelques perfectionnements dans la fabrication des aiguilles et des perforatrices, M. Souheur réussit, dès 1885, à ne plus employer de poudre pour le bosseyement.

On sait que l'introduction, vers 1887 et 1888, de perforatrices à rodage perfectionnées, des types Elliott, Thomas, etc., en même temps que l'impression causée par de terribles catastrophes minières provoquées par l'emploi des explosifs au coupage des voies, ont donné un grand élan à ce mode de travail, et l'on a vu plusieurs charbonnages de notre pays abandonner dans une large mesure l'emploi des explosifs pour les moyens mécaniques.

L'invention des explosifs de sûreté qui eut lieu également vers 1888, suivant de près les procédés proposés et employés, quoique de façon peu générale, pour éteindre les flammes projetées par le tir des mines (cartouche à eau, bourrage à la mousse mouillée, bourrages à eau gélatineuse, etc.), a ralenti ce mouvement pendant quelques années.

Mais récemment, simultanément à l'emploi de plus en plus général des explosifs de sûreté se substituant à l'ancienne poudre noire et aux explosifs brisants proprement dits, on a vu les moyens mécaniques devenir d'un usage de plus en plus fréquent. On continue à employer les aiguilles-

coins avec les marteaux ; mais on se sert aussi d'un engin d'invention récente qui, tout en étant portatif et pouvant pénétrer dans nos galeries étroites et tortueuses, ce qui est essentiel dans nos exploitations à couches minces, permet d'arriver à des effets bien autrement puissants que ceux obtenus au moyen des marteaux ordinaires.

C'est le brise-roches Thomas, qui est lui-même un perfectionnement, par simplification, du chasse-coin de MM. A. et J. François.

Cet appareil, quoique récent, a déjà été plusieurs fois décrit.

Il l'a été notamment dans les *Annales des Mines de Belgique*, t. I, par notre regretté collègue L. Verniory, et dans la *Revue universelle des Mines*, t. XXXVIII, par M. Collin, directeur des travaux aux Houillères-Unies, à Ransart.

Rappelons qu'il consiste en un jeu d'aiguilles-coins, dont le coin proprement dit est muni d'une queue faisant saillie au dehors et sur laquelle roule une masse de 40 à 45 kilogrammes. Cette masse est actionnée au moyen d'une tringle ou d'une corde et lancée à la main contre le coin.

Le mode de travail ne diffère en somme du travail ordinaire à l'aiguille-coin que par les dimensions plus fortes des aiguilles et du marteau.

Ajoutons que les trous sont creusés, au moyen de perforatrices à rodage, à un diamètre plus grand que ne l'étaient les trous creusés directement au fleuret.

Le brise-roches est l'application à un appareil portatif et manœuvré à la main du principe de la bosseyeuse Dubois et François, actionnée à l'air comprimé et qui, peu susceptible par son volume et son poids, l'espace qu'elle occupe avec son affût et la nécessité de la faire suivre d'une conduite d'air comprimé, de pénétrer dans des galeries étroites et irrégulières, a surtout été utilisée, malgré son nom, pour le creusement des galeries à travers-bancs.

Nous groupons ci-dessous quelques résultats comparatifs d'après les notices déjà publiées et les renseignements fournis par MM. A. et J. François à propos de l'Exposition :

NOMS DES COUCHES	TRAVAIL A LA POUDRE		TRAV. AU BRISE-ROCHES		
	Avancement journalier mètres	Prix de revient du mètre d'avancement fr.	Avancement journalier mètres	Prix de revient du mètre d'avancement fr.	
Charbonnages des Produits (Notice de M. Verniory) . . . . .	Toute Bonne . . . . .	2,00	3,65	1,18	5,80
	Catelinotte . . . . .	2,25	3,25	1,50	4,55
	Cédixée . . . . .	2,10	3,55	1,55	4,55
	Dure Veine . . . . .	1,92	4,25	0,90	8,10
	Poigé . . . . .	1,75	4,50	1,20	6,15
Houillères Unies (Notice de M. Collin) . . . . .	. . . . .	1,23	3,60	1,00	4,30
Charbonnages de Gosson-Lagasse (renseignements de MM. A. et J. François) . . . . .	Beguine N° 20 . . . . .	0,81	8,70	0,88	9,00
	Id. N° 21 . . . . .	0,93	7,83	0,92	8,88
	Mava Deye . . . . .	0,93	7,93	0,88	8,71

Il résulte de ce tableau que le travail au brise-roches a un prix de revient supérieur au travail aux explosifs. L'avancement est aussi moins grand.

Cependant l'écart est devenu, depuis que les ouvriers ont acquis la pratique de cet outil, moins considérable qu'il ne l'était au début. Il est à remarquer que la notice de M. Verniory est de plus d'un an antérieure à celle de M. Collin; or, les résultats accusés par ce dernier sont bien plus favorables au brise-roches que ne l'étaient ceux accusés par M. Verniory.

Les renseignements relatifs à l'expérience faite aux Charbonnages du Gosson sont bien plus favorables encore,

mais comme ils ont été fournis par les inventeurs, nous ne croyons pas devoir les faire entrer en ligne de compte.

Un point important et qui vient corriger l'écart quand il n'est pas trop grand, c'est que les galeries, quelles qu'elles soient, se tiennent beaucoup mieux et par conséquent exigent moins de boisage et d'entretien quand elles ont été coupées à l'outil que quand elles ont été ouvertes au moyen d'explosifs.

Mais il y a surtout la question de sécurité. Dans beaucoup de couches le minage doit être interdit par suite de la présence du grisou ou des poussières inflammables. Or, si, au lieu de comparer le prix de revient du travail au brise-roches avec le prix de revient du travail aux explosifs, on le compare avec le prix du travail au pic ou aux aiguilles ordinaires ou même aux aiguilles-coins, comme l'ont fait MM. Verniory et Collin, l'écart est cette fois considérable en faveur du brise-roches. On peut donc dire que cet outil donne les moyens d'ouvrir les voies dans des conditions acceptables là où jadis la couche n'était plus pratiquement exploitable du moment qu'il fallait renoncer, par crainte d'explosion, à l'emploi des explosifs.

C'est à MM. G. Dubois et J. François qu'est dû le premier moyen puissant permettant de creuser mécaniquement les galeries; les résultats de leurs essais, commencés en 1876 aux charbonnages de Marihaye, furent des plus encourageants : dans la suite, les appareils mis primitivement en œuvre furent l'objet d'expériences nouvelles et d'un examen constant qui ont conduit à divers perfectionnements réalisés dans les machines nouvelles présentées par *M. J. François*. Le procédé est trop connu pour que nous nous y arrétions : il consiste en principe à creuser dans le front d'attaque une série de trous et de rainures convenablement réparties pour créer des lignes de rupture. Ce

travail de forage est opéré au moyen d'une puissante perforatrice Dubois-François, nommée « bosseyeuse ». Des coins en acier sont ensuite placés dans les trous et l'on substitue au fleuret de la machine une masse en acier qui agit comme un marteau sur la tête des coins pour les enfoncer et faire éclater la roche.

Des expériences faites en 1888 et 1889 aux charbonnages de Marihaye — confirmées dans une large mesure par les essais auxquels nous avons procédé sur l'installation de M. François à l'Exposition — il résulte que l'emploi de la bosseyeuse dans les conditions actuelles pour le creusement des galeries à la pierre (galeries à travers-bancs) entraîne, en moyenne, en tenant compte de l'amortissement du matériel, une dépense de 10 francs de plus au mètre courant; mais il est à remarquer que, par contre, il apporte divers avantages sérieux analogues à ceux que nous venons d'énumérer à propos du brise-roches; citons, notamment, la diminution de surveillance, la possibilité de creuser des voies dans des quartiers où la prudence interdit d'utiliser les explosifs et enfin le moindre entretien que les galeries exigent, puisque la roche n'est pas ébranlée comme par les coups de mine.

Il semble donc que l'on puisse considérer la bosseyeuse comme résolvant d'une manière suffisamment pratique et économique le problème du creusement mécanique des travers-bancs : c'est d'ailleurs ce qui résulte des opinions émises <sup>(1)</sup> par les directions des importantes sociétés charbonnières de Marihaye, de Cockerill, des Six-Bonnières et d'Anderlues.

(1) Voir le travail de M. François, t. XXXIX, *Revue universelle des Mines*, 1897.

#### IV. — CREUSEMENT DES PUITES DANS LES TERRAINS AQUIFÈRES

Les deux procédés de creusement des puits à travers les morts terrains, qui étaient représentés à l'exposition de Bruxelles, sont le procédé Chaudron et le procédé à la glace (procédé Poetsch).

Ce sont d'ailleurs actuellement pour ainsi dire les deux seuls systèmes en usage quand il s'agit de foncements à grande profondeur à travers des terrains aquifères de forte épaisseur.

Les procédés par dragages, par troupes coupantes, etc., et le procédé à l'air comprimé ont encore des applications dans des cas particuliers; le dernier surtout s'emploie avantageusement à profondeur restreinte, mais, vu les épaisseurs de plus en plus grandes de morts terrains que l'on doit maintenant traverser dans nos contrées pour atteindre le terrain houiller, ils le cèdent de loin en importance aux deux grands procédés qui viennent d'être indiqués. D'ailleurs, comme ils n'étaient pas représentés à l'exposition par des applications récentes, nous n'avons pas à nous en occuper ici.

*Procédé Kindt et Chaudron.* — Ce procédé est connu depuis longtemps et l'on peut dire qu'il a fait ses preuves maintes fois.

Plus particulièrement il a permis la reprise de puits qui avaient été commencés par d'autres systèmes et qui avaient dû être abandonnés.

La dernière modification essentielle que le procédé Chaudron a subie consiste dans ce que cet inventeur a appelé le *cuvelage à tête noyée*.

Cette variante du procédé date de 1884 et a été déjà décrite, notamment par M. Paul Habets en 1890 <sup>(1)</sup>.

---

(1) *Revue universelle des Mines*, 3<sup>e</sup> série, t. IX, p. 179.

Rappelons qu'elle consiste dans la limitation du cuvelage à la partie où celui-ci est nécessaire, quelle que soit la profondeur, tandis que par le procédé primitif, le cuvelage devait être continu depuis le fond jusqu'à la tête des eaux.

Le cuvelage, fermé en haut comme en bas par un faux fond, est descendu à la profondeur qu'il doit atteindre; une soupape placée à la partie supérieure permet d'y introduire l'eau nécessaire pour sa descente dans l'eau.

Quand il est en place on le laisse s'emplier d'eau entièrement, pour qu'il pèse de tout son poids sur la boîte à mousse, puis l'on fait le bétonnage derrière le cuvelage.

Lorsque le béton a fait prise on épuise les eaux; l'on constate que le bétonnage suffit pour maintenir la pression d'eau derrière le cuvelage.

On peut donc se dispenser d'élever celui-ci au delà de la hauteur réellement à cuveler, et, notamment dans le cas d'anciens puits repris, la partie de cuvelage effectuée peut continuer à servir et le nouveau cuvelage se place en dessous, bout à bout, au lieu de devoir être remonté jusqu'à la tête d'eau, ainsi qu'on faisait primitivement.

*Procédé par la congélation.* — La Société d'Anzin a, ainsi qu'il est dit dans la première partie de ce travail, exposé une partie de l'outillage ayant servi au creusement des Avaleresses de Vicq (Cuvinot) en 1894.

Un mémoire complet sur ce foncement a été publié dans le *Bulletin de l'industrie minière*, 3<sup>e</sup> série, t. IX (1895), par MM. Saclier et Waymel, ingénieurs de la Compagnie. Nous ne pouvons donc que renvoyer à ce très instructif mémoire, dont nous croyons cependant devoir donner ici une analyse un peu développée, ce travail ayant été le thème principal de l'Exposition des mines d'Anzin.

Rappelons d'abord en quelques mots l'historique de ce

procédé qui occupe actuellement une si grande place dans l'art des mines.

Le procédé Poetsch, qui consiste comme on sait à transformer en un bloc glacé le terrain aquifère, en faisant circuler à l'intérieur des tubes placés dans des trous de sondage une dissolution de chlorure de calcium refroidi à 20° sous zéro, date de 1883, époque à laquelle cet inventeur réussit, au puits Archibald de la mine de Douglas, (Allemagne), à traverser, en la congelant, une couche de sable aquifère contre laquelle étaient venus échouer les efforts des exploitants.

Après ce premier succès il y eut plusieurs échecs ou réussites incomplètes, résultant de ce que toutes les mesures n'avaient pas été assez soigneusement prises pour l'application rationnelle du procédé.

Il y eut entre autres le puits n° 8 du Houssu en Belgique où l'achèvement du fonçage ne fut obtenu qu'en un temps assez long et au prix d'assez fortes dépenses.

La Société des mines de Lens eut recours à ce procédé en 1891 et 1892 pour le creusement du puits n° 10.

En 1893, la Compagnie d'Anzin, qui, dès 1887, avait envoyé un de ses ingénieurs à Houssu étudier ce procédé de fonçage des puits, appliqua la congélation au creusement de ses avaleresses de Vicq qui devaient traverser des terrains aquifères de 91 mètres d'épaisseur.

Les études préliminaires à cet important travail avaient été longues et approfondies. Elles ne furent pas infructueuses car elles aboutirent à un succès complet, tant au point de vue du prix de revient, qui fut relativement bas, qu'à celui de la rapidité d'exécution.

Les terrains traversés par le sondage préliminaire étaient les suivants :

Désignation des terrains.	Épaisseurs mètres.	Profondeurs atteintes, mètres.
Terre végétale. . . . .	1.00	1.00
Sables boullants . . . . .	2.10	3.10
Graviers boullants. . . . .	3.65	6.75
Grès argileux . . . . .	3.50	10.25
Argile sableuse . . . . .	0.50	10.75
Craie friable très ébouléeuse. . .	10.00	20.75
Craie moins ébouléeuse . . . . .	10.00	30.75
Craie compacte . . . . .	42.25	73.00
Marnes grises . . . . .	5.50	78.50
Silex (rabots) . . . . .	12.50	91.00
Bleus (fortes toises) . . . . .	25.00	116.00
Dièves . . . . .	58.00	174.00
Grès vert . . . . .	13.65	187.65
Terrain houiller.		

La seule partie à considérer est celle allant jusqu'à 91 mètres de profondeur, les terrains inférieurs pouvant être traversés par les moyens ordinaires.

On eut soin tout d'abord d'écartier autant que possible des puits à creuser le puits d'alimentation nécessaire pour les 160 mètres cubes d'eau dont on devait avoir besoin par heure pour les divers services. C'est pourquoi l'on creusa ce puits à 250 mètres des avaleresses. Cette distance fut reconnue suffisante pour éviter les courants d'eau souterrains qui auraient pu gêner la congélation.

Les deux puits à creuser situés à 37 mètres l'un de l'autre devaient avoir des diamètres utiles respectivement de 5 mètres et de 3<sup>m</sup>.65.

Leurs diamètres de creusement à l'intérieur des roches devaient être de 5<sup>m</sup>.50 et de 4<sup>m</sup>.15.

Le nombre de tubes circuits pour la circulation du liquide froid fut fixé à 20 pour le grand puits (n° 1), disposés sur

une circonférence de 6<sup>m</sup>.50 de diamètre. Il y avait donc un intervalle de  $\frac{6^m.65 - 5^m.50}{2} = 0^m.57$  entre les tubes et le vide produit par le creusement.

Pour le puits n° 2 (petit puits), le nombre de tubes fut de 16 sur une circonférence de 5<sup>m</sup>.15 de diamètre; l'intervalle était ainsi de  $\frac{5^m.15 - 4^m.15}{2} = 0^m.50$  entre les tubes et le vide à creuser.

Les sondages ont été effectués par la méthode ordinaire, mais avec des soins spéciaux pour obtenir la parfaite verticalité : les trépan s avaient un grand poids et l'appareil à chute libre était aussi léger que possible.

Les eaux du niveau étant jaillissantes, on dut, à la tête de chaque trou de sonde, exécuter préalablement, dans le sable argileux tertiaire, des travaux de captage destinés à empêcher les eaux de la craie de jaillir à la surface et à assurer l'immobilité de la masse liquide.

Dans ce but, deux tubes concentriques ont été enfoncés dans chaque trou de sonde, le tube extérieur jusqu'à la profondeur de 7<sup>m</sup>.25, le petit tube (0<sup>m</sup>.20 de diamètre) jusqu'à la profondeur de 9<sup>m</sup>.75; l'intervalle des deux tubes a été rempli de béton et le tube extérieur a été élevé jusqu'au-dessus du niveau piézométrique des eaux de la craie.

Les tubes circuits ont été enfoncés jusque dans les *bleus*, c'est-à-dire jusqu'à la profondeur de 91 mètres.

Ces tubes, en acier très doux, comprennent 2 tubes concentriques : le tube extérieur et le tube intérieur.

Le tube extérieur avait 116<sup>mm</sup> de diamètre intérieur et 7<sup>mm</sup> d'épaisseur; les tubes intérieurs avaient 30<sup>mm</sup> de diamètre et 4<sup>mm</sup> d'épaisseur.

Nous donnons (fig. 22) un croquis des assemblages des tubes tant extérieurs qu'intérieurs en même temps qu'un croquis d'ensemble du tube circuit.

Les assemblages se forment bout à bout au moyen d'une bague filetée, intérieure pour les tubes extérieurs et extérieure pour les tubes intérieurs.

Entre les extrémités biseautées des premiers s'intercalait une corde de chanvre enduite de mastic et de minium. Pour les seconds le joint se faisait par une certaine pénétration

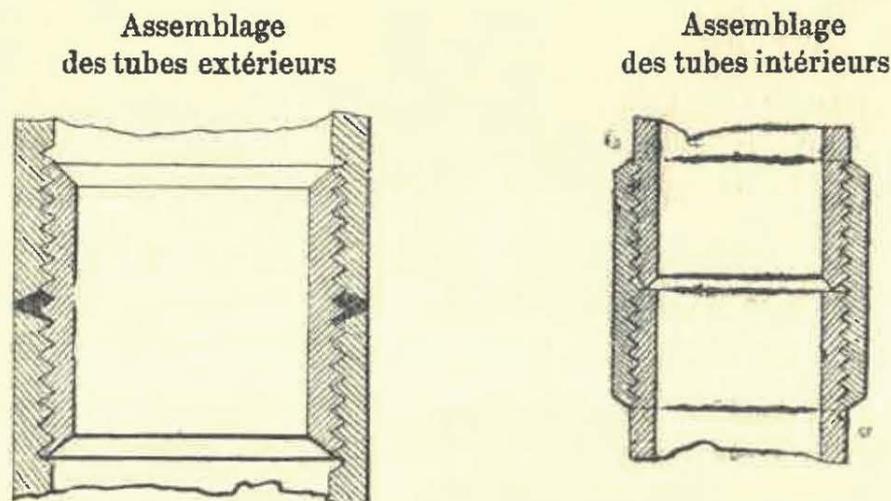


FIG. 22

de l'extrémité inférieure biseautée des tubes dans l'extrémité supérieure plate des tubes inférieurs.

De distance en distance les bagues d'assemblage des tubes extérieurs portaient, au moyen de croisillons, une bague intérieure livrant passage aux tubes intérieurs et servant de guide à ceux-ci.

L'extrémité inférieure des tubes extérieurs était fermée au moyen d'une calotte hémisphérique en acier, maintenant une bague intérieure dans laquelle aboutissait l'extrémité ouverte du tube intérieur.

Chaque joint était soigneusement éprouvé avant la descente du tube.

Le rempart de glace qui a été jugé nécessaire pour résister à la pression extérieure était de 1 mètre.

Si l'on calcule quel devrait être le rempart de glace en

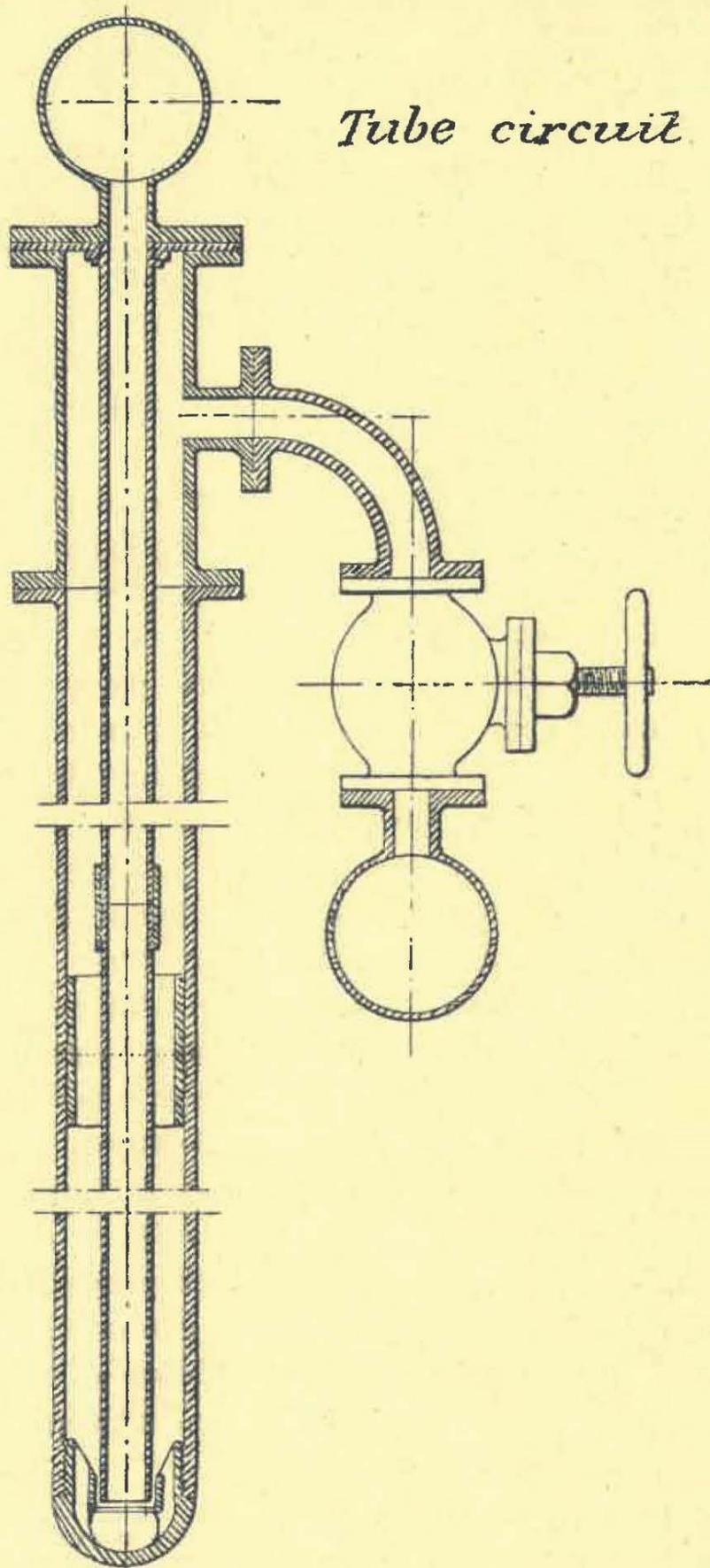


FIG. 22

supposant les couches aquifères composées uniquement d'eau, il est évident que l'on devrait, théoriquement, avoir une épaisseur de glace croissante depuis le haut jusqu'en bas, mais, comme le font remarquer MM. Saclier et Waymel, il n'en est pas ainsi et la glace se forme en réalité dans les fissures d'une roche d'où elle ne pourrait être chassée que par des efforts considérables. Il faut donc beaucoup moins d'épaisseur que la théorie ne l'indiquerait si l'on supposait que la glace est pure et doit résister uniquement par sa propre solidité.

