

MÉMOIRES

INSTALLATION

DANS LES

PUITS DE MINES

DE

signaux pouvant être manœuvrés des cages en mouvement

PAR

J. KERSTEN,

Inspecteur général des Charbonnages patronnés par la Société
Générale de Belgique, à Bruxelles.

Depuis une douzaine d'années, on utilise dans les puits des charbonnages du bassin d'Ostrau-Karwin des signaux se manœuvrant des cages en mouvement.

Ayant eu l'occasion, lors d'un récent voyage dans ce bassin, de voir plusieurs de ces installations, nous croyons intéressant de décrire ce qui s'est fait dans ce genre jusqu'aujourd'hui dans la susdite région.

D'une manière générale, on peut diviser les systèmes employés à Ostrau-Karwin en trois catégories bien distinctes :

- 1° les signaux purement électriques ;
- 2° les signaux purement mécaniques ;
- 3° les signaux utilisant à la fois la mécanique et l'électricité.

I. — Signaux purement électriques.

Le principe de ce système est le suivant : dans chaque compartiment un conducteur nu, tendu sur des isolateurs, constitue une branche du circuit électrique, l'autre branche

REÇU. LE 30. 7. 13

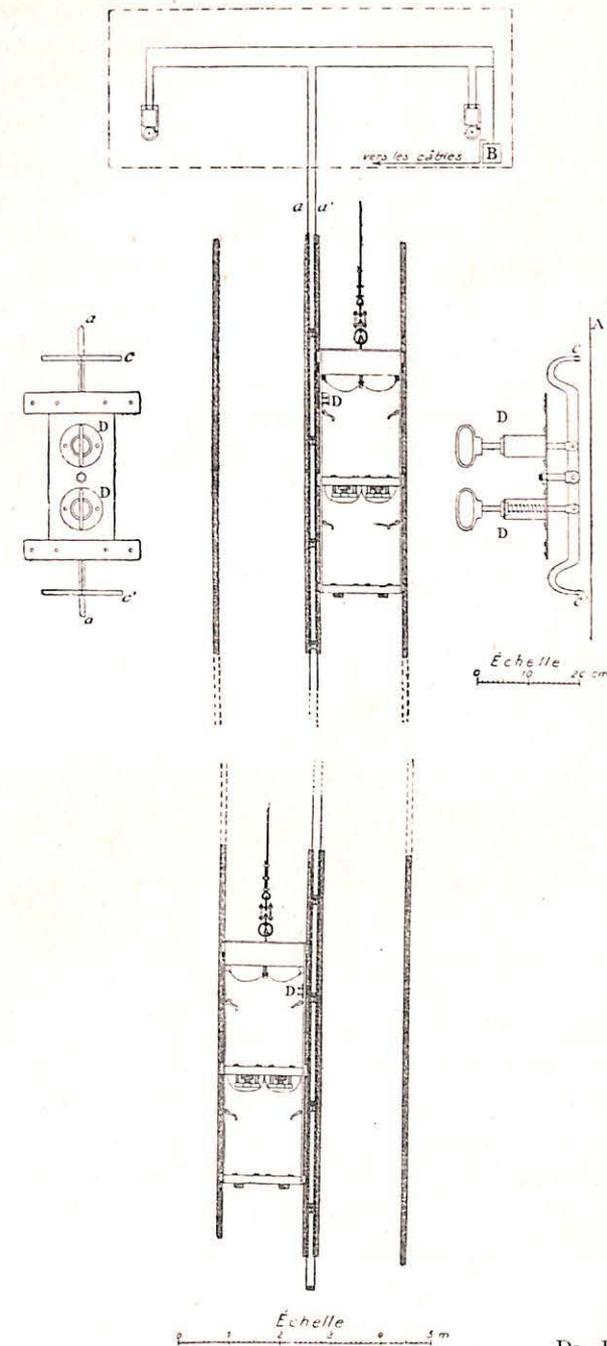
est formée par le câble en acier qui soutient la cage. La sonnerie de la surface est reliée, d'une part, à l'arbre de la machine d'extraction ou aux molettes et d'autre part, au conducteur nu. On place généralement deux sonneries, l'une près du taqueur, l'autre près du mécanicien. Le courant est produit par une pile électrique ou par une magnéto qui se manœuvre dans la cage. Dans le premier cas, la personne se trouvant dans la cage ferme le circuit en appuyant, contre le conducteur nu, un contact métallique relié par un fil isolé au câble de suspension. Dans le second cas, un trolley fixé à la cage frotte constamment sur le conducteur nu, la magnéto est reliée au câble et au trolley et le signal se donne en tournant la manivelle de la magnéto (1).

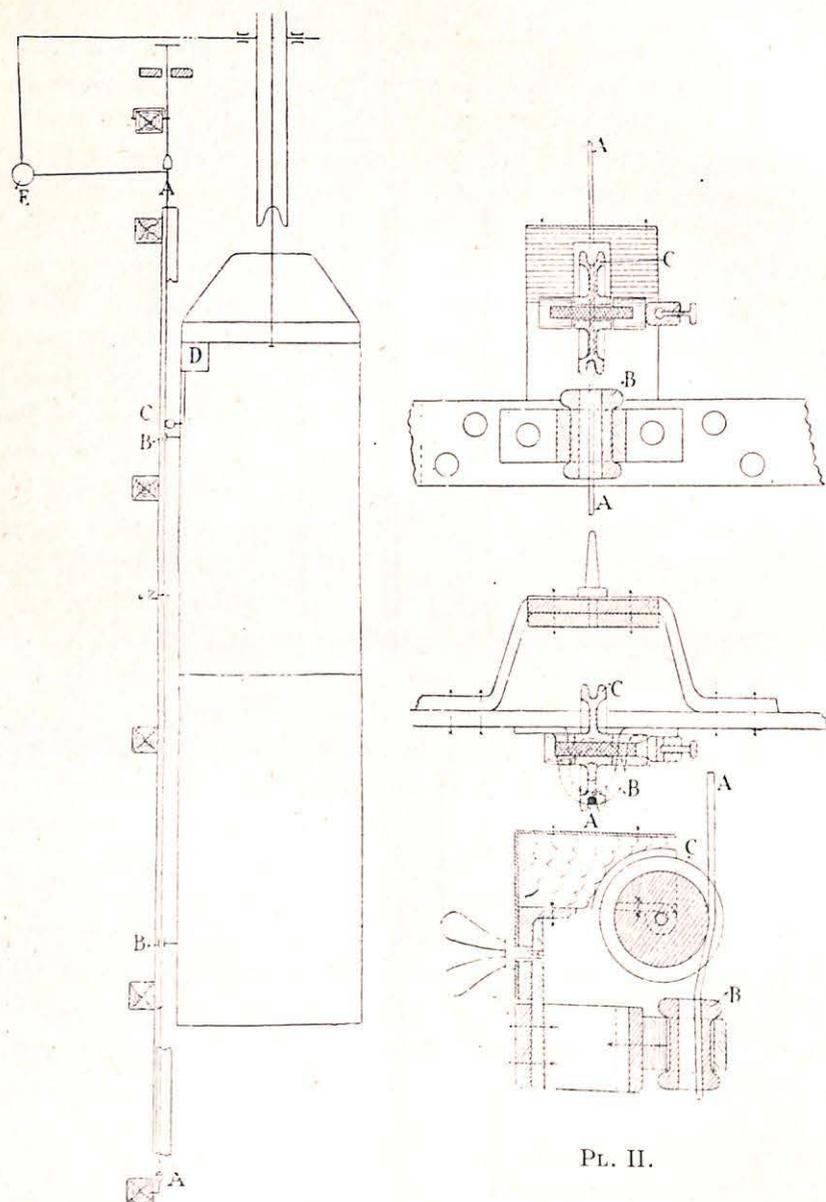
Pour assurer un bon contact du trolley avec le conducteur, on fixe souvent ce conducteur en haut et en bas du puits seulement, et on le guide par deux petits anneaux isolés attachés à la cage.

La planche I donne quelques détails d'une installation du premier genre fonctionnant au siège Gabriel de la Société « Herzog Friedrich » à Karwin (2). Le guidonnage est en bois et les conducteurs en cuivre nu $a a'$ sont tendus contre le partibure. Les frotteurs $c c'$ sont appuyés sur ce conducteur au moyen de l'une des pièces D qui sont rappelées en arrière par des ressorts à boudin, quand on les abandonne à elles-mêmes. A la surface, une sonnette à trembleur pour chaque compartiment de puits est placée auprès du machiniste et fonctionne par le courant d'un élément Leclanché B dont un pôle est relié aux conducteurs a et a' et l'autre aux câbles d'extraction.

(1) Une installation similaire a fonctionné au puits n° 14 des Charbonnages de Monceau-Fontaine (Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. XVI (1911), 2^e livr.)

(2) Devenue la propriété de la « Oesterreichische Berg- und Hüttenwerk Gesellschaft. »





Pl. II.

La planche II montre un signal électrique du deuxième genre fonctionnant à Ostrau au puits Thérèse de la Société de Witkowitz. Un cordon d'acier *A* de 4 millimètres de diamètre règne le long de chaque compartiment et est fixé au fond et à la surface au moyen d'isolateurs. Ce cordon passe dans deux cylindres *B* faits de matière isolante attachés à la cage. Un de ces cylindres se trouve dans le haut, l'autre dans le bas de la cage. Une poulie de cuivre *C* presse contre le cordon et son axe est relié à un pôle de la magnéto *D* dont l'autre pôle est connecté au câble d'extraction. Ce signal est installé jusqu'à la profondeur de 665 mètres; la magnéto donne une tension de 70 volts. La résistance électrique de l'ensemble est de 180 ohms.

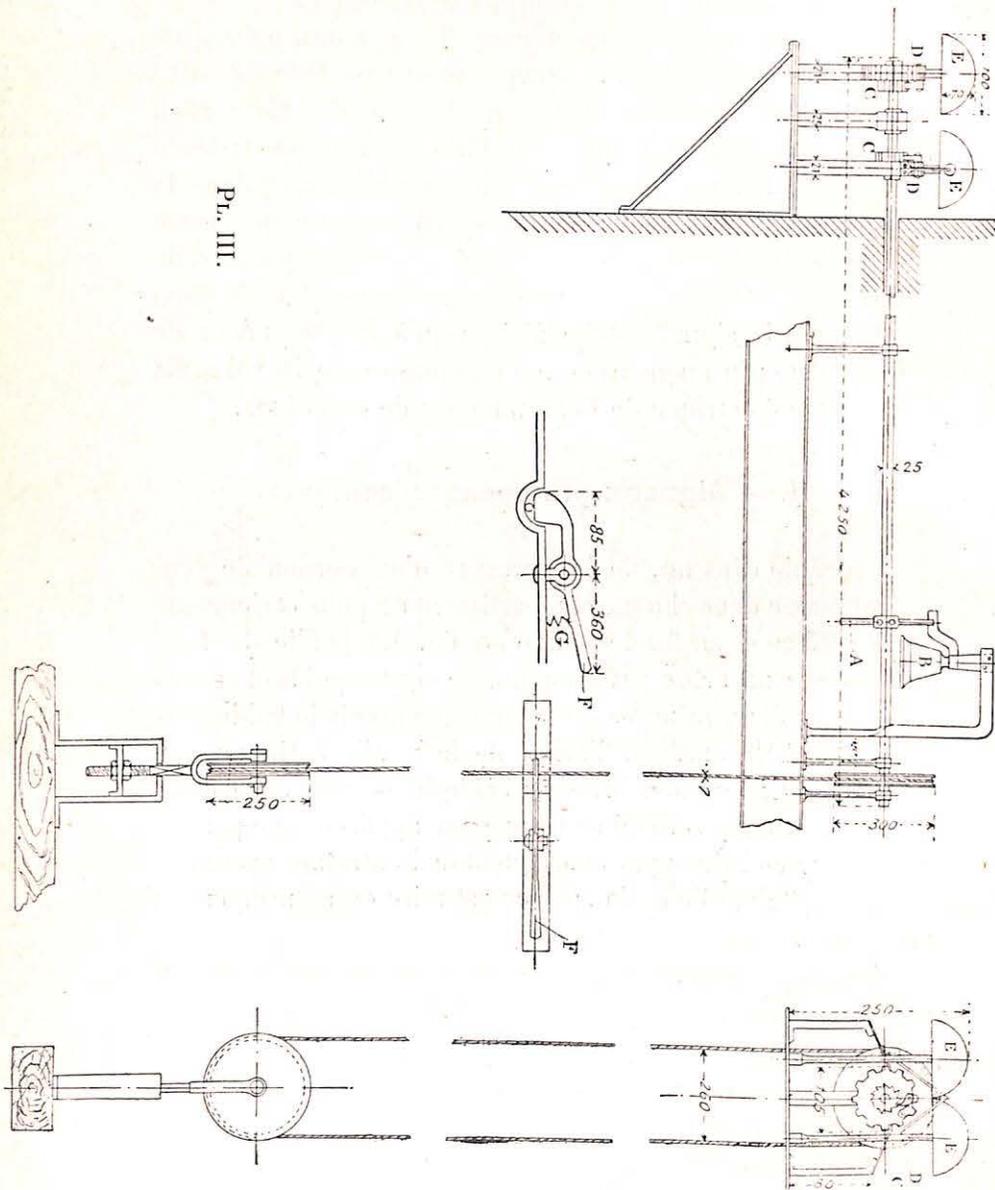
II. — Signaux purement mécaniques.

Un câble sans fin, de la grosseur d'un cordon de sonnette, passe dans chaque compartiment du puits et s'enroule à la surface et au fond sur une poulie. La poulie du fond tourne sur un arbre parfois muni de contre-poids et coulissant dans deux rainures de façon à maintenir le câble sous tension. A la surface, l'arbre de la poulie actionne une sonnerie. Chacun des brins du câble longe une cage d'extraction et dans celle-ci se trouve un appareil qui permet de pincer ce brin et par conséquent de l'entraîner avec elle. Dès lors, la poulie de la surface est mise en mouvement et la sonnerie fonctionne.

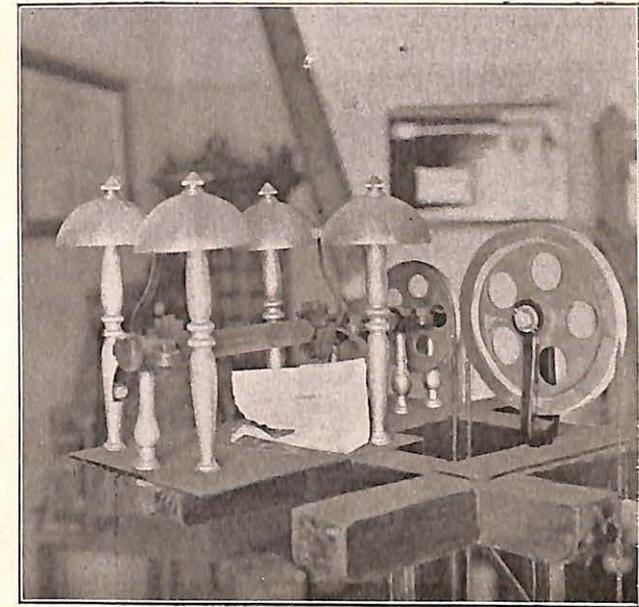
Comme on n'emploie généralement qu'un seul câble, il faut nécessairement que cette sonnerie puisse marcher dans les deux sens.

Sur la planche III, nous avons représenté le signal employé au puits Lucie des « Comtes Wilczek », à Ostrau. Un câble de 7 millimètres s'enroule sur deux poulies : celle du fond du puits est maintenue par une tige filetée avec

Pl. III.

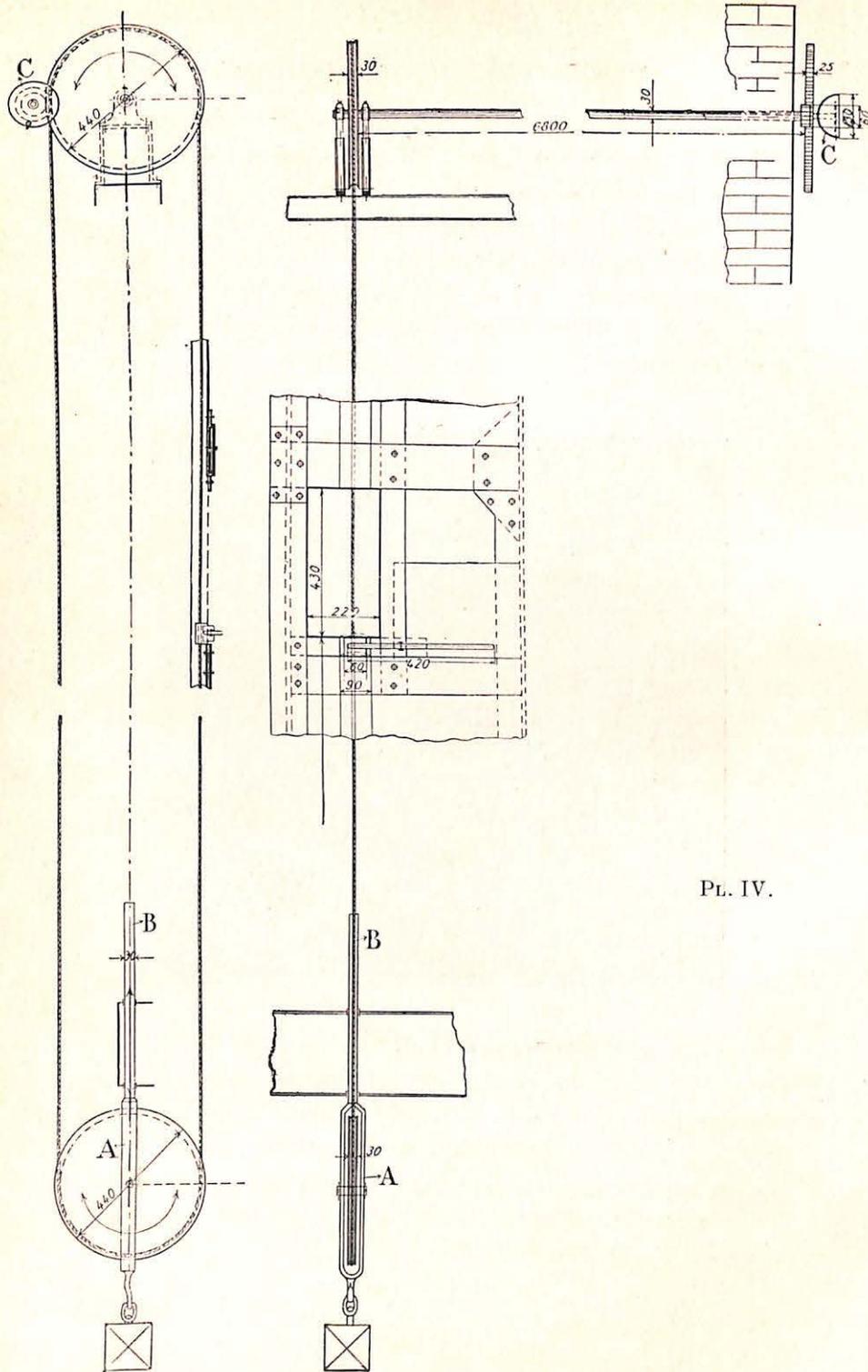


deux écrous qui permettent de tendre le câble à volonté; celle de la surface actionne un arbre qui porte une came *A* laquelle, pendant la rotation, vient frapper une cloche *B* servant le signal aux taqueurs. L'arbre est prolongé jusque dans la salle de la machine d'extraction. Son extrémité porte deux roues à rochet *C* qui enclanchent chacune, dans un sens différent, une roue à dents *D*. Les roues à dents en tournant font battre les timbres *E*. Par suite de



la disposition des roues à rochet, chaque roue à dents ne tourne que dans un sens, ce qui est indispensable puisque le câble peut produire la rotation de l'arbre dans les deux sens. Le cliché photographique ci-dessus représente l'appareil de sonnerie.

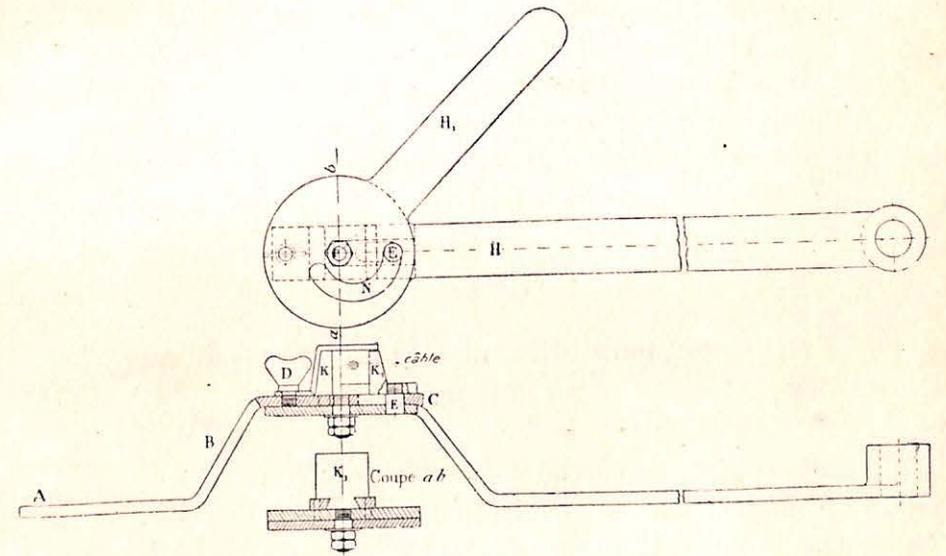
Les cages sont munies d'une pince *F* qui peut serrer le câble contre un montant de la cage.



PL. IV.

Quand on lâche la pince, elle est rappelée en arrière par un ressort *G*. Les croquis que nous produisons donnent les dimensions des pièces principales de cet appareil qui fonctionne jusqu'à la profondeur de 338 mètres. Une variante de ce système est employée au puits Michel de la « Kaiser Ferdinands Nordbahn, » à Ostrau (voir planche IV).

Ici, le câble est tendu par un poids attaché au cadre *A* qui porte la poulie du fond. Ce cadre est terminé vers le haut par une tige guidée dans deux trous forés dans le fer *U* qui sert de partiture. A la surface, l'arbre de la poulie pénètre dans la salle de machine et au moyen d'un engrenage multiplicateur, il actionne un timbre *C*. Ce signal est installé jusqu'à la profondeur de 510 mètres.



PL. V.

Le câble, de 9 millimètres de diamètre, est formé de 72 fils d'acier ayant une résistance à la rupture de 120 à 130 kilogs. L'installation complète a coûté 680 couronnes, dont 480 pour le câble.

Dans chaque charbonnage du bassin, on trouve des systèmes différents de pinçage du câble.

La planche V indique l'un de ceux-ci, dans lequel le

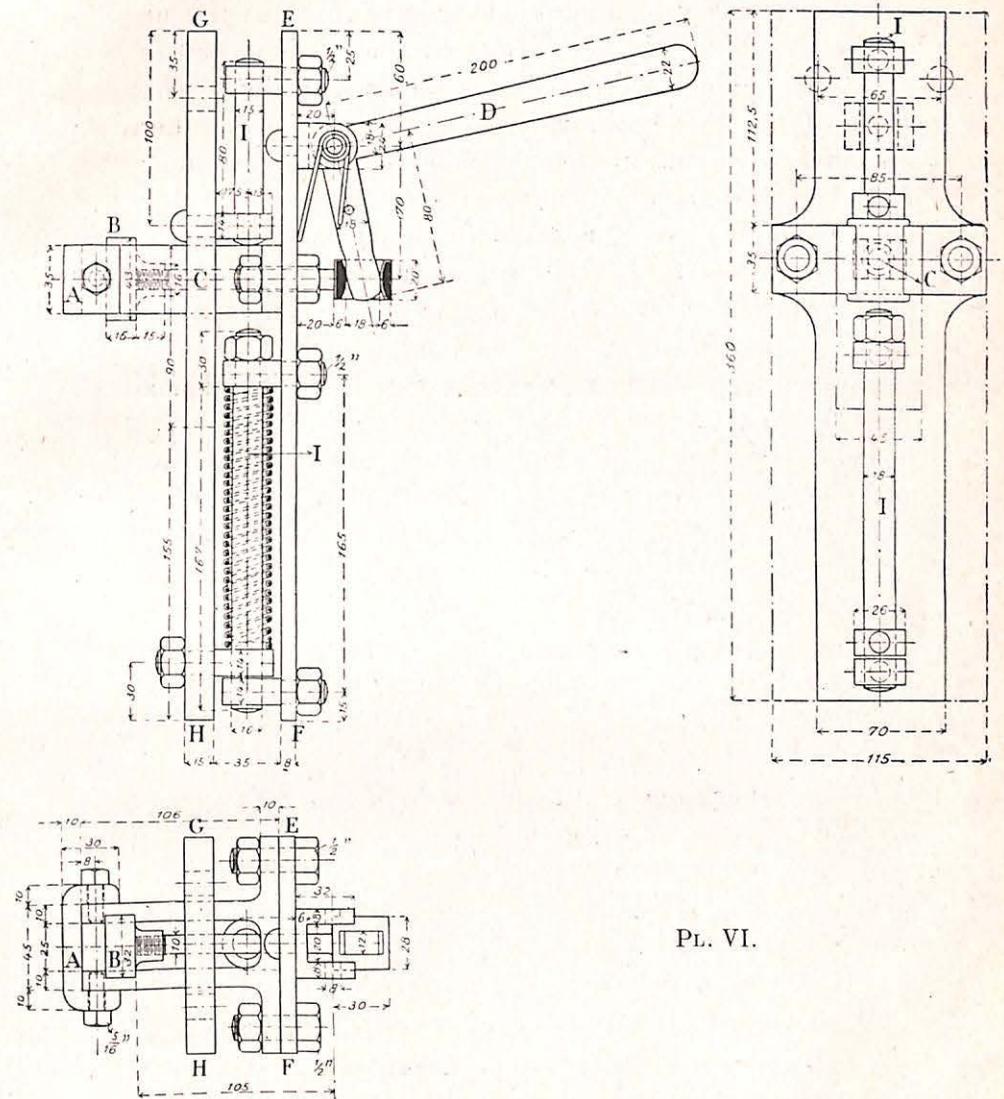
câble est pressé entre une joue fixe K et une joue mobile K_1 , qu'on en rapproche au moyen d'un levier H . Une pièce ABC boulonnée à la cage porte la joue K fixée par une vis D ; la joue K_1 est terminée par une queue d'hironde dans laquelle passe un pivot qui coulisse dans une rainure N en arc de cercle faisant corps avec le levier H . Cette rainure est excentrée par rapport à l'axe de rotation du levier de manière que quand celui-ci est soulevé, la joue K_1 est rapprochée de la joue K et le câble est pincé entre les deux. A ce moment, la lame H_1 , qui a tourné avec le levier, est saisie par un verrou qui maintient l'ensemble dans la position de serrage.

Un autre système employé à Karwin est figuré planche VI. Le câble est pincé dans une mâchoire dont une pièce A est fixe et l'autre B est rapprochée par une tige C poussée par un levier coudé D . Ce levier est maintenu par un ressort à lame. Tout le mouvement est boulonné à une plaque EF qui est reliée à une membrure GH de la cage par l'intermédiaire de deux tiges guides I dont l'une porte un ressort à boudin. De cette façon, si le pincement du câble se fait trop brusquement, le choc est amorti par l'action de ce ressort.

III. — Signaux utilisant à la fois la mécanique et l'électricité.

Ce système comprend deux variantes : dans la première, on emploie dans le puits la même disposition de câble que dans le signal mécanique, mais l'arbre de la poulie de la surface actionne un signal électrique. Dans la deuxième, chaque compartiment du puits renferme un câble qu'on peut raccourcir et qui ferme alors à la surface un contact électrique.

Comme exemple de la première variante, nous citerons



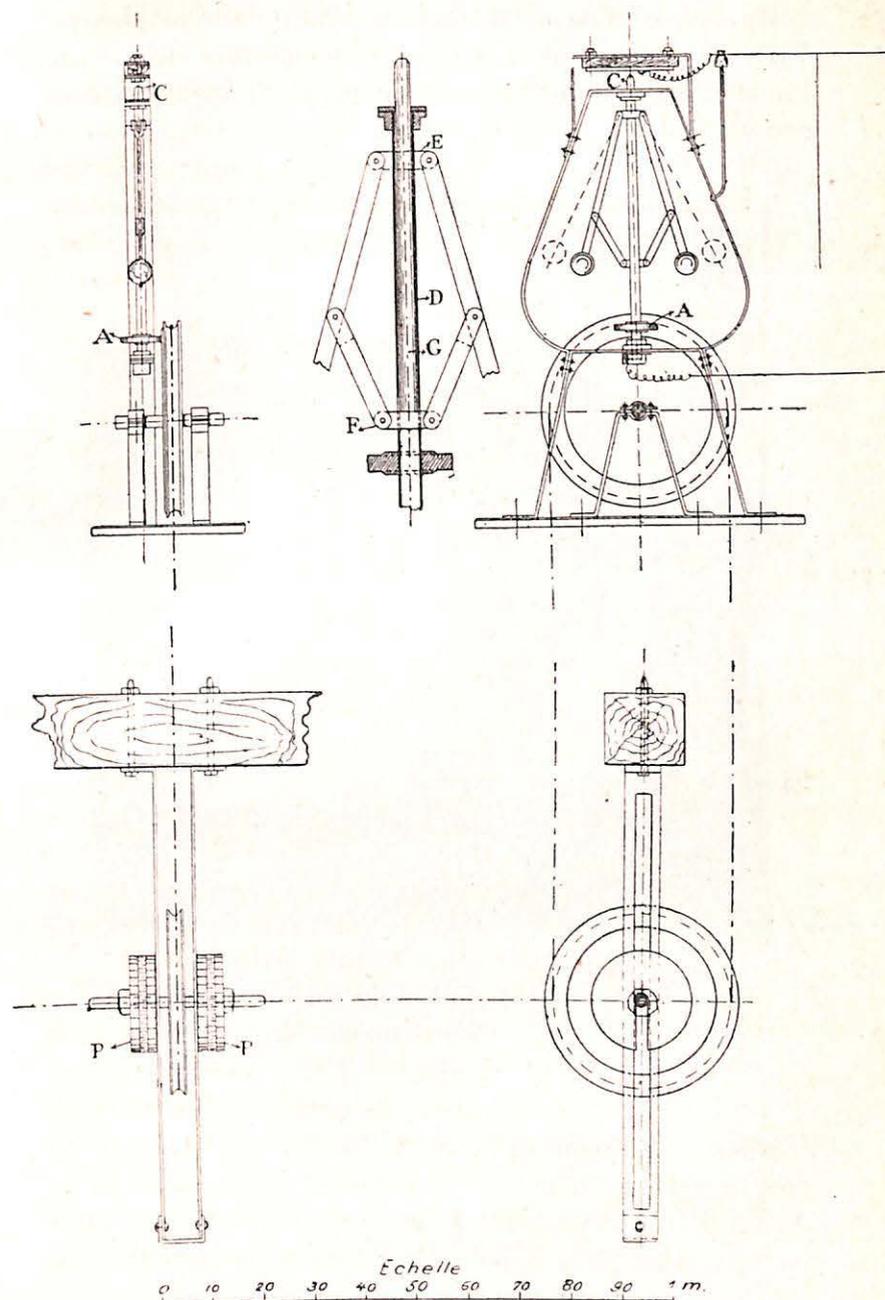
PL. VI.

l'installation du siège Ignace de la Société « Marie-Anne », à Marienberg (Ostrau) (voir pl. VII). Dans le puits se trouve un câble sans fin de 8 millimètres enroulé sur deux poulies; celle du fond est portée par un axe qui coulisse dans deux rainures et tend le câble au moyen de deux poids *P*. Celle de la surface, placée sur le palier des molettes, porte sur un côté une feuille épaisse de caoutchouc dans laquelle s'imprime une petite roue dentée *A* calée sur la tige d'un pendule conique.

Quand le câble est mis en mouvement, la poulie fait tourner la roue dentée *A*, le pendule s'ouvre, lève son axe et ferme un contact *C* qui actionne une sonnerie électrique dans la salle de la machine d'extraction, et une autre auprès des taqueurs.

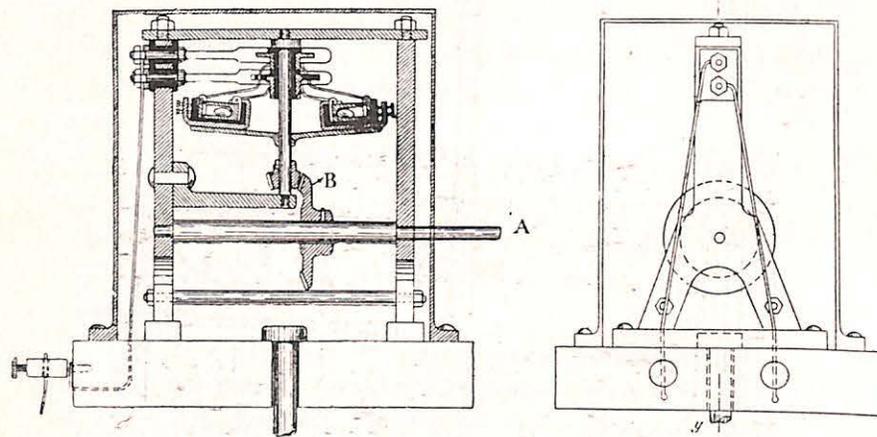
La planche VII montre la disposition de l'axe creux du pendule; cet axe est formé d'un tube *D* qui porte la roue dentée et la bague supérieure *E* réunissant les deux bras du pendule. La pièce inférieure *F* qui soutient les bielles est fixée à une tige *G* qui glisse à l'intérieur du tube, dans lequel deux rainures sont ménagées à l'endroit du passage de la pièce *F*. Quand le pendule s'ouvre, cette tige *G* est soulevée et son extrémité supérieure vient s'appliquer sur une feuille de cuivre reliée à un pôle de la pile électrique. La feuille de cuivre est soutenue par l'intermédiaire d'un bloc de bois servant d'isolant. L'autre pôle de la pile est connecté au support du pendule. La pile se compose de 12 éléments Leclanché donnant 18 volts, et le courant nécessaire à l'actionnement des sonneries est de 1/2 ampère.

Pour fermer le contact électrique, on utilise aussi la force centrifuge agissant sur du mercure.



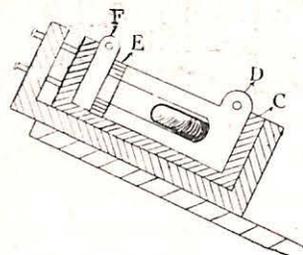
PL. VII.

Un dispositif semblable est représenté sur la planche VIII. La poulie de la surface agit sur un arbre *A* qui, par l'intermédiaire d'un engrenage conique *B*, fait tourner un axe vertical.



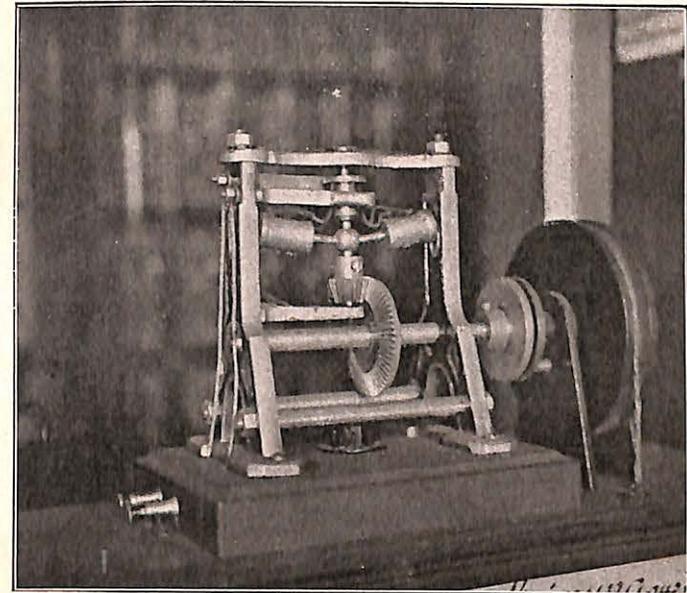
Pl. VIII

Cet axe porte deux bras, sur les extrémités desquels sont fixés deux tubes fermés constitués comme suit :



A l'intérieur de chaque tube, se trouve un cylindre creux *C* de matière isolante; dans celui-ci un second cylindre *D* en cuivre, terminé à une extrémité par un anneau en substance isolante *E* et fermé ensuite par un couvercle en cuivre *F*. Une goutte de mercure est placée dans le cylindre *D* qui communique par un fil de cuivre isolé à une bague fixée à l'arbre vertical *B* et contre laquelle frotte un balai. Le couvercle *F* communique de la même manière à une autre bague et un autre balai. Ces balais sont réunis aux pôles

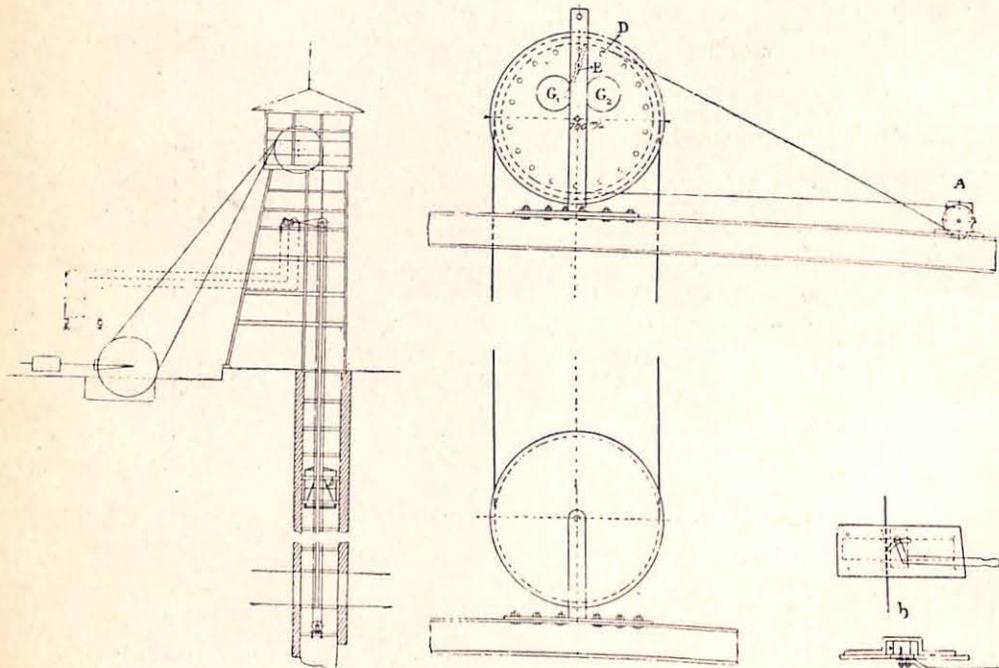
de la pile qui fait marcher la sonnerie. Quand l'appareil est au repos, les bulles de mercure se tiennent au fond des tubes par suite de l'obliquité des bras et le circuit électrique est ouvert, mais aussitôt l'arbre en mouvement, la force centrifuge applique le mercure sur les couvercles *F*, le circuit est fermé et la sonnerie fonctionne. Le cliché photographique ci-dessous montre le système prêt à fonctionner.



Cet appareil, construit par la maison Johann Vaca et Emil Rosypal, à Mährisch-Ostrau, coûte 200 couronnes. Dans le bassin d'Ostrau-Karwin, il y en a une quarantaine en fonctionnement.

Certains exploitants ont combiné les signaux mécaniques et électriques comme le montre la planche IX, qui représente la disposition adoptée aux puits Josef et Johann de la « Kaiser Ferdinands Nordbahn ».

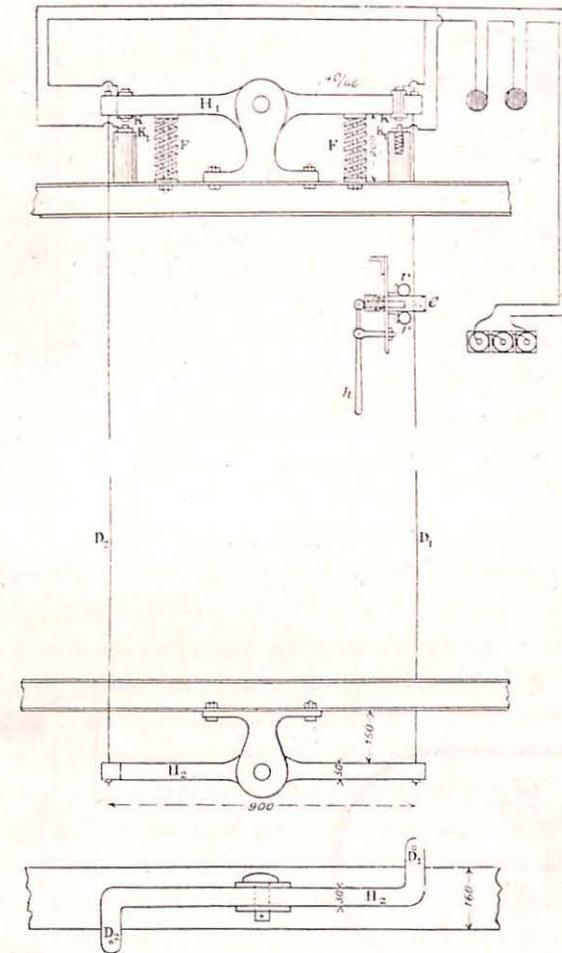
La poulie de la surface actionne une roue montée sur le même axe et à laquelle sont vissés des doigts D qui, lorsque la roue tourne, viennent buter contre un balancier E qui frappe les timbres $G_1 G_2$. On voit, d'après le croquis, que ce signal marche dans les deux sens de rotation de la poulie. Tout ceci se trouve placé dans le chevalement et avertit les taqueurs. L'arbre de la poulie porte de plus une roue à gorge qui, au moyen d'un cordon, actionne une petite magnéto A qui envoie du courant dans deux sonneries placées près du mécanicien.



PL. IX.

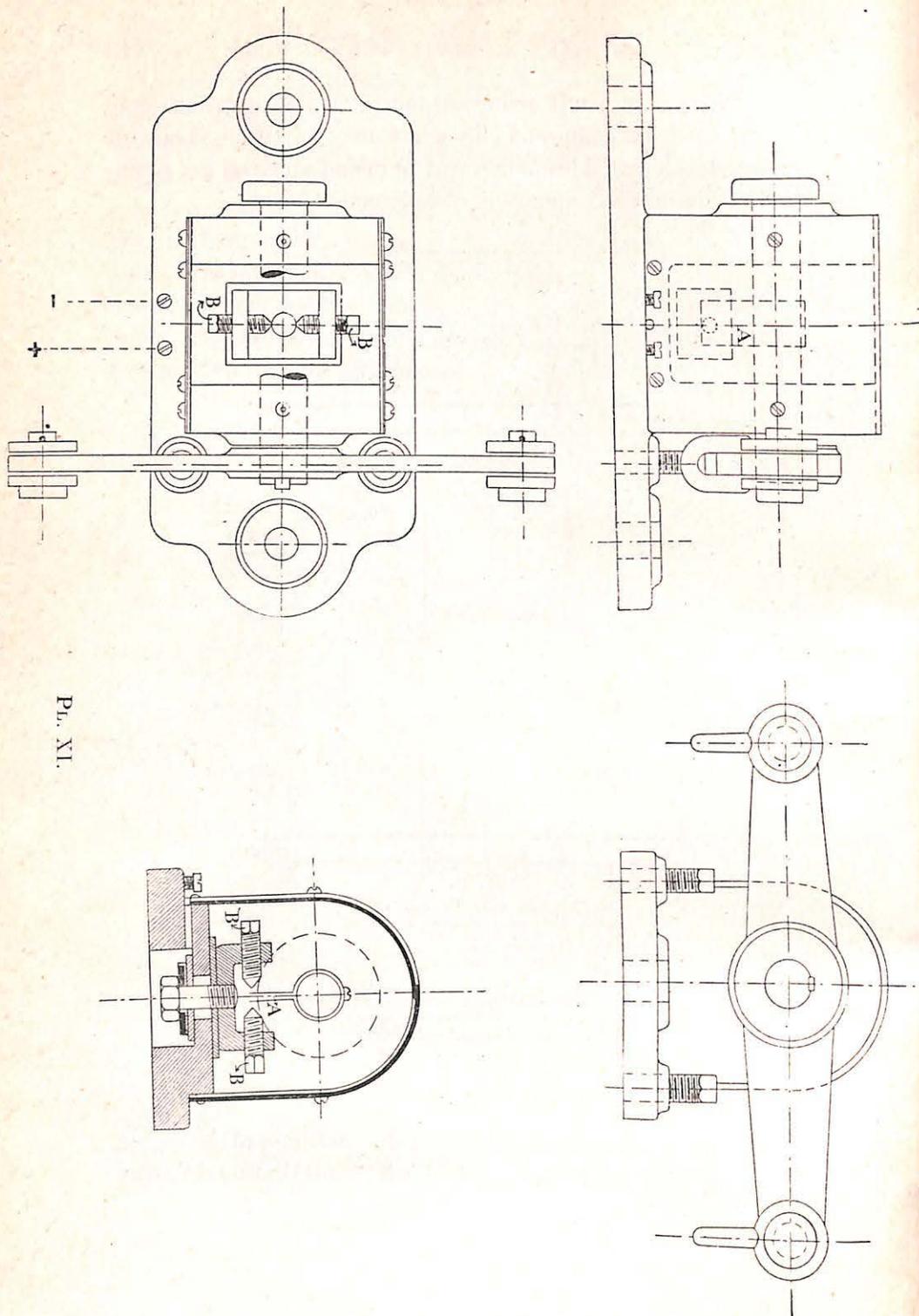
Sur la planche IX, nous avons donné également le croquis de la pince du câble employée avec ce système. Ce croquis est simple et ne demande aucune explication.