On a cherché à voir quelles seraient, en supposant des terrains d'une chaleur spécifique égale du haut en bas, les conditions à remplir pour obtenir un cylindre uniforme de glace de haut en bas.

Pour cela « il faut que le froid apporté par le tube central soit absorbé par la dissolution qui remonte dans le tube extérieur de manière que la température dans le tube extérieur soit uniforme sur toute sa hauteur, c'est-à-dire que la température, au pied du trou de sonde, soit exactement la même que la température de sortie du liquide. Dès lors, à un niveau donné, la chaleur soustraite au terrain par le liquide circulant dans l'espace annulaire sera égale au froid cédé par le tube central à travers sa paroi <sup>(1)</sup> ».

Mais les éléments variables que l'on avait à sa disposition pour réaliser cette condition, à savoir le rayon et l'épaisseur du tube central et le poids du liquide à faire circuler en l'unité de temps, ne pouvaient, par suite de considérations pratiques, satisfaire à la formule théorique qui règle leurs rapports avec d'autres données immuables. On dut donc renoncer à cette réalisation et on adopta les conditions qui théoriquement devraient donner le cône renversé, c'est-à-

---

(1) Saclier et Waymel. — *Fonçage des Puits de Vicq*. BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

dire l'épaisseur de glace plus grande à la surface qu'au fond.

En réalité c'est l'inverse qui s'est passé. Par suite d'abord de la différence de chaleur spécifique des divers terrains à traverser, les assises du fond, plus compactes et moins aquifères, étant plus faciles à congeler que la craie éboulée allant de la profondeur de 10<sup>m</sup>.75, à celle de 30<sup>m</sup>.70, par suite aussi de ce que la congélation a été poursuivie pendant le travail de creusement et que, par conséquent, le fond du puits a été soumis plus longtemps au froid que la partie supérieure, l'épaisseur de glace, loin d'avoir été décroissante du haut en bas, a été constatée au contraire croissante.

Mais, comme on peut le voir d'après la coupe des puits fig. 23 et 24 où la partie congelée est hachurée, cette croissance était irrégulière et l'épaisseur de la glace variait suivant la nature des terrains.

On s'est préoccupé, et c'est une chose importante au point de vue du prix de revient et de la rapidité de l'exécution, de ne pas congeler l'intérieur du puits.

De cette façon, au lieu d'avoir à creuser dans une masse dure et compacte, on n'avait qu'à enlever des matières meubles ou peu résistantes dans le milieu du puits et à abattre sur le pourtour la matière congelée pour arriver au diamètre voulu.

Ainsi qu'on peut le constater par les croquis, on n'a atteint ce but que partiellement, et, dans le fond du petit puits, le rempart de glace était fermé au centre.

L'avancement s'en est fortement ressenti : alors que dans les parties à noyau intérieur non congelé l'avancement journalier était de 2 mètres environ, dans la partie congelée il n'était plus que de quelques décimètres.

Comme le faisait remarquer M. Saclier devant le jury de l'exposition, si l'on n'avait pas pris la précaution d'éviter

Coupe du Grand puits

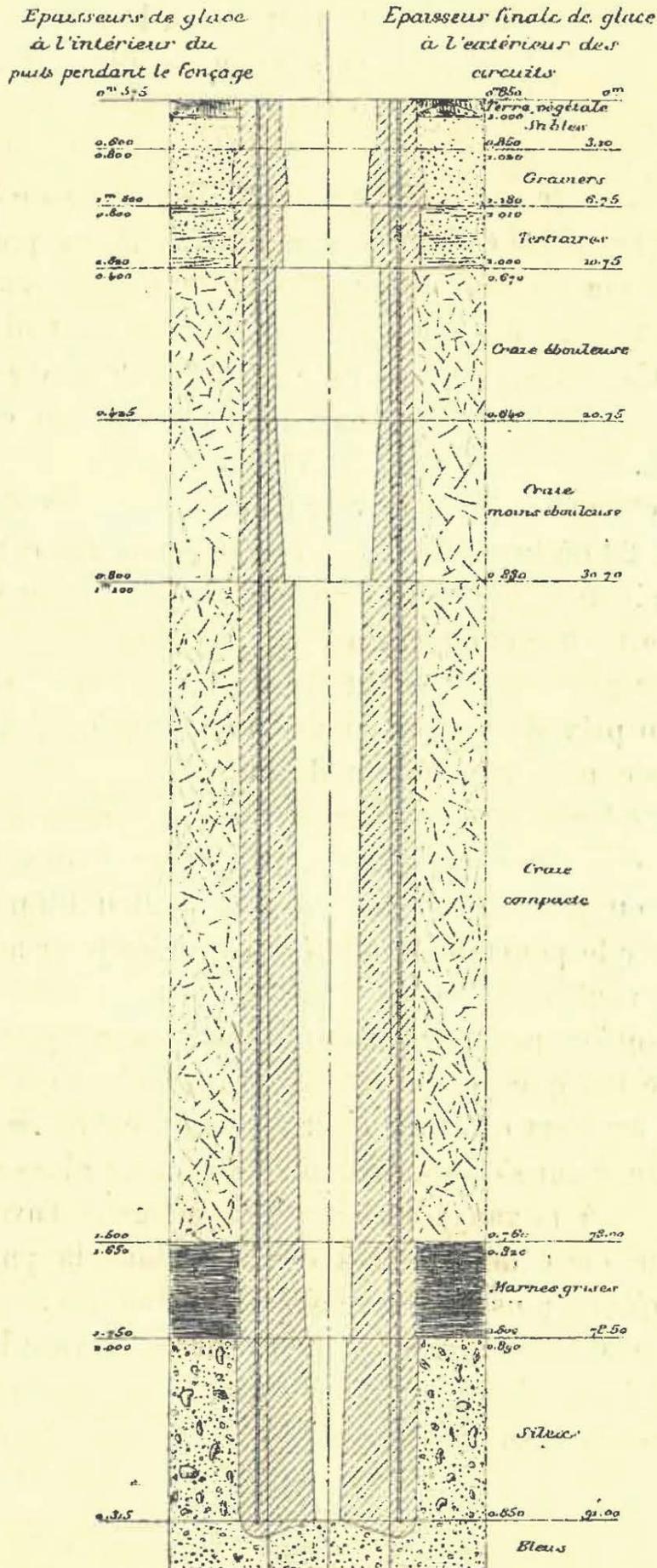


FIG. 23

Coupe du Petit puits

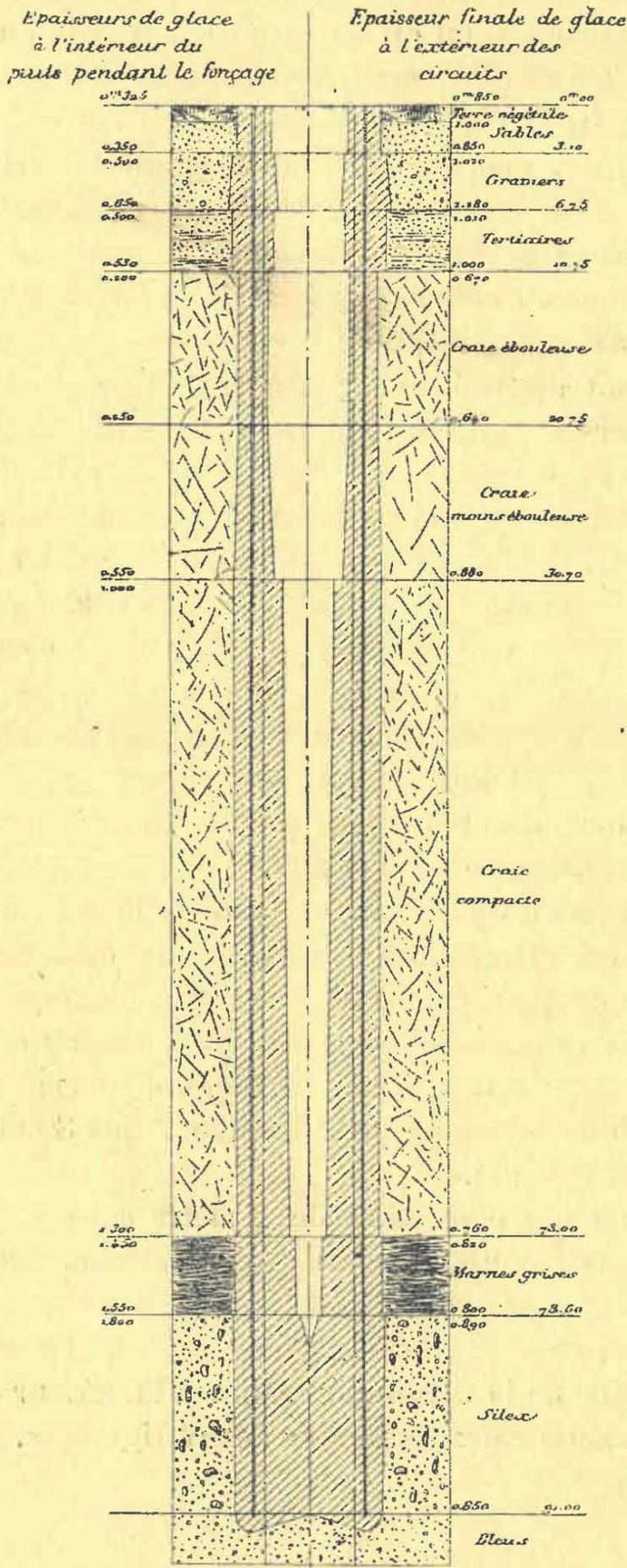


FIG. 24

autant que possible la congélation à l'intérieur du puits, au lieu d'avoir les petits avancements pendant une faible partie du travail total on les aurait eus tout le temps et le fonçement aurait duré un temps considérable et coûté un prix très élevé.

Nous dirons peu de chose de l'installation frigorifique qui est, comme tout le reste, décrite avec grand soin dans l'ouvrage de MM. Saclier et Waymel.

La machine à froid se composait de 4 compresseurs d'ammoniaque à double effet répartis en 2 groupes de 2 appareils.

Tout était disposé de façon à ce que la congélation pût se continuer par une partie des appareils en cas de dérangement de l'autre partie.

Ces appareils aspiraient le gaz ammoniac dans 2 réfrigérants et le refoulaient à la pression de 8 kgs. dans 2 condenseurs où il se liquéfiait à l'intérieur des serpentins autour desquels était établie une circulation d'eau froide. L'ammoniaque liquéfié passait des condenseurs dans les réfrigérants où il était ramené par détente à l'état gazeux et à la pression de 1 kil.

Le gaz détendu était aspiré par les compresseurs et parcourait à nouveau le même cycle.

Le froid produit par la vaporisation et la détente de l'ammoniaque était transmis à travers les serpentins des réfrigérants à la dissolution de chlorure de calcium qui revenait chargée des calories qu'elle avait soustraites au terrain.

La masse de liquide incongelable en mouvement était de 70<sup>m<sup>3</sup></sup> d'eau dans lesquels avaient été dissous 30.000 k<sup>os</sup> de chlorure de calcium.

Deux pompes d'un débit de 1 mètre cube à la minute assuraient la circulation d'eau froide nécessaire à la liquéfaction du gaz ammoniac dans les condenseurs.

Deux autres pompes d'une pression double provoquaient la circulation de la dissolution saline à l'intérieur des tubes circuits et autour des serpentins des réfrigérants.

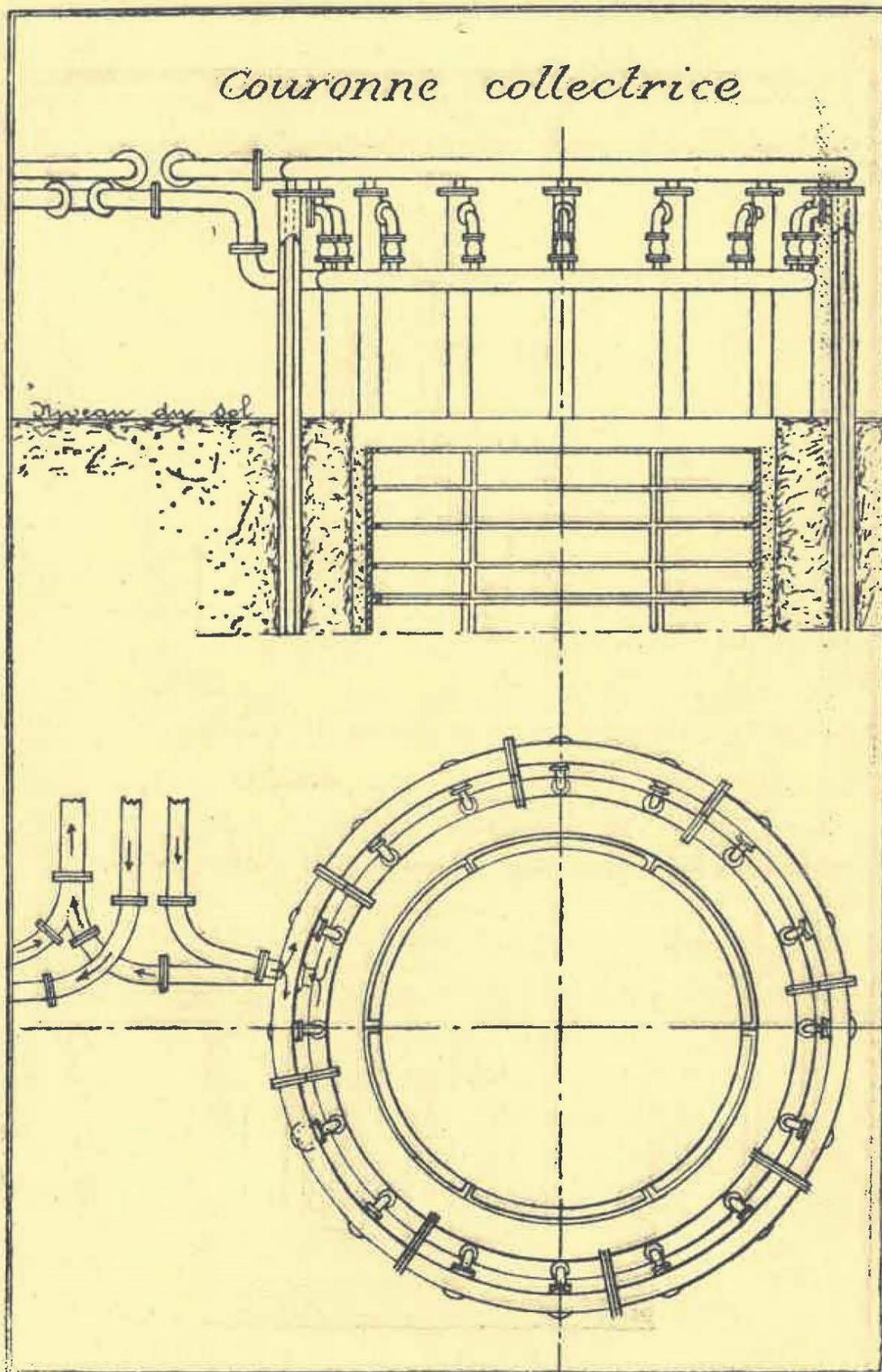


FIG. 25

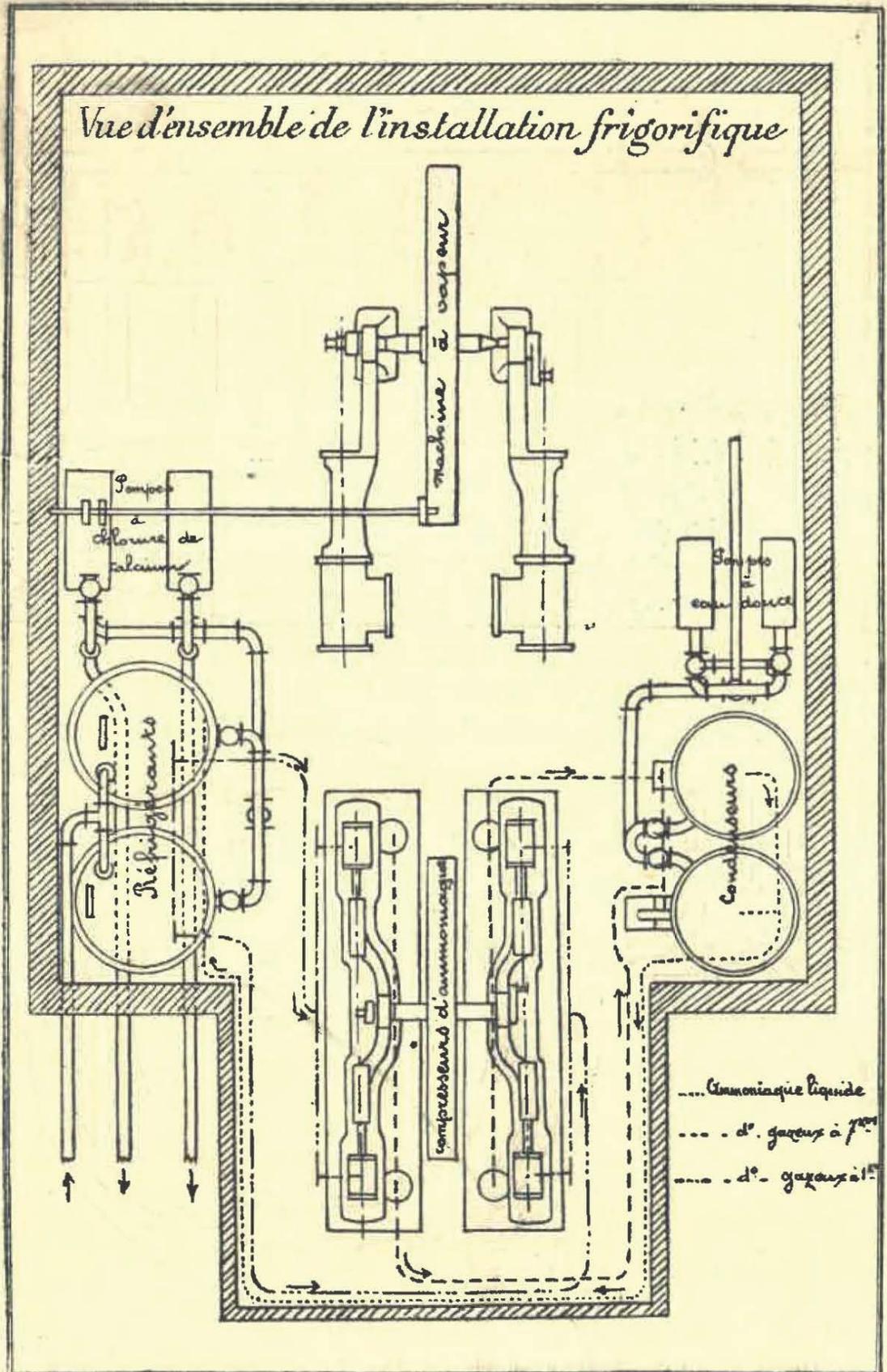


FIG. 26

La charge de la machine était de 500 k<sup>os</sup> d'ammoniaque anhydre.

Les 2 croquis (fig. 25 et 26) empruntés à une brochure de la Société d'Anzin donnent la vue d'ensemble en plan de l'installation frigorifique et la vue, en plan et en élévation, de la couronne collective.

Les frigories à produire ont été calculées d'avance en tenant compte de ce que, non seulement il y a la glace à former, mais le terrain subit nécessairement un refroidissement qui rayonne des tubes refroidisseurs et s'étend bien en dehors de la zone congelée.

On a calculé ainsi que le nombre total de frigories à produire était, pour les 2 puits, de 200.000.000 environ, soit de 250.000.000 en comptant 25 % pour les pertes de froid dans les appareils.

Le choix de la machine a été fait sur cette base en admettant 1000 heures pour la congélation des 2 puits, soit 250.000 calories par heure.

4250 k<sup>os</sup> de dissolution saline, subissant par la circulation une élévation de température de 20 1/2, devaient circuler par heure.

En pleine période de congélation la température du liquide refroidisseur (solution de chlorure de calcium) était de -15° au départ et de -12°50 au retour.

La régularité de la propagation de la congélation était vérifiée au moyen de couronnes de thermomètres enfoncés dans le sol autour de chacun des puits et à 1 mètre de distance de la couronne des tubes de fond.

Vingt thermomètres étaient ainsi disposés autour du puits n° 1, et 16 autour du puits n° 2.

En outre, une ligne de 14 thermomètres disposés à 0.33 les uns des autres le long d'un rayon du cercle formé par chacun des puits ou plutôt par chacune des couronnes de tubes étaient aussi enfoncés dans le sol extérieurement à ce cercle.