Nous en arrivons maintenant aux systèmes de la deuxième variante, qui comprend elle-même deux subdivisions suivant que les deux câbles actionnent le même appareil de signalisation ou deux appareils complètement séparés.



PL. X.

Comme exemple de deux câbles actionnant le même signal, nous produisons, planche X, l'installation du siège



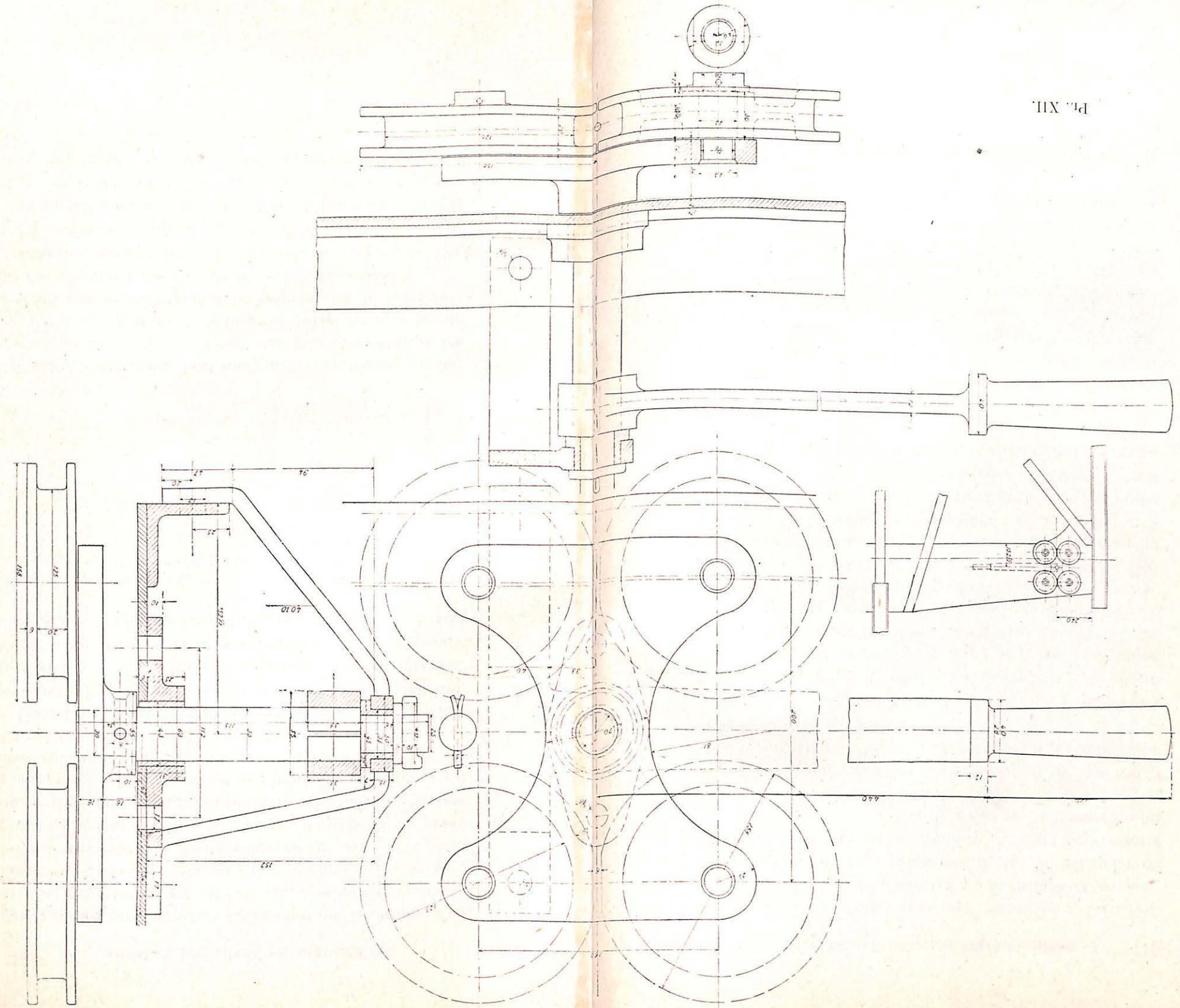
Pl. XI.

Hubert de la « Kaiser Ferdinands Nordbahn » à Ostrau. Les deux câbles D_1 , D_2 aboutissent à la surface et au fond aux extrémités de deux balanciers H_1 , H_2 . Le balancier de la surface est maintenu en équilibre par deux forts ressorts à boudin F , F . Quand, de la cage en mouvement, on raccourcit l'un des câbles, les balanciers s'inclinent et on réunit à la surface l'un des deux contacts K , K_1 , qui ferme ainsi un circuit dans lequel sont insérées une pile électrique et deux sonneries à trembleur.

La planche indique l'appareil fixé à la cage et qui permet le raccourcissement du câble. Comme on le voit, c'est un simple levier h qui appuie sur une tige f , laquelle pousse deux roulettes r sur le câble glissant dans un œillet e . Au siège Hubert, le signal est placé jusqu'à la profondeur de 400 mètres; les câbles ont $3^m/m5$ de diamètre. Le balancier, au lieu de réunir deux contacts à ses extrémités, porte dans certains cas une lame de cuivre A sur son axe (voir planche XI). Cette lame s'appuie sur un contact B , à gauche ou à droite suivant le sens de la rotation de l'arbre, et ferme ainsi le circuit électrique dont l'une des extrémités aboutit à cette lame et l'autre se bifurque pour se réunir à chacun des deux contacts B .

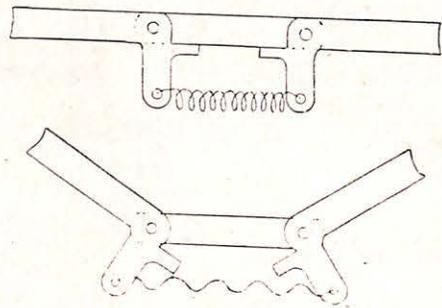
Dans tous les systèmes qui sont basés sur le raccourcissement du câble, un point délicat consiste dans l'appareil même de raccourcissement, car si cet appareil serre le câble trop fortement, celui-ci est inévitablement arraché. Aussi, les inventeurs se sont-ils ingénies à trouver des dispositions qui permettent un raccourcissement notable, tout en laissant glisser doucement le câble. Dans cet ordre d'idées, nous croyons intéressant de reproduire planche XII en détails d'exécution, un appareil de raccourcissement appliqué à Poremba et qui paraît réunir parfaitement ces deux conditions.

Cet appareil est constitué essentiellement par quatre



galets portés sur une même flasque qui pivote autour d'un axe central. Sur cet axe est calé un levier manœuvrable de l'intérieur de la cage. Quand l'appareil ne fonctionne pas, les galets occupent la position figurée au plan et le câble glisse librement entre les deux paires de galets. Mais quand on abaisse ou qu'on soulève le levier, tout le système s'incline, le câble doit suivre une ligne sinuée, et il est donc raccourci tout en continuant à glisser librement sur les galets qui se mettent alors à tourner.

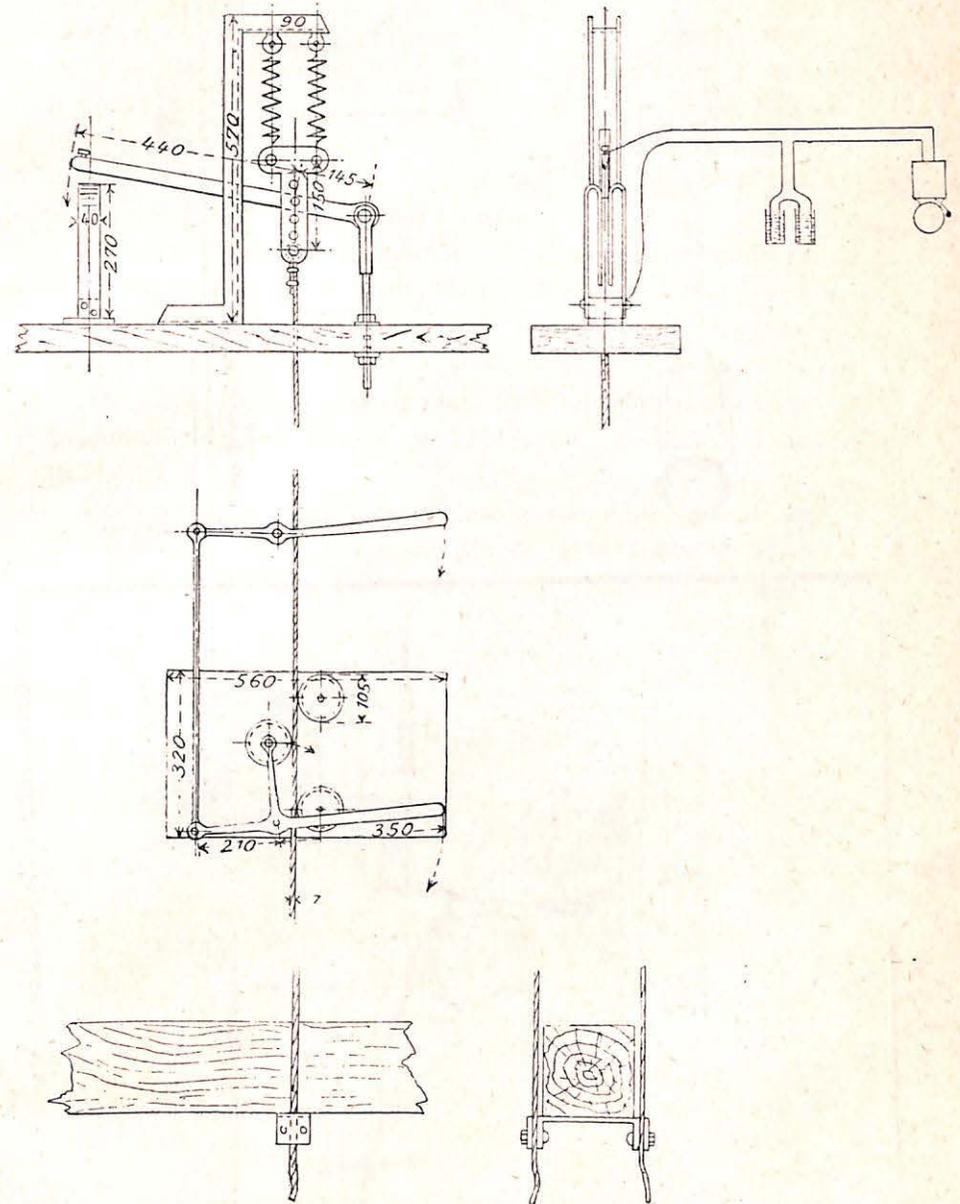
Quand un signal par raccourcissement du câble est mis en œuvre, il arrive parfois, si le raccourcissement est trop brusque, que les balanciers reçoivent des trépidations. Pour éviter dans ce cas des ruptures de pièces, on constitue souvent chaque bras du balancier de trois barres



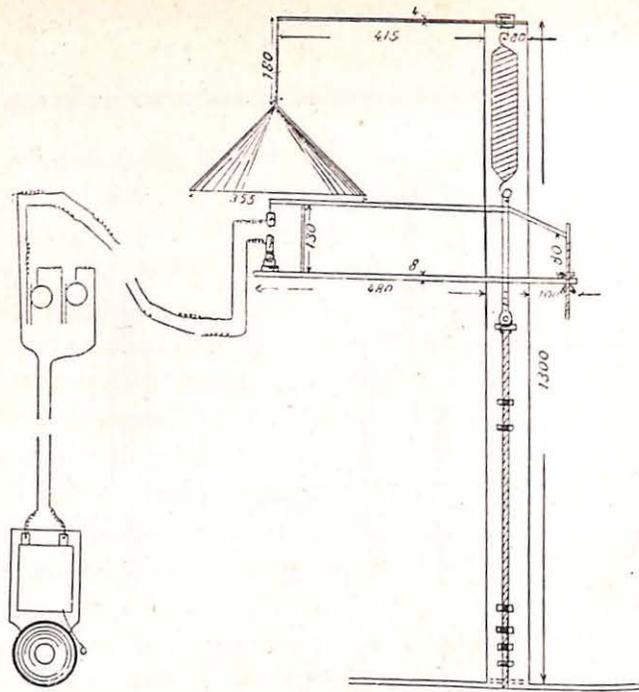
articulées, maintenues dans une position rectiligne par un ressort, comme le montre le croquis ci-contre: Quand les trépidations se marquent, le bras du balancier appuie sur le contact en le déformant et les trépidations ne martèlent pas l'une contre l'autre les deux bornes du contact.

Nous donnerons à présent les systèmes où chacun des câbles actionne un signal séparé et indépendant.

Au puits Emma de la Société « Graf Wilczek » à Pölnisch Ostrau (planche XIII), les câbles sont fixés au fond du puits par un fer U, une clame et deux boulons. A la



Pl. XIII

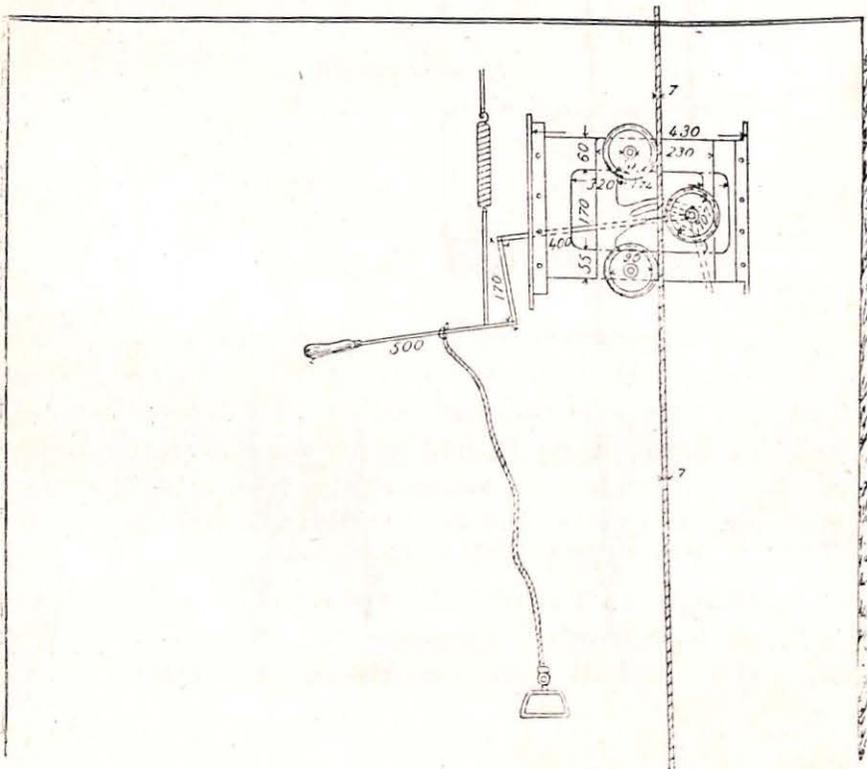


surface, chacun d'eux est tendu par deux ressorts; une pièce en forme de T termine le câble. La tête de ce T peut appuyer sur un levier. Quand on raccourcit le câble, l'extrémité de ce levier vient s'engager entre deux lames de cuivre. Le levier est réuni à une borne du circuit électrique et les deux lames de cuivre à l'autre.

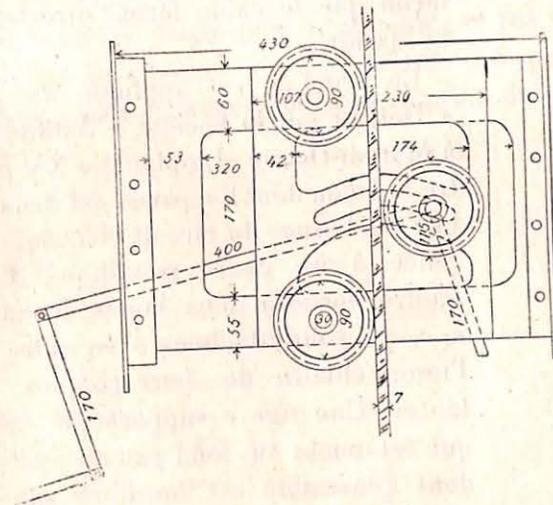
La planche donne le principe de l'appareil permettant le raccourcissement du câble. On remarque que cet appareil est muni de deux poignées, une pour chaque étage de la cage.

Au siège Emma, ces signaux fonctionnent jusqu'à la profondeur de 387 mètres; les câbles ont 7 millimètres de diamètre.

Un appareil de signalisation assez semblable donne de bons résultats au siège Johann Maria de la même Société (voir planche XIV). Ici, le câble, en se raccourcissant,

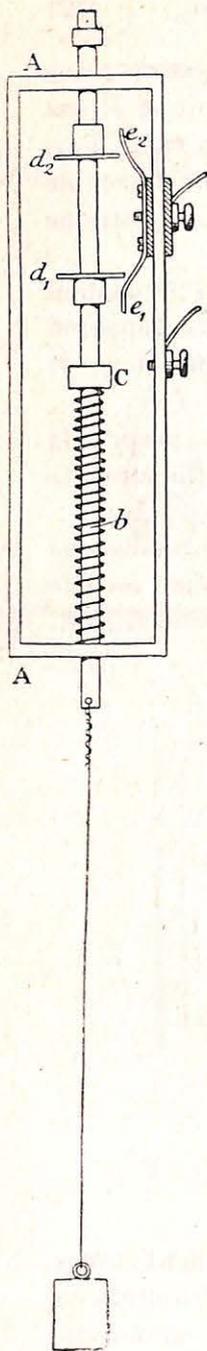


PL. XIV.



Détail de la planche XIV.

abaisse un levier qui appuie l'une sur l'autre les deux bornes du circuit électrique. Nous reproduisons les dispositions du système surtout pour montrer l'appareil de raccourcis-



Pl. XV.

sement du câble. On voit que le galet intermédiaire est porté par un axe qui peut se déplacer dans une coulisse en arc de cercle. Un jeu de fer avec un levier attire ce galet contre le câble, qui est ainsi raccourci. Une corde fixée au levier de manœuvre descend à l'étage inférieur de la cage.

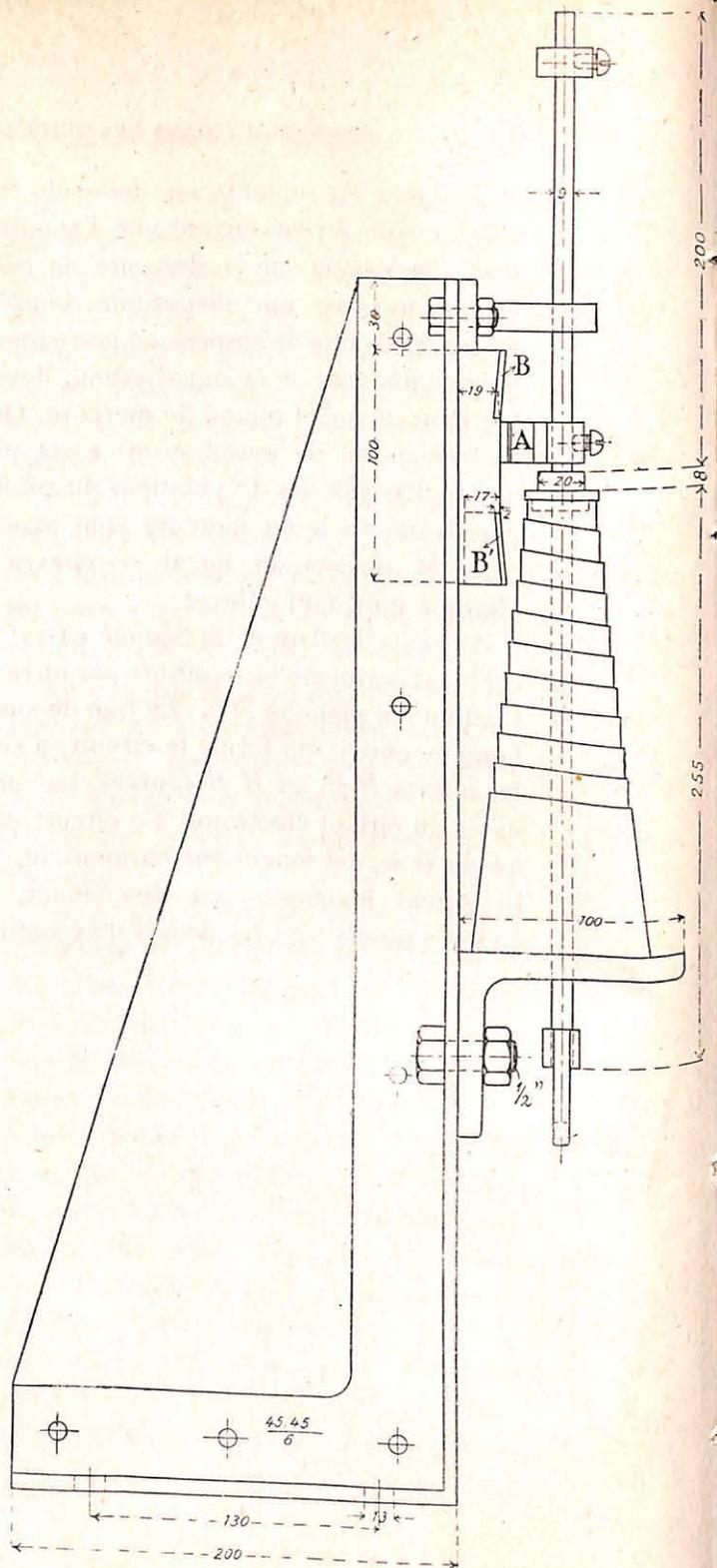
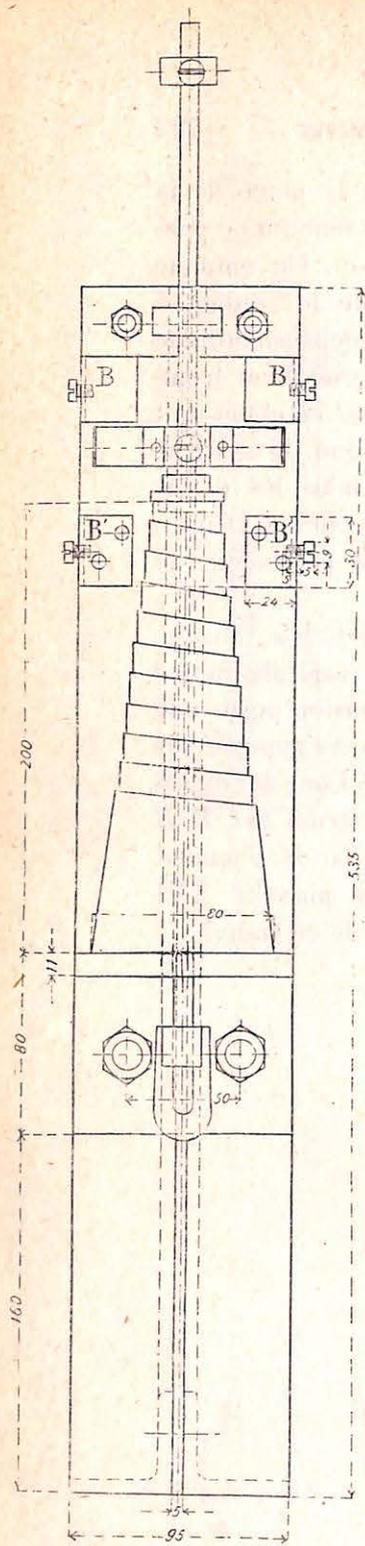
Pour une profondeur de 364 mètres, les câbles des signaux ont un diamètre de 7 millimètres. L'installation a coûté 80 couronnes et son entretien annuel revient à 100 couronnes environ.