De cette façon on pouvait s'assurer, par la lecture de ces thermomètres, si aucun trouble ne se produisait dans la marche des circuits, trouble qui se serait trahi par des indications anormales des thermomètres situés en regard des circuits.

Il va de soi que vers l'intérieur de la couronne des circuits la propagation du froid se faisait plus rapidement que vers l'extérieur, aussi a-t-on constaté une différence assez notable entre l'épaisseur de la glace à l'intérieur et celle vers l'extérieur.

Les observations minutieuses faites ont permis de calculer d'une part le nombre de frigories envoyées par la machine dans les tubes circuits où la température au départ et au retour était à chaque instant centralisée, d'autre part l'utilisation de ces frigories dans le terrain et les pertes à la surface, et l'on a pu ainsi dresser le « bilan frigorifique » suivant pour la période de congélation proprement dite aux deux puits :

	Puits N° 1	Puits N° 2
1. Frigories employées à la solidification de l'eau . . . . .	70,075,200	43,040,000
2. Frigories employées au refroidissement du terrain à l'extérieur du faisceau des tubes inscrits . . . . .	28,285,845	16,825,615
3. Frigories employées au refroidissement du terrain à l'intérieur du faisceau des tubes inscrits . . . . .	22,917,860	14,473,982
Total du froid réellement utilisé . . . . .	121,278,905	74,339,597
Total des pertes à la surface pendant la congélation . . . . .	32,793,936	25,574,640
TOTAL . . . . .	154,072,841	99,914,237
Frigories envoyées par la machine. . . . .	161.354,901	100,379,694

Tout le travail a été terminé dans l'espace de neuf mois.

La pose des tubes circuits, sondages, captages du niveau etc. compris, a duré quatre mois pour les deux puits.

La période de congélation a duré du 28 mai 1894 au 2 juillet 1894, soit 35 jours pour le puits n° 2 : elle a été prolongée de 15 jours pour le puits n° 1.

Le foncement a commencé le 2 juillet au puits n° 2, et le 16 juillet au puits n° 1.

Le 16 octobre les deux puits étaient arrivés au terrain houiller.

Le revêtement en fonte était terminé 3 semaines plus tard, il avait été fait, pour la partie considérée, en 3 passes dont la troisième venait s'appuyer sur les bleus imperméables à 117 mètres de profondeur.

Le prix de revient des avaleresses de Vicq a été au total, installation frigorifique comprise, de 709,850 fr. 39.

Le prix du mètre courant de puits cuvelé (les puits ont été cuvelés sur une hauteur de 117<sup>m</sup>.65, il y a donc eu  $117,65 \times 2 = 235^m.30$  du puits cuvelé) s'est élevé à 3016 francs 80.

Les différents postes de ce prix de revient sont résumés dans le tableau suivant :

	Proportion % de la dépense totale	Dépense totale fr.	Dépense par mètre courant fr.
Droits de brevet . . . . .	4,6	32,760,00	139,20
Installations provisoires . . . . .	2,7	19,582,40	83,25
Sondages. . . . .	10,4	73,673,03	313,10
Matériel frigorifique. . . . .	35,0	248,765,56	1,057,20
Appareils d'essais. . . . .	0,3	1,899,68	8,10
Congélation. . . . .	4,7	33,030,95	140,40
Fonçages et cuvelages . . . . .	40,6	287,454,77	1,221,65
Transports . . . . .	0,6	4,562,00	19,40
Outillages . . . . .	0,7	5,257,00	22,35
Divers . . . . .	0,4	2,865,00	12,15
<b>ENSEMBLE . . . . .</b>	<b>100,0</b>	<b>709,850,39</b>	<b>3,016,80</b>

Si l'on déduit de cette dépense totale celle relative à l'achat du matériel de congélation lequel peut encore être utilisé tel quel pour d'autres fonçages, il restera un prix de revient par mètre courant, de 2,000 francs environ dont 660 francs pour tout ce qui est relatif à la congélation proprement dite (droits de brevet, sondages, appareils d'essais et congélation) et 1360 francs pour le fonçage (fonçage et cuvelages, transport, outillage, installation provisoire, etc.).

MM. Saclier et Waymel terminent leur note sur les avaleresses de Vicq par une série de principes qui leur paraissent résulter de l'ensemble du travail. Ils insistent sur les proportions largement conçues et sur le dédoublement de la machine à froid, sur la verticalité, la bonne qualité et

l'étanchéité absolue des sondages et des tubes circuits, sur le contrôle journalier de la marche de la congélation du terrain, sur l'écartement à une distance suffisante des puits d'alimentation en vue d'éviter des mouvements gênants dans la nappe aquifère, et surtout sur la proscription absolue de la congélation à l'intérieur de la section des puits.

Dans une note qu'il a remise au jury, M. Saclier ajoute : « On évitera, surtout dans les grandes profondeurs, de geler l'intérieur des puits par le placement d'un tube circuit central; car la présence simultanée de deux sources de froid (celle de la périphérie et celle du centre) entraînerait la formation de deux zones de glaces distinctes, et, les chaleurs spécifiques des différentes assises traversées étant essentiellement variables, la soudure de ces deux zones de glace ne s'effectuerait pas en même temps : des zones aquifères resteraient emprisonnées dans la glace et ces zones aquifères, en se congelant, détermineraient, par leur expansion, des réactions sur les tubes, qui les aplatisaient ou les casseraient. »

Dans ce même ordre d'idées, MM. Saclier et Waymel ont, dans ces derniers temps, envisagé le cas d'un fonçage à plus grande profondeur, où les terrains aquifères, au lieu de former un seul ensemble comme à Vicq, seraient divisés par une assise imperméable.

M. Saclier a signalé au Jury dans les termes suivants le danger à redouter et les moyens qu'il propose, de concert avec M. Waymel, pour y parer.

« Les trous de sonde et les tubes de circulation du liquide froid étant disposés sur la périphérie du puits à creuser, la zone de glace, au moment de sa soudure, peut être représentée en coupe verticale comme l'indique le croquis ci-après (fig. 27) où les terrains congelés sont figurés par des hachures.

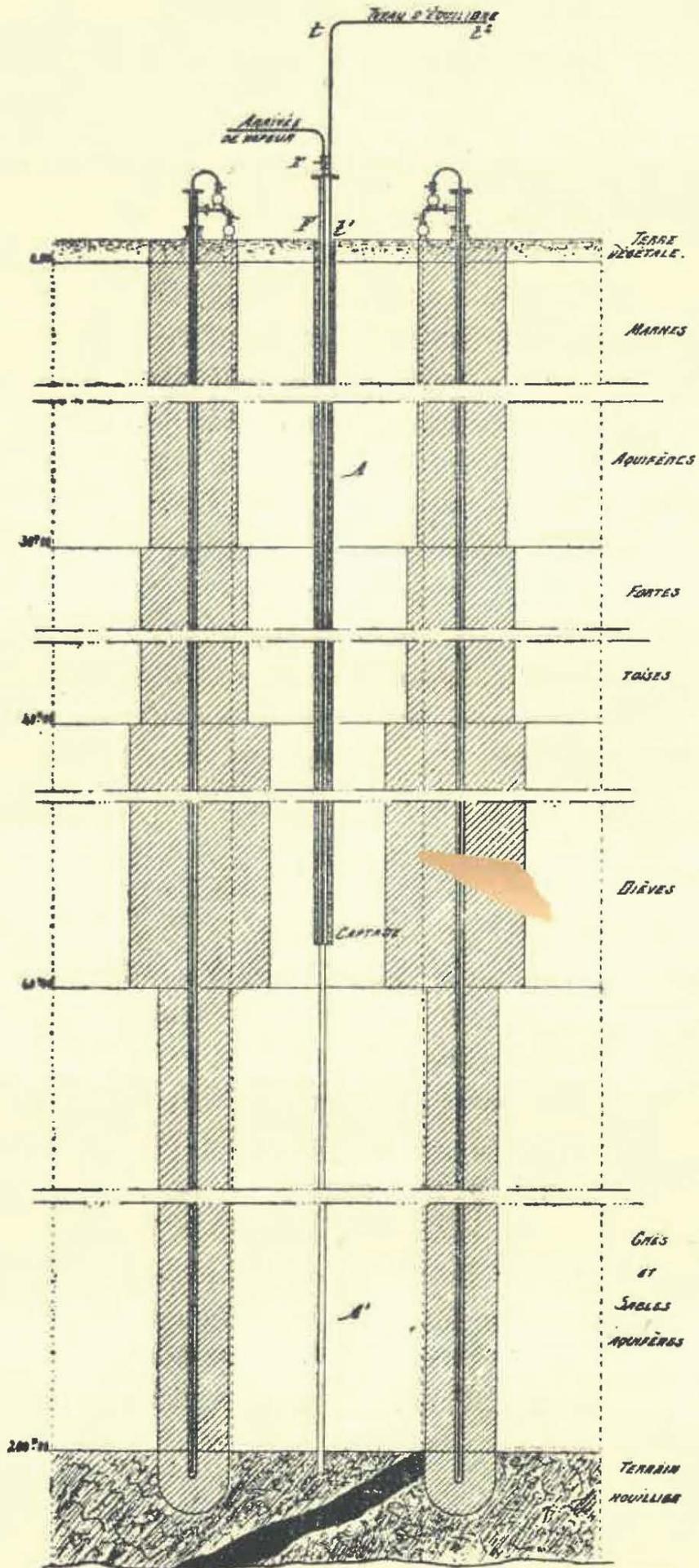


FIG. 27

» Dès que la soudure du rempart de glace sera un fait accompli, sous l'influence de l'expansion de l'eau solidifiée il s'établira dans les cylindres intérieurs A et A' une surpression, et cette surpression, progressant avec l'avancement de la congélation, pourra devenir énorme.

» En A, toute tension sera annulée par l'exsudation de l'eau non solidifiée, sur le sol.

» Il n'en sera pas de même dans la masse cylindrique A', complètement cloisonnée dans des remparts de glace qui l'étreignent de plus en plus, les dièves en haut et le terrain houiller en bas. La tension de l'eau augmentera là jusqu'à ce qu'elle puisse déformer les parties les plus faibles des parois qui l'enserrent : elle ne pourra pas faire remonter les dièves, mais elle aplatira les tubes de circulation du liquide froid, rendant de ce fait impossible la continuation de l'opération frigorifique et, s'il en était ainsi, tout serait à recommencer et on aurait dépensé beaucoup d'argent en pure perte.

» Pour obvier à cet inconvénient, nous proposons d'établir au milieu de chaque puits à creuser un forage F' jusqu'au terrain houiller. Cette communication avec la surface empêchera naturellement toute tension anormale dans l'intérieur des puits, puisque l'eau, sous l'influence de l'expansion des remparts de glace et sur toute la hauteur glacée, pourra s'élever et se déverser au jour.

» Mais, pour cela, il faut que ce forage-drain ne soit pas lui-même atteint et bouché par la glace à la hauteur des bancs meilleurs conducteurs du froid et de chaleurs spécifiques plus faibles. C'est ce qui pourrait arriver dans la traversée des argiles plastiques : ces assises, complètement dépourvues d'eau, ont en effet un coefficient de conductibilité beaucoup plus grand que les autres strates imprégnées et leur chaleur spécifique ne s'élève pas à plus de 0,20 ; là, le tube-drain pourra très bien s'obstruer de glace avant le

*complet départ* de l'eau contenue dans le cylindre A'. Il y a donc lieu de chauffer par une légère arrivée de vapeur ou d'eau chaude le forage central sur toute la hauteur de son passage dans les argiles plastiques.

» Si, comme le rendront nécessaire les sources artésiennes qu'on peut rencontrer, ce forage central est capté au jour, on pourra facilement établir sur le tube de captage :

» 1° Le robinet *r* d'arrivée de vapeur ou d'eau chaude prolongée jusqu'aux argiles plastiques par un tube de 0<sup>m</sup>.01 de diamètre.

» 2° Un tube d'équilibre, dont la hauteur de la branche verticale *tt*<sub>1</sub> sera égale à celle de la surpression de la source artésienne et la branche *t*<sub>1</sub> *t*<sub>2</sub> horizontale.

» Ce dispositif très simple pourra remplir un double but :

» Au début de l'opération frigorifique, le robinet *r* restant fermé sans danger d'obstruction du forage-drain, en raison des quantités énormes de calories à enlever au terrain avant la soudure du rempart de glace, cette soudure s'opérera et de suite l'eau en pression dans le cylindre intérieur A' sortira par l'orifice *t*<sub>2</sub> du tube d'équilibre ; la vue de ce débit fera savoir l'état du travail de congélation souterraine et donnera la certitude que la muraille de glace est formée. On pourra même par le volume d'eau débité, se rendre compte de l'accroissement de la paroi de glace qui existe, à chaque période, à l'intérieur des circuits du liquide froid.

» Ce n'est que lorsqu'on sera bien certain de la réalisation de la zone glacée, qu'on fera agir le courant de vapeur ou d'eau chaude en ouvrant de temps en temps le robinet *r*. »

## V. — AÉRAGE.

Un ventilateur du système « Mortier » identique à celui qui vient d'être installé aux charbonnages de Courcelles Nord (Charleroi), était exposé par la *Société des chantiers navals, ateliers et fonderies de Nicolaïeff* dont le siège est à *Bouffioulx (Belgique)*. Cet appareil, bien que relativement récent, s'est rapidement répandu en France et en Allemagne où diverses sociétés charbonnières l'ont adopté. Un de ses principaux avantages réside dans la simplicité de l'installation et le peu de place qu'elle occupe.

Les figures 28 et 29 représentent la vue et la coupe de ce ventilateur qui se compose essentiellement d'une couronne munie de palettes, à l'intérieur de laquelle se trouve un noyau plein fixe N. L'air entre par la périphérie suivant un secteur, traverse la capacité centrale et sort par le secteur opposé pour pénétrer dans la cheminée. Des vis permettent de donner à la paroi du coursier qui correspond au secteur P les positions comprises entre 1 et 2.

On ne peut mieux se rendre compte du fonctionnement de cet appareil que par l'explication suivante que nous empruntons à la notice publiée par la Société de Nicolaïef à l'appui de son exposition.

Si on lance dans une couronne circulaire garnie d'aubes courbées et normales au cercle intérieur une balle convenablement dirigée, cette balle sortira après avoir traversé diamétralement la roue avec une vitesse égale à la vitesse initiale si abstraction est faite des frottements.

Si la roue est animée d'un mouvement de rotation uniforme, du sens de la courbure des aubes, la traversée ne se fait plus suivant un diamètre mais suivant une corde et la vitesse de sortie est plus grande que la vitesse d'entrée. Cette augmentation de force vive implique une certaine dépense de travail fournie par la roue.

On peut étendre ce raisonnement à toute une série de balles ininterrompue (voir fig. 30) ou bien à un filet d'air ; de plus l'introduction, au lieu d'être localisée en un point, peut de même que la sortie, se faire sur un arc.

D'après ceci il est clair que, si les secteurs d'entrée et de sortie sont égaux, la force dite « centrifuge » ne joue aucun rôle dans le fonctionnement du ventilateur : si ces secteurs sont inégaux elle intervient faiblement.

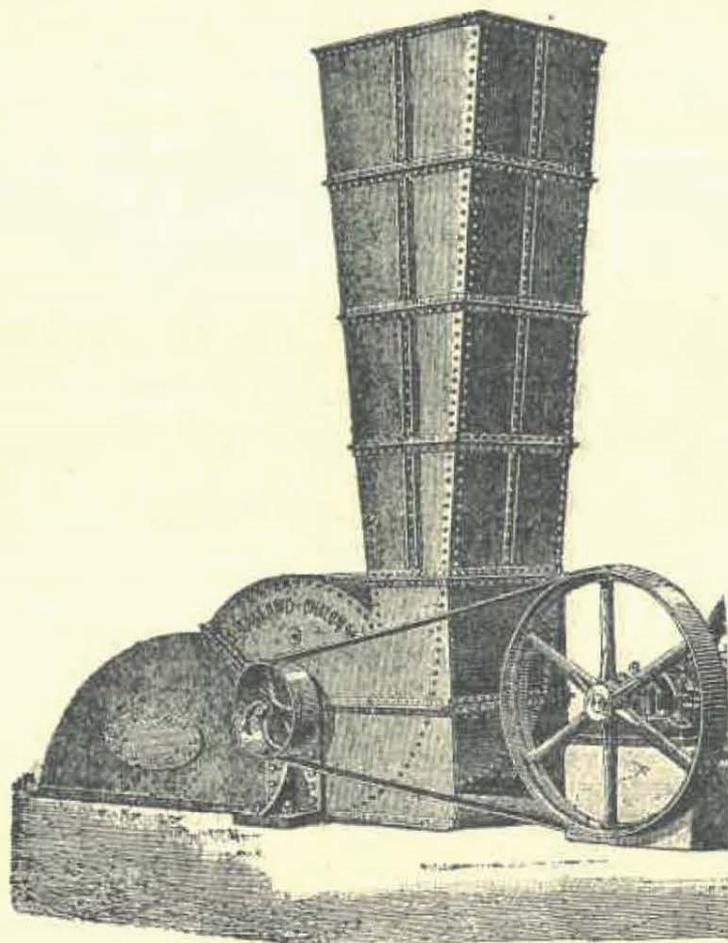


FIG. 28

Il ne nous paraît donc pas rationnel de comparer la dépression obtenue avec la dépression dite théorique  $\frac{u^2}{g}$  :

cette dernière expression où  $u$  est la vitesse périphérique ne s'appliquant qu'à certains ventilateurs centrifuges.

D'ailleurs la seule comparaison qui puisse être féconde en résultats est celle du travail utile produit et du travail correspondant fourni à l'arbre du ventilateur.

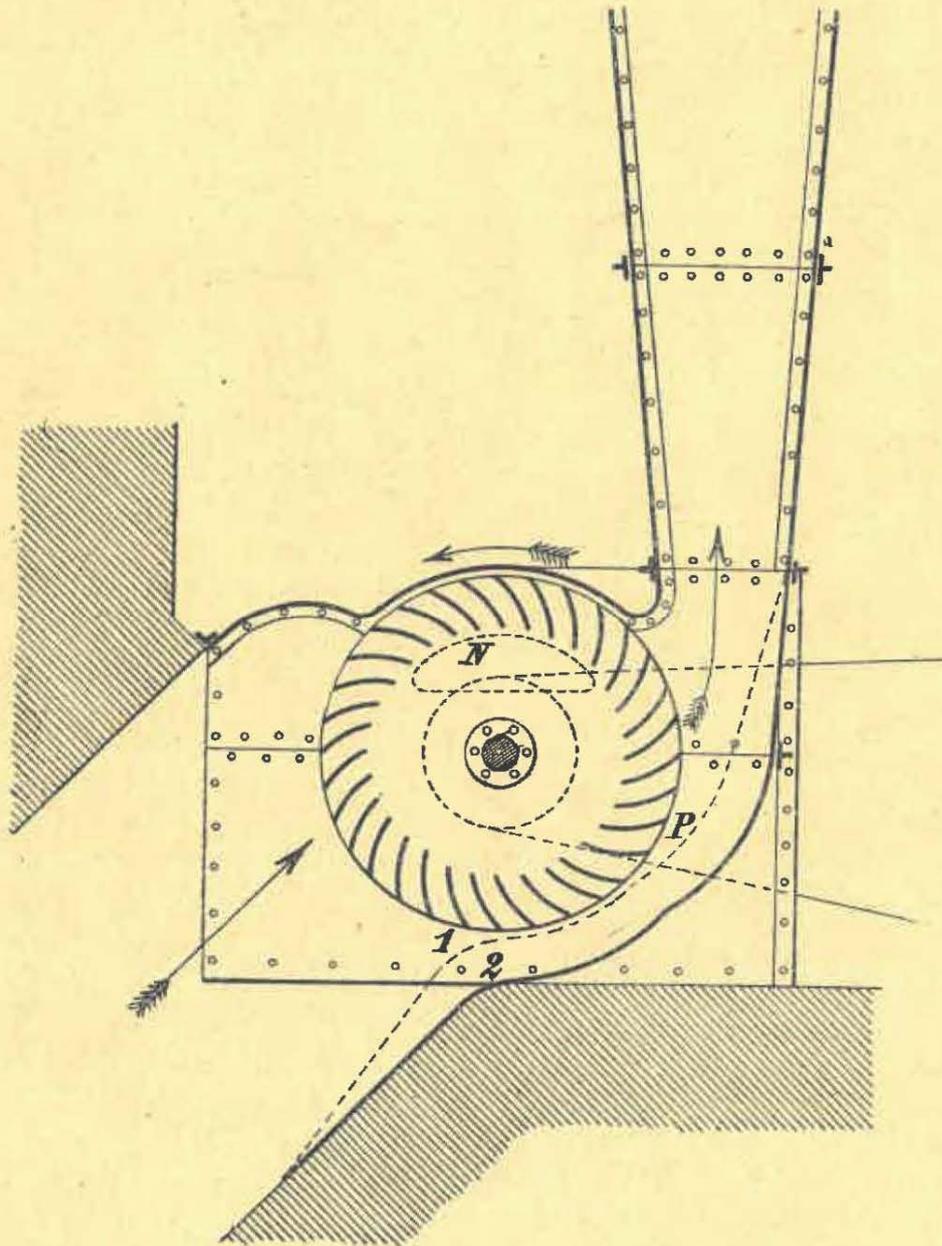


FIG. 29

Une caractéristique du ventilateur Mortier est la mobilité donnée à la portion P du coursier : l'inventeur pré-

conise cette disposition dans certains cas pour augmenter le volume débité; il se produit en effet, dans certaines

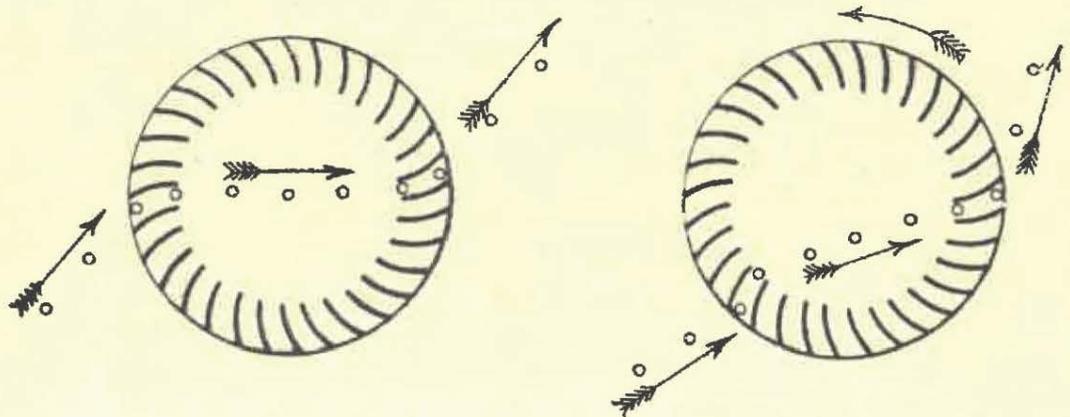


FIG. 30

conditions par l'espace compris entre la roue et le coursier, un entraînement de l'air vers la cheminée.