Au lieu que le câble agisse à la surface sur un levier qui ferme le circuit électrique, les choses sont disposées dans quelques charbonnages de telle façon que le câble ferme directement ce circuit.

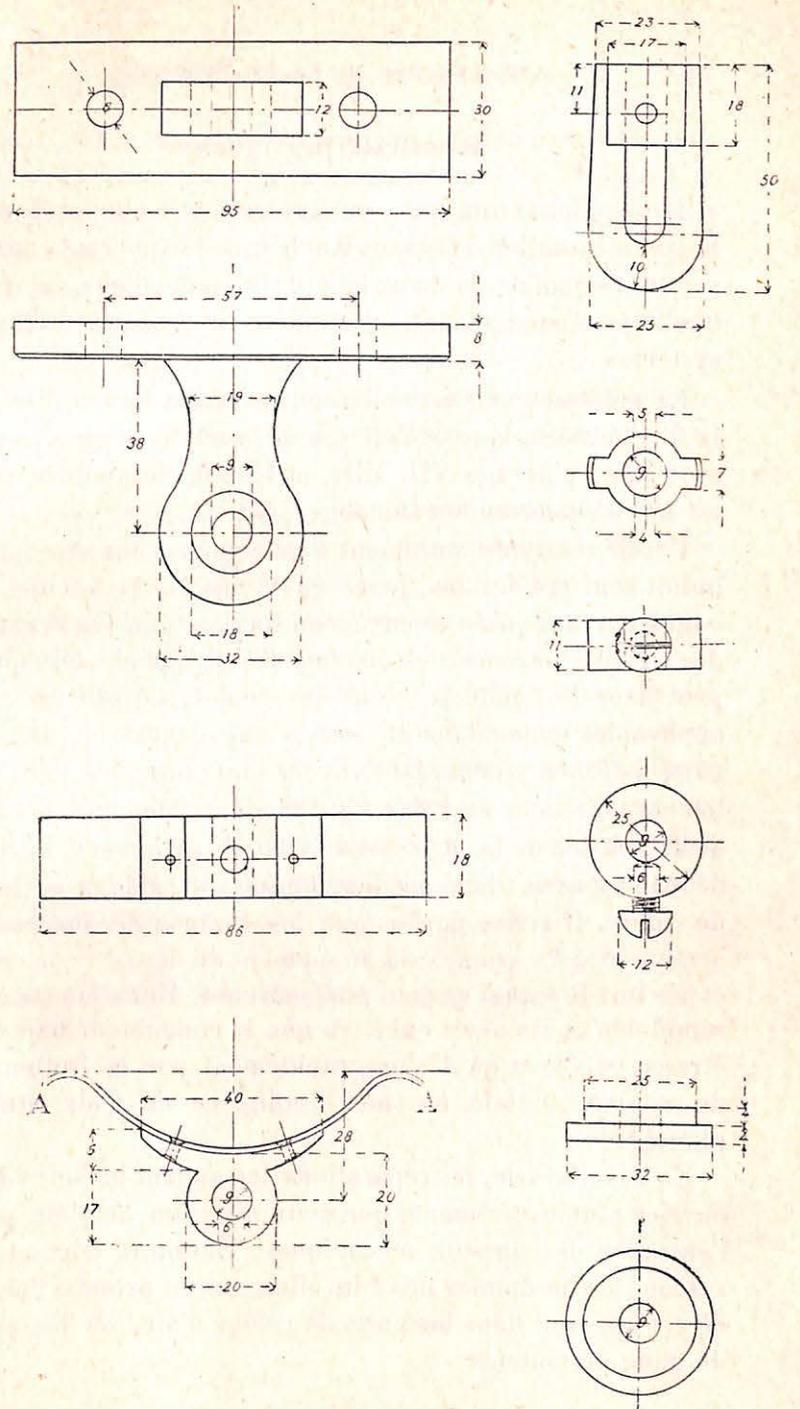
Ce principe est appliqué au puits « Tiefbau » de la Société « Witkowitz » à Märish-Ostrau. La planche XV montre la façon dont l'appareil est disposé : une des bornes du circuit électrique est reliée à un cadre métallique *A A* ; l'autre borne à deux lames de cuivre *e₁ e₂* qui sont attachées à ce cadre par l'intermédiaire de deux plaques isolantes. Une tige *c* supporte le câble, qui est tendu au fond par un poids et dont l'ensemble est équilibré par un ressort *b*. Sur cette tige se trouvent deux disques de cuivre *d₁ d₂* qui viennent en contact avec une lame *e₁* ou *e₂*

si le câble est remonté ou descendu par la pince de la cage, ce qui arrive suivant que l'appareil fonctionne pendant l'ascension ou la descente de celle-ci. On emploie également avec une disposition semblable le contact à mercure : la tige de suspension porte une cloche métallique qui, au moment de la signalisation, descend et vient tremper dans un godet rempli de mercure. Quand ce godet (fait de bois enduit de parafine) est assez profond, le système ne souffre pas des trépidations du câble, mais les pertes par évaporation du mercure sont assez grandes. D'autre part, la surface du métal se couvre de poussières de charbon qu'il faut enlever.

Au puits Tiefbau de la Société « Graf Larisch », chaque câble est maintenu en équilibre par un ressort spirale comme l'indique la planche XVI. La tige de suspension porte une lame de cuivre qui ferme le circuit en venant s'appuyer sur les bornes *B B*, ou *B' B'* réunies chacune à l'une des extrémités du circuit électrique. Ce circuit est fermé par *B B* quand le signal fonctionne en montant, et par *B' B'* quand le signal fonctionne en descendant. La planche XVI ci-après donne tous les détails d'exécution de ce signal.



Pl. XVI



Pl. XVI (suite).

Résultats pratiques.

Depuis douze ans que ces signaux sont employés dans le bassin houiller d'Ostrau- Karwin, les exploitants ont pu se rendre compte de la valeur de chacun d'eux, et voici quelle est l'appréciation qu'ils donnent sur ces différents systèmes :

La préférence va nettement aux signaux qui utilisent à la fois la mécanique et l'électricité, surtout à ceux représentés aux planches VII, VIII, et IX dans lesquels le câble est mis en mouvement sur deux poulies.

Parmi les types purement électriques, ceux à courant induit sont préférables, parce qu'on n'a pas à s'occuper du contact autant qu'avec ceux à courant continu. Un avantage des signaux purement électriques réside dans le fait qu'on peut fixer le conducteur sur les guides, ce qui les rend applicables même dans un puits à axe contourné. D'autre part, ils fonctionnent mal dans les puits humides, car l'isolement du conducteur fixe est difficile à obtenir. Si le câble de suspension de la cage sert de second conducteur, le point délicat consiste dans la jonction de ce câble avec le fil de cuivre. Il arrive parfois que les chaînes de suspension arrachent cette connexion au moment du départ de la cage, et dès lors le signal ne peut plus marcher. Enfin, un système semblable coûte assez cher, vu que le conducteur fixe doit être en cuivre et qu'il s'use rapidement par le frottement du contact mobile et sous l'influence de l'air atmosphérique.

En cas d'avarie, les réparations demandent les soins d'un ouvrier plus expérimenté que ceux que l'on emploie pour l'entretien des signaux mécaniques. Enfin, le contact est susceptible de donner des étincelles, ce qui prohibe l'usage de cet appareil dans les puits de retour d'air, ou les puits de mine grisouteuse.

Les signaux purement mécaniques ont donné satisfaction, mais à condition que l'on place une cloche sur le puits et une sonnerie près du machiniste, suivant les dispositions figurées planches III et IX par exemple. Il faut cependant remarquer que si la salle de la machine d'extraction est éloignée du puits, le mécanisme de la planche III peut devenir impossible.

Les appareils basés sur l'emploi de câble mobile actionnant une sonnerie électrique présentent beaucoup d'avantages :

Les deux brins du câble s'équilibrent mutuellement, il ne faut vaincre, pour les mouvoir, que les seules résistances dues au frottement sur les poulies et dans les paliers, ainsi qu'à la rigidité du câble. Aussi ces signaux sont-ils applicables à de grandes profondeurs.

Les systèmes à raccourcissement du câble donnent des secousses, et les dangers du système sont plus grands. Quand les câbles sont neufs, ils s'allongent par leur propre poids et il faut les régler fréquemment au début de la pose.

Le ressort doit être bien proportionné au poids du câble qu'il doit maintenir en équilibre, sinon le signal peut fonctionner intempestivement.

Bruxelles, le 3 avril 1913

ÉTUDE CRITIQUE
DES
GUIDES RAPPROCHÉS

PLACÉS COMME ÉVITE-MOLETTE

PAR

NOËL DESSARD

Ingénieur A. I. Lg.

Directeur des travaux des Charbonnages de Wérister

L'arrêté royal du 10 décembre 1910, en prescrivant le placement de guides rapprochés en bois dans les châssis à molettes, semble manifester une grande confiance dans leur efficacité, alors que tel auteur (1), inventeur il est vrai d'évite-molette mécanique, proclamait que l'utilité de cet appareil rustique n'était qu'illusoire pour la raison que, dans la majorité des cas, la cage serait inexorablement écrasée.

Le problème ne manquant ni d'intérêt ni surtout d'opportunité, nous avons cherché à fixer les appréciations un peu vagues que l'on accepte généralement sur ce sujet.

Pour cela, une première recherche s'imposait : Quelle est la grandeur des efforts que subit une cage engagée dans les guides rapprochés ?

En second lieu, pourra-t-on, en pratique, espérer arrêter une cage dans les guides rapprochés sans qu'elle se déforme au point d'étouffer les personnes qu'elle peut éventuellement contenir ?

(1) *Annales des Mines de Belgique*, t. VIII, 3^{me} livraison, année 1903.

PREMIÈRE PARTIE.

—

**Détermination des efforts supportés par une cage
coincée dans les guides en bois rapprochés.**

—

Nous devons distinguer deux cas bien nettement :

1° La cage est coincée dans les guides rapprochés sans avoir pénétré dans ceux-ci. Elle s'est donc déformée ;

2° La cage a entaillé les guides et s'est arrêtée contre les épaulements qu'elle a créés.

Avec les guides en bois, la réalité sera souvent faite d'une combinaison des deux hypothèses envisagées.

D'autre part, il est facile de prévoir que la répartition des efforts dans les diverses barres de la cage dépend aussi du mode de suspension. Mais, tandis que celui-ci a une influence prépondérante dans les conditions de service normal, nous verrons qu'il n'a plus ici qu'une importance tout à fait secondaire en comparaison des effets de la force de coinçage.

Nous nous occuperons donc d'abord de déterminer celle-ci.

Calcul de la force de coinçage.

1° La cage est coincée dans les guides rapprochés sans avoir pénétré dans ceux-ci.

Pour déterminer la force de serrage, nous ne nous baserons pas, ainsi qu'on peut être tenté de le faire au premier abord, sur les évaluations de la force de frottement contre les guides. Cette expression renferme en effet le coefficient de frottement dont la valeur est excessivement variable dans cette circonstance.

Elle dépend, non seulement de la nature et de l'état des matériaux en présence, mais bien plus encore de la loi d'accroissement du serrage, car dans le cas où celui-ci sera assez brutal, il arrivera souvent que le frottement ne sera plus normal ; il y aura grippement et alors la valeur du coefficient devient indéterminée.

Il est bien plus rationnel d'estimer la force de serrage en fonction des déformations subies par le cadre. La déformation est donnée par la diminution d'écartement des guides entre le niveau d'origine du coinçage et le niveau d'arrêt du cadre considéré.

Il va sans dire que, dans notre hypothèse, nous supposons que l'avant-carré du chevalement et les guides sont rigides. En réalité, ils fléchiront dans une certaine mesure sous l'influence des réactions du coinçage et on pourra en tenir compte empiriquement, mais d'une façon raisonnable, grâce aux résultats que nous obtiendrons.

Le cadre supérieur, qui joue le rôle principal, est généralement composé :

a) Soit de quatre barres formant simplement un rectangle à coins arrondis ;

b) Soit de cinq barres, la cinquième barre constituant une traverse placée dans le plan des guides.

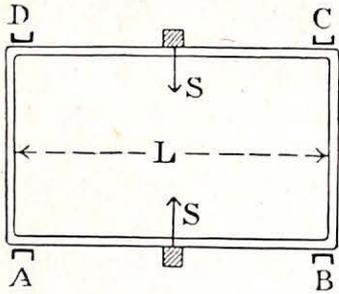
Nous allons examiner chacune de ces deux dispositions ; toute autre serait également plus ou moins facile à résoudre.

A. — LE CADRE N'A PAS DE TRAVERSE.

Supposons que les guides appuient au milieu des deux barres AB et CD de longueur L et provoquent une force de serrage S kg.

Chacune de ces poutres peut être regardée comme reposant sur deux appuis constitués par les pièces AD et CB et les assemblages avec les montants.

Elles vont subir une flexion dont la flèche sera égale à $\frac{1}{2} \Delta$, en appelant Δ la diminution d'écartement des guides à l'endroit considéré.



Connaissant la déformation, il suffit d'établir l'équation de l'élastique pour déterminer la force S. On connaît l'équation générale de l'élastique :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M}{EI}$$

où M représente le moment fléchissant dans une section quelconque, E le module d'élasticité de l'acier employé et I le moment d'inertie de la section dans le plan d'application de la force.

La réaction de chacun des appuis sera $F = \frac{S}{2}$

Si nous examinons, par exemple, la poutre AB et si nous adoptons les deux axes AX et AY

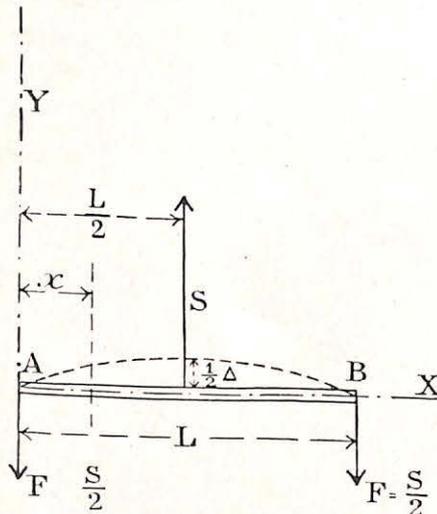


Fig. 1.

(voir fig. 1), le moment fléchissant dans une section quelconque sera

$$M = Fx$$

Dans notre cas, $\frac{d^2y}{dx^2}$ est négatif, car, quand x croît,

$\frac{dy}{dx}$ décroît, puisque le coefficient angulaire de la tangente à l'élastique tend vers zéro.

Donc

$$-\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{F}{EI} x$$

En intégrant, on obtient

$$y = \frac{FL^3}{24EI} \left(\frac{3x}{L} - \frac{4x^3}{L^3} \right)$$

Pour $x = \frac{L}{2}$, $y = \frac{1}{2} \Delta$

On trouve alors :

$$F = \frac{12EI\Delta}{L^3}$$

Par suite

$$S = \frac{24EI}{L^3} \Delta \tag{I}$$

Pour un cadre donné, la force de serrage est donc fonction linéaire de la diminution d'écartement des guides, $S = K \Delta$, dans laquelle le coefficient angulaire de la droite $K = \frac{24EI}{L^3}$.

Il est actuellement facile de déterminer la tension R_T dans la barre AB.

$$R_T = M : \frac{I}{v}$$

$$\text{ou } M = F \times \frac{L}{2} = \frac{6EI\Delta}{L^2}$$

donc

$$R_f = 6 E \frac{\Delta v}{L^2} \quad (2)$$

Cette formule permet de déterminer la tension du métal dans chaque position du cadre ou, réciproquement, de calculer le rapprochement maximum à donner aux guides supposés rigides pour que la tension dans le cadre ne dépasse pas la charge de rupture.

Quant aux tronçons AD et BC , ils supporteront une tension R_c due à la compression telle que

$$R_c = \frac{F}{s} = \frac{S}{2s}$$

s étant la section de la barre.

B. — LE CADRE POSSÈDE UNE TRAVERSE DANS
LE PLAN DES GUIDES.

Dans ce cas, la traverse subira une compression progressive et pourra, si la force de serrage devient suffisamment puissante, céder par flambement.

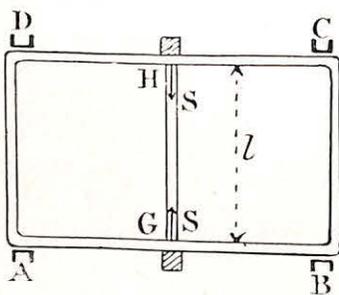


Fig. 2.

Pour établir la relation entre la force et la déformation, nous devons avoir recours à la théorie des longues pièces comprimées par les abouts.

La formule simple d'Euler (1) ne nous permet pas de résoudre le problème puisqu'elle ne contient pas la déformation.

(1) Euler a, en effet, établi une formule plus générale dans laquelle la déformation intervient.

L'étude si complète de M. Gustave L. Gérard, sur la *Stabilité des pièces chargées debout* (1) nous fournit tous les renseignements nécessaires.

On y trouve, en appelant f la flèche correspondant à une valeur donnée de S

$$\frac{f}{l} = 1.273 \sqrt{\frac{S_0}{S}} \sqrt{\sqrt{\frac{S}{S_0}} - 1} \quad (3)$$

où

$$S_0 = \frac{\pi^2 I E}{l^2}$$

c'est-à-dire que S_0 représente la charge critique ou charge de flambement donnée par la formule d'Euler.

Si on analyse l'équation (3) ainsi que l'a fait M. Gérard, on s'aperçoit que la flèche croît incomparablement plus vite que l'effort.

C'est ainsi que, pour une flèche équivalente à 20 % de la longueur de la barre, la force S n'est supérieure que de 5 % à la valeur S_0 . Or, avec les matériaux employés, la rupture se produira bien avant que la flèche n'ait atteint cette valeur. L'auteur cité prouve même, dans la suite de son étude que, pratiquement, la charge de rupture coïncide avec la charge de flambement.

Dans le cas considéré, la traverse se comprimera graduellement jusqu'à ce que la force de serrage soit équivalente à la charge de flambement S_0 . Celle-ci sera obtenue dès que les guides (toujours supposés rigides) seront rapprochés d'une quantité

$$\Delta = l - l' = l \frac{S_0}{s E} \quad (4)$$

où l' représente la longueur de la pièce comprimée au moment où la charge est S_0 et s la section de la traverse.

(1) *Rev. Univ. des Mines*, t. LVII, année 1902.

Pour obtenir une valeur pratiquement exacte de la charge de flambement, il ne faut pas, dans la formule d'Euler rappelée ci-dessus, donner à E une valeur constante. Il est reconnu que, pour des charges voisines de la rupture, les résultats qu'elle fournit sont supérieurs à ceux qui résultent de l'expérience.

M. Vierendeel, professeur à l'Université de Louvain, a proposé de donner à E, une valeur variable d'après la charge S :

$$E = A - B \frac{S}{s}$$

A et B sont deux coefficients qui, pour des tensions variant de 18 à 28 kilog. par millimètre carré, ont les valeurs suivantes :

$$A = 58.000 \quad \text{et} \quad B = 2.000$$

Si dans la formule

$$S_o = \frac{\pi^2 I E}{L^2}$$

nous faisons donc

$$E = A - B \frac{S_o}{s} \tag{5}$$

et $\pi^2 = 10$ (à titre de simplification) on obtient

$$S_o = \frac{10 A s}{10 B + \frac{s l^2}{I}} \tag{6}$$

En remplaçant S_o et E par leur valeur dans l'expression (4), on obtient la valeur limite du rapprochement que peut supporter la traverse sans céder.

Si les guides continuent à se rapprocher, la traverse se rompra presque aussitôt et dès lors le cadre se trouvera placé dans les conditions examinées au paragraphe A.

APPLICATIONS :

1. Calculer les efforts que supporte un cadre de cage constitué par un plat de 100×15 millimètres carrés et engagé dans des guides rigides dont le rapprochement efficace est de 80 millimètres.

La force de serrage est donnée par la formule (I), p. 733.

$$S = \frac{24 \cdot E \cdot I \cdot \Delta}{L^3}$$

dans laquelle

$$L = 1.266 \text{ millimètres} ; \Delta = 80 ; E = 20.000$$

$$I = \frac{100 \times 15^3}{12} = 28.125$$

On a donc

$$S = \frac{24 \times 20.000 \times 28.125 \times 80}{(1.266)^3} = 532 \text{ kilog.}$$

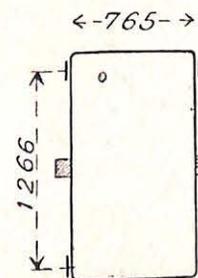
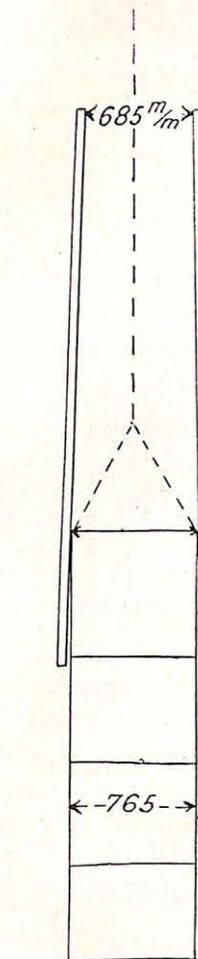


Fig. 3.

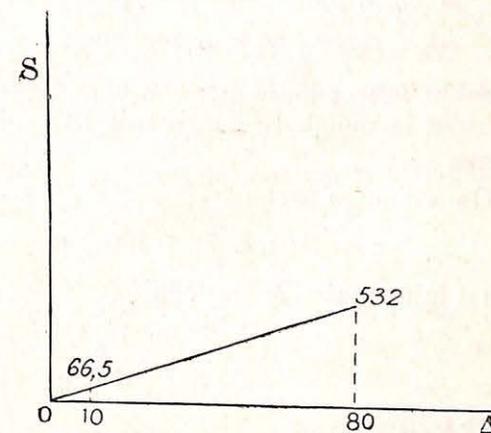


Fig. 4.

La loi de variation du serrage est représentée par la droite ci-jointe dont le coefficient angulaire $K = 6,65$ (fig. 4).

La tension par millimètre carré est donnée par la formule (2), page 734.

$$R_f = 6 E \frac{\Delta v}{L_2}$$

où $v = 7,5$ millimètres.

$$R_f = \frac{6 \times 20.000 \times 80 \times 7,5}{(1.266)^2} = 44,9 \text{ kilog. par mm}^2$$

Il va sans dire qu'il est désirable que le serrage se fasse sur un parcours aussi long que possible de manière à ne pas produire sur le cadre l'effet d'une force instantanée qui provoquerait la rupture.

Les deux autres barres du cadre supporteront une compression donnée par

$$R_c = \frac{266}{100 \times 15} = 0,2 \text{ kilog. par millimètre carré.}$$

2. *Calculer le rapprochement théorique que peut supporter un cadre formant un rectangle de 1400×800 mm et constitué par un fer U de $87 \times 47 \times 8$. Quelle est la force limite de serrage ?*

Admettons que la tension maximum à laquelle pourra résister le métal du cadre soit $R_f = 45$ kilog. par millimètre carré.

On a d'autre part

$$v = 32; L = 1.400 \text{ et } E = 20.000$$

De la formule (2) on déduit

$$\Delta = \frac{R_f L^2}{6 E v}$$

c'est-à-dire

$$\Delta = \frac{45 \times (1.400)^2}{6 \times 20.000 \times 32} = 23 \text{ millimètres.}$$

Quant à la force de serrage correspondante elle sera

$$S_o = 24 \times 20.000 \frac{255.000 \times 23}{(1.400)^3} = 1.025 \text{ kilog.}$$

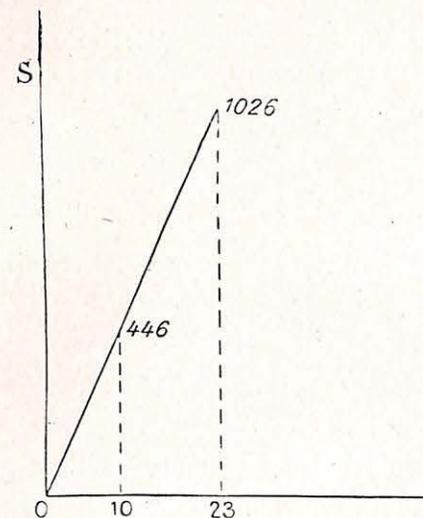


Fig. 5.

La loi de variation de serrage est représentée par la droite, fig. 5, dont le coefficient angulaire $K = 44,6$.

Pratiquement, il sera assez logique de doubler la valeur obtenue pour Δ , afin de tenir compte de la déformation que subiront les guides et le chassis à molettes, à moins qu'ils n'aient été calculés en prévision de ces efforts.

3. *Calculer le rapprochement théorique maximum que peut supporter le cadre de l'application précédente supposé renforcé par une traverse en U de $80 \times 47 \times 8$ située dans le plan des guides. Quelle est la force limite de serrage ?*

La force limite de serrage est donnée par la formule (6), page 736

$$S_o = \frac{10 A s}{10 B + \frac{s l^2}{I}}$$

dans laquelle

$$A = 58.000 \quad B = 2.000 \quad s = 1.264 \quad l = 800 \\ \text{et } I = 255.000 \text{ (d'après l'album)}$$

$$S_0 = \frac{10 \times 58.000 \times 1.264}{100 \times 2.000 + \frac{1.264 \times (800)^2}{255.000}} = 31.640 \text{ kg.}$$

Remarquons en passant que la formule d'Euler dans laquelle on ferait $E = 20.000$ donnerait $S_0 = 79.000$ kg.

Reprenant la formule (5) on a

$$E = A - B \frac{S_0}{s} = 58.000 - 2.000 \frac{35.000}{1.264} = 8.000$$

d'où

$$\Delta = l \frac{S_0}{s E} = 800 \times \frac{35.000}{1.264 \times 4.300} = 2,5^m/m.$$

Si le rapprochement des guides continue, la traverse se rompra pour $\Delta = 3$ millimètres approximativement, et le cadre se trouvera alors dans les conditions de l'application précédente, c'est-à-dire que la force de serrage passera brusquement de la valeur $S_0 = 31.640$ kilogrammes à la valeur $S' = K \Delta$, c'est-à-dire

$$S' = 44,6 \times 3 = 133,8 \text{ kilog.}$$

pour croître de nouveau suivant la même loi que dans l'application n° 2.

La force de serrage sera donc représentée par le diagramme, fig. 6.

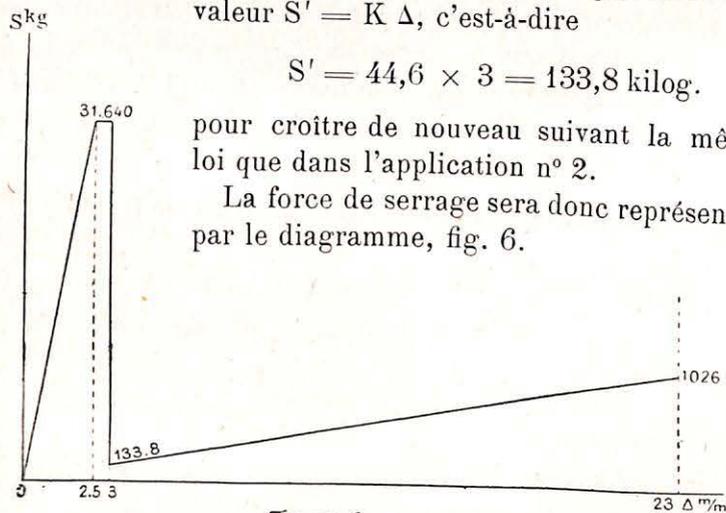


Figure 6

2° Le cadre supérieur a entaillé les guides et s'est arrêté contre les épaulements qu'il a créés.

Dans ce cas, on a tout lieu de croire que la force de coinceage agissant sur chacune des deux barres du cadre croîtra encore suivant une fonction linéaire du rapprochement des guides jusqu'à atteindre une valeur maximum au moment de l'arrêt.

A un instant quelconque on pourrait encore écrire comme dans le paragraphe précédent, page 733,

$$S = K \Delta$$

Le cas le plus défavorable qui puisse se présenter est celui où la tension du câble atteint la charge de rupture, ce qui ne peut guère arriver que lorsque la machine continue à agir comme moteur. Dans ce cas, la valeur maximum de S sera équivalente à la moitié de la tension du câble T diminuée de la charge Q suspendue à celui-ci

$$S_0 = \frac{T - Q}{2}$$

Si la machine a été bloquée, la force de serrage-limite dépendra de la puissance emmagasinée dans le système. Nous aurons l'occasion de voir, par des applications exposées dans la seconde partie de notre étude, que cette force sera alors considérablement moindre que dans l'hypothèse précédente.

La force de serrage étant connue, il sera facile de déterminer dans chaque cas la répartition des efforts sur les diverses barres de la cage.

APPLICATION :

Calculer le taux de travail du cadre représenté fig. 7, ancré dans les guides qu'il a entaillés, le câble étant

soumis à une traction voisine de la charge de rupture soit 38.000 kilogrammes.

Supposons que la charge suspendue au câble soit 3.400 kilogrammes.

La force de coinçage maximum sera

$$S_0 = \frac{38.000 - 3.400}{2} = 17.300 \text{ kilog.}$$

La barre A B subira un moment fléchissant dans le plan vertical donné par

$$M = \frac{S_0}{2} \times \frac{L}{2} = 8.650 \times 700 = 6.055.000 \text{ kilog.}$$

Le module de section dans ce même plan étant

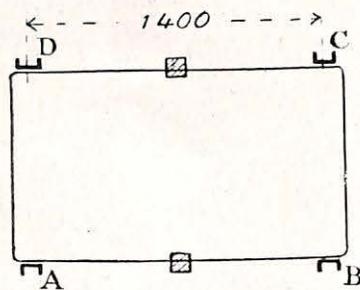


Fig. 7.

$$\frac{I}{v} = 28.800$$

on en déduit que le coefficient de résistance du métal devrait être égal à $\frac{6.055.000}{28.800} = 210$ kilog. par millimètre carré.

Un tel résultat signifie qu'en pratique on ne peut disposer ce cadre de manière à ce qu'il travaille isolément à absorber les résistances à vaincre. Il faudra constituer un panneau de charpente reliant cadre et montants de telle façon qu'il existe un nœud en dessous du point d'application de la force S.

Le moment fléchissant disparaît alors et est remplacé par des efforts longitudinaux dans les barres.

Les assemblages devront être calculés en conséquence.

De l'influence du mode de suspension.

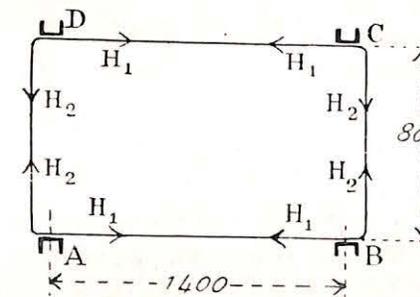
La tension du câble est transmise par l'intermédiaire des chaînettes au cadre supérieur et provoque dans les barres de celui-ci des composantes qui varient naturellement suivant le mode de suspension.

Il n'y a guère que deux dispositions à envisager :

1° La suspension par quatre chaînettes fixées aux extrémités des montants de la cage, habituellement employée dans nos installations avec câbles plats;

2° La suspension centrale par vis et chaîne galle employée le plus souvent avec câbles ronds métalliques.

1° Suspension par quatre chaînettes.



La tension T kilog. du câble produit dans les tronçons du cadre des composantes H_1 et H_2 qui donnent lieu à une compression.

Les valeurs des forces H_1 et H_2 s'obtiennent rapidement par la méthode exposée dans notre note sur les cages d'extraction (1).

Les valeurs des forces H_1 et H_2 s'obtiennent rapidement par la méthode exposée dans notre note sur les cages d'extraction (1).

$$\text{Prenons } AK = \frac{AB}{2}$$

$$AL = \frac{AD}{2}$$

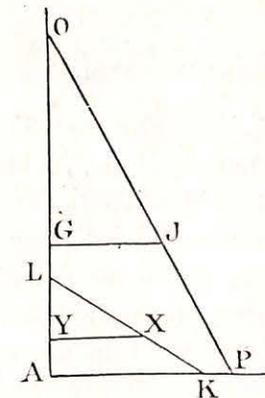


Fig. 8.

LK représente la demi diagonale; reportons-la en AP et traçons PO égal à la longueur d'une chaînette.

(1) Rev. Univ. des Mines, t. XXV (1909), p. 5.

Prenons $OG = T$ kilog. à l'échelle a millimètres pour 100 kilogrammes.

GJ représentera la composante horizontale dans un chaînon à l'échelle $4a$ millimètres pour 100 kilogrammes.

Portons GJ en LX .

XY représentera la composante suivant AB , c'est-à-dire H_1 à l'échelle $4a$ millimètres pour 100 kilogrammes

et LY la composante horizontale suivant AD , c'est-à-dire H_2 à l'échelle $4a$ millimètres pour 100 kilogrammes.

APPLICATION.

Calculer les tensions provenant de la suspension, dans le cadre représenté fig. 8, la force de traction du câble équivalant à la charge de rupture, 38.000 kilog.

On a $AB = 1.400$ millimètres; $CD = 800$ millimètres; les chaînons ont 1.600 millimètres de longueur. La construction graphique donne

$$H_1 = 4.800 \text{ kilogrammes et } H_2 = 2.750 \text{ kilogrammes.}$$

La section de ces barres étant de 1.264 millimètres carrés, il en résulte dans la barre AB une tension supplémentaire de $\frac{4.800}{1.264} = 3^{\text{kg}},8$ par millimètre carré et dans la

barre BC de $\frac{2.750}{1.264} = 2^{\text{kg}},2$ par millimètre carré.

On ajoutera ces tensions à celles qu'on aura trouvées dans le calcul des efforts dûs au coinçage, mais on voit en tous cas que les effets de ceux-ci sont prédominants dans les barres qui subissent directement le serrage. Et, étant donné le degré d'approximation que ce genre de calcul donne toujours avec la réalité, on pourra, dans une étude ordinaire, faire abstraction de l'influence du mode de suspension.

Par contre, lorsque les barres BC et AD seront de grande longueur, il sera prudent de s'assurer que la charge critique de flambement est sensiblement supérieure à la force totale de compression.

Dans le premier cas étudié (cage coincée par serrage sans avoir pénétré dans les guides) cette force totale est égale à $H_2 + \frac{S}{2}$.

2° Suspension centrale.

L'appareil de suspension est généralement fixé à une traverse placée au milieu du cadre.

Cette traverse sera soumise à la flexion par l'application, en son milieu, de la force de traction du câble, T kilog.

Il sera possible de combiner l'assemblage de manière à ce que les réactions $\frac{T}{2}$ aux extrémités de la traverse soient supportées par des montants axiaux et n'influencent pas le cadre.

Pour fixer les idées, nous avons représenté, fig. 9, une disposition rationnelle des barres dans le cas d'un guidonnage frontal. On y voit que la traverse sera la seule pièce soumise à la flexion.

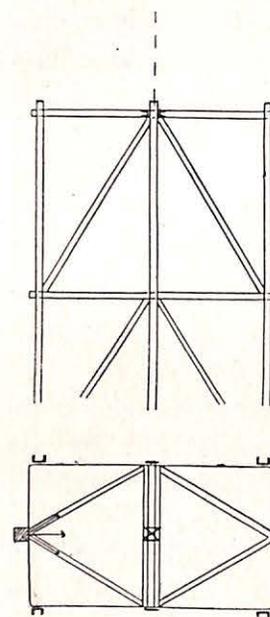


Fig. 9.

Si nous examinons en particulier le cas des installations Koepe, la tension maximum du câble sera équivalente à la force nécessaire pour produire le glissement sur la poulie et, dans le cas le plus défavorable, sera donnée par

$$T = e^{fz} (Q + P)$$

où Q est la charge suspendue à la patte du câble, et P le poids du câble.

Si nous prenons $f = 0,3$ et $z = \pi$, on trouve

$$T = 2,56 (Q + P)$$

Mais dans ce genre d'installation, *il est à préconiser de placer les guides rapprochés en dessous du niveau d'envoyage du fond*, plutôt que dans le chassis à molettes.

Cette disposition présente de nombreux avantages :

1° Les guides peuvent être placés de manière à présenter une rigidité beaucoup plus grande que dans le chassis à molettes et celui-ci ne sera pas exposé à subir des efforts anormaux ;

2° Les tensions supplémentaires dans la cage dues à son mode de suspension disparaissent ;

3° Dès que la cage du fond est coincée dans les guides, la tension de glissement sur la poulie est réduite à

$$T' = 2,56 P$$

soit 2 1/2 fois le poids du câble.

Il faut évidemment, pour que cette solution donne toute sécurité au point de vue des mises à molettes, qu'il existe un dispositif automatique qui arrête la machine dès que la cage montante a dépassé d'une hauteur donnée le niveau de la recette et que la distance de l'axe des molettes au plancher de recette soit assez grande (16 à 17 mètres au moins).

DEUXIÈME PARTIE.

Du degré d'efficacité des guides rapprochés comme évite-molette.

Pour essayer de nous faire une opinion justifiée sur ce point, nous éliminerons d'abord le cas où la machine d'extraction continue à tirer pendant que la cage est coincée dans les guides.

Quoi que l'on fasse dans cette éventualité, il se produira un accident grave.

Les évite-molette passifs, tels que guides rapprochés, systèmes à crochets ou à couteaux, etc., ne pourraient guère que modifier la nature de la catastrophe.

Aussi n'est-il rien de plus recommandable que l'existence d'appareils préventifs qui arrêtent automatiquement le moteur d'extraction dès que la cage dépasse le niveau de la recette.

Nous examinerons l'hypothèse où la cage ayant franchi le plancher de recette avec une certaine vitesse, ne reçoit plus de la part de la machine aucune force vive, mais reste attachée au câble et continue à se mouvoir vers le haut en vertu de la puissance acquise.

Pour déterminer la quantité d'énergie à absorber par le coinçage, une distinction capitale s'impose selon qu'il s'agit de câbles plats en aloès ou de câbles ronds en acier.

1° *Dans le cas de câbles plats*, on peut dire que l'ensemble, cage, molette et brin de câble allant de la cage à la machine, se comportera comme une masse unique. M. l'Ingénieur Henry a, en effet, démontré expérimentalement que l'adhérence équivaut à environ 40 fois

le poids du brin de câble flottant entre la machine et la molette. En pratique la tension du brin vertical ne dépassera jamais cette valeur, le câble ne glissera donc pas sur la molette et les trois éléments constitueront un même système (1).

Si M est la masse de la molette (supposée répartie à la jante dans le cas des câbles plats); Q la charge, y compris le brin de câble; v la vitesse, l'énergie initiale du système sera

$$W = \frac{I}{2g} (M + Q) v^2$$

2° Dans le cas de câbles ronds, au contraire, l'adhérence sur la molette tombe à environ deux fois le poids du brin de câble allant de la molette à la machine.

Nous avons recherché ce coefficient expérimentalement en utilisant un câble non graissé de 20 millimètres de diamètre et une poulie de 1.030 millimètres; la gorge de cette poulie était telle que le câble ne serrait pas dans les joues, mais s'appliquait parfaitement dans le fond. L'arc embrassé était de 120°. La poulie tournant à 110 tours par minute, il a fallu un poids de 35 kilog. au brin conducteur pour soulever une charge de 60 kilog. au brin conduit.

Nous en concluons qu'en pratique le poids de la cage seul sera supérieur à l'adhérence; le câble glissera donc sur la molette, celle-ci ne sera plus liée à la cage et sa force vive n'aura pas à intervenir dans la puissance à absorber par les guides.

L'énergie initiale du système cage et brin de câble devient

$$W = \frac{I}{2g} Q v^2$$

(1) *Evite-molette hydraulique*, par R. A. HENRY, *Annales des Mines de Belgique*, année 1903, 3^{me} livraison, page 697.

Les deux facteurs principaux qui contribuent à absorber la puissance initiale des masses sont :

- a) Le poids propre de la cage avec ses accessoires et le bout de câble vertical;
- b) Les forces de coïncage.

Nous négligerons l'influence des résistances provenant de la rotation de la molette et du glissement éventuel du câble.

a) Appelons λ la longueur totale de coïncement; Q' la charge verticale. Le travail correspondant sera $Q'\lambda$.

En pratique, nous ferons abstraction du poids des brins de câble et nous prendrons pour Q et Q' la même valeur qui sera celle du poids de la cage avec ses attirails et son contenu.

Le terme précédent devient donc $Q\lambda$.

b) Pour établir le travail soutiré par le coïncage, nous ne tiendrons compte que des deux cadres supérieurs, puisque l'arrêté royal du 10 décembre 1910 prescrit que le serrage ne peut commencer que lorsque deux cadres au moins ont dépassé le niveau des taquets de sûreté dans leur position soulevée.

L'intervention des autres cadres doit d'ailleurs être peu efficace. Appelons S la force finale de coïncage sur le cadre supérieur et e l'écartement entre les deux cadres.

La force finale de coïncage S' sur le second cadre étant proportionnelle au rapprochement des guides et par conséquent au chemin parcouru, sera donnée par l'expression

$$S' = S \frac{\lambda - e}{\lambda}$$

La force moyenne de serrage pour chaque cadre sera respectivement

$$\frac{S}{2} \text{ et } \frac{S}{2} \frac{\lambda - e}{\lambda}$$

Désignons par f le coefficient de frottement des cadres sur les guides ; le travail produit sur chaque guide sera

$$\frac{S}{2} \times f \times \lambda + \frac{S}{2} \frac{\lambda - e}{\lambda} \times f \times (\lambda - e)$$

On obtient finalement pour le travail total sur les deux guides

$$S \frac{f}{\lambda} \left[\lambda^2 + (\lambda - e)^2 \right]$$

La solution du problème est donc exprimée par l'équation suivante

$$W = Q \lambda + S \frac{f}{\lambda} \left[\lambda^2 + (\lambda - e)^2 \right] \quad (7)$$

APPLICATIONS :

1. Déterminer le profil à adopter pour la construction du cadre d'une cage à 4 étages, destinée à une installation avec câbles plats en aloës, pour que cette cage résiste au coinçage dans les guides rapprochés. La machine est munie d'appareils de sécurité qui la bloquent dès que la cage dépasse le niveau de la recette et n'autorisent qu'une vitesse maximum de 15 mètres en ce moment.

Pour compléter les données du problème, notons que la cage chargée de 18 hommes pèse 3.400 kilog. ; la molette pèse 4.000 kilog. ; les deux cadres supérieurs sont écartés de 1^m,70.

Le coincement du cadre supérieur commence à s'exercer à 8 mètres au dessus du niveau de recette et le rapprochement des guides existe sur 4 mètres de longueur.

Pendant le trajet qui sépare le niveau de recette du niveau d'origine du coincement, l'énergie perdue sera

$$3.400 \times 8 = 27.200 \text{ kilogs,}$$

ce qui correspond, pour l'ensemble du système, à une chute de vitesse x , telle que

$$\frac{1}{2} \times \frac{3.400 + 4.000}{10} x^2 = 27.200$$

d'où $x = 8^m,50$ environ.

Au moment où la cage s'engage dans les guides rapprochés la vitesse est réduite à 6^m,50.

L'énergie à détruire en ce moment est donc :

$$W = \frac{1}{2} \frac{3.400 + 4.000}{10} \times (6,5)^2 = 15.600 \text{ kgmètres.}$$

En appliquant l'équation (7), page 23, on obtient

$$15.600 = 3.400 \times 4 + S \frac{f}{4} \left[4^2 + (4 - 1,7)^2 \right]$$

Si l'on prend $f = 0,4$ ce qui n'a rien d'exagéré étant donné qu'il y aura grippement sur les surfaces, on trouve

$$S = 955 \text{ kilog.}$$

La force de coinçage sur le second cadre sera

$$960 \times \frac{4 - 1,7}{5} = 550 \text{ kilogrammes.}$$

Nous en concluons que le cadre cité de l'application (2) et constitué par un fer **U** de 80 × 47 × 8 sera capable de résister et que le rapprochement théorique des guides devra être de 21 millimètres au moins.

2. Calculer la force de coinçage qui produira l'arrêt dans les guides rapprochés, d'une cage suspendue à un câble rond métallique et pesant 4.400 kilogrammes (avec 26 hommes), la vitesse maximum de la cage

est de 20 mètres au moment où elle franchit la recette, la machine étant bloquée.

Le coincement commence à s'exercer à 7 mètres au-dessus du niveau de recette et le rapprochement des guides n'existe que sur 3 mètres de longueur. Les deux cadres supérieurs de la cage sont écartés de 2 mètres.