L'exposition de la maison bien connue *Ed. Farcot de Paris* comportait des spécimens de ventilateurs pour ateliers, forges, etc., de ventilateurs à bras pour les mines et les plans et photographies des récentes installations de ventilateurs aspirants faites à la C<sup>ie</sup> des Mines de Tchoulkowo (Russie) et à la Société des charbonnages du Boubier à Chatelet (Charleroi).

Dans ces deux applications, des appareils de 2<sup>m</sup>.50 de diamètre marchant à 300 et 400 tours par minute sont employés. Un des ventilateurs des charbonnages du Boubier est commandé par une courroie qu'actionne une turbine de Laval : il aspire 25 mètres cubes par seconde sous une dépression de 60 millimètres d'eau. Les figures 31 et 32 le représentent.

Le ventilateur Farcot se compose, comme on sait, d'une âme en tôle fixée sur l'arbre : de part et d'autre de cette âme sont rivées deux à deux les aubes de la forme indiquée

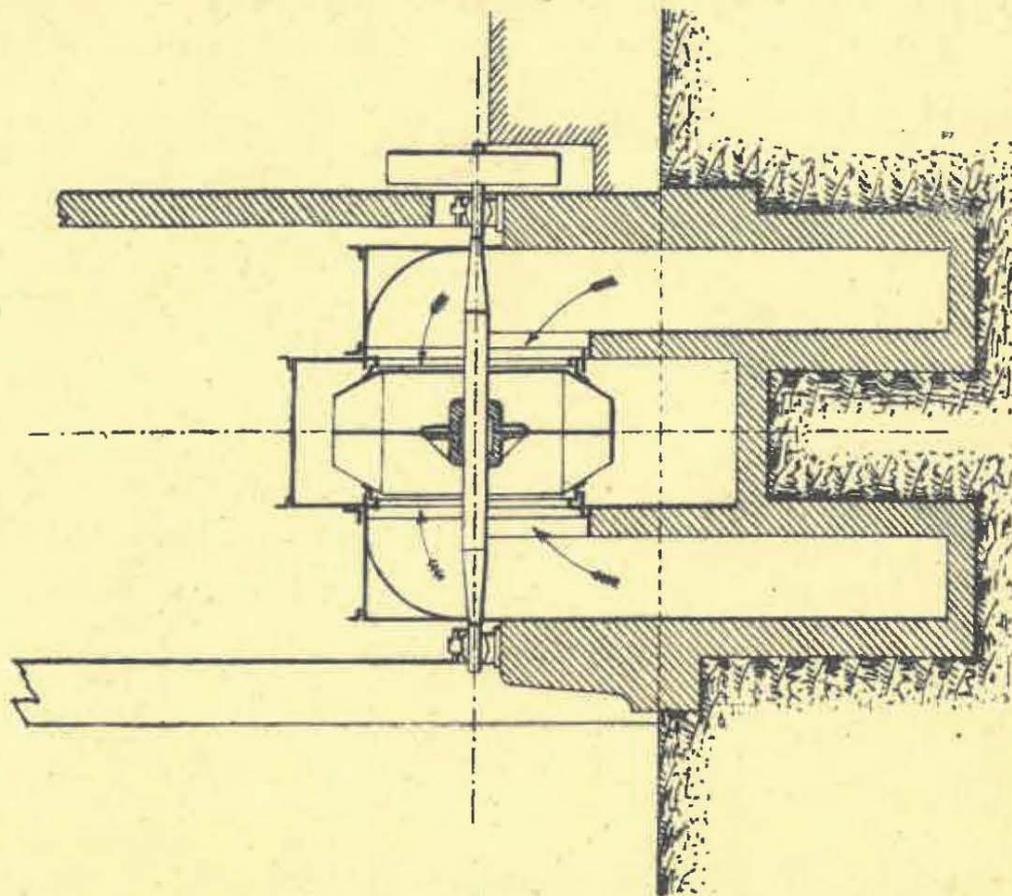


FIG. 32

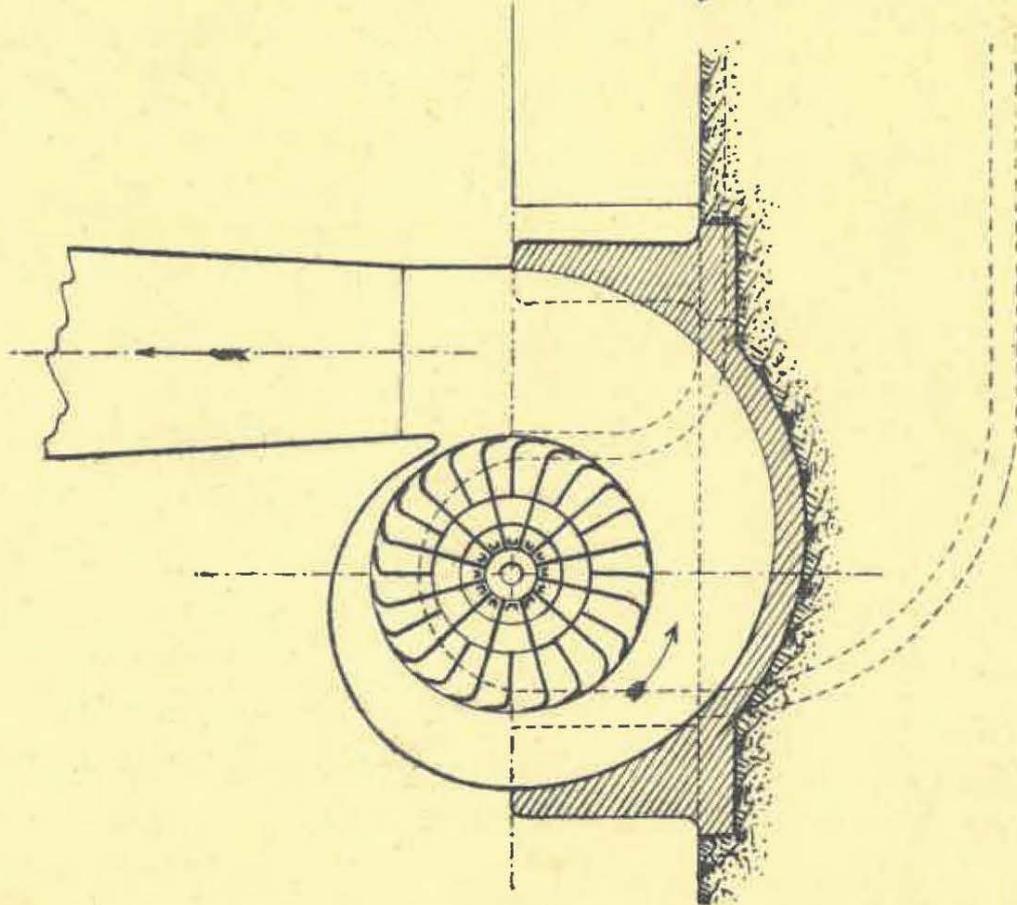


FIG. 31

au plan ; ces aubes, au nombre de 24, sont maintenues par deux flancs tronconiques. L'enveloppe est à section croissante jusqu'à la cheminée.

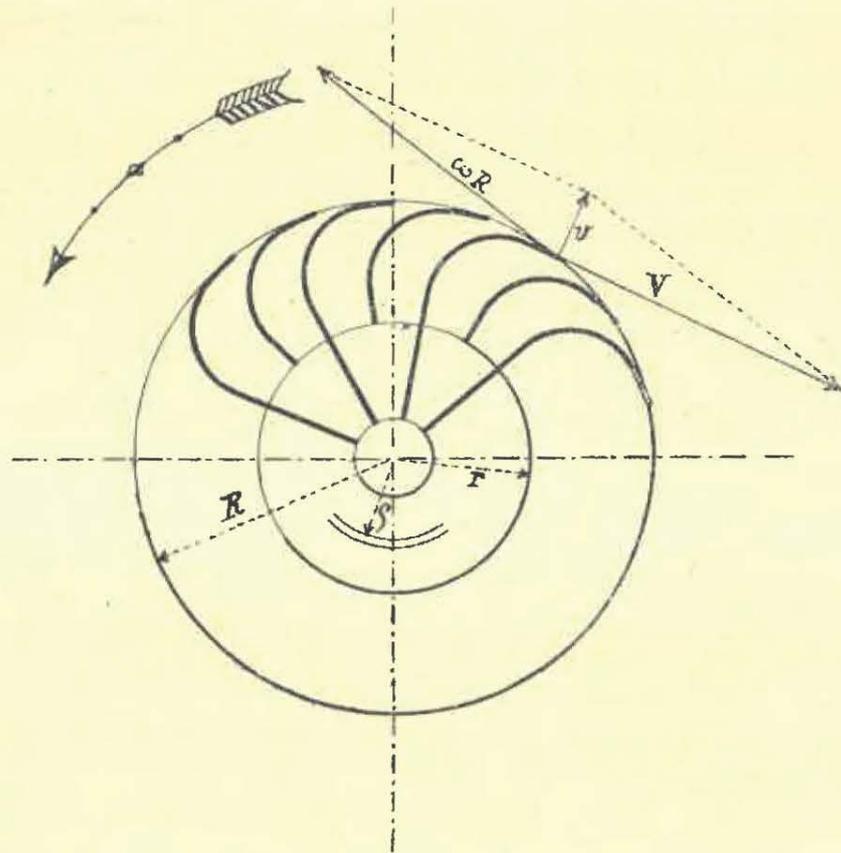


FIG. 33

La forme des ailes, rabattues en sens inverse du mouvement, s'explique puisque le constructeur a voulu faire en sorte que la vitesse  $v$  résultante de la vitesse de  $\omega R$  et de la vitesse le long de l'aube  $V$ , soit aussi petite que possible.

Une autre caractéristique réside dans le grand diamètre donné à l'ouïe de manière à diminuer la résistance du ventilateur : pour un rayon  $R = 1^m.25$ , le rayon de l'ouïe  $r = 0^m.70$ .

Enfin, la moitié des ailes sont prolongées jusqu'au centre. Cette disposition est très judicieuse ; elle a, en effet, pour résultat de soumettre l'air immédiatement à l'action des

palettes au lieu de le laisser tourner plus ou moins longtemps dans l'ouïe comme cela se passe dans la plupart des autres types. Bien que d'habitude dans l'étude mécanique des ventilateurs on n'évalue pas le travail dû à ce tournoiement parce que cette évaluation exige des hypothèses plus ou moins justifiées, il n'en existe pas moins. Dans le cas du Farcot, le travail dû à la force dite centrifuge peut se calculer comme suit avec une certaine exactitude puisque on peut admettre, par suite de la disposition dont nous venons de parler, que l'air possède dans l'ouïe la vitesse angulaire  $\omega$  du système.

Soit un volume d'air élémentaire cylindrique  $dQ$  pénétrant suivant une circonférence de rayon  $\rho$  dans l'ouïe.

L'expression de la force centrifuge pour un corps de masse  $m$ , animé de la vitesse angulaire  $\omega$ , et situé au rayon  $\rho$  est :

$$m\omega^2\rho.$$

L'expression,

$$\int_{\rho}^R \frac{dQ}{g} \delta \omega^2 \rho \, d\rho = dQ \frac{\delta}{g} \omega^2 \left[ \frac{R^2 - \rho^2}{2} \right]$$

où  $\delta$  est la densité de l'air, donne pour un volume élémentaire qui circule depuis le rayon  $\rho$  jusqu'au rayon  $R$  le travail produit.

Or l'air entre depuis le rayon  $o$  jusqu'au rayon  $r$ , le travail total cherché est donc :

$$T = \int_o^r \frac{\delta}{g} \omega^2 \, dQ \left[ \frac{R^2 - \rho^2}{2} \right]$$

On a :

$$dQ = v 2\pi\rho \, d\rho$$

$v$  étant la vitesse d'arrivée du filet d'air dans l'ouïe; cette vitesse est égale à

$$\frac{Q}{\pi r^2}$$

d'où

$$dQ = \frac{Q}{\pi r^2} 2\pi \rho d\rho = \frac{2Q}{r^2} \rho d\rho$$

et

$$\begin{aligned} T &= \frac{\delta}{g} \omega^2 \frac{Q}{r^2} \int_0^r [R^2 - \rho^2] \rho d\rho \\ &= \frac{Q\delta}{g} \frac{\omega^2}{2} \left[ R^2 - \frac{r^2}{2} \right] \end{aligned}$$

Il est désirable que des essais soient faits pour déterminer la résistance propre de ce ventilateur qui paraît bien construit.

La maison Farcot applique aussi son type de ventilateur pour réaliser l'aérage soufflant dans les mines.

M. Hanarte, de Mons, qui est l'auteur de plusieurs études sur la ventilation des mines, exposait, avec les plans du ventilateur qu'il a créé, des tableaux et graphiques donnant les résultats de ses derniers travaux en cette matière.

« Le rôle du ventilateur, dit-il, est non seulement de » communiquer le mouvement à l'air mais encore de rendre » à celui-ci la densité qu'il a perdue dans son chemi- » nement. »

C'est pour produire cet effet de recompression que l'inventeur dispose, immédiatement après l'enveloppe spiraloïde, un réservoir dit « de recompression » de forme para-

bolique auquel fait suite une cheminée convergente munie d'un obturateur qui sert à régler exactement le degré de compression (fig. 34).

Une autre particularité de l'appareil réside dans la forme des ailes dont nous donnons ci-dessous une coupe.

Des expériences faites par M. Hanarte ont montré que

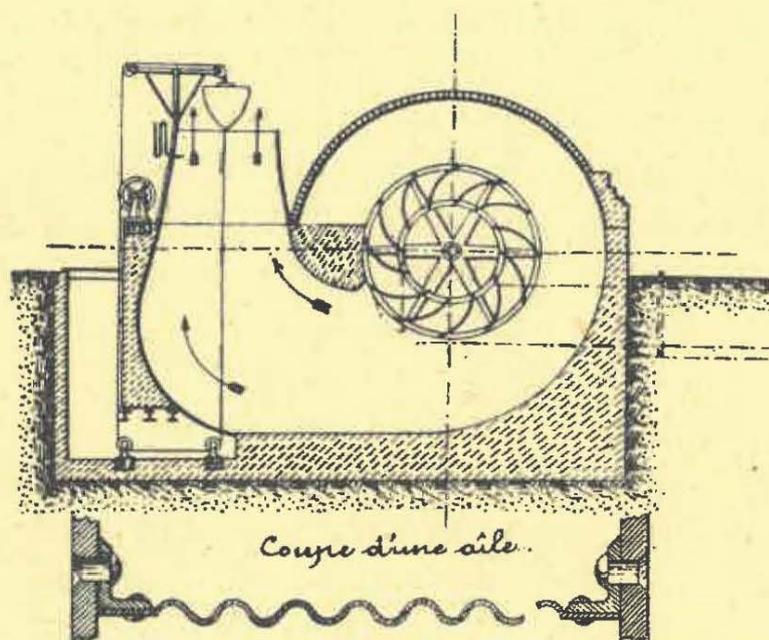


FIG. 34

pour ce ventilateur, si le nombre de tours est constant, le travail indiqué aux cylindres à vapeur est constant lorsque l'on fait varier la résistance.

Si  $T_i$  représente ce travail,  $T_r$  le travail utilisé à vaincre les frottements des axes de la machine et de la turbine, on a :

$$T_i = T_r + Qh + Qh' = \text{Constante}$$

$Q$  étant le volume d'air aspiré,  $h$  et  $h'$  étant les pertes de charge dues respectivement à la résistance artificielle et au passage de l'air au travers du ventilateur.

La loi exprimée par cette égalité est une indication utile pour le constructeur <sup>(1)</sup>.

## VI. — TRANSPORTS

L'extension croissante des travaux des mines, l'« intensité d'exploitation » développée de jour en jour par l'emploi des machines, donnent à l'étude des questions qui concernent les transports une importance de plus en plus grande. On peut voir par ce qui suit combien les efforts faits dans ces derniers temps pour améliorer les conditions dans lesquelles s'effectuent les transports tant souterrains qu'à ciel ouvert ont été féconds.

*Matériel fixe.* — L'exposition n'a fait connaître aucun type nouveau de traverse ni d'attache pour chemins de fer de mine. Rappelons cependant qu'on y retrouvait des spécimens de voies à petite section et à traverses métalliques construites par la maison *Achille Legrand de Mons*, qui s'est acquis, dans cette spécialité, une réputation bien méritée.

Il convient de signaler l'emploi qui est fait aux *mines de Lens et d'Anzin* de chariots dynamomètres qui s'intercalent entre le cheval et le train de wagonnets remorqué. Le principe de ces appareils est simple : l'effort de traction, convenablement réduit par des leviers, se transmet soit à des ressorts à lames, soit à une cloche en tôle qui s'enfonce dans l'eau ; le ressort ou l'air comprimé sous cette cloche fait équilibre à l'effort. Un crayon mù par ce ressort ou par cette cloche se déplace sur un appareil enregistreur qui

---

(1) Voir *Contribution à l'étude de la ventilation* par G. Hanarte. MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE. Congrès de 1896.

prend son mouvement de rotation sur un des essieux du chariot.

Le but de ces instruments est de permettre de se rendre compte des conditions dans lesquelles le transport s'effectue. Dans le cas où le moteur employé est le cheval, nous ne croyons pas que leur emploi soit bien justifié. En effet, par suite de la variation des efforts du cheval qui opère la traction par l'intermédiaire d'un chariot dynamomètre les ressorts ou la cloche oscillent constamment; il en résulte un diagramme où les points singuliers sont fréquents, ce qui pourrait faire supposer indûment qu'il existe des irrégularités dans la voie. Il n'y a donc, pensons-nous, et les diagrammes exposés semblent confirmer cette manière de voir, que les irrégularités très graves qui apparaîtront; et une inspection du matériel fixe suffirait pour les faire découvrir sans le secours d'un appareil spécial <sup>(1)</sup>.

---

(1) D'ailleurs un examen attentif montre que les efforts exercés sur le train peuvent être *tout différents* de ceux que le ressort accuse au même instant.

Supposons, pour la simplicité, le ressort attelé directement au crochet C du premier wagonnet de la rame : l'extrémité A du ressort reliée à la chaîne d'attache du cheval.

Soit P kilog. le poids des véhicules, l'effort à exercer sur le crochet C pour faire équilibre aux forces de frottement et de gravité sera  $P \sin \alpha + f P \cos \alpha$  dans un sens de marche et  $f P \cos \alpha - P \sin \alpha$  dans l'autre sens soit en général une fonction de P ou K P.

Supposons que pour allonger le ressort d'une unité de longueur, l'effort à développer soit de F kilog.; 1 kilog. donnera donc un allongement de  $\frac{1}{F}$ .

Supposons qu'à un moment donné l'effort exercé en A, le véhicule étant en mouvement, soit constant : le point C à la vitesse  $v_1$ , de même le point A et l'allongement du ressort indiqué par le crayon est par exemple  $m$  unités : ce qui correspond à  $m F$  kilog. et équilibre exactement la résistance :

$$m F = K P.$$

Si l'effort appliqué en A varie, devient plus grand par exemple, la vitesse en A change, devient  $v$ , et le ressort se tend car, à cause de l'inertie, le point C ne prend pas instantanément la vitesse  $v$  nouvelle.

Si la variation de vitesse de A a lieu constamment, le ressort oscille constamment aussi et les points A et C ont à tout instant des vitesses diffé-

Il est à remarquer que le diagramme obtenu ayant en ordonnées les efforts effectués sur le ressort et les chemins parcourus, a une aire proportionnelle au travail dépensé pour faire parcourir au train une section déterminée de voie. On pourra donc par la comparaison des aires obtenues vérifier si les travaux de traction développés en parcourant la voie dans un sens ou dans l'autre sont égaux.

De plus si  $S$  représente la surface du diagramme correspondant à une section de voie de longueur  $L$  la résistance moyenne de cette voie, pour les véhicules donnés, sera  $\frac{S}{L}$  pour le poids transporté  $P$ ; et par unité de poids cette

rentes. Il en résulte que l'effort exercé en  $A$  et mesuré par la tension du ressort n'est point celui qui s'exerce en  $C$ .

Ce dernier peut se calculer.

Soit  $v_1$  la vitesse en  $C$  et  $v$  la vitesse en  $A$  à un moment donné.

L'allongement  $dm$  du ressort est donné par

$$dm = v dt - v_1 dt$$

pour un temps élémentaire  $dt$ ; l'effort correspondant  $X$  exercé en  $C$  est :

$$X = F \int_{t_1}^{t_2} (v dt - v_1 dt) + C_1 \quad (1)$$

Or, on sait que la vitesse  $v_1$  est communiquée au train par les forces en action qui sont respectivement  $X$  et  $K P$ .

On a donc

$$X - K P = \frac{dv_1}{dt} \frac{P}{g}$$

$$dv_1 = dt (X - K P) \frac{P}{g}$$

$$v_1 = \frac{P}{g} \int_{t_1}^{t_2} (X - K P) dt + C_2$$

d'où en remplaçant dans (1)

$$X = F \int_{t_1}^{t_2} \left\{ v - \frac{P}{g} \int_{t_1}^{t_2} [X - K P] dt + C_2 \right\} dt + C_1$$

La constante  $C_1$  étant égale à  $m F = K P$ .