La masse de la molette n'ayant plus dans ce cas aucune influence, la vitesse perdue par la cage en passant du niveau de la recette à celui où commence le coincage sera de

$$\sqrt{2 \times 10 \times 7} = 12 \text{ mètres.}$$

Au moment où la cage coince, la vitesse est devenue égale à 8 mètres et l'énergie à absorber est réduite à

$$W = \frac{1}{2} \times \frac{4.400}{10} \times 8^2 = 14.080 \text{ kilogrammètres.}$$

L'équation (7) en prenant $f = 0,4$, donne :

$$14.080 = 4.400 \times 3 + S \times \frac{0,4}{3} [3^2 + (3 - 2)^2]$$

D'où l'on tire

$$S = 660 \text{ kilogrammes}$$

ce qui est loin d'être une force irrésistible.

CONCLUSIONS.

Les diverses applications qui ont été traitées et qui sont basées sur des données pratiques montrent que les guides rapprochés peuvent être rendus aptes à apporter un supplément de sécurité dans le service de l'extraction.

Il y a surtout lieu de ne pas dédaigner leur utilité dans les installations à bobines avec câbles plats en aloès.

Leur intervention, loin d'être redoutable, pourra même être réellement efficace lorsque la machine est munie d'un appareil supprimant automatiquement le couple moteur dès que la cage a dépassé le niveau de recette et que, d'autre part, le serrage se produit sur un parcours assez long.

Grâce aux méthodes exposées on pourra, dans chaque cas particulier, se faire une idée de la grandeur de la puissance vive à absorber par les guides rapprochés, de la diminution d'écartement à donner à ceux-ci et en fin de compte établir la disposition la plus rationnelle et les dimensions des barres de la cage permettant à celle-ci de supporter les efforts du coincage.

Romsée, le 22 février 1913.

LES
GISEMENTS HOUILLERS
DE LA BELGIQUE

PAR

ARMAND RENIER,

Ingénieur au Corps des Mines
Chef du Service Géologique de Belgique
Chargé de cours à l'Université de Liège

INTRODUCTION

L'étude de nos gisements houillers présente, à des points de vue divers, un intérêt de premier ordre. Mais l'initiation qu'elle réclame, est l'occasion de difficultés souvent insurmontables, en raison de la diversité, de la multiplicité et de l'éparpillement des publications.

L'utilité d'un travail qui grouperait les faits acquis et préciserait l'état de nos connaissances est donc manifeste.

Le Comité organisateur de la XII^{me} Session du Congrès géologique international, qui doit se réunir à Toronto (Canada) en août 1913, ayant inscrit à son programme l'étude des réserves en charbon du Monde, a sollicité le concours officiel du Gouvernement belge.

M. le Ministre de l'Industrie et du Travail a bien voulu, sur la proposition de M. le Directeur général des Mines L. Dejardin, me charger de préparer l'étude de cette question.

C'est ainsi que je me suis trouvé en situation de pousser plus activement une synthèse déjà entrevue. Ayant eu, à diverses reprises, l'occasion de développer, sous forme de conférence, les principaux résultats de mes recherches, je

pense faire œuvre utile en publiant dès à présent, le texte de cet exposé. Le sujet est d'ailleurs si vaste que la possession d'un résumé ne pourra que faciliter ultérieurement la lecture d'une monographie. Néanmoins, elle n'y suppléera pas, notamment en ce qui concerne les détails locaux. Nombre de faits et foule de noms seront, en effet, omis ici, afin de ne pas alourdir, outre mesure, cet exposé. Auteurs et lecteurs voudront bien m'en excuser.

CHAPITRE I^{er}. — Coup d'œil d'ensemble sur la situation géologique des gisements houillers.

1. Le seul gisement de combustible que renferme le sol belge est la série sédimentaire désignée, depuis d'Omalius d'Halloy (1828)⁽¹⁾, sous le nom de *terrain houiller*.

2. Le terrain houiller est le dernier terme des formations qui se sont déposées, de façon continue, depuis l'aurore des temps dévoniens (Gédinnien), — mais aussi en transgression continue vers le Nord, tout au moins jusqu'au Dévonien supérieur, — sur les vestiges d'une chaîne calédonienne qui, constituée de Cambrien et de Silurien, occupait l'entièreté du territoire belge, l'Ardenne au sens le plus large du mot.

3. Les mouvements de l'écorce terrestre qui ont eu lieu dans nos régions, à la phase hercynienne, peu après le dépôt du terrain houiller, ont donné au massif ardennais les principaux traits tectoniques que nous lui connaissons aujourd'hui. Les strates y forment une succession de plis, compliqués de failles, dont la direction générale est grossièrement Est-Ouest. Terme le plus récent de la série préhercynienne, le terrain houiller est localisé dans les noyaux des plis synclinaux.

(1) La bibliographie fera l'objet d'une liste générale, placée à la fin de ce travail.

4. Dans la suite, l'Ardenne fut profondément dénudée au cours d'une période continentale, et réduite à l'état de pénéplaine.

5. Puis, les eaux la recouvrent à nouveau, déposant tour à tour, des couches de poudingues, de grès, de schistes, de marnes, de craie, de sables et d'argiles qui, aujourd'hui encore, gisent généralement en allure horizontale.

C'est tout d'abord la région septentrionale (partie Nord de la province de Limbourg ou Campine) qui se trouve envahie dès le Permien et jusqu'au Jurassique.

Puis, bientôt, au début de l'ère mésozoïque, le versant méridional de l'Ardenne, région Sud de la province de Luxembourg, pays gaumais ou Lorraine belge, subit le même sort.

La grande transgression crétacique venant de l'Ouest, puis de l'Est, recouvre la majeure partie du pays, en accumulant notamment les sédiments dans un paléocreux, ou dépression locale de la surface des terrains paléozoïques, qui coïncide sensiblement avec le cours actuel de la rivière la Haine.

Enfin, durant l'ère tertiaire, le territoire belge fut recouvert par la mer, à diverses reprises, de façon plus ou moins complète.

6. Les dénudations successives dont l'Ardenne a été l'objet, principalement depuis les dernières périodes tertiaires, ont eu pour conséquence de faire disparaître la couverture de roches post-paléozoïques dans la plus grande partie du pays située au Sud du sillon Sambre-Meuse, jusqu'aux confins de la Lorraine.

C'est que dans son ensemble, l'allure de la pénéplaine antécrotacique possède une pente assez régulière vers le Nord, exception faite du paléocreux de la Haine.

Grâce à l'activité d'importants cours d'eau, le socle de

roches paléozoïques a d'ailleurs été lui-même profondément entamé au Sud du sillon Sambre-Meuse et même au Nord de ce sillon, dans le cours supérieur des rivières brabançonnnes (Dendre, Senne, Dyle, Grande Gette) ou encore dans les vallées de leurs anciens affluents, aujourd'hui captés par la Sambre-Meuse (Piéton, Orneau, Méhaigne).

7. Cet exposé trouvera, dans la suite sa justification détaillée.

Comme ouvrages généraux sur l'ensemble du pays, signalons dès à présent ceux de d'Omalus (1839, 1842, etc.), Dewalque (1868, 1880*a*), Murlon (1880), Gosselet (1888), Lohest (1904*b*) et encore J. Cornet (1909).

Comme cartes d'ensemble mentionnons celles de Dumont (1849, 1853) et Dewalque (1879, 1903*a*), sans parler de la Carte géologique détaillée au 40,000^{me}, ou encore des cartes anciennes, par exemple celle de Cauchy (1842).

CHAPITRE II. — Distribution géographique des gisements houillers.

1. La carte d'ensemble (planche I), dressée à l'aide du canevas topographique de la carte de G. Dewalque, donne une idée de l'étendue sur laquelle, abstraction faite de certains dépôts quaternaires, parfois importants, le terrain houiller affleure sur le territoire belge. Elle indique, en outre, de façon approximative dans les régions recouvertes de dépôts secondaires ou tertiaires, les limites d'extension du terrain houiller à la surface du socle paléozoïque. Ces limites sont indiquées en traits ponctués lorsqu'elles résultent d'un contact normal; en traits interrompus dans le cas de failles. Les sondages ayant atteint le houiller soit en Campine, soit en dehors des limites superficielles du bassin de Haine-Sambre-Meuse, sont figurés par un point noir.

2. L'examen de la carte permet de classer les gisements belges en trois groupes distincts :

a) Au Sud, une série de petits bassins isolés au milieu du grand synclinal dévono-carboniférien, dit de Dinant;

b) Suivant la direction du sillon Haine-Sambre-Meuse, les bassins actuellement exploités, constituant la partie centrale du synclinal, dit de Namur;

c) Au Nord, le bassin houiller de la Campine.

3. Ces trois groupes présentent des caractéristiques graduées, en raison de leur répartition dans le massif de l'Ardenne.

a) Le Houiller affleure sur toute l'étendue des bassins du premier groupe. Dans le second groupe, il n'est visible à fleur de sol que sur les versants abrupts des vallées de la Sambre et de la Meuse ou de leurs affluents et encore dans certains tronçons du réseau hydrographique de la Haine. En Campine, il se trouve enfoui sous une épaisseur d'autant plus considérable de terrains postcarbonifériens, que l'on s'avance davantage vers le Nord.

b) Dans le premier groupe, l'érosion du massif ardennais a été tellement profonde que l'on n'a plus affaire qu'à des bassins isolés.

Le second groupe est sensiblement continu et ne présente une très courte interruption que par suite d'un fait accidentel, l'existence d'un sillon orographique correspondant à la vallée du Samson, cluse ouverte au travers d'un anticlinal transversal qui, industriellement, représente une région stérile s'étendant au moins à six kilomètres à l'Ouest et à un kilomètre à l'Est de la vallée du Samson.

Quant au bassin de la Campine, il semble bien qu'il soit d'un seul tenant.

c) Les bassins du premier groupe ont été peu exploités. Les travaux y sont, en tout cas, abandonnés depuis nombre d'années et n'ont aucune chance d'être repris. Le synclinal de Haine-Sambre-Meuse est, au contraire, depuis des siècles, l'objet d'exploitations importantes. La discontinuité primitive des travaux miniers a conduit à y distinguer une

série de « bassins » dits, de l'Ouest à l'Est, du *Couchant de Mons*, du *Centre*, de *Charleroi*, de la *Basse Sambre*, d'*Andenne*, de *Huy*, de *Liège et Seraing*, et des *Plateaux de Herve* ⁽¹⁾. Certaines mines de ce second groupe sont déjà abandonnées et considérées comme pratiquement épuisées. Mais la plupart sont en pleine activité.

Quant au bassin de la Campine, découvert en 1901, il n'a jusqu'ici fait l'objet que de travaux d'explorations par sondages. Mais sa mise en exploitation ne tardera guère. Douze puits de mine, constituant six sièges, se trouvent actuellement en creusement.

4. Une description d'ensemble des gisements houillers de la Belgique a été publiée à diverses reprises.

Citons ici, outre les classiques Dewalque (1868, 1880a), Mourlon (1880), Gosselet (1888) et J. Cornet (1909), déjà signalés plus haut, Fl. Cornet (1873), Demanet (1898) et, parmi les auteurs étrangers, Geinitz (1865, p. 351), Burat (1867), Hull (1905, p. 292), Gibson (1908, p. [233]) et surtout Dannenberg (1911, p. 266), ainsi que l'Atlas général des Houillères par Gruner et Bousquet (1911).

5. Quant aux descriptions générales des bassins, on consultera avec intérêt les ouvrages suivants :

Anhée : RENIER (1909e).

Assesse : PURVES (1883a).

Modave-Linchet : DUMONT (1832); PURVES (1884a).

Clavier : DUMONT (1832); PURVES (1883b).

Bende : STEINIGER (1828); PURVES (1883b).

Couchant de Mons : ARNOULD (1878); FALY (1884).

Centre : STAINIER (1913).

Charleroi : SMEYSTERS (1883, 1900, 1905a); STAINIER (1913).

Basse-Sambre : STAINIER (1894b); SMEYSTERS (1900).

(1) La classification administrative est quelque peu différente. Elle tient compte des limites de concessions, et encore de groupements de concessionnaires pour la constitution des caisses de secours, ou bien des limites des arrondissements miniers (cf. *Annales des Mines de Belgique*, t. I, p. 578).

Andenne : STAINIER (1894a).

Huy : DUMONT (1832).

Liège-Seraing et Plateaux de Herve } DUMONT (1832); LEDOUBLE (1906).

Theux : FOURMARIER (1913b).

Cette liste trouvera d'importants compléments dans les chapitres suivants.

CHAPITRE III. — Les régions stériles.

1. En dehors de ces gisements, et réserve faite de certains faits relatifs à leur extension, on ne relève aucun indice de l'existence de terrain houiller.

2. Dans la région la plus méridionale du pays, dont abstraction a été faite sur la carte (pl. I) afin d'en réduire le cadre, des roches antéhouillères affleurent partout, sauf dans la Lorraine belge, où le socle paléozoïque est recouvert par des formations triasiques et jurassiques, ainsi que le rappelle la coupe schématique, pl. II. Mais l'ensemble des faits acquis a conduit M. Van Werveke (1908a, b) à conclure à la stérilité du socle paléozoïque dans le Grand-Duché de Luxembourg; cette conclusion est applicable à la partie de la Lorraine belge qui y est contiguë. A supposer même que le terrain houiller s'y soit déposé, ce que certains se refusent à admettre (cf. JOLY, 1908, p. 240, pl. V), il n'y existe plus.

3. Les terrains paléozoïques affleurent, sinon effectivement, tout au moins sensiblement, sur toute l'étendue du synclinal de Dinant; la délimitation des petits bassins de Florennes, de Saint-Gérard-Anhée, d'Assesse, de Vyle-Tharoul, de Modave-Linchet, de Clavier, de Bende, d'Ocquier et de Baelen y est certaine.

C'est d'ailleurs erronément que Dumont a signalé la

présence de terrain houiller à Freyr (DUMONT, 1835, p. 349) et encore à Remouchamps, sous le nom de « bassin de l'Amblève (DUMONT, 1832, p. 271 ; cfr. LOHEST, 1906*d*, p. B-114).

4. La limite méridionale du synclinal de Haine-Sambre-Meuse est encore imprécise là où elle consiste en une fracture. Il semble d'ailleurs bien qu'il faille y rattacher le massif de Theux.

5. Abstraction faite de petits synclinaux locaux sans importance, tel celui du vieux château d'Herchies (PÖHL, 1908 ; J. CORNET, 1908*b*), la bordure septentrionale du bassin houiller de Haine-Sambre-Meuse est particulièrement nette et régulière depuis les environs de la frontière française jusqu'à Samson. Par delà, à Horion-Hozémont notamment, elle présente des complications tectoniques. Cette limite peut d'ailleurs être aisément poursuivie vers l'Ouest, au-delà de la frontière française, grâce aux exploitations minières des bassins du Nord et du Pas-de-Calais.

Le petit bassin du Tournaisis (DUMONT, 1853) n'a été signalé, tout comme celui de Freyr, qu'en suite d'une assimilation inexacte aux phtanites du Houiller, d'une accumulation de cherts du calcaire carbonifère au Nord de Péruwelz (J. CORNET, 1907*e* ; cf. SIMOENS, 1906*e*.)

6. Dans l'intervalle compris entre le bassin Haine-Sambre-Meuse et celui de la Campine, nombreuses sont les indications fournies, tant par les coupes naturelles dans les vallées des rivières brabançonnnes, que par les multiples sondages indiqués sur la carte (pl. I) par une auréole renseignant l'âge des roches rencontrées. Elles montrent nettement que la structure du socle paléozoïque est celle d'une voûte arrasée dont le noyau, largement développé en surface, est constitué de roches siluro-cambriennes.

Nous n'avons indiqué sur notre carte que les données

nécessaires pour jeter une lumière suffisante sur la constitution du sol des Flandres. L'aspect noirâtre des roches siluro-cambriennes a, en effet, souvent conduit divers chercheurs (MEUGY, 1858) à admettre l'existence de terrain houiller dans ces régions, mais la question est aujourd'hui nettement tranchée, tant en ce qui concerne Menin (DEWALQUE, 1862 ; J. DE JAER, 1900*b* ; STAINIER, 1903*a* ; GOSSELET, 1905, p. 4) que Meylegem (VAN ERTBORN, 1907 ; J. CORNET, 1907*a* ; HALET, 1907), pour ne citer ici que des cas typiques.

7. La limite méridionale du bassin de la Campine est encore très imprécise dans son ensemble. Aussi ne l'avons-nous tracée que de façon schématique. Elle pourrait bien par endroit résulter de failles, comme le suggère la coupe de la planche II.

Elle s'amorce à Lanaeken, où un sondage a touché les couches de base du Houiller, pour pénétrer ensuite dans le Calcaire carbonifère (VRANCKEN, 1899 ; FORIR, 1899). De là elle se dirige vers Hasselt, laissant au Sud le sondage de Hoesselt (FORIR, 1903*b*), qui a touché le Silurien. De Hasselt, elle va vers le Nord de Kessel, où un forage a recoupé la série complète des formations antéhouillères, depuis le Dinantien jusqu'au Givetien (FORIR, 1903*a*). Au delà de Kessel, elle est imprécise.

Suivant divers auteurs (DENOEL, 1904*a*, p. 191 ; STAINIER, 1911*d*, p. 220), le bassin de la Campine pourrait bien se fermer dans cette région, sa limite contournant au Nord les sondages de Santhoven et de Vlimmeren.

D'autres (FOURMARIER ET RENIER, 1903 ; FOURMARIER, 1911*b*) estiment, au contraire, que la limite se poursuit tranquillement vers le Nord-Ouest, au delà de Kessel. C'est dans le but de vérifier cette hypothèse (VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, 1912*a*) que le Service d'exploration

du Gouvernement néerlandais a entrepris le sondage de Woensdrecht, actuellement en cours d'exécution.

Quoiqu'il en soit, l'extension superficielle du bassin du Nord de la Belgique, à l'Ouest du méridien de Kessel, est vraisemblablement assez limitée, car les sondages négatifs de Hamme, Eecloo et Le Zoute (Knocke) constituent une ligne de jalons.

8. La limite septentrionale du bassin de la Campine est totalement inconnue. Elle résulte industriellement de l'épaisseur croissante des terrains de recouvrement, la pénéplaine crétacique s'enfonçant rapidement vers le Nord. Dans la région orientale (voyez planche II), cette limite pratique se trouve encore accentuée par l'intervention de failles d'effondrement, au delà desquelles apparaissent le Permo-triasique et le Jurassique. Ces failles bien connues dans le Limbourg Hollandais, en viennent à produire des enfoncements tels qu'à Molenbeersel, les formations tertiaires ont plus de 1000 mètres d'épaisseur (cf. STAINIER, 1907c).

9. L'extension orientale du bassin du Kent (Angleterre) jusqu'en territoire belge (cf. OLRV 1904 p. 216; VAN ERTBORN 1907, p. 11) est, d'autre part, bien improbable. En arrière de la ligne des sondages cotiers : Bray-Dunes, Ostende et Le Zoute, se trouve une seconde ligne de recherches beaucoup plus resserrée.

L'allure anticlinale du massif Siluro-Cambrien du Brabant par rapport aux formations dévoniennes et carbonifériennes rend d'ailleurs à priori peu vraisemblable l'existence d'un bassin houiller isolé dans une région comprise entre les points actuellement reconnus par sondages. Néanmoins, comme il semble exister dans le Kent des indices de transgression du terrain houiller (STRAHAN, 1912), j'ai jugé préférable de ne réunir sur l'esquisse de la planche I que les faits positifs, sans tenter de définir plus explicitement la constitution générale du massif du Brabant déjà esquissée

cartographiquement par divers auteurs (cf. LOHEST, 1904b, pl. VII; FOURMARIER, 1907a, pl. XII; BAUM, 1907, pl. A), et au sujet de laquelle M. Simoens (1906b) a développé une théorie qui lui est personnelle.

CHAPITRE IV. — Echelles et légendes stratigraphiques.

1. Ainsi que le fait déjà supposer l'examen de la carte, planche I, il n'existe, dans toute l'étendue du territoire belge, qu'un très petit nombre de coupes naturelles assez remarquables. Elles intéressent surtout les zones inférieures dont les roches sont particulièrement résistantes.

Le bassin Haine-Sambre-Meuse est d'ailleurs une région surpeuplée, particulièrement aux environs de Liège et de Charleroi. Le sol, le plus souvent nivelé, n'y est plus directement accessible.

2. Mais, depuis longtemps, les travaux de mine ont permis de définir la composition des échelles stratigraphiques dans un assez grand détail, car les régions relativement régulières sont assez nombreuses et les raccords entre les diverses concessions sont fréquemment facilités par la continuité des champs d'exploitation.

Les diagrammes de la planche III synthétisent, sous une forme particulièrement expressive, des données recueillies depuis longtemps déjà par le Service de la Carte des Mines, et que j'ai complétées à l'aide de divers documents.

On consultera d'ailleurs avec intérêt, pour les détails relatifs aux diverses concessions, les tableaux de Faly (1884) pour le Couchant de Mons; de Smeysters (1883) pour le bassin de Charleroi; de M. Ledouble (1906) pour les bassins de Liège-Seraing et des plateaux de Herve, et encore pour le bassin du Centre, les travaux fragmentaires de de Cuyper (1870, p. 64), Gendebien (1876), Pernet (1883), Briart (1894b, p. 185; 1897, p. 250) synthétisés par M. Dannenberg (1911, p. 298-299) et surtout les coupes de M. Deltenre (1912b); pour la Basse-Sambre, une note de M. Staineir

(1894*b*, pl. V); pour le bassin d'Andenne, un mémoire du même auteur (STAINIER, 1894*a*, pl. III) et enfin, pour le bassin de la Campine, les publications de M. Denoël (1904*a*, *b*) et de M. Stainier (1911*d*), cette dernière en ce qui concerne la région occidentale. Ces documents, tout au moins certains d'entre eux, sont toutefois légèrement inexacts.

Il subsiste, en effet, de ci de là, des doutes, car les explorations locales exécutées systématiquement sont encore peu nombreuses et celles d'entre elles qui peuvent être considérées comme très avancées, constituent l'exception. Bien que leur utilité n'ait jamais été méconnue (cf. MALHERBE, 1867), les méthodes de paléontologie stratigraphique ne se sont, en effet, implantées, en Belgique, que depuis le début du siècle (cf. RENIER, 1905 et 1908*a*).

En outre, l'application des échelles établies n'a souvent été faite que de façon très approximative, dans le cas de régions assez compliquées au point de vue tectonique (cf. RENIER, 1910*h*).

3. Néanmoins, les études se trouvent poussées assez avant pour que l'on ait, dès à présent, la certitude, acquise d'ailleurs progressivement, que la série stratigraphique ne subit pas de modifications bien appréciables sur toute l'étendue du territoire national.

4. D'abord assise sur des considérations lithologiques, la légende stratigraphique a rapidement évolué depuis le début du siècle et peut être considérée, à l'heure actuelle, comme fondée scientifiquement, c'est-à-dire sur des bases paléontologiques. En faire ici l'historique et la critique synthétique paraîtrait œuvre d'autant plus oiseuse que j'ai déjà eu l'occasion de traiter récemment ce sujet (cf. RENIER, 1912*g*). Je me borne à reproduire ici, planche IV, le tableau synoptique résumant la question.