On voit donc par quelle relation sont liés l'effort qui s'exerce en  $C$  et la vitesse  $v$  donnée au point  $A$ .

Pour résoudre cette équation il faudrait connaître la loi de variation de  $v$  avec  $t$ , autrement dit, la loi suivant laquelle s'exercent les efforts du cheval.

résistance sera  $\frac{S}{LP}$ . Cette résistance est utile à connaître quand on se propose de substituer un moteur mécanique au moteur animé.

Ajoutons que l'emploi de chariots dynamomètres dans les deux grandes Compagnies d'Anzin et de Lens indique la préoccupation de ne négliger aucun élément propre à améliorer les conditions de l'exploitation.

Cette préoccupation devrait, en ce qui concerne les voies de transport, être plus générale dans les mines ; et, à notre sens, dans maints charbonnages l'installation plus soignée des voies et leur entretien plus convenable conduiraient à une économie sérieuse.

*Matériel roulant.* — M. Brouhon de Liège présentait un train de roues à billes pour wagonnets de mine. Le roulement de la roue sur l'essieu se faisant par l'intermédiaire de billes d'acier très dur, l'effort de traction est réduit et le lubrifiant supprimé (voir fig. 35).

L'essai de ces trains que l'on fait depuis quelques mois dans un des plus importants charbonnages du bassin de Liège, donne des résultats satisfaisants.

Le nouveau type de berlines adopté par la Compagnie des Mines d'Anzin était exposé : la contenance a été portée à 6 hectolitres ; les roues sont folles sur les essieux dont les portées sont largement calculées, de plus les surfaces de frottement sont soigneusement protégées contre la pénétration des poussières. L'emploi de ce nouveau matériel a diminué la résistance au roulement et a réduit considérablement l'effort de traction.

*Moteur.* — On observe actuellement une tendance de plus en plus marquée, à remplacer, pour les transports importants effectués à l'intérieur des travaux, les chevaux

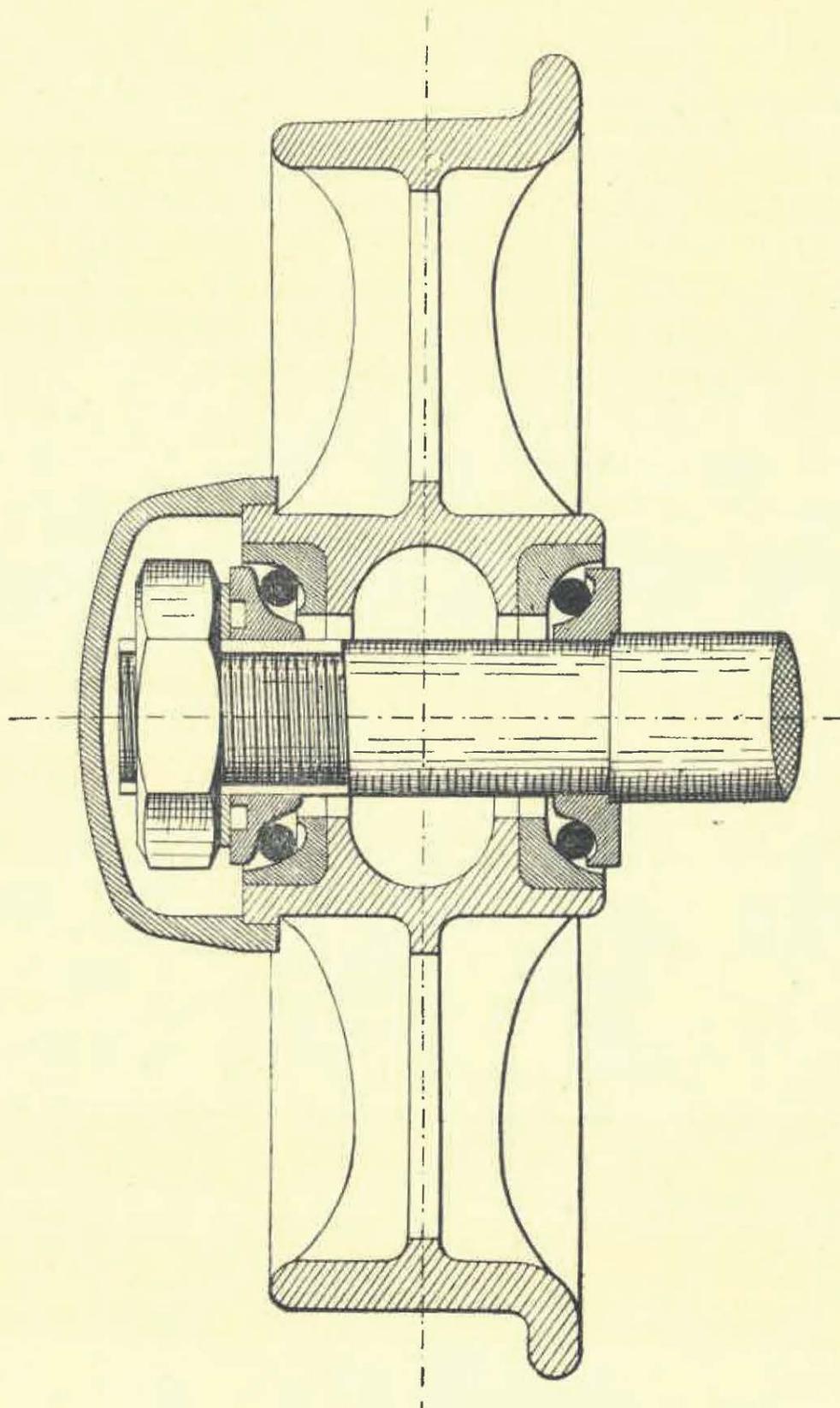


FIG. 35

par des moteurs mécaniques. La bonne ordonnance des exploitations dans la plupart des grandes compagnies minières, l'intensité de l'extraction, les soins apportés dans le traçage et la confection des galeries et surtout la transmission facile de l'énergie au moyen de l'air comprimé ou de l'électricité expliquent le développement que la traction mécanique prend de jour en jour.

Bien que nous n'entendions nullement mettre en doute la supériorité que présente, en général, le traînage mécanique sur le traînage par chevaux, nous estimons qu'il convient d'accueillir avec une certaine réserve les avantages traduits en francs et centimes accusés dans chaque cas particulier par cette substitution.

En effet, l'installation de la traction par machine, par exemple, est pour ainsi dire toujours subordonnée à de sérieux perfectionnements apportés dans le matériel fixe et roulant, perfectionnements qui auraient conduit à diminuer le nombre de chevaux utilisés ; l'augmentation de rendement que l'on constate ne doit donc pas être mise entièrement à l'actif du système mécanique.

*M. G. Heckel de Saarbrück* exposait un modèle réduit de son système de traînage par câble sans fin qui fonctionne dans plusieurs mines du bassin de la Saar. Ce système, qui offre sur l'emploi de la chaîne l'avantage de diminuer les frais d'installation et d'exploitation, permet en outre de franchir aisément les courbes et les différences de niveau. Il a été décrit d'une manière aussi complète que compétente par M. l'ingénieur Kersten dans la *Revue universelle des mines* (1897).

Nous renvoyons donc le lecteur à cette publication et nous bornons à rappeler succinctement les caractéristiques du système.

Pour éviter les déraillements, le passage des courbes s'effectue au moyen d'une poulie à gorge très large dans

laquelle vient passer l'attache du wagonnet, et l'on remplace les rails par des fers — de largeur convenable.

Dans les variations d'inclinaison le câble tracteur est guidé par une poulie spéciale composée de deux joues en tôle entre lesquelles sont fixés un certain nombre de galets à gorge de forme évasée. La figure 36 représente cette poulie.

Ce système, d'une grande simplicité, est très bien conçu :

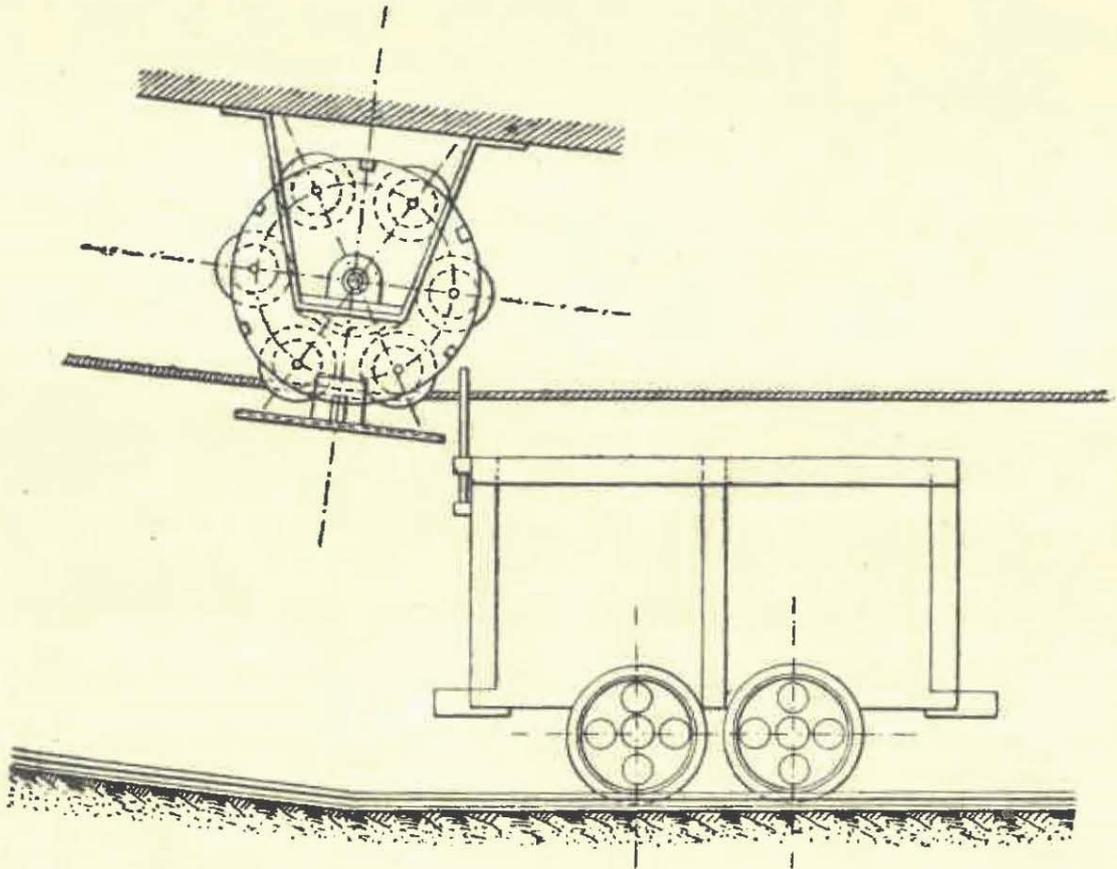


FIG. 36

il présente l'avantage de n'exiger ni le renforcement de la voie ni une pente uniforme de celle-ci, mais il offre l'inconvénient — inhérent d'ailleurs à tous les transports de ce genre — d'encombrer les galeries et de rendre la circulation du personnel plus dangereuse.

Signalons une disposition intéressante réalisée pour empêcher le glissement du câble tracteur sur la poulie motrice : la gorge de cette poulie est constituée par une

série de lames de cuir maintenues sur le métal par un câble métallique. Ces poulies (fig. 37) peuvent être utilisées dans les élévateurs, balances et transmissions de force par câble.

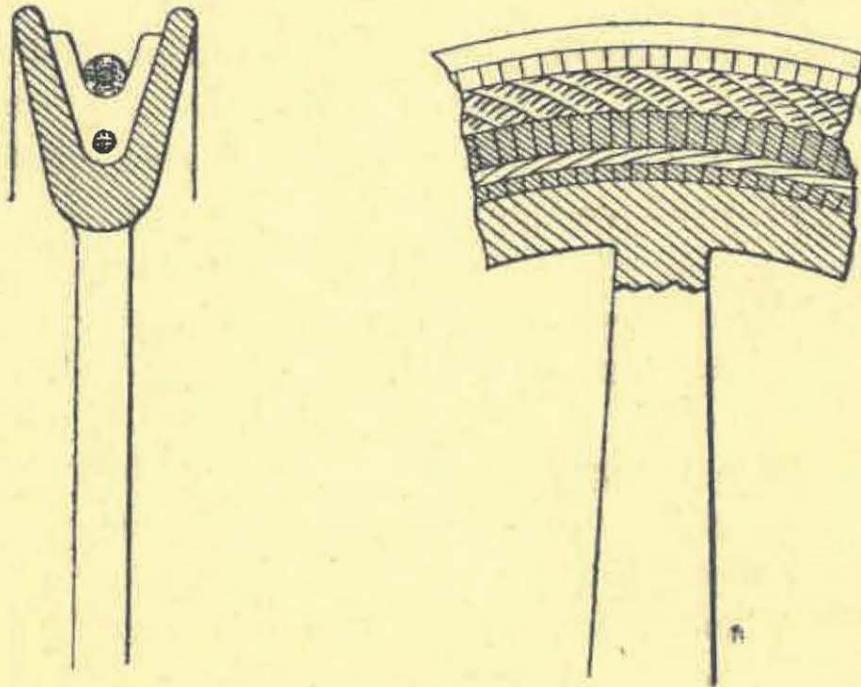


FIG. 37

Des types de locomotives électriques à l'usage des mines étaient présentés par les Sociétés *l'Électrique de Bruxelles* et *Lebrun de Nimy*.

La première d'entre elles a créé un système de locomotive par accumulateurs dont la première application s'est faite en 1893 au charbonnage d'Amercéeur (Charleroi) pour effectuer le transport des produits dans une galerie de 1650 mètres de longueur située à faible profondeur et reliant deux puits d'extraction. Les deux premières machines utilisées dans ce charbonnage ont été calculées, l'une pour opérer un transport minimum de 300 wagonnets en 10 heures (chaque train comportant 15 wagonnets), à la vitesse moyenne de 8 kilomètres à l'heure; l'autre pour remorquer dans les mêmes conditions 400 wagonnets, chaque train étant composé de 20 véhicules. Une remar-

quable étude de M. J. Libert, ingénieur en chef des Mines <sup>(1)</sup>, a montré que le rendement général de la transmission électrique pour une installation de ce genre est de 43 % : dans le cas d'un puits profond de 500 mètres, on pourrait compter sur un rendement de 34 %.

La durée des accumulateurs a une influence capitale sur le prix de revient de ce système de transport ; une machine comportait une batterie secondaire de 36 éléments système Julien : on avait compté pour chacune une dépense de 5 francs par jour pour l'entretien des accumulateurs : cette somme n'a pas été atteinte et la substitution de ce système de traction à celui par chevaux correspond à une économie notable.

La Société l'*Électrique* vient encore de faire faire un progrès sérieux à ce mode de traction en créant de nouveaux accumulateurs dits « à formation autogène » : ces éléments, qui excluent l'emploi d'oxydes rapportés, sont de structure robuste et possèdent des capacités considérables ; de plus, au dire de la Société, leur construction est telle que le danger de déformation des lames est écarté et ils peuvent fonctionner à des régimes de charge et de décharge très élevés sans que des détériorations soient à redouter. Ils se composent d'une pile de feuilles de plomb percée symétriquement d'un certain nombre de cheminées destinées à recevoir les électrodes négatives convenablement isolées : celles-ci sont formées de cylindres creux en plomb réduit enfilés sur des tiges conductrices qui constituent les collecteurs. Les feuilles sont réunies sur leurs bords, par une soudure autogène, à la prise de courant. Ainsi que les dessins (fig. 38 et 39) le montrent, l'accumulateur constitue un bloc solide et compact.

---

(1) Ce travail a été publié dans la *Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, etc.*, t. XXVII, 1894.

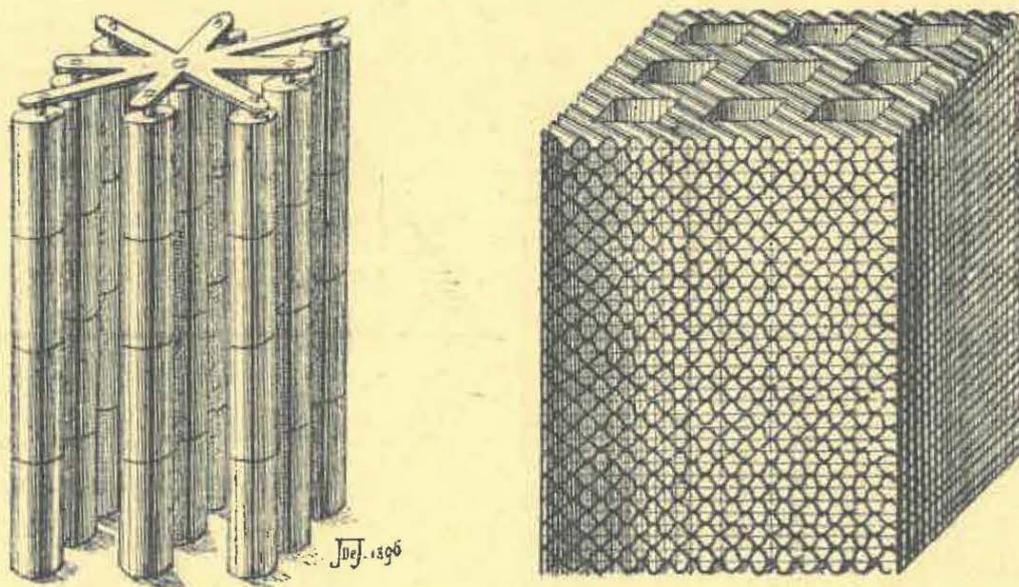


FIG. 38

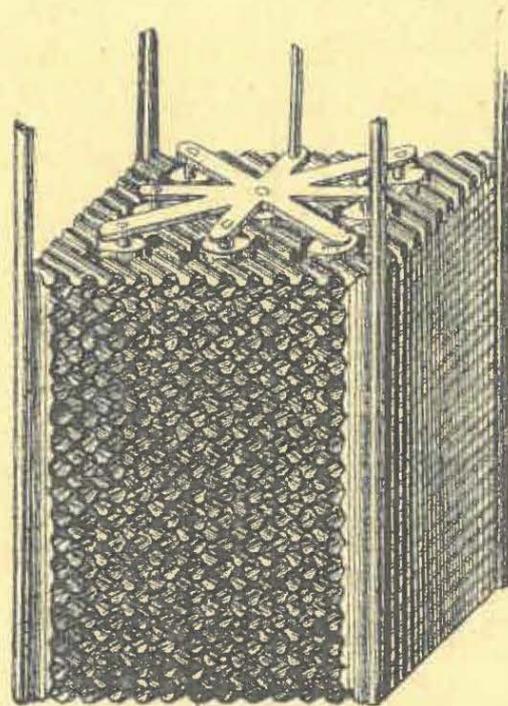


FIG. 39

Nous donnons ci-dessous les résultats d'essais effectués sur ces nouveaux types, au laboratoire central d'électricité de Paris.

# 1° Accumulateur à Électrode soluble.

CERTIFICAT  
N° 1923.

POIDS TOTAL DES ÉLECTRODES :  
3 kil. 600.

RÉGIME TOTAL EN AMPÈRES		RÉGIME PAR KIL. D'ÉLECTRODE EN AMPÈRES		CAPACITÉS OBTENUES en AMPÈRES-HEURES		FORCE électro-motrice EN VOLTS	DIFFÉRENCE de potentiel EN VOLTS		OBSERVATIONS
CHARGE	DÉCHARGE	CHARGE	DÉCHARGE	TOTALES	PAR KIL.		AU DÉBUT	A LA FIN	
16	5	4.5	1.4	58	16	2.49	2.40	1.95*	*Après 5 jours de repos, entre la charge et la décharge.  Les capacités et ré- gimes par kilog. sont établis par la Société.
12	12	3.3	3.3	64	17.6	2.54	2.33	1.93	
16	18.5	4.5	5.5	66.2	18.4	2.52	2.32	1.92	

## 2° Accumulateur à Électrodes Homogènes.

CERTIFICAT  
N° 1922.

POIDS TOTAL DES ÉLECTRODES :  
3 kil. 585.

RÉGIME TOTAL EN AMPÈRES		RÉGIME PAR KIL. D'ÉLECTRODE EN AMPÈRES		CAPACITÉS OBTENUES en AMPÈRES-HEURES		FORCE électro-motrice EN VOLTS	DIFFÉRENCE de potentiel EN VOLTS		OBSERVATIONS
CHARGE	DÉCHARGE	CHARGE	DÉCHARGE	TOTALES	PAR KIL.		AU DÉBUT	A LA FIN	
5	5	1.4	1.4	67	18.6	2.02	1.93	1.53 *	*Après 8 jours de repos.  Les capacités et ré- gimes par kilog. sont établis par la Société.
20	20	5.5	5.5	33.6	14.5	2.04	1.86	1.45	
Décharge supplémentaire . . . . .				187			1.91	1.50	
15	30	4.20	8.40	20.2	14.5	2.04	1.79	1.30	
Décharge supplémentaire . . . . .				317			1.95	1.55	
40	40	11.1	11.1	21.6	15.4	2.04	1.74	1.20	
Décharge supplémentaire . . . . .				34			1.93	1.50	

Le système de traction par accumulateurs est le seul possible dans les mines grisouteuses : pour cette application la Société l'*Électrique* dispose le moteur à l'avant de la locomotive et le renferme dans une caisse hermétique qui isole les étincelles de milieu ambiant. Bien que ces machines fonctionnent généralement dans les grandes voies d'arrivée d'air il convient de prendre cette précaution.

La locomotive électrique de mine, dont le dessin est reproduit ci-contre (fig. 40) était exposée par *M. Lebrun de Nimy*.

Ce système, avec prise de courant par trolley — non applicable aux mines grisouteuses — réduit le moteur au poids minimum, permet l'utilisation de courants à haute tension, ce qui diminue les pertes par échauffement; enfin son emploi n'est point subordonné à l'établissement de la voie dans des conditions pour ainsi dire parfaites.

La locomotive Lebrun, qui figurait à l'Exposition, est destinée aux mines de fer de Godbrange (Meurthe-et-Moselle) : elle est remarquablement bien construite; le moteur est une dynamo série et l'axe de l'induit, disposé dans le sens de la voie, attaque directement les essieux par l'intermédiaire d'engrenages coniques et cylindriques; le changement de marche s'opère à l'aide de deux embrayages à friction manœuvrés par un volant et fixant sur leur axe un des deux engrenages coniques attaqués par le pignon de l'induit : il en résulte que ce dernier tourne toujours dans le même sens, ce qui facilite le démarrage et rend les manœuvres plus rapides.

Le poids total de cette machine, d'une puissance de 30 chevaux utiles, est 6000 kilogs et sa vitesse de marche est 10 kilomètres à l'heure. La compagnie des Mines de Marles a, la première, employé le même système de locomotive : elle possède actuellement en service 9 machines de 15 chevaux utiles.

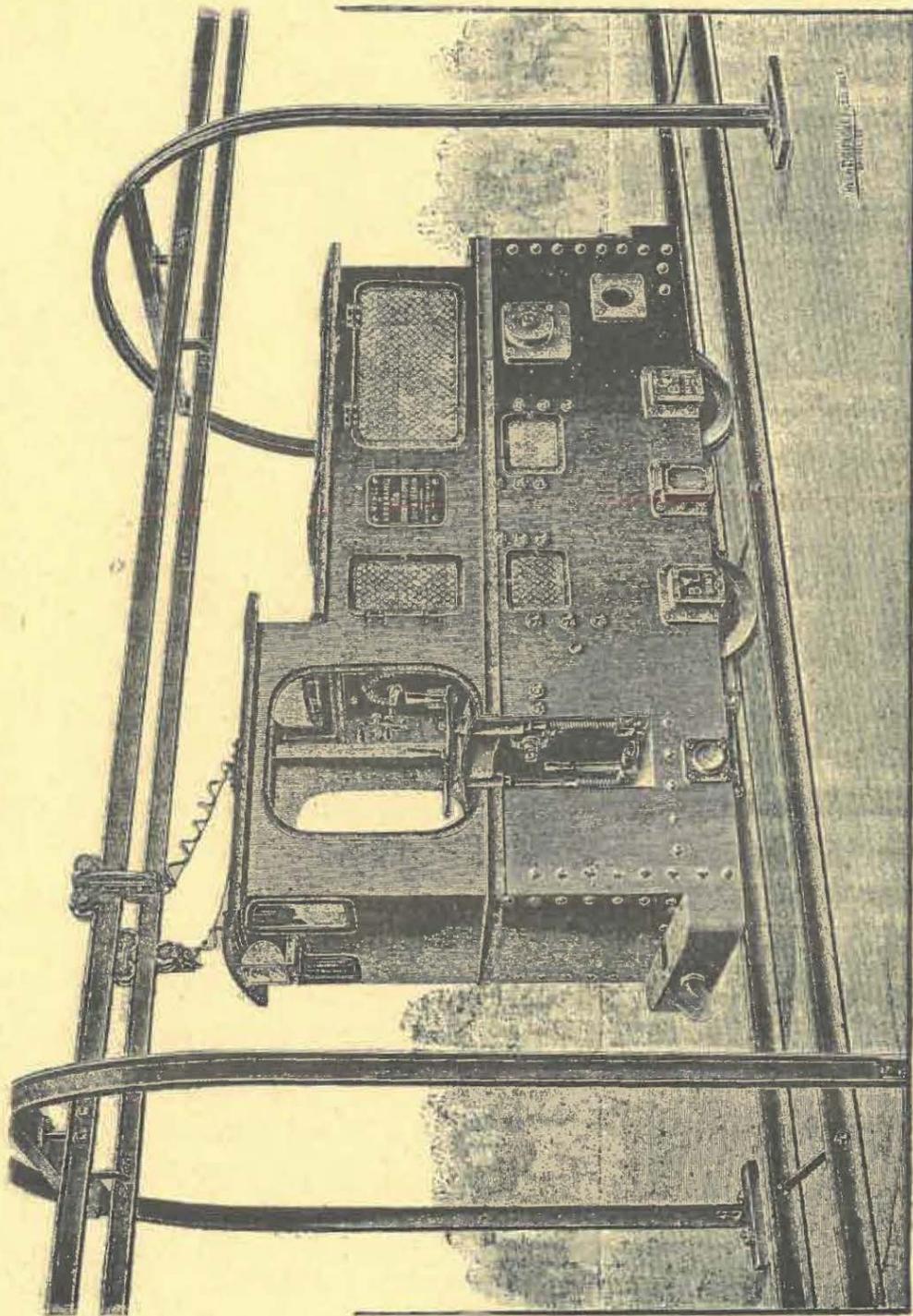


Fig. 40

La même firme construit aussi des treuils électriques dont l'emploi s'est rapidement répandu dans plusieurs charbonnages importants de Belgique et du Nord de la France.

Quand ils sont destinés aux mines à grisou ces treuils comportent une disposition intéressante : la dynamo est complètement enveloppée, mais cependant un courant d'air continu combat l'élévation de la température ; l'air s'introduit par des œillards, est poussé par l'action de la force centrifuge de l'induit, s'échappe par les angles de la carcasse d'où il se rend dans un appareil radiateur en cuivre à ailettes ; il se refroidit dans cet appareil, est aspiré de nouveau et continue son cycle.

*La Société Franco-Belge des mines de Somorostro* exposait plusieurs photographies des machines employées dans ses intéressants transports automoteurs. Cette puissante Société a réalisé, avec une habileté et un sens pratique remarquables, le problème difficile d'organiser économiquement les transports des minerais de fer produits par toutes ses concessions situées à une altitude moyenne de 290 mètres au-dessus du niveau de la mer au port d'embarquement qui est distant de 8 kilomètres des exploitations.

Un plan d'ensemble indiquait la solution adoptée : le minerai est amené au fond de la vallée d'une part par deux grands plans automoteurs composés d'une succession de plans inclinés se faisant suite et d'autre part par un traînage à chaîne flottante, puis est transporté par un chemin de fer suivant le fond de la vallée.

Les chiffres suivants indiquent les conditions dans lesquelles se fait le service sur les deux plans.

	Plan n° 1.	Plan n° 2.
Nombre de wagons descendus à la fois.	12	8
Poids brut T <sup>x</sup> . . . . .	36	24
Poids utile de minerai T <sup>x</sup> . . . . .	24	16
Pente maxima. . . . .	36 %.	50,5 %.
Effort produit K <sup>gs</sup> . . . . .	12.986	12.120
Transport journalier T <sup>x</sup> . . . . .	2.600	2.000

Pour régulariser la descente, on a adjoint aux freins à bande d'acier, des freins à ailettes qui fonctionnent avec une régularité parfaite.

La chaîne flottante a été adoptée pour les exploitations les plus éloignées de la gare du chemin de fer et séparées de celle-ci par des mouvements de terrain dont certains sont très importants. Le système par chaîne présente l'avantage de permettre de faire varier dans de très larges limites et suivant les besoins, l'importance des transports journaliers, en changeant l'écartement des wagons et la vitesse de la chaîne. Celle-ci s'enroule sur des poulies à dents mobiles que l'on peut écarter du centre au moyen de cales pour corriger l'allongement et l'usure des maillons; avec une vitesse de 1<sup>m</sup>.50 par seconde et un écartement de 25 mètres, ce traînage transporte de 2500 à 2600 tonnes de minerai par jour sur une longueur totale de 3000 mètres. Ici encore, les freins à rubans qui servent seulement pour arrêter complètement le système seraient d'un usage incommode et dangereux s'ils devaient maintenir constamment la vitesse dans les limites normales, c'est pourquoi les régulateurs à eau agissant sur des poulies à empreintes qui supportent la chaîne ont été adoptés.

Ces appareils sont, dans ce cas, préférables aux freins à ailettes qui se meuvent dans l'air, parce que, pour agir efficacement, ceux-ci doivent avoir un mouvement très rapide, mouvement qu'on n'eût pu leur donner, à cause de

la marche relativement lente de la chaîne, qu'au moyen de transmissions qui auraient enlevé le caractère simple et robuste de l'installation. Les freins à eau se règlent en remplissant plus ou moins la caisse à eau de façon à faire varier l'immersion des palettes.

## VII. — APPAREILS DE SURETÉ DANS LES PUIITS D'EXTRACTION

### *Fermeture des accrochages.*

Les charbonnages français sont soumis aux prescriptions de la circulaire ministérielle du 2 mai 1892 qui ordonne de munir toutes les recettes des puits où s'effectue avec des cages guidées l'extraction, le service des remblais ou la circulation du personnel, de barrières mobiles capables d'empêcher la chute des hommes et du matériel et pourvues de dispositifs tels que la fermeture de la barrière soit assurée tant que la cage n'est pas à la recette.

Cette circulaire a sans doute été motivée par un certain nombre d'accidents consistant en ce que des ouvriers, croyant la cage en position à l'accrochage, poussaient leurs chariots dans le vide du puits où ils étaient parfois entraînés eux-mêmes.

Dans notre pays ces accidents sont aujourd'hui très rares, et aucune mesure administrative générale n'a été prise à cet égard.

Plusieurs accidents de ce genre survenus autrefois avaient cependant attiré l'attention des inventeurs et M. l'Ingénieur Harzé, aujourd'hui Directeur général des Mines, avait pris, en 1862, un brevet sur un « nouveau mode de produire les manœuvres des barrières destinées à prévenir les chutes des chariots dans les puits de mine ».

L'objet du brevet consistait à produire par le levier des

taquets les manœuvres des barrières ou de tous autres obstacles mobiles disposés au jour et aux accrochages dans le but d'empêcher la chute des chariots dans le puits d'extraction; ces manœuvres devaient être ainsi rendues indépendantes de l'attention des ouvriers.

On le voit, c'est exactement le même problème dont la solution a été imposée en France par la circulaire du 2 mai 1892.

Dans la disposition de M. Harzé, les barrières étaient reliées au levier des taquets de la même façon semi-fixe dont les taquets sont reliés aux dits leviers, et la partie du mouvement consacrée à abattre les taquets pour les maintenir dans la position abaissée était utilisée pour relever la barrière de manière à permettre l'introduction des chariots dans la cage. Ces barrières retombaient ensuite dans la position de fermeture pour les autres positions des taquets. La disposition pouvait d'ailleurs s'appliquer, avec des variantes, aux divers systèmes de fermeture, le plus souvent fort élémentaires, existant alors dans nos mines.

En France la mesure administrative dont il s'agit a été réalisée de très différentes façons par chaque charbonnage.

Une note de M. l'Ingénieur en chef Ichon publiée dans le *Bulletin de l'Industrie minière*, 3<sup>e</sup> Série, T. VI, 4<sup>e</sup> livraison (1892) en donne déjà un grand nombre.

Dans la plupart d'entre elles c'est la manœuvre des taquets ou de la sonnerie qui est rendue solidaire de la fermeture des accrochages, de telle sorte, ou bien que l'on ne puisse manœuvrer les taquets ou la sonnerie et ainsi provoquer le départ de la cage que lorsque les barrières ou les portes des accrochages sont fermées, ou bien que la fermeture elle-même soit produite par la manœuvre des dits appareils.

Dans d'autres c'est la cage elle-même qui provoque, en arrivant aux accrochages, l'ouverture des barrières et qui ferme celle-ci après avoir passé.

Il est manifeste que ce dernier système est le plus complet de tous, la fermeture et l'ouverture des barrières étant absolument automatiques et les taquets et surtout la sonnerie que l'on peut avoir besoin d'actionner pour divers motifs en d'autres temps que lors des manœuvres régulières, n'ayant pas à intervenir.

Malheureusement, il présente l'inconvénient d'occasionner des chocs qui peuvent être importants surtout au passage des accrochages intermédiaires.

On a, dans plusieurs dispositions assez heureusement conçues, atténué dans une large mesure cet inconvénient.

La note de M. Ichon indique divers systèmes, mais, outre qu'ils sont décrits dans la dite note, il n'étaient pas représentés à l'exposition ; nous n'avons donc pas à nous en occuper.

Signalons cependant encore parmi les appareils de cette catégorie celui employé par M. Mauerhofer, Directeur des Mines du comte Wilczek à Mährisch-Ostrau et décrits dans l'*Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen* ainsi que dans le *Génie civil* (fig. 41).

Les portes sont doubles pour chaque compartiment du puits, elles sont fermées d'un treillis léger et roulent sur des rails inclinés l'un vers l'autre en forme de V, de façon à ce que ces portes, quand elles sont laissées libres, roulent naturellement l'une vers l'autre et ferment complètement le compartiment ; des bourrelets en caoutchouc amortissent les chocs.

Les cages sont de leur côté munies d'un cadre spécial terminé en haut et en bas par des coins allongés ; ces cadres font saillie en dehors de la cage de façon à atteindre les portes.

Au passage des cages, les portes sont écartées par les coins et rejetées en arrière. Aussitôt la cage passée elles reviennent l'une vers l'autre par suite de l'inclinaison des rails, comme nous l'avons vu.

Les endroits où les cadres viennent atteindre les portes sont munis de galets qui atténuent les chocs.

Il semble cependant difficile, quand la cage est animée

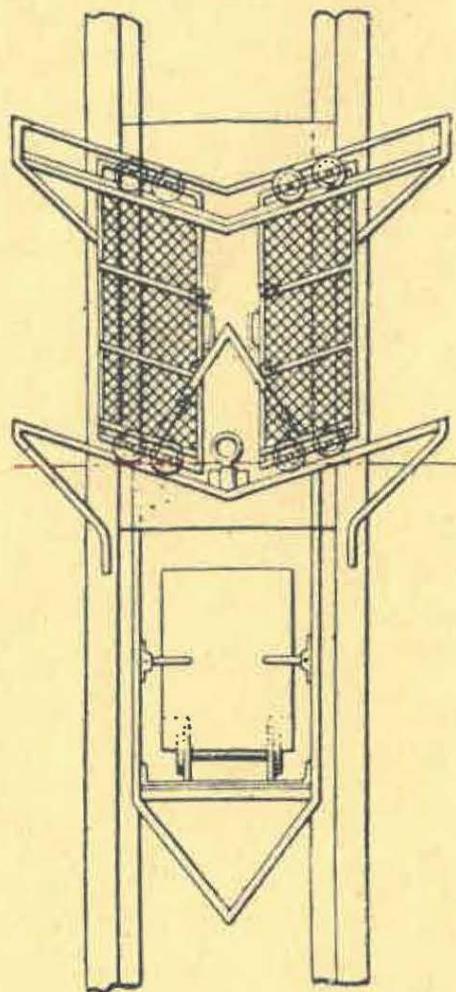


FIG. 41

d'une très grande vitesse, ainsi que cela a lieu aux étages intermédiaires, que le choc ne soit pas encore assez violent.

Mais si même cet inconvénient était assez considérable pour écarter ce système des étages intermédiaires, l'application en pourrait néanmoins se faire aux étages extrêmes; tous les sièges d'extraction n'ont d'ailleurs pas d'étages intermédiaires.

Un autre inconvénient est l'augmentation du poids qui résulte de l'adjonction du cadre à la cage.

Rappelons que, dans certaines mines, les portes de la recette sont simplement soulevées par les cages quand celles-ci arrivent au jour et se remettent d'elles-mêmes en place quand les cages redescendent. Ce système peu compliqué est généralement reconnu efficace, mais n'est guère applicable qu'aux recettes.

Pour ce qui concerne l'exposition de Bruxelles nous avons à mentionner le système de M. Beraud, géomètre principal aux mines de Douchy et en usage à ces mines, et celui de M. Reumaux, Ingénieur en chef des mines de Lens.

*Système de Douchy.* — Les accrochages sont fermés par de simples portes en treillis roulant sur deux gonds dont l'inférieur est plus écarté, de telle sorte que les portes se ferment d'elles-mêmes à moins qu'elles ne soient accrochées (fig. 42).

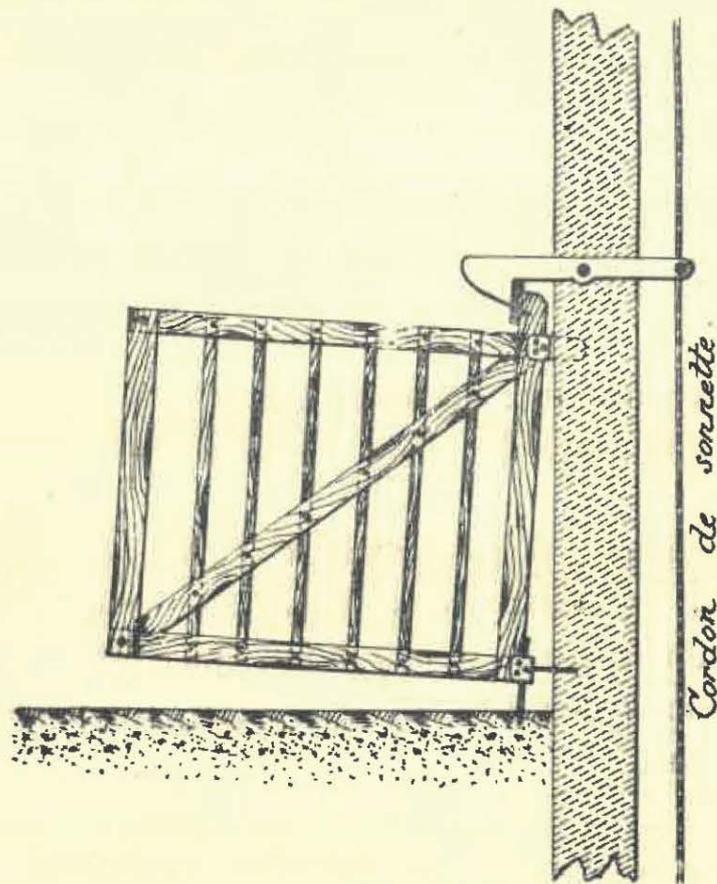


FIG. 42

Pour permettre de les maintenir ouvertes lors des manœuvres, une pièce coudée fixée à la partie supérieure de la porte du côté des gonds vient s'accrocher, quand la porte est ouverte, sous un encliquetage maintenu du côté opposé par le cordon de sonnette. Quand on tire ce cordon pour faire partir la cage, l'encliquetage se soulève et la porte retombe d'elle-même.

Ce système est très simple. Il n'empêche pas évidemment d'ouvrir la porte en tout temps, mais il s'agit, dans l'espèce, comme dans beaucoup de dispositions de sécurité, d'obvier aux conséquences de l'inattention ou de la distraction des ouvriers et non d'empêcher absolument des imprudences volontaires.

*Système Reumaux.* — Le système de Lens est plus complexe et plus complet. Non seulement il assure la fermeture permanente des accrochages et des recettes quand la cage n'y est pas, mais il a également pour objet d'empêcher une manœuvre intempestive à la surface, en enclenchant les taquets de la recette tant que le signal de manœuvre n'est pas donné du fond.

Ce double but est réalisé comme suit :

Le cordon de sonnette se termine à la surface par une tige rigide portant une partie aplatie qui entre dans une échancrure creusée dans l'axe des taquets.

Cet axe ne peut tourner sur lui-même que lorsqu'on en retire la partie aplatie, ce qui a lieu lorsqu'on actionne le cordon de sonnette.

Voilà pour l'enclenchement des taquets de la recette.

Au fond les choses sont disposées de telle sorte que les barrières peuvent seulement être ouvertes lorsque la cage est à l'accrochage et, en outre, le levier de la sonnette peut seulement être manœuvré pour permettre l'enlèvement de la cage lorsque les barrières sont retombées.

Les détails de la réalisation de ces dernières dispositions dépendent du mode de fermeture des accrochages.

Dans certains puits les accrochages sont fermés par des portes retombant d'elles-mêmes.

Quand elles sont ouvertes le talon dont elles sont munies à leur partie supérieure du côté des gonds présente, en face d'une tige rigide qui suit les mouvements du cordon de sonnette, une ouverture dans laquelle entre l'extrémité de cette tige.

Lorsque la porte est ouverte, le talon arrête le bout de la tige et empêche le levier de la sonnette de basculer.

Dans le modèle exposé à Bruxelles, la barrière était formée d'un simple barre à bascule.

Cette barre est maintenue relevée pour permettre l'introduction des wagonnets dans les cages par un encliquetage, mobile seulement lorsque la cage est devant l'accrochage, de sorte qu'en tout autre temps, la barrière peut être relevée, sans qu'il soit possible de la maintenir dans cette position.

Ces divers systèmes ont leurs applications rationnelles là où ils ont été inaugurés, car ils ont été appropriés aux conditions des sièges d'extraction et aux nécessités des diverses manœuvres. Dans ces cas et dans tous les autres où les conditions sont les mêmes, ils rendent de précieux services au point de vue de la sécurité.

Il est douteux cependant que leur emploi puisse être aisément réalisé d'une manière générale dans notre pays où les accrochages sont souvent multiples et les manœuvres plus compliquées; cette solidarité entre divers organes que, dans certaines circonstances, on peut avoir des motifs pour faire mouvoir séparément, ne laisserait pas que d'être gênante et pourrait occasionner des inconvénients qui compenseraient leurs avantages.

*Évite-molettes.*

On comprend sous ce nom des appareils de diverses espèces.

Les premiers, que l'on pourrait appeler des *évite-molettes préventifs*, sont ceux, qui, par des dispositions appliquées à la machine même et pour une course bien déterminée des cages, suppriment l'admission de vapeur et activent le frein au moment où la cage atteint, dans son mouvement, une hauteur déterminée, encore suffisamment éloignée des molettes pour que la force vive des cages supposées lancées à toute vitesse et non modérées par le machiniste distrait ou absent, puisse être amortie suffisamment avant d'arriver au point dangereux.

Un type de ces évite-molettes est celui imaginé et appliqué aux mines de Lens par MM. Reumaux et Naissant.