5. La légende qui me paraît devoir être adoptée est celle indiquée au tableau A ci-après; les grands traits en sont dûs à M. Stainier (1901*a*, 1905).

TABEAU A. — Légende stratigraphique d'ensemble des gisements houillers de la Belgique.

Stéphanien (manque)	Supérieur	Westphalien (STAINIER 1910)	Assise du Flénu (RENIER, 1912)	Zone de l' <i>Asolanus camptonia</i>
			Assise de Charleroi (STAINIER, 1901)	Zone du <i>Lonchopteris Bricei</i>
Westphalien (DE LAPPARENT et MUNIER-CHALMAS 1894)	Sommets du poudingue houiller	Inférieur	Assise de Chatelet (STAINIER, 1901)	Zone du <i>Nevropteris Schlehani</i> ou du <i>Gastrioceras carbonarium</i>
			Assise d'Andenne (STAINIER, 1901)	Zone du <i>Pecopteris aspera</i> ou du <i>Glyptioceras bilingue</i>
Dinantien (DE LAPPARENT et MUNIER-CHALMAS 1894)	Sommet du poudingue houiller	Namurien (STAINIER 1910)	Assise de Chokier (D'OMALIUS, 1853)	Zone de l' <i>Adiantites oblongifolius</i> ou du <i>Glyptioceras diadema</i>
			Veine aux Terres	

Généralement concordance; dans ce cas, Viséen: Zone à *Productus gigantus* D₂ Vaughan. (Cf. DELÉPINE, 1911).
Parfois (Chertal, lez-Liège) discordance angulaire et lacune évidente (LOHEST, 1911*a*).

6. Je synthétise également sous forme de tableau la constitution des divers bassins, pour autant qu'il soit besoin de résumer et de compléter les indications de la planche III.

TABLEAU B. — Schéma de la constitution des divers bassins houillers de la Belgique.

	Assise de Chokier stérile —	Assise d'Andenne très pauvre —	Assise de Chatelet pauvre —	Assise de Charleroi riche —	Assise du Flénu riche —
Campine	(?)	+	+	+	+
Couchant de Mons	+	+	+	+	+
Centre	+	+	+	+	(±)
Charleroi	+	+	+	+	
Basse-Sambre	+	+	+	(±)	
Andenne-Huy	+	+	+	(±)	
Liège-Seraing	+	+	+	+	
Plateaux de Herve	+	+	+	(±)	
Baelen	+	?			
Theux	+	(±)			
Bende	+	(±)			
Clavier	+	+			
Modave-Linchet	+	+			
Vyle-Tharoul	+				
Oequier-Vervox	+				
Assesse	+				
Anhée-Saint-Gérard	+				
Florennes	+				

N. B. — ± signifie assez incomplète.

CHAPITRE V. — Caractères paléontologiques.

1. La répartition des formes fossiles commence à être suffisamment connue pour qu'il soit possible d'en faire, en stratigraphie, une utilisation rationnelle, tout au moins dans le cas de raccords à grande distance, ainsi qu'il en est, par exemple, pour la plupart des sondages d'exploration.

Quant à l'élucidation des multiples problèmes que soulève l'étude minutieuse d'un gisement au cours des travaux journaliers d'exploitation, quelques mines seulement se trouvent, dès à présent, suffisamment renseignées par une exploration méthodique pour pouvoir arriver à des résultats satisfaisants.

Si donc, il reste à préciser de nombreux points de détail d'une grande importance pratique, il n'en est pas moins avéré que les grandes lignes de la question sont dès à présent élucidées.

2. N'envisageant d'ailleurs ici que les ensembles, nous nous bornerons à noter l'extension générale des principales formes, alors que leur localisation à des niveaux déterminés peut cependant offrir un réel intérêt pour les études locales, ou encore les seuls horizons très développés en surface, bien que ceux d'extension géographique plus restreinte soient aussi intéressants.

3. On distingue généralement entre fossiles animaux et plantes fossiles. Pour le stratigraphe, cette distinction est évidemment fictive. Nous la maintiendrons cependant parce qu'elle est commode.

Durant longtemps, les végétaux ont d'ailleurs été beaucoup mieux représentés dans les collections que les

fossiles animaux. Cette conséquence a pu dépendre parfois des tendances du chercheur.

Mais il est d'autres raisons purement matérielles celles-là, qui justifient cette situation.

Tout d'abord, les gîtes fauniques sont, en général, beaucoup plus étroitement localisés. Certains de ces niveaux fossilifères n'ont que quelques centimètres d'épaisseur.

Entre outre, les objets sont de petite taille: les écailles de poisson, qui gisent isolées, n'ont souvent que quelques millimètres carrés. Les recherches sont donc très délicates, surtout si elles sont faites à la lueur de la lampe.

Enfin, les échantillons d'animaux, dont la conservation est satisfaisante, sont beaucoup plus rares que ceux de végétaux ou n'attirent pas l'attention aussi rapidement. Il faudrait, dans chaque niveau, échantillonner en série.

A. — Flore.

4. Les végétaux du terrain houiller de la Belgique sont généralement conservés à l'état d'« empreintes » ou de lames charbonneuses enfouies dans les schistes ou les grès. On connaît certes des exemples de plantes à structure conservée, c'est-à-dire qui, ayant condensé hâtivement des sels minéraux, ont échappé au tassement et à la houillification et montrent, en lame mince, leur structure cellulaire. Mais ces cas sont trop peu nombreux pour avoir un intérêt au point de vue stratigraphique. (Cf. RENIER, 1910*i, k*).

5. Les études de paléobotanique systématique (cf. COGNAUX 1912) ont, durant longtemps, été délaissées en Belgique en ce qui concerne les plantes carbonifériennes. Coemans et Kickx (1864), Coemans (1865*b*) et Crépin (1874, 1880-1881) ont néanmoins fourni des contributions intéressantes; les matériaux de Crépin ont d'ailleurs été largement utilisés par Stur (1885, 1887) et encore par M. Zeiller (1886-1888). De ces contributions, il convient de rapprocher celles de Brongniart (1828-1838) et de Schimper (1869-1874) et aussi, à une date plus récente, celles de M. Jongmans (1910).

Le travail capital est l'étude monographique des collections du

Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles, confiée à M. Kidston (1911). Malheureusement, les collections de ce Musée n'étant pas complètes, ce mémoire ne représente pas, de façon parfaite, l'état de nos connaissances à la date de sa publication.

Quelques compléments se trouvent d'ailleurs dans divers travaux récents (CAMBIER et RENIER, 1910, 1912; RENIER, 1907*d*, 1910*c, d, e*, 1911*b*, 1912*b, e*).

L'atlas de Sauveur (1848) ne présentant plus qu'un intérêt assez restreint, j'ai publié (RENIER, 1910*f*), plus spécialement à l'intention des exploitants de mines, un album de photographies d'échantillons typiques qui contribuera, sans doute, à faciliter l'initiation de tous ceux que la question intéresse.

6. Des listes d'ensemble de la flore du houiller belge ont été publiées à diverses reprises, d'après Sauveur et Brongniart, par d'Omalius d'Halloy (1853, p. 505; 1862, p. 575; 1868, p. 586) et Dewalque (1868, p. 338; 1880*a*, p. 384); par Crépin (1873, p. 474; 1878); puis, d'après Crépin, par M. Malaise (1877, p. 15) et M. Mourlon (1881, p. 59).

7. Les principales publications relatives à la répartition des plantes fossiles sont les suivantes:

Anhée : RENIER (1910*c*, p. 31).

Modave : RENIER (1906*f*).

Clavier : PURVES (1883*b*, p. 16); RENIER (1908*e*, p. 120).

Oequier : RENIER (1906*f*).

Couchant de Mons : DE SAPORTA (1874); CRÉPIN *in* CORNET (1878*a*); ZEILLER (1878); *in* FIRKET (1881); RENIER (1906*b, c, d*, 1907*d*, 1912*e*); P. BERTRAND (1909); SCHMITZ (1912*a*, p. 310); DELTENRE (1912*b*, p. 516); et encore, en utilisant l'échelle stratigraphique, de FALY (1884), BOULAY (1876, p. 67); GRAND'EURY (1877, p. 426); STUR (1885, 1887); ZEILLER (1886-1888), et KIDSTON (1911, 1912).

Centre : COEMANS (1865*a*); SCHMITZ *in* BRIART (1897, p. 251); SCHMITZ (1897*a*, p. 48; 1912*a*, p. 376); KIDSTON (1911) et surtout DELTENRE (1912*b*); KARAPETIAN (1912*b, c, d*); FOURMARIER ET STAINIER (1911); FOURMARIER (1912*d*).

Charleroi : BOULAY (1876, p. 67); GRAND'EURY (1877, p. 425); ZEILLER ? *in* FIRKET (1881); RENIER (1896*a*, p. 278; 1911*b*, 1913*c*); BERTIAUX ET CAMBIER (1909, p. 69); CAMBIER ET RENIER (1910, p. 23; 1912, p. 80); MATHIEU (1910*a*); SCHMITZ (1912*a*; 1912*b*, p. 378).

Basse-Sambre : CRÉPIN in STAINIER (1892, p. 359).

Andenne : DEWALQUE (1878a); CRÉPIN in STAINIER (1892, p. 359); FOURMARIER (1907d); RENIER (1908e).

Liège : MALHERBE (1883); FORIR (1896a); BERTIAUX (1899); surtout FOURMARIER (1905a, 1906a, b, c); RENIER (1906e, 1907a, 1908e, 1909a, 1910d); C. FRAIPONT (1908); et, à titre de curiosité, SWEDENBORG (1722) [GOEPPERT, 1836; NATHORST, 1908].

Pays de Herve : GILKINET in FIRKET (1881, 1884); RENIER (1904); FOURMARIER (1905a, 1911d); RENIER (1912b, p. 20).

Theux : RENIER (1912e, p. 395); FOURMARIER (1913b).

Campine : FOURMARIER ET RENIER (1903, 1906); in FORIR (1905 p. 667); SCHMITZ (1908); FOURMARIER (1911c, 1912e).

M. Jongmans (1909b) a condensé, sous forme de listes ou tableau synoptiques, d'après les données bibliographiques, les résultats connus à cette époque.

Nous synthétiserons ces faits en y ajoutant quelques données inédites.

8. Dans l'ensemble, la flore des trois assises inférieures est pauvre, relativement à celle des assises de Charleroi et du Flénu (cf. FOURMARIER, 1905a; MATHIEU, 1910a; DELTENRE, 1912b; FOURMARIER et RENIER, 1903, 1906).

Ce caractère semble bien être en relation avec la richesse du gisement.

9. Les récoltes faites à Baudour (cf. RENIER, 1906d) ont permis de définir nettement le caractère archaïque de la très rare flore de l'assise de Chokier; on ne rencontre, en effet, le plus souvent, dans cette assise, que des axes striés longitudinalement, rarement bifurqués. Nos géologues les ont généralement déterminés comme *Asterocalamites* ou *Cordaites* (PURVES, 1883b, p. 3, 15; HIND, 1912, p. 5-6). Ce sont, en fait, des débris d'axes de ptéridosporées, du type *Aulacopteris* Grand'Eury.

La flore de l'assise de Chokier renferme notamment des *Adiantites*, des *Sphenopteridium*, des *Sphenopteris* spéciales (*Sphenopteris* Goeperti, Ettingshausen, *Sphenopteris*

bithynica, Zeiller (= *Mariopteris laciniata*, Potonié), etc... et encore *Nevropteris antecedens* Stur, *Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim, *Sphenophyllum tenerrimum* Ettingshausen, *Lepidodendron Veltheimi* Sternberg.

L'assise d'Andenne, encore très imparfaitement explorée (RENIER, 1908e), se caractérise par l'apparition des Sigillariées : *Sigillaria Schlotheimi*, Brongniart et par l'abondance du *Pecopteris aspera* Brongniart, très fréquent à un niveau situé peu en dessous de la principale couche de houille de l'assise; *Sphenophyllum tenerrimum* Ettingshausen et *Lepidodendron Veltheimi* Sternberg sont aussi abondants.

L'assise de Chatelet est également assez mal connue dans sa partie inférieure. *Nevropteris Schlehani* Stur y est abondant, mais se rencontre encore à des niveaux plus élevés. On note aussi *Sphenopteris Baumleri* Andræ, *Sphenopteris Hoeninghausi* Brongniart, *Mariopteris acuta* Brongniart, *Alethopteris lonchitica* Schlotheim, *Calamostachys Ludwigi* Carruthers, *Sigillaria elegans* Sternberg.

L'assise de Charleroi possède une flore des plus riches. Elle a d'ailleurs une puissance considérable. Aussi, les stratigraphes l'ont-ils souvent subdivisée, comme le montre la planche IV.

A partir de la base, on rencontre successivement *Sigillaria rugosa* Brongniart, *Sphenopteris Schumanni* Stur, *Sphenopteris Laurenti* Andræ, *Linopteris nevropteroides* Geinitz form. Major, *Lonchopteris rugosa* Brongniart et *Lonchopteris Bricei* Brongniart, *Corynepteris coralloides* Gutbier, *Sphenophyllum myriophyllum* Crépin.

L'assise du Flénu se caractérise par l'abondance d'un grand nombre d'espèces qui se rencontrent déjà dans l'assise de Charleroi, tout au moins vers le sommet; tels sont *Asterophyllites equisetiformis* Schlotheim, *Nevropteris tenuifolia* Schlotheim, *Linopteris obliqua* Bunbury, et même *Asolanus camptotænia* Wood.

Elle possède d'ailleurs des espèces qui lui sont propres, par exemple : *Sphenopteris artemisiæfolioides* Crépin, *Mariopteris latifolia* Brongniart, *Alethopteris Serli* Brongniart, *Linopteris Munsteri* Eichwald, *Desmopteris longifolia* Sternberg et certaine forme du *Mariopteris muricata* Brongniart form. *nervosa*.

Un certain nombre d'espèces paraissent d'ailleurs avoir une localisation stratigraphique très étroite. Mais ce point réclame confirmation.

10. En ce qui concerne la localisation en niveaux, je me bornerai à rappeler ici l'existence, au-dessous de toute couche de houille ou veinette, de racines ou organes souterrains AUTOCHTONES, parmi lesquels les *Stigmaria* sont les types les plus remarquables par leur abondance.

Ce sol de végétation, qui forme le « mur » de la couche, se poursuit encore lorsque celle-ci est absente par suite d'accidents.

Nous aurons l'occasion d'y revenir dans la suite.

Je renvoie d'ailleurs à mon mémoire sur la stratigraphie du terrain houiller (RENIER, 1912g, p. 147), au sujet de la valeur et de l'utilisation de ces horizons.

B. — Faune.

11. La faune du houiller de Belgique a fait l'objet de nombreux travaux de systématique. Elle est d'ailleurs riche et variée.

POISSONS. — Signalons les descriptions de de Koninck (1842-1844, p. 618), un mémoire de M. Lohest (1885) et une note de M. Stainier (1911e).

INSECTES. — Seize spécimens, dont certains déjà étudiés par Van Beneden et Coemans (1867), Preudhomme de Borre (1875a, b, c, 1879), Van Volxem (1876) et Mac Lachlan (1877), ont été décrits à nouveau par Handlirsch (1904) et l'une des nouvelles trouvailles de M. Pohl (1909, 1911) a fait l'objet d'une note de M. Leriche (1911b). [Cf. VAN BENEDEN ET COEMANS (1867)].

ARACHNIDES. — Nous possédons de courtes remarques de M. Pru-

vost (1912, p. 86 et 93), de J. Fraipont (1907) et une note de Woodward (1878). [Cf. DE KONINCK (1878)].

MYRIOPODES. — Non encore décrits.

MÉROSTOMES XIPHOSURES. — L.-G. de Koninck (1881) a décrit un *Prestwichia*.

TRILOBITES. — Voir DE KONINCK (1876).

AUTRES CRUSTACÉS (Ostracodes, Phyllopoies, Isopodes). — Non décrits. (? DE KONINCK, 1842-1844, p. 71; cf. HIND, 1894, p. 17; STAINIER, 1911e).

CÉPHALOPODES. — Quelques types ont été décrits, d'après des spécimens belges, par divers auteurs : de Koninck, 1842-1844; Haug, 1898.

CONULARIDÉS. — Une note de Moreels (1888) a donné lieu à d'intéressantes remarques de M. Pelseneer (1889).

GASTÉROPODES. — Citons les recherches de Van Beneden et Coemans (1867). [Cf. COEMANS (1866).]

LAMELLIBRANCHES. — Diverses espèces remarquables ont été décrites ou figurées à nouveau par M. Hind (1912) (cf. DE KONINCK, 1842-1844, et DE RYCKHOLD, 1850, p. 143, et pour rectification générale HIND, 1894, p. 17 et 20.)

BRACHIOPODES. — Plusieurs espèces ont été décrites par de Koninck (1842-1844, 1847).

BRYOZOAIRES. — Non étudiés.

CRINOÏDES. — Non décrits.

12. Des listes qui englobent la Belgique entière, mais font souvent une place à part à l'assise de Chokier, ont été publiées à diverses reprises par d'Omalius (1868, p. 586), par Dewalque (1868, p. 92, 97, 338; 1880, p. 105, 111, 384); par M. Murlon (1881, p. 56, 57) et par M. Gosselet (1888, p. 686). Nyst (1873, p. 395) s'est contenté de donner un résumé sommaire.

13. Les principales publications originales relatives à la répartition de ces fossiles caractéristiques sont les suivantes :

Anhée (= *Warnant-Mossia*) : RENIER (1909e, p. 63; 1910c, p. 31); HIND (1912, p. 5).

Assesse : PURVES (1883a, p. 5); BARROIS (1874, p. 226).

Vyle-Tharoul : PURVES (1884, p. 8).

- Modave* : PURVES (1883*b*, p. 18, et 1884, p. 5); RENIER (1906).
- Clavier* : PURVES (1883*b*, p. 12 et 15; 1884, p. 3); DESTINEZ (1893, 1905); FORIR (1896*a*); HIND (1902; 1912, p. 5).
- Bende* : PURVES (1883*b*, p. 3); HIND (1912, p. 5).
- Ocquier* : PURVES (1883*b*, p. 3); RENIER (1906).
- Couchant de Mons* : CORNET ET BRIART (1872, 1875); DEWALQUE (1872); DE BORRE (1875); FALY (1876); DE KONINCK (1876); WOODWARD (1878); GOSSELET (1888, p. 688); DE VAUX (1888, 1890); BRIART *in* SCHMITZ (1897*a*, p. 51); J. CORNET (1900*a*, p. 184; 1906*b*, *c*, *d*; 1907*b*, 1909); HANDLIRSCH (1904); LERICHE (1911*b*); SCHMITZ (1911*a*); STAINIER (1912*a*, *b*, *f*); HIND (1912, p. 7); MATHIEU (1912*b*).
- Centre* : CORNET ET BRIART (1872); STAINIER (1893*c*, p. 157; 1911*e*); BRIART *in* SCHMITZ (1897*a*, p. 51); FOURMARIER ET STAINIER (1911); DELTENRE (1912*b*, p. 506); KARAPÉTIAN (1912*c*, pl. VIII); HIND (1912, p. 16).
- Charleroi* : BLANCHAERT ET SMEYSTERS (1880); PURVES (1881); SCHMITZ (1897*a*, p. 48; 1912*b*); STAINIER (1893*a*, *b*, p. 159; 1894*d*, p. 416, et surtout 1901); CAMBIER (1906); BERTIAUX (1908); MATHIEU (1910*a*, 1912*a*); RENIER (1913*c*).
- Basse-Sambre* : CAUCHY (1825); DEWALQUE (1872); STAINIER (1892, 1893*a*, 1894*b*).
- Andenne* : PURVES (1881); STAINIER (1892, 1894*a*).
- Huy* : STAINIER (1892, p. 325; 1893*c*, p. 143).
- Liège* : DUMONT (1832); DAVREUX (1835, p. 276); DE RYCKHOLDT (1850-1851); HORION (1863, p. 768); MALHERBE (1871, 1876*a*); FIRKET (1874*b*, 1875*a*, 1879*a*); FORIR (1883, 1896*a*); DESTINEZ (1888, 1897, 1905); LOHEST (1884, 1889*b*); MOREELS (1888); HIND (1902; 1912, p. 6 et 17); STAINIER (1893*c*; 1894*d*, p. 425; surtout 1905, 1907*a*); FOURMARIER (1905*a*, p. 347; 1906*b*, *d*); RENIER (1907*a*, 1910*a*, 1912*d*, p. 375); J. FRAIPONT (1907); CH. FRAIPONT (1908).
- Pays de Herve* : DUMONT (1832, p. 265); DAVREUX (1833, p. 99); VAN SCHERPENZEEL - THIM (1874); DEWALQUE (1880*b*); PURVES (1881); GOSSELET (1888, p. 687); STAINIER (1893*c*, p. 147; 1894*d*, p. 425); RENIER (1904, 1912*d*, p. 379); FOURMARIER (1905*a*, p. 337, 347; 1906*b*, 1911*d*).
- Vallée de la Geule* : VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT (1909, p. 97).

Theux : FORIR *in* FOURMARIER (1901*a*); FOURMARIER (1913*b*).

Campine : FOURMARIER ET RENIER (1903, 1906) et *in* FORIR (1905, p. 667); SCHMITZ ET STAINIER (1909, 1910).

M. Stainier (1892, p. 348) a condensé, sous forme de tableau, d'après les données bibliographiques, les résultats connus à cette époque et groupés par assises.

14. Pratiquement, les représentants de certaines classes sont sans intérêt pour les travaux de stratigraphie courante. Ainsi en est-il de tous les arthropodes. Ce sont les poissons, les mollusques et les brachiopodes qui constituent effectivement les fossiles caractéristiques.

15. Il importe, à un point de vue pratique, de distinguer deux types de faunes bien distinctes et sans mélanges à l'état autochtone (HIND, 1912, p. 11). D'un côté, la faune marine, à laquelle il faut, sans hésitation, rattacher les *Lingula* (cf. RENIER, 1912*d*, p. 380); de l'autre, la faune d'eau douce ou d'eau saumâtre.

Les niveaux à faune d'eau saumâtre sont souvent assez localisés en surface; les niveaux marins peuvent, au contraire, présenter une importante extension géographique. C'est pourquoi les échelles stratigraphiques de la planche III renseignent, par un figuré spécial, la position des principaux niveaux à faune marine, dont certains constituent, à n'en pas douter, de remarquables horizons.

16. Ainsi que le montre une rapide inspection de la planche III, les niveaux à faune marine sont abondants dans les assises inférieures et se font de plus en plus rares au fur et à mesure que se comble le géosynclinal houiller.

Si, par convention, l'on trace la limite de l'assise de Chokier au mur de la première couche de houille, procédé qui ne laisse pas d'être quelque peu critiquable, ainsi que nous le verrons dans la suite, l'assise de Chokier est essentiellement marine.