D'autres que nous appellerons *évite-molettes directs*, sont ceux qui sont actionnés directement par la cage elle-même quand elle arrive dans le voisinage des molettes et qui, comme les précédents, agissent sur l'admission de vapeur et sur le frein.

Tels sont ceux où des taquets placés sur le chevalement en dessous des molettes sont heurtés par la cage elle-même et, par des systèmes de levier de transmission, vont agir sur les organes de la machine.

A cette catégorie appartient aussi l'appareil de M. de Coppin de Grinchamps, dont nous parlerons plus loin.

D'autres enfin, que nous appellerons des *évite-molettes extrêmes*, sont ceux qui détachent et séparent le câble de la cage, quand celle-ci arrive trop haut et qui, sans qu'il y ait arrêt de la machine, laissent le câble venir s'abattre sur la bobine tout en permettant à la cage, rendue libre, de retomber sur des taquets de sûreté placés sur le chevalement au-dessus de la recette.

A cette catégorie appartiennent le crochet à détachement du système Humble et le couteau sécateur de M. Musnicki.

Les guides rapprochés, dont on fait grand usage dans notre pays, ne sont que des palliatifs, très efficaces dans beaucoup de cas, mais qui n'empêchent pas d'une façon absolue la mise à molettes quand la cage est animée d'une très grande vitesse ; en outre, si la rupture des cordes ou des chaînettes a lieu, elle se fait avec grande violence, occasionnant un « coup de fouet » des plus dangereux.

*Evite-molettes de Lens.* — Cet appareil déjà exposé à Paris en 1889, a été décrit par M. Habets dans la *Revue Universelle des Mines*, 3<sup>e</sup> série, t. XIX, page 163.

Les appareils de ce genre ont pris dans notre pays un nouveau caractère d'actualité par suite d'un récent arrêté royal <sup>(1)</sup>, qui impose aux exploitants l'obligation d'adjoindre un aide au machiniste pendant la translation du personnel, pour prévoir le cas où, pour un motif ou pour un autre, indisposition, mort subite, etc., le machiniste devrait abandonner la machine à elle-même.

Une semblable disposition réglementaire existait déjà depuis 1890 dans plusieurs bassins français ; elle a été imposée aussi dans les mines de Saxe, par le règlement du 16 janvier 1896, dont les *Annales des mines de Belgique*, t. I, ont donné la traduction.

Voici d'ailleurs le texte de cette disposition du règlement saxon <sup>(2)</sup> :

“ Lors de la translation du personnel — même si possible, quand  
 „ elle a lieu accidentellement — on adjoindra au machiniste un  
 „ second ouvrier de confiance connaissant dans une certaine  
 „ mesure la conduite de la machine. „

<sup>(1)</sup> A. R. du 13 octobre 1897, voir texte dans les *Annales des mines de Belgique*, t. III 1<sup>re</sup> livr.

<sup>(2)</sup> *Annales des mines de Belgique*, t. I, page 662.

En Russie cette mesure n'est pas imposée par les règlements mais elle est spontanément observée par la plupart des exploitants.

En France, des arrêtés préfectoraux ont indiqué dans quelles conditions l'exploitant pouvait être sublevé de l'obligation de deux machinistes.

Voici les conditions indiquées dans l'arrêté du 8 décembre 1890 du Préfet de Pas-de-Calais, dans lesquelles il peut être dérogé à l'obligation de deux machinistes : il faut que :

- „ 1° La vitesse de la cage à l'arrivée au jour, soit de 1 mètre au maximum ;
- „ 2° La cage ne monte pas jusqu'aux molettes ;
- „ 3° La cage ne retombe pas dans le puits en cas de rupture du câble. „

Or l'appareil de MM. Reumaux et Naissant a précisément pour but d'éviter que la cage abandonnée à elle-même n'atteigne des vitesses excessives et ne franchisse les points dangereux. Des expériences assez nombreuses, dans lesquelles, après avoir lancé la machine en vitesse, on abandonnait celle-ci à elle-même, ont toujours réussi, la machine s'arrêtant seule sans occasionner ni dégâts, ni accidents.

Il est donc intéressant de rappeler succinctement en quoi consiste l'appareil ingénieux dont il s'agit.

Il repose sur l'emploi de l'obturateur pneumatique que M. Reumaux avait imaginé plusieurs années auparavant pour d'autres usages, notamment pour la fermeture automatique des prises de vapeur dans les générateurs.

Cet obturateur se compose d'un jeu de deux pistons (voir le schéma fig. 43) fixés sur une même tige et se mouvant dans un cylindre placé à angle droit sur la conduite de vapeur. Le double piston est disposé de telle sorte qu'en marche normale la vapeur passe librement, mais, lorsqu'il

y a recul dans un sens déterminé, le grand piston qui est assez large pour obturer complètement l'arrivée de la vapeur, se place devant cette arrivée et la vapeur ne passe plus.

Le maintien du double piston en sa position normale,

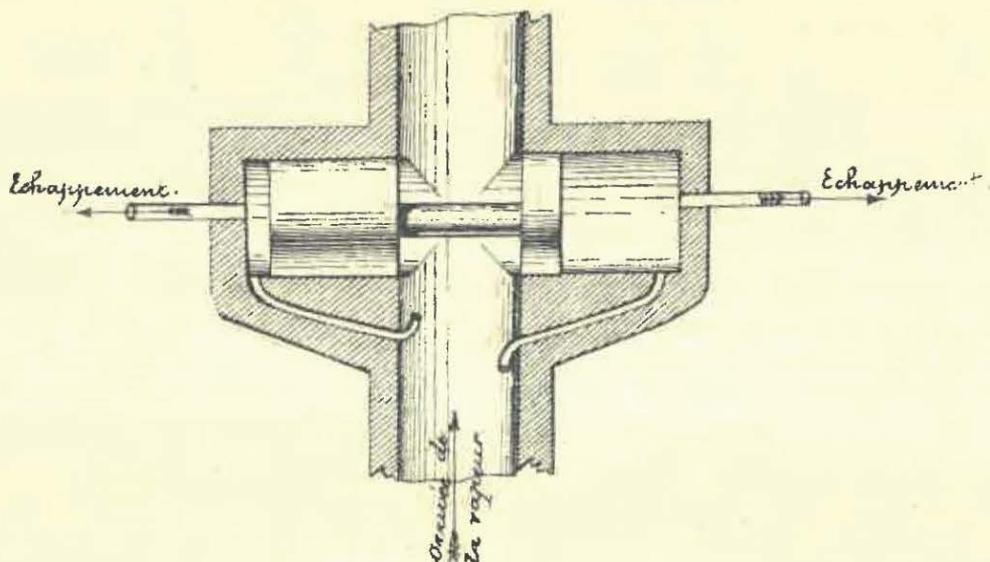


FIG. 43

c'est-à-dire ouverte, est occasionné par deux petits canaux aboutissant d'une part à la conduite de vapeur, et d'autre part de chaque côté des pistons.

L'un des deux canaux a son orifice de prise de vapeur tourné vers l'arrivée de celle-ci, l'autre en sens inverse.

En vertu du principe du tube de Pitot, le premier amène derrière son piston une pression plus forte que le second. C'est le premier qui en temps normal repousse sans cesse l'obturateur dans la position qui correspond au libre passage de la vapeur.

Pour faire mouvoir l'obturateur en sens inverse, c'est-à-dire pour le fermer, il faut mettre ce côté du piston (le côté droit dans le schéma) en communication avec l'échappement.

C'est ce qui a lieu quand la cage arrive à 30 mètres du jour. Un doigt placé sur le disque de la sonnerie, fait alors ouvrir une petite soupape qui produit cette communication.

L'obturateur revient donc vers ce côté et ferme l'admission de la vapeur.

Ajoutons de suite que, par un autre mécanisme, un peu de vapeur est en même temps amenée sous le frein.

Cette distance de 30 mètres du jour est précisément celle où le machiniste doit intervenir pour manœuvrer son modérateur de vapeur.

Mais en appuyant sur le levier *ad hoc*, il agit en même temps sur une autre soupape, qui met le côté opposé de l'obturateur en communication avec l'échappement et ramène ainsi la situation normale, c'est-à-dire le passage libre de la vapeur.

Si l'on suppose le mécanicien absent ou distrait, le second effet ne se produira pas et la machine, d'une part privée de vapeur, d'autre part plus ou moins serrée par le frein, s'arrêtera ou tendra à s'arrêter.

Mais ce n'est pas tout, lorsque la cage a dépassé la recette de 1 mètre environ, un autre doigt agit de nouveau comme le premier et ramène encore l'obturateur à la fermeture, et en même temps, d'autre part, la vapeur est admise plus abondamment sous le cylindre du frein.

La machine s'arrête et la mise à molettes est évitée.

Un point important c'est qu'un réservoir, soit à air comprimé, soit à vapeur, mais indépendant du groupe des chaudières ou séparé de ce dernier par une soupape à fermeture automatique, est susceptible d'alimenter l'appareil du frein, de sorte qu'en cas d'explosion de chaudière ou de rupture de la conduite de vapeur, le fonctionnement du frein soit toujours assuré.

Un autre point important, c'est que cet appareil qui laisse d'ailleurs en tout temps le machiniste maître de sa machine,

n'exige de la part de cet ouvrier aucune manœuvre spéciale. En outre, il doit fonctionner à chaque ascension, ce qui permet de s'assurer de son bon état de marche.

*Système de Coppin.* — L'appareil imaginé par M. de Coppin de Grinchamps à Bruxelles et qui est figuré dans les croquis ci-contre (fig. 44) n'est pas qu'un évite molettes. Son auteur l'appelle la *Sauvegarde universelle*. Il a en effet en vue des effets multiples concernant les diverses circonstances qui peuvent se rencontrer dans la marche d'une machine d'extraction et a pour but, entre autres, de répondre au desideratum n° 23 B, ainsi posé par la commission organisatrice de l'Exposition :

“ Un appareil qui annoncerait immédiatement au machiniste „ que la cage ne descend plus et qu'elle est arrêtée dans le puits „ par un obstacle quelconque. „

Il se compose essentiellement d'une cordelette S en fils d'acier, légère et relativement souple qui, attachée par ses deux extrémités à chacune des cages, vient passer à la surface à proximité des molettes, sur deux poulies *t*, puis supporte dans sa boucle une poulie *p* à laquelle est suspendue une tige que l'on peut lester plus ou moins par un contre poids P.

Un peu au-dessus du point d'attache des chaînettes de la cage au câble, une petite poulie *a* est fixée au câble par un étrier ou d'une façon quelconque. La cordelette passe sur cette poulie et d'autre part descend sur le côté de la cage jusque vers la partie inférieure de celle-ci, de façon à être à portée des ouvriers, qui peuvent la saisir soit directement soit au moyen d'un anneau ou d'un levier quelconque. Un carcan ou un autre arrêt l'empêche de remonter par rapport à la cage, mais elle est susceptible de recevoir un mouvement de traction vers le bas.

La tige T porte un curseur dont on peut au moyen d'une vis régler à volonté la position sur la tige.

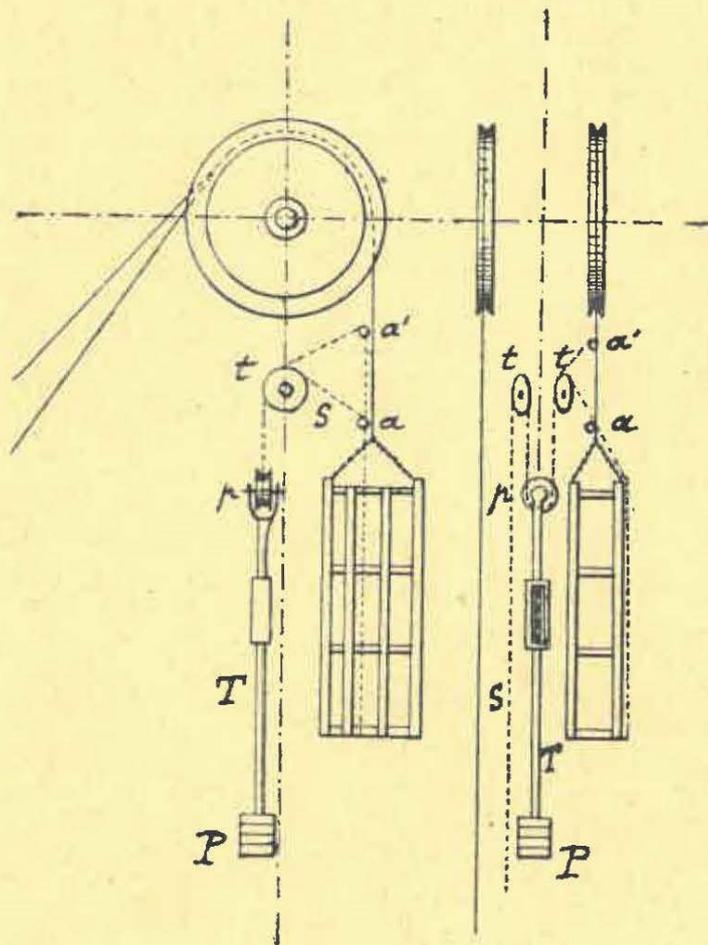


FIG. 44

Le curseur suit les mouvements de la tige, et, si celle-ci remonte ou descend au delà d'une certaine course, il vient buter en haut ou en bas à un signal d'alarme et, en même temps, ou un peu plus tard, à volonté, déclenche le frein et ferme l'admission de vapeur.

Cela posé, voici comment l'appareil fonctionne dans les diverses circonstances prévues par l'inventeur :

1° Comme *évite-molettes* :

Si la cage s'élève au-dessus de la recette jusqu'à un niveau qu'elle ne peut dépasser, et que la petite poulie *a* atteint par

exemple la position  $\alpha'$ , la cordelette S exerce une traction sur la poulie  $p$ , la tige remonte; le signal d'alarme se donne et le déclenchement du frein ainsi que l'arrêt de l'admission s'opèrent au moment voulu.

A remarquer qu'en temps normal la cordelette suit exactement le mouvement des deux cages et que la position de la tige T reste immuable.

2° Comme *moyen de reconnaître si une cage est arrêtée dans le puits lors de sa descente.*

Si une cage s'arrête sur un obstacle tandis que l'autre continue son mouvement, la cordelette se détend; la poulie  $p$  descend ainsi que la tige, le signal d'alarme fonctionne, etc.

3° Comme *moyen de communication permanent entre les ouvriers placés dans une cage et la surface.*

Quelle que soit la vitesse de la cage la corde est immobile par rapport à cette cage, puisqu'elle la suit dans son mouvement. L'ouvrier peut donc à tout instant saisir la corde soit par l'intermédiaire d'un anneau ou par celui d'un levier et, faisant remonter la tige T, mettre en mouvement le signal d'alarme et même déclencher le frein s'il tire un peu plus fort.

Il faut remarquer cependant que pour obtenir cet effet, la traction à exercer doit avoir assez d'amplitude, car la tige T doit nécessairement être réglée de façon à ne pas donner de signal en cas de mouvement très faible, sans quoi il y aurait fréquemment des signaux et des déclenchements intempestifs.

Dans le deuxième cas envisagé ci-dessus, par exemple, il suffirait de l'arrêt sur les taquets à un accrochage quelconque pour que le signal d'alarme fût actionné.

4° M. de Coppin fait aussi servir la cordelette S *pour actionner le parachute.* On verra plus loin en quoi consiste le parachute qu'il a également exposé à Bruxelles.

Toutes ces dispositions sont sans doute ingénieuses, mais, pour se prononcer sur leur valeur pratique, il faudrait des essais à plus grande échelle que ceux que l'on pouvait effectuer sur l'appareil exposé, exécuté en bois et avec de minces cordages.

Il serait intéressant notamment de voir comment se comporterait dans le puits la cordelette qui suivrait les cages et du bon fonctionnement de laquelle dépend tout le système.

Examinons maintenant les évite molettes de la 3<sup>e</sup> catégorie, que nous avons appelés évite-molettes extrêmes.

Nous avons d'abord l'évite molettes *Stephen Humble*, c'est-à-dire le crochet automatique de sûreté exposé dans la section anglaise.

Cet évite molettes est trop connu pour qu'il y ait lieu d'en faire ici la description détaillée. Il est très employé depuis longtemps en Angleterre et en Allemagne.

Il consiste comme on sait en une sorte de crochet en plusieurs pièces dont celles du milieu ont des saillies qui ne lui permettent pas de passer dans un carcan situé un peu en dessous des molettes. Ce crochet est attaché d'une part à l'anneau de la cage, d'autre part au câble.

Si la cage est attirée jusqu'au point dangereux, les saillies des pièces mobiles font mouvoir celles-ci, ces pièces, cisillant une cheville en cuivre rouge qui contribue à les empêcher de s'écarter en temps normal, s'ouvrent et laissent sortir la goupille d'attache au câble.

Celui-ci continue son mouvement et va s'abattre sur la machine.

Quant à l'appareil, il est disposé de telle sorte que le même mouvement des pièces mobiles fait sortir deux saillies qui s'appuient sur le dessus du carcan et qui empêchent l'appareil et la cage qui y est suspendue, de retomber.

A cette catégorie appartient aussi l'appareil de *M. Musnicki* dont le brevet est exploité par MM. A. et J. François.

M. Musnicki fait remarquer dans sa notice que, dans l'appareil précédent, les parties métalliques restant adhérentes à l'extrémité du câble constituent un danger quand elles sont projetées violemment vers la machine.

Aussi se contente-t-il de couper le câble vers son extrémité.

Les dessins ci-joints (fig. 45 et 46) font aisément comprendre le jeu de l'appareil.

Deux couteaux *A* et *A'* d'inégale longueur et disposés de manière à pouvoir cisailer complètement le câble, sont disposés de chaque côté en dessous des molettes. Des

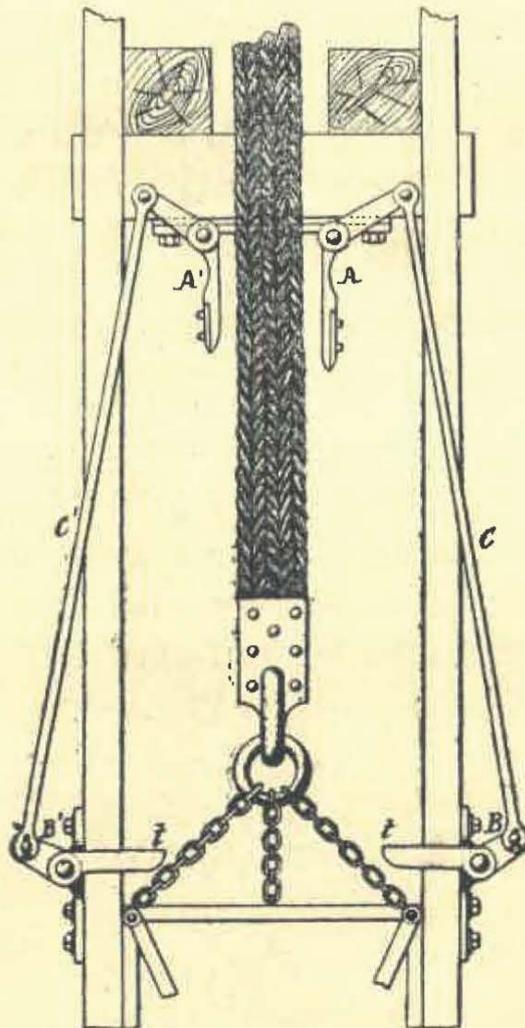


FIG. 45

leviers  $CC'$  et  $BB'$  les relie à des taquets  $t$  situés à un niveau inférieur.

Quand la cage s'élève assez haut pour atteindre les taquets, ceux-ci font, par l'intermédiaire des leviers, se rapprocher les couteaux qui mordent dès lors sur le câble et, celui-ci continuant son mouvement d'ascension, le cisaillement se fait complètement. La figure 46 indique la façon dont le câble est coupé.

Des taquets de sûreté placés un peu plus bas que les taquets  $t$  et  $t'$  empêchent la cage de retomber dans le puits.

Des essais faits en présence de l'un de nous au mois d'octobre dernier dans un charbonnage du bassin de Liège ont très bien réussi.

Le cisaillement s'est fait d'une façon très nette, et, tandis que la cage qui avait été lancée avec une vitesse assez grande retombait sans encombre sur les taquets de retenue, la corde s'est rejetée sur la bobine sans « coup de fouet » excessif.

On se rappellera peut-être que cette expérience a eu un triste lendemain.

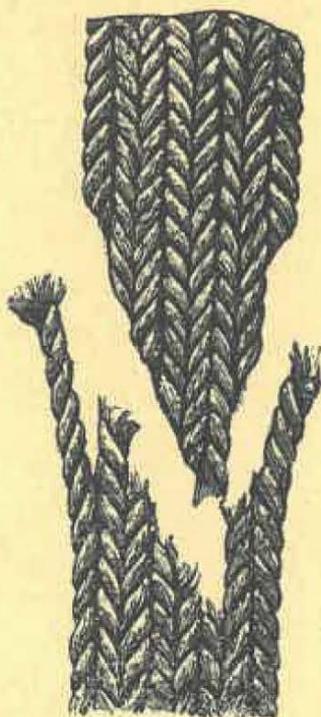


FIG. 46

Comme deux ouvriers se trouvaient quelques jours plus tard dans la cage pour la visite du puits, un des ciseaux a coupé intempestivement le câble et les deux ouvriers ont été précipités dans le puits.

Empressons-nous de faire remarquer que cet accident s'est produit dans des circonstances toutes spéciales. L'évite molettes avait, après les expériences, été démonté pour permettre le remplacement du câble et l'on avait maintenu les ciseaux écartés du câble au moyen de cordes.

Celles-ci se sont rompues sans qu'on s'en fût aperçu et l'accident a été ainsi rendu possible sans que la valeur de l'évite molettes Musnicki en soit infirmée.

Quoi qu'il en soit, les appréciations sont partagées sur la valeur, au point de vue de la sécurité, des évite-molettes de cette dernière catégorie. Tandis que nombre d'ingénieurs estiment que leur adoption se justifie par le danger redoutable des mises à molettes, et que plusieurs règlements étrangers en exigent l'emploi, certains s'effraient de cette menace continuelle, de cette sorte d'épée de Damoclès suspendue au-dessus de la cage et redoutent les accidents terribles qu'un fonctionnement intempestif occasionnerait.

Sans entrer dans cette discussion nous ferons remarquer que, dans tous les cas, des chevalements bien établis, d'une grande hauteur et pourvus de guides rapprochés sont une excellente sauvegarde contre cette catégorie d'accidents.

### *Parachutes.*

On sait que les parachutes ont eu spécialement le don d'exercer la sagacité des inventeurs. Les lampes de sûreté pour les mines peuvent seules leur faire concurrence à ce point de vue. Les systèmes en sont excessivement nombreux. Et, en fait, le problème à résoudre mérite qu'on s'y applique. Il est incontestable, en effet, qu'un appareil susceptible de retenir la cage en cas de rupture du câble ou des chaînettes

d'attache, qui serait d'un fonctionnement certain et qui ne présenterait pas de dangers propres compensant ses avantages, rendrait des services réels à l'exploitation des mines et à la cause de l'humanité en conjurant de terribles catastrophes.

Deux systèmes de parachutes étaient exposés à Bruxelles; tous deux sont d'invention toute récente.

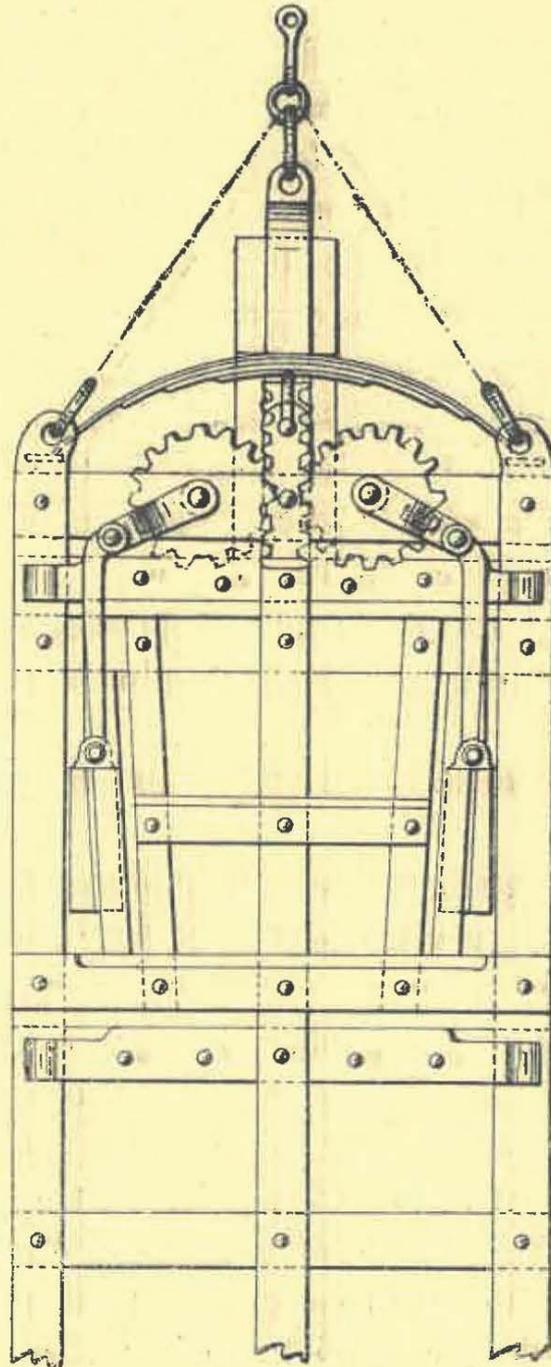


FIG. 47

Nous les décrivons succinctement sans garantir que les principes qui ont guidé les inventeurs soient entièrement nouveaux.

Il y a d'abord le parachute du système de *M. Marbais*, directeur des travaux des charbonnages du Grand Mambourg, à Montigny-sur-Sambre, et exposé par cette Société.

Il est applicable aux puits munis de guidonnages métalliques (système Briart).

Deux coins en fer (fig. 47) dont la pointe est tournée vers le haut sont suspendus à l'extrémité de leviers entre les rails-guides et une barre de fer oblique fixée à la cage.

Les leviers qui les maintiennent aboutissent, à leur autre extrémité, à un arbre qui peut mettre en mouvement de rotation deux roues dentées engrenant sur une crémaillère.

Cette crémaillère est suspendue au cône. En cas de rupture, la crémaillère, sollicitée vers le bas par un ressort et par son poids, s'abaisse, les roues dentées tournent, les coins sont ramenés vers le haut et viennent se coincer entre le rail-guide et la pièce de fer oblique.

Le mouvement de chute auquel la cage est sollicitée a pour effet de rendre le coincement de plus en plus énergique.

Le second parachute est celui de *M. de Coppin de Grinchamps*.

Le serrage du guide se fait des deux côtés à la fois par des roues excentriques cannelées sur leur pourtour.

Ces roues sont maintenues avec les petits côtés de leur excentricité du côté des guides, de façon à ne pas toucher ceux-ci en temps ordinaire, par un levier attaché à la corde.

Si la corde casse, le levier attiré par un ressort s'abaisse; les excentriques tournent et commencent à mordre sur le guide; cette rotation tendant à se continuer par le mouvement de descente de la cage et le frottement des excentriques sur le guide, ceux-ci compriment de plus en plus le guidonnage.

Des engrenages calés sur les arbres des excentriques assurent la simultanéité d'action de ces derniers.

M. de Coppin propose de placer le parachute en dessous de la cage, si l'on n'en place pas deux agissant simultanément.

Cette disposition permettrait d'éviter un fait qui se produit parfois, à savoir que la cage, violemment sollicitée vers le bas, se détache de son parachute et est précipitée au fond du puits, tandis que le parachute reste fixé au guidonnage.

#### DIVERS

*Terris de charbonnages.* — En 1891, M. Degueldre, directeur-gérant des charbonnages du Bois-de-Luc et Havré, introduisait, pour le terris du siège d'Havré, des dispositions nouvelles qui ont été décrites en 1894 par M. Demeure, ingénieur principal de la même Société, dans la *Revue universelle des Mines* (3<sup>e</sup> série, t. XXVII, p. 285). Les terres sortant de la mine sont culbutées dans une grande trémie fermée au fond par des portes en forme de secteurs que l'on ouvre pour remplir des wagonnets système Decauville. Un treuil placé au pied du terris dessert les deux voies parallèles de celui-ci. Les wagonnets pleins sont, chacun à leur tour, accrochés à l'un ou l'autre bout de la corde du treuil qui passe en haut du terris sur deux poulies de renvoi.

Les chariots sont culbutés en haut du terris par les soins d'un préposé.

Le haut du terris est formé d'un châssis en porte-à-faux que l'on remonte de deux mètres à la fois au fur et à mesure que le terris progresse.

Ce genre de terris a été déjà adopté par beaucoup de charbonnages.

M. P. Habets, directeur-gérant des charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, à Liège, a fait une installation semblable à cette mine. Seulement diverses modifications ont été introduites par MM. Lévêque et C<sup>ie</sup>, constructeurs à Herstal. Nous extrayons d'une brochure produite par ces constructeurs à propos de l'Exposition de Bruxelles, les passages suivants qui, avec l'aide du dessin (fig. 48), font comprendre la disposition adoptée.

Après avoir indiqué les éléments du problème à résoudre et signalé la façon dont il a été résolu par M. Deguedre les auteurs ajoutent :

» Là est la réalisation idéale d'une mise à terris et ce à tous les points de vue.

» 1° Au point de vue de *l'utilisation du terrain disponible*, on a le maximum d'emmagasinage, le terris ayant la forme d'un cône d'un angle égal à celui du talus naturel d'éboulement du côté du déversement et pouvant avoir, de l'autre côté, le même angle si l'on forme le plan incliné suivant cet angle, ce qui est toujours possible parce que cela ne dépend que de la puissance du treuil ;

» 2° Au point de vue du *matériel roulant* : on a le minimum d'immobilisation, attendu que les berlines, sortant de la mine, se déversent à proximité de la recette et retournent à la mine immédiatement ;

» 3° Au point de vue de *l'installation des voies* : minimum de frais, attendu que les deux voies, commencées au bas du terris naissant, se continueront jusqu'en haut au fur et à mesure de son avancement sans jamais être déplacées ;

» 4° Au point de vue de la *force motrice* : moins coûteux que l'immobilisation d'une ou de plusieurs locomotives, attendu qu'outre le moteur proprement dit, celles-ci comprennent chaudières, tenders, châssis et trains de roues, et que, comme elles doivent se remorquer elles-mêmes, le moteur doit être plus puissant, et moins coûteux comme

dépense de vapeur, vu qu'il n'y a pas de poids mort à traîner;

» 5° Au point de vue de *l'économie d'exploitation* : moins coûteux que tout autre procédé, parce que la machine amène le wagonnet à destination sans l'intervention de traîneurs hommes ou femmes.

» Dans l'installation du Bois-du-Luc dont nous venons de parler, les wagonnets sont des culbuteurs genre Decauville et demandent, pour déverser leur contenu, la présence de un ou deux hommes en haut du terris. D'autre part, les choses sont disposées de telle sorte que l'homme préposé au travail ne peut vaquer au remplissage des wagonnets lorsqu'ils se présentent sous la trémie.

» Nous nous sommes proposé pour but de réduire au minimum, c'est-à-dire à un seul homme, le personnel nécessaire pour effectuer tout le service, non compris, bien entendu, le déversement dans la trémie qui se fait par le personnel de la paire et qui est indépendant du premier par le fait même de la destination de la trémie qui sert de réservoir.

» C'est par des améliorations de détails et de changements de dispositions, qui constituent notre brevet, que nous y sommes arrivés.

» Les wagonnets sont des wagonnets spéciaux à fond incliné, munis d'une paroi mobile sur charnières qui s'ouvre par le moyen d'un déclic, lorsque le wagonnet arrive en haut, pour que l'évacuation puisse se faire, et qui se ferme automatiquement lorsqu'il arrive en bas sur le buttoir placé sous la trémie. Ou bien, ce sont des wagonnets culbuteurs, culbutant automatiquement lorsqu'ils sont au sommet et reprenant leur position normale lorsqu'ils sont vides. Ce moyen dispense de l'emploi de un ou deux hommes en haut du terris. Une disposition spéciale de levier prévoit la rupture possible du câble et prévient les accidents en provoquant l'arrêt du wagonnet en cette occurrence.

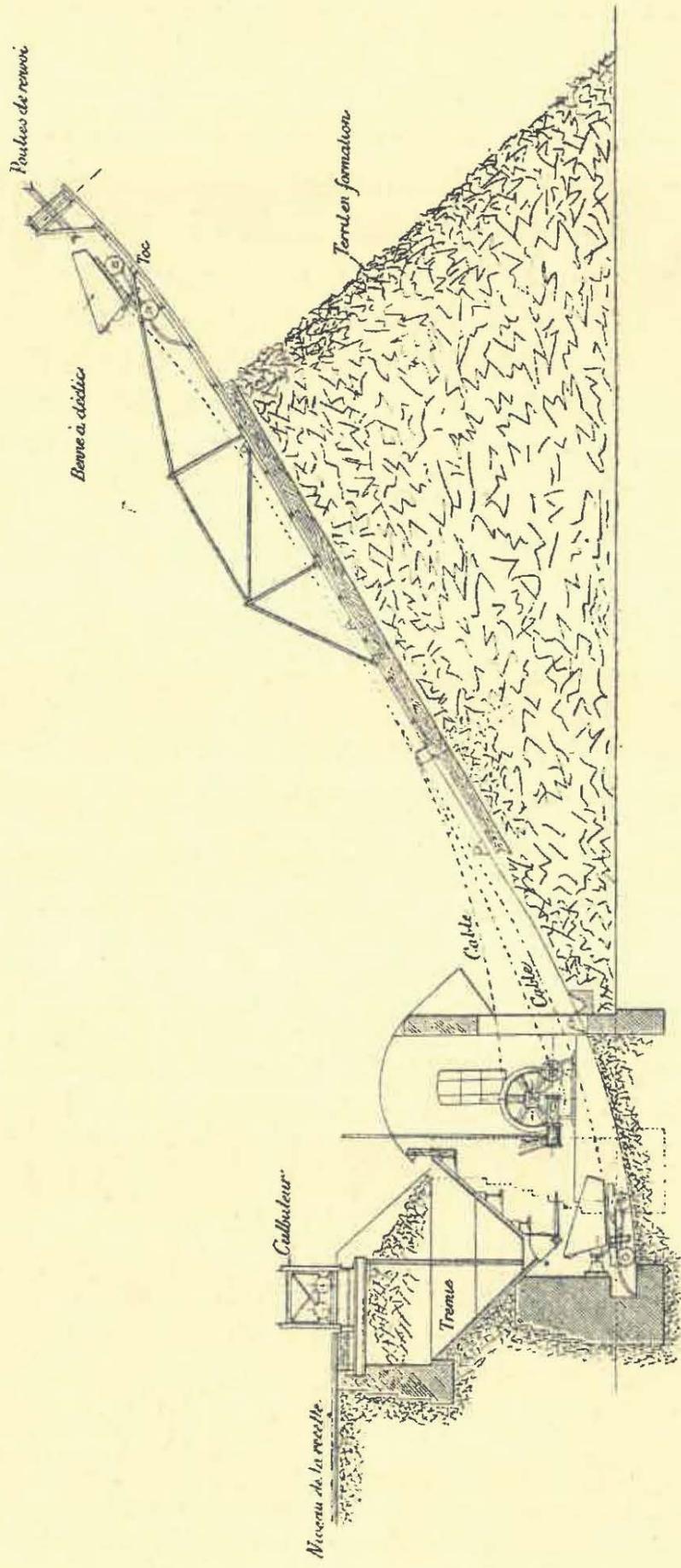


FIG. 48

» Les poulies de renvoi du câble sont portées par une charpente spéciale offrant un grand porte-à-faux sur la crête du terris, disposée de façon à :

» 1° Assurer au plan incliné la largeur nécessaire pour deux voies de rails, sans qu'il soit besoin de parfaire au moyen de déblais rapportés, etc. ;

» 2° Prévoir le tassement du terris qui a pour effet de modifier la pente du plan incliné.

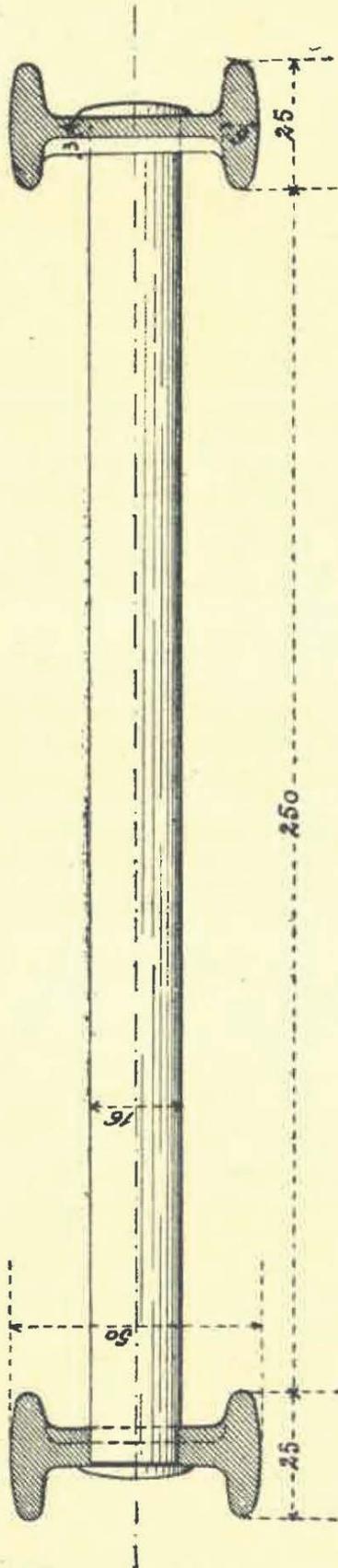
» La charpente est munie de deux verrins à vis, destinés à son relevage suivant la pente du plan incliné et portée par des galets qui lui permettent de rouler pendant ce relevage.

» Le treuil est placé sous la trémie, entre les deux voies de rails et au-dessus de leur niveau, de façon que le mécanicien puisse manœuvrer les leviers des registres qui donnent écoulement à la trémie, sans cependant être exposé au moindre accident.

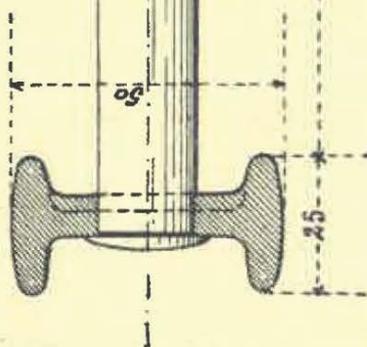
» La trémie est surmontée d'un culbuteur roulant, permettant de déverser en tous les points de sa longueur, Le treuil est protégé par un petit bâtiment, dont le mur d'avant est découpé par deux portes, donnant entrée et sortie aux wagonnets et par une fenêtre permettant au mécanicien de suivre la marche du wagonnet montant. Les tambours du treuil sont réunis entre eux par boulons, de façon que l'un d'eux étant calé sur l'arbre et l'autre fou, on puisse dévider la longueur du câble nécessaire chaque fois que la charpente-flèche est remontée. »

*Echelles de Mines.* — M. Brouhon, dont nous nous sommes déjà occupés précédemment, avait exposé des échelles de mines construites en vue d'une légèreté plus grande et d'une meilleure prise à la main, tout en conservant au moins la même résistance que les échelles ordinaires à montants en fer plat.

*Coupe C.D.*



*Coupe A.B.*



*Vue longitudinale d'un montant.*

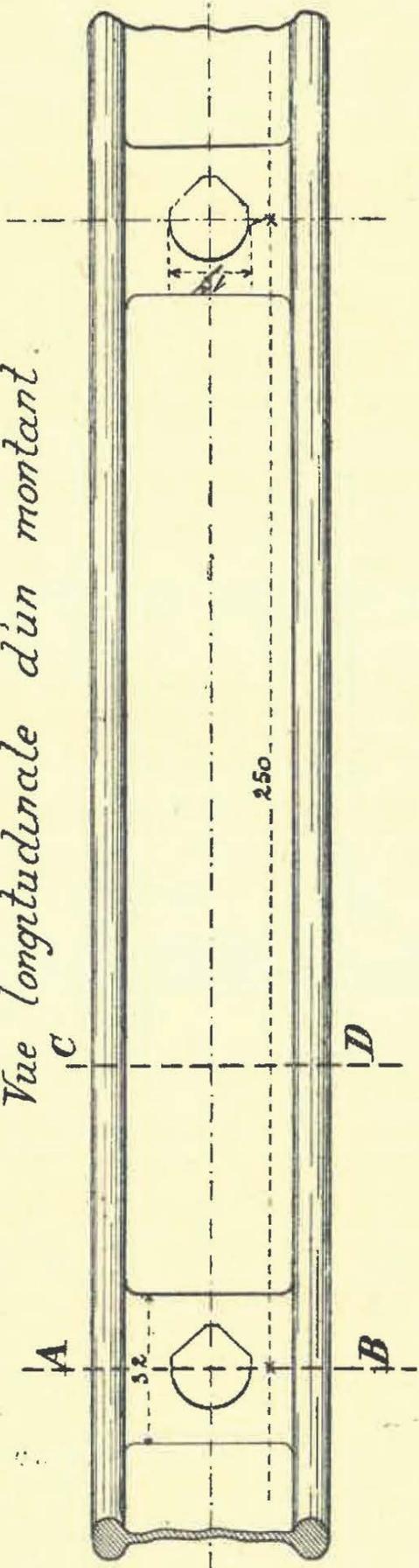


FIG. 49

Les montants sont profilés à double bourrelet avec une âme mince de 4 millimètres d'épaisseur. Les bourrelets ont 25 millimètres de largeur et 6 millimètres d'épaisseur. Le montant a 50 millimètres de hauteur. A l'endroit de l'encastrement des échelons, l'âme est renforcée de 3 millimètres d'épaisseur, de façon à ce que la résistance en cet endroit soit au moins égale à celle des autres points, malgré l'affaiblissement dû à l'encastrement des échelons.

Les trous des échelons ne sont pas ronds; leur forme irrégulière représentée au croquis (fig. 49) a pour effet de les empêcher de tourner.

Les barres sont laminées directement à cette forme et le cylindre des laminoirs marque lui-même les trous à une profondeur de 2 à 3 millimètres; on supprime ainsi le traçage des trous.

Les échelles ont 250 millimètres de largeur; les échelons ronds ont un diamètre de 16 millimètres.

Leur poids est de 9 kilogrammes par mètre courant.

---

Ici s'arrête notre travail. Ainsi qu'il a été dit en commençant, nous n'avons eu en vue que de signaler ce qui, à l'Exposition de Bruxelles, nous a paru le plus intéressant et le plus nouveau dans le domaine de l'Exploitation des Mines.

Sans doute, des innovations autres que celles révélées par l'Exposition, ont été introduites partout, au cours de ces dernières années, dans la technique minérale et notamment dans notre pays. Il eut été intéressant et instructif de les faire connaître. Malheureusement, par suite du trop petit nombre des charbonnages de Belgique qui ont pris indivi-

duellement part à notre World's Fair en exposant leur matériel et leurs procédés, notre tâche s'est trouvée très limitée.

Cette constatation nous amène à émettre ici le vœu de voir, dans les prochains grands concours internationaux, notre industrie minière représentée par un groupe plus compact d'exposants. La Belgique a été le berceau de l'exploitation des mines sur le Continent : de tout temps ses procédés ont joui d'un grand renom à l'étranger et ses ingénieurs, ses porions et ses ouvriers ont été, et sont encore, dans certains pays, les éducateurs ou les initiateurs dans l'art des mines.

L'industrie minière belge se doit donc à elle-même de s'affirmer hautement et de ne perdre aucune occasion de témoigner devant le monde entier de sa vitalité, de la science et l'initiative de ses ingénieurs et de l'habileté de ses ouvriers.

Bruxelles, janvier 1898.

---