L'assise d'Andenne compte quelques niveaux à faune marine.

L'assise de Chatelet est de même type puisqu'on y rencontre d'assez nombreux niveaux marins.

L'assise de Charleroi n'a guère fourni jusqu'ici que des niveaux à *Lingula*, localisés dans sa partie inférieure.

L'assise du Flénu enfin ne compte qu'un seul niveau marin, au toit même de la couche Petit Buisson, choisie comme limite de base.

L'existence de nombreux niveaux à faune marine semble bien être en relation avec la stérilité du gisement. L'assise de Chokier est celle du Houiller sans houille (DUMONT, 1849).

Quant à la faune d'eau saumâtre, elle semble être surtout abondante dans la zone moyenne.

17. Synthétisant à présent les principaux faits connus, nous pourrons, tout comme nous l'avons fait pour la flore, caractériser comme suit les diverses assises au point de vue faunique :

L'assise de Chokier est bien connue par les abondantes récoltes faites à Chokier (bassin de Liège), à Clavier, à Anhée (Warnant), et surtout à Baudour (CORNET, 1906d). Parmi les formes les plus typiques, citons, outre *Glyphioceras diadema* Beyrich, *Glyphioceras spirale* Phillips (à la base), *Glyphioceras reticulatum* Phillips, *Dimorphoceras Gilbertsoni*, si remarquablement conservés dans les nodules calcaires, puis, *Posidonomya Becheri* Brown et surtout l'abondante *Posidoniella laevis* Brown (= *Mytilus ampelicolata* Ryckholt), des schistes dits à *Mytilus* (PURVES, 1881). Cette faune conchyliologique est, en fait, la seule qui ait fait l'objet de recherches systématiques récentes et complètes.

L'assise d'Andenne possède *Glyphioceras bilingue* Salter (vers la base), *Chonetes Laguessiana* de Koninck et surtout *Productus carbonarius* de Koninck; toutefois, ces deux

dernières espèces ne se rencontrent guère qu'à l'Ouest de l'anticlinal du Samson, où existe encore *Posidonomya Becheri* Brown. Des niveaux à faune d'eau saumâtre sont connus dans cette assise, mais n'ont été étudiés que très imparfaitement jusqu'ici. Ils apparaissent, dès la base, dans les régions méridionales du pays (Theux et probablement Modave).

L'assise de Chatelet est caractérisée par *Gastrioceras carbonarius* von Buch, 1832 (= ? *Gastrioceras Listeri* Martin, 1809), qui se rencontre, de façon assez constante, à quelque 150 — 200 mètres de la base de l'assise, en compagnie de *Pterinopecten papyraceus* Sowerby et de céphalopodes (*Orthoceras*) et lamellibranches. Parmi les représentants de la faune d'eau saumâtre, notons *Carbonicola aquilina* Sowerby, *Anthracomya Williamsoni* Brown et *Anthracomya minima* Ludwig.

L'assise de Charleroi renferme une importante faune d'eau saumâtre dont la distribution stratigraphique a été jusqu'ici définie de façon sommaire; les déterminations anciennes devraient, en effet, faire l'objet d'une revision complète. Citons toutefois *Naiadites quadrata* Sowerby et *Carbonicola acuta* Sowerby.

La faune macologique de l'assise de Flénu est encore très mal connue. C'est cette assise qui a fourni la plupart des insectes fossiles.

(A suivre.)

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

Siège d'expériences de Frameries

LE BOURRAGE EXTÉRIEUR

EN

POUSSIÈRES INCOMBUSTIBLES

(DEUXIÈME NOTE)

PAR

VICTOR WATTEYNE

Inspecteur général des Mines,
Chef du Service des Accidents miniers et du Grisou,

ET

EMMANUEL LEMAIRE,

Ingénieur principal des Mines,
Attaché au Service des Accidents miniers et du grisou
(Siège d'expériences de Frameries)
Professeur à l'Université de Louvain.

Nous avons, en septembre 1911, publié une première note (1) sur un mode spécial d'emploi de poussières incombustibles, imaginé et expérimenté à Frameries, pour renforcer la sécurité dans le tir des mines et empêcher ainsi la première inflammation par les flammes des explosifs, tant du grisou que des poussières charbonneuses.

Ce procédé auquel nous avons donné le nom de *bourrage extérieur*, nous avait dès lors donné des résultats très satisfaisants, et l'on pouvait déjà présumer que, superposé aux autres précautions, notamment à l'emploi des explosifs

(1) Le Bourrage extérieur en poussières incombustibles (1^{re} note), *Ann. des Mines de Belgique*, t. XVI, 1911, 4^{me} liv.

S. G. P., avec les *charges-limites* déterminées à Frameries, il contribuerait à rendre la redoutable opération du minage, sinon absolument sûre, du moins incomparablement moins dangereuse qu'elle ne l'était précédemment.

Bien que nos expériences fussent encore en petit nombre, il nous avait paru utile à la sécurité des mines de le signaler immédiatement, nous réservant de compléter nos essais.

Ces essais ont été poursuivis et, quoique de nouvelles expériences soient encore en cours d'exécution, nous croyons devoir faire connaître dans une deuxième note, en quoi ont consisté celles auxquelles nous avons procédé depuis notre première publication et les résultats qu'elles ont donnés.

Disons de suite que ces résultats confirment pleinement ceux auxquels nous étions arrivés tout d'abord et l'on peut dire dès à présent, que ce procédé, déjà, croyons-nous, entré dans la pratique dans certains charbonnages, eu égard à son extrême simplicité, donne un moyen nouveau et pratique d'éviter, dans une large mesure, le danger de l'emploi des explosifs au point de vue des explosions que cet emploi peut engendrer.

Dans la présente notice nous exposerons, en premier lieu, la suite des essais que nous avons effectués depuis le mois de septembre 1911, sur l'emploi de notre procédé vis-à-vis des mines débouffantes, ou « faisant canon », d'abord avec le dispositif tel que nous l'avons indiqué, ensuite avec une variante, proposée, à la suite de notre première note, par une firme allemande.

Nous ferons ensuite connaître des essais, encore incomplets, ayant pour objet de rechercher ce qui advient du tir des mines quand celles-ci ne font pas canon.

Nous dirons aussi quelques mots de la galerie que nous avons entreprise, au début de 1912, au bois de Colfontaine, dans le but de serrer de plus près les conditions de la pratique.

Enfin, nous signalerons dans un dernier chapitre, un autre procédé que nous commençons à expérimenter et qui constitue un nouvel emploi de la schistification pour assurer la sécurité du tir des mines. Nous l'appelons : *la schistification intérieure*.

Auparavant nous croyons devoir rappeler, en quelques lignes, en quoi consiste le bourrage extérieur.

Ainsi que nous l'avons exposé précédemment, le *bourrage extérieur* consiste dans le dépôt d'une certaine quantité de poussières incombustibles devant l'orifice du fourneau de mine, de manière à masquer complètement celui-ci.

La quantité de ces poussières nécessaire pour empêcher qu'une mine faisant canon allume le grisou ou les poussières de charbon, est relativement peu importante et se réduit à quelques kilogrammes. Elle varie avec la charge d'explosif.

Dans notre première note, nous avons proposé pour la détermination de cette quantité la formule :

$$P = \frac{Q}{120}$$

dans laquelle

P est le poids de poussières incombustibles, exprimé en kilogrammes ;

Q la quantité de chaleur, exprimée en grandes calories, dégagée par la détonation de la charge d'explosif, déduction faite de la quantité de chaleur nécessaire pour élever à 600° la température des produits de l'explosion.

Pour simplifier les calculs on pourrait employer la formule suivante :

$$P = 1 + 5 p$$

dans laquelle

P est le poids de poussières incombustibles exprimé en kilogrammes ;

p le poids de la charge d'explosif exprimé en kilogrammes.

L'inspection des tableaux I à IV annexés à la présente note montre que les quantités données par cette formule, sont très largement suffisantes.

Au moment où la mine fait canon, les poussières incombustibles sont violemment mises en suspension dans l'air et forment un nuage très dense dans lequel les gaz chauds sont très intimement mêlés à la matière pulvérulente. Cette matière, très divisée, pénétrée de toutes parts par les gaz de l'explosion, absorbe la chaleur de ces gaz et abaisse leur température ; elle joue le rôle d'étouffoir.

Le nuage très dense de poussières incombustibles forme en tous cas un milieu très peu favorable au développement d'une inflammation de grisou ou de poussières de charbon, en raison de la grande quantité de chaleur qu'il peut absorber sans que sa température atteigne le rouge.

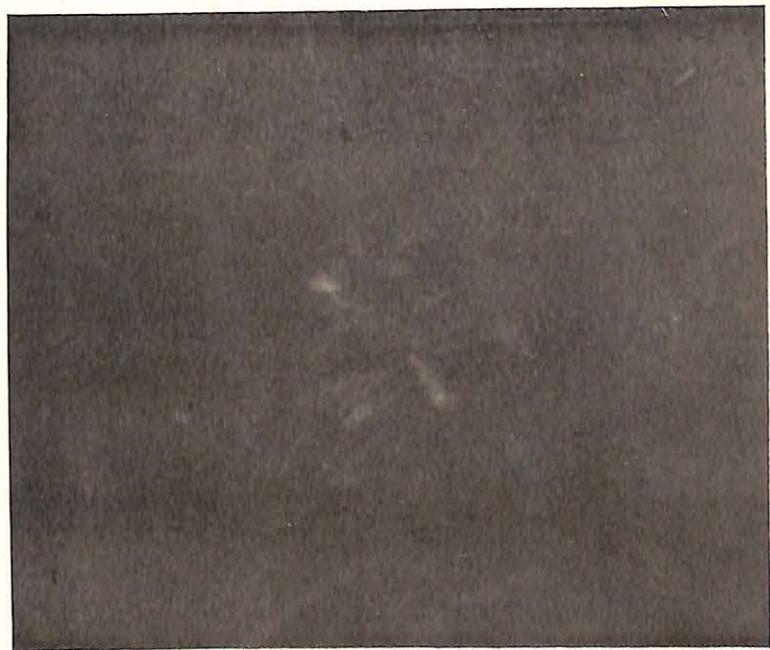
Enfin le travail de projection de cette masse de poussières absorbe une partie de la chaleur des gaz de l'explosion.

La photographie n° 1, prise à 10 mètres de l'orifice du fourneau, donne une idée de ce qui reste de la flamme.

Nous plaçons en regard, pour faciliter la comparaison, la photographie n° 2, exécutée à la même échelle, et qui montre la flamme produite par la même charge du même explosif tirée sans bourrage extérieur.



Photographie n° 2. — 6 cartouches de dynamite-gomme tirées au mortier d'acier. — Pas de bourrage extérieur.



Photographie n° 1. — 6 cartouches de dynamite-gomme tirées au mortier d'acier. — 4 kilogs de bourrage extérieur.

I. — Mines débourrantes.

a) Dispositif avec le cône de poussière.

Nos premiers essais avaient porté surtout sur des atmosphères poussiéreuses. Ils avaient été assez complets sous ce rapport.

Aussi, cette fois, nous nous sommes attachés spécialement à des essais sur des atmosphères grisouteuses.

Comme précédemment, nous avons opéré à dessein avec des explosifs dangereux au point de vue de l'inflammation de mélanges grisouteux.

Nous avons choisi deux explosifs à base de nitroglycérine, un explosif à base de coton-poudre et un dernier, à base de nitrate d'ammonium.

Pour les trois premiers, nous n'avons pas dépassé la charge de 600 grammes, qui constitue déjà une dure épreuve pour les mortiers d'acier et qui dépasse déjà comme puissance la charge de 900 grammes des explosifs S. G. P.

1° *Essais avec la dynamite gomme n° 1.*

Nous rappelons que cet explosif, dont nous avons déjà fait usage dans nos premiers essais, a la composition suivante :

Nitroglycérine	42.5 %
Nitro-coton	1.5 »
Nitrate de sodium	45.5 »
Farine de bois	3.0 »
Farine de blé	5.0 »
Binitrotoluène	2.0 »
Carbonate de sodium	0.5 »
	<hr/>
	100.0 »

L'explosion d'une cartouche de 100 grammes de cet explosif, tirée au mortier d'acier, allume facilement le grisou.

Le tableau I donne le détail des essais.

L'examen de ce tableau montre qu'un poids de poussières incombustibles égal à cinq fois le poids de la charge d'explosif, est suffisant pour empêcher l'inflammation des mélanges grisouteux les plus faciles à allumer.

Si l'on réduit le poids de poussières incombustibles à deux ou trois fois le poids de la charge d'explosif, on aperçoit une lueur ou une flamme à la première fenêtre de la galerie d'essais, mais l'inflammation ne se propage pas.

Il importe que les poussières incombustibles soient bien pulvérisées, comme le montre l'essai n° 13, effectué avec du sable grossier.

TABEAU I. — ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU. — EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	100	1	8	»	»	●	Inflammation du grisou.
2	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.4	○	Les poussières de schistes sont déposées sur une planche qui arrase le fourneau et forme un cône d'éboulement devant ce fourneau. Pas d'inflammation.
3	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
4	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
5	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
6	100	1	8	»	»	●	Inflammation du grisou.
7	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Même disposition que pour l'essai 2. Pas d'inflammation du grisou.
8	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
9	600	2+2+2	7.9	Schistes rouges	3.0	○	Pas d'inflammation du grisou.
10	600	2+2+2	8	Schistes rouges	1.8	○	Lueur à la première fenêtre de la galerie.
11	100	2+2+2	7.8	Schistes rouges	1.0	○	Flammes à la première fenêtre de la galerie, mais l'inflammation ne se propage pas.
12	200	2	8	Schistes rouges	1.0	○	Pas d'inflammation du grisou, pas de lueur.
13	600	2+2+2	8.1	Sable grossier	3.0	○	Flamme à la première fenêtre de la galerie, mais l'inflammation ne se propage pas.
14	200	2	8	Sable grossier	2.0	○	Pas d'inflammation du grisou, pas de lueur.

2° *Essais avec la dynamite gélatine.*

Cet explosif a la composition suivante :

Nitroglycérine gélatinisée	40.0 %
Nitrate de sodium	43.0 »
Cellulose	16.5 »
Carbonate de sodium	0.5 »
	<hr/>
	100.0 »

On allume facilement le grisou avec une cartouche ou même une demi-cartouche de cet explosif.

Il a été fait six essais à la charge de 600 grammes avec cet explosif (tableau II). Le bourrage extérieur se composait de 3 kilogrammes de poussières incombustibles, c'est-à-dire d'un poids de poussières incombustibles égal à cinq fois la charge.

Ces essais n'ont donné lieu à aucune inflammation du grisou.

TABLEAU II.

ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.

EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gélatine

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	100	1	8	»	»	●	Inflammation du grisou.
2	50	1/2	7	»	»	●	Id.
3	600	2+2+2	7.1	Schistes rouges	3.0	○	Les poussières de schistes sont disposées sur une planche qui arrase le fourneau et forme un cône d'éboulement devant ce fourneau. Pas d'inflammation du grisou.
4	600	2+2+2	7.7	Schistes rouges	3.0	○	Id.
5	600	2+2+2	7.7	Schistes rouges	3.0	○	Id.
6	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
7	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
8	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.

3° *Essais avec la tonite belge.*

Cet explosif, très différent des précédents, plutôt un explosif de guerre qu'un explosif de mine, a été choisi pour les essais en raison de sa brisance et de la facilité avec laquelle il allume le grisou.

Sa composition est la suivante :

Coton poudre endécantrique	53.0 %
Nitrate de baryum	37.6 »
Nitrate de potassium	9.4 »
	<hr/>
	100.0 »

Les essais ont été faits avec des charges de 600 grammes d'explosif et le poids du bourrage extérieur a été diminué progressivement jusqu'à l'obtention d'une inflammation de grisou. Pour obtenir cette inflammation, il a fallu réduire à 0.5 kilogramme le poids de poussières incombustibles placées devant l'orifice du fourneau. L'inflammation du grisou s'est propagée dans la galerie avec une certaine lenteur ; la flamme n'avait pas sa coloration habituelle, elle était plus jaune et plus éclairante, ce qui était vraisemblablement dû à la présence de particules incandescentes.

Les essais effectués avec des poids de poussières incombustibles variant de 1 à 3 kilogrammes n'ont donné lieu à aucune inflammation.

TABEAU III.
ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.

EXPLOSIF EMPLOYÉ : Tonite.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	150	1	8	»	»	●	Inflammation du grisou.
2	100	1	8	»	»	●	Id.
3	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Pas d'inflammation du grisou.
4	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
5	600	2+2+2	8.2	Schistes rouges	2.4	○	Id.
6	600	2+2+2	7.9	Schistes rouges	1.8	○	Id.
7	600	2+2+2	8	Schistes rouges	1.0	○	Id.
8	600	2+2+2	8	Schistes rouges	1.0	○	Id.
9	600	2+2+2	8.3	Schistes rouges	1.0	○	Id.
10	600	2+2+2	7.9	Schistes rouges	0.5	●	Inflammation du grisou. La flamme est plus éclairante que d'ordinaire et se propage avec une certaine lenteur. Rupture de l'âme et de la frette du mortier.

4° Essais avec un explosif au nitrate d'ammonium.

Dans la galerie de 2 mètres carrés de section, une charge de 100 grammes de cet explosif, tirée au mortier d'acier, allume le grisou.

Les essais ont été faits avec des charges de 9 cartouches de 100 grammes chacune, placées en deux ou trois files dans le mortier de 55 millimètres de diamètre.

Nous n'avons constaté aucune inflammation du grisou avec des bourrages extérieurs de 1 à 4.5 kilos de poussières incombustibles.

TABLEAU IV.
ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.
EXPLOSIF EMPLOYÉ : Explosif au nitrate d'ammonium.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	200	2	8.1	»	»	●	Inflammation du grisou.
2	100	$\frac{2}{2}$	8.1	»	»	●	Id.
3	50	$\frac{1}{2}$	8.0	»	»	○	Pas d'inflammation du grisou.
4	900	3+3+3	8.1	Schistes rouges	4.5	○	Id.
5	900	3+3+3	7.9	Schistes rouges	3.6	○	Id.
6	100	$\frac{2}{2}$	8.4	»	»	●	Inflammation du grisou.
7	900	2+2+2+2+ $\frac{2}{2}$	8.2	Schistes rouges	2.7	○	Pas d'inflammation du grisou.
8	900	2+2+2+2+ $\frac{2}{2}$	8.1	Schistes rouges	1.8	○	Id.
9	900	2+2+2+2+ $\frac{2}{2}$	8.0	Schistes rouges	1.0	○	Id.
10	900	2+2+2+2+ $\frac{2}{2}$	8.1	Sable fin, non desséché	1.8	○	Id.
11	100	$\frac{2}{2}$	8.0	»	»	●	Inflammation du grisou.

b) Dispositif avec tube à poussières.

En vue de permettre un emploi plus aisé du bourrage extérieur quelle que soit la position du trou de mine, la firme H.-E. Kruskopf, de Dortmund, la même qui avait aussi imaginé une variante des arrêts-barrages de M. Taffanel (1), a proposé, pour notre procédé, la disposition suivante, qu'elle qualifie « une forme particulière » de notre bourrage extérieur.

On introduit dans le fourneau de mine un cylindre en carton rempli de poussières incombustibles, auquel est fixé, en dehors du trou de mine, un sac en papier contenant aussi des poussières incombustibles.

Ce mode d'exécution de notre bourrage extérieur a été essayé avec succès, au commencement de cette année, à la galerie d'essais de Neunkirchen, sous le nom de « bourrage extérieur en poussières incombustibles (*Gesteinstaub Ausenbesatz*) de la firme Kruskopf ».

Ces essais, exécutés tous avec de la gélatine-dynamite comme explosif, confirment les nôtres. Ils n'ont mis le procédé en défaut que lorsque la quantité de poussières était réduite à moins d'un demi kilo.

Nous avons, à la demande de la firme Kruskopf, effectué nous-mêmes quelques essais. Les tableaux V et VI indiquent ces expériences, faites respectivement vis-à-vis du grisou et vis-à-vis des poussières.

Bien qu'un essai en présence de grisou, avec ce dispositif ait donné un résultat inférieur à un essai fait comparativement avec le cône de poussières (essais 3 et 4 du tableau V), on peut dire que, d'une façon générale, les deux manières d'appliquer notre procédé peuvent être utilisées avec succès, à la condition d'employer les quantités de poussières que nous préconisons.

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. XVI, p. 694.

On peut se demander si ces matières combustibles (carton et papier) introduites à l'orifice du trou de mine, ne sont pas susceptibles de s'enflammer.

En fait, après l'inflammation des charges d'explosifs, on n'a retrouvé dans la galerie d'essais que quelques menus fragments des tubes en carton et quelques lambeaux, plus considérables, de papier; on n'a pas observé sur ces fragments de traces de combustion. Toutefois, ce point mériterait d'être vérifié par des essais plus multipliés.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	600	2+2+2	8.4	Schistes rouges	3	○	On aperçoit une flamme très marquée à la première fenêtre de la galerie, mais l'inflammation ne se propage pas.
2	600	2+2+2	8.1	Id.	4	○	On n'aperçoit plus qu'une lueur à la première fenêtre de la galerie.
3	600	2+2+2	7.8	Id.	2	●	Inflammation du grisou.
4	600	2+2+2	8.0	Id.	2	○	Les poussières incombustibles sont simplement déposées sur une planche devant le fourneau. Pas d'inflammation, pas de lueur.

Dispositif avec tube à poussières pour l'application du bourrage extérieur.
 ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.
 EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

TABLEAU V.

Dispositif avec tube à poussières pour l'application du bourrage extérieur.
 ESSAIS EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES.
 EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Poids des poussières de charbon par mètre cube grammes.	Teneur en matières volatiles %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	600	2+2+2	400	35	Schistes rouges	2	●	Inflammation.
2	600	2+2+2	400	35	id.	3	○	Pas d'inflammation.
3	600	2+2+2	400	35	id.	2	○	Id.
4	600	2+2+2	400	35	id.	2	●	Les poussières incombustibles sont simplement déposées sur une planche en face du fourneau. — Inflammation.
5	600	2+2+2	400	35	id.	3	○	Même disposition que pour l'essai n° 4. — Pas d'inflammation.

II. — Mines non débourrantes.

Essais dans des canons en pierre.

Dans notre première note nous faisons remarquer que nos expériences précédentes, sur la question, ainsi d'ailleurs que la plupart de celles exécutées dans les diverses galeries d'essais, visaient exclusivement les mines débourrantes, et nous signalions notre intention d'étudier expérimentalement le cas des mines non débourrantes.

Nous avons donné suite à ce projet, avec l'intention de porter nos recherches sur la manière la plus favorable de disposer les poussières incombustibles dans le cas d'une mine qui travaille.

Pour ce faire nous avons remplacé le mortier d'acier par des canons en pierre constitués par des blocs parallélépipédiques en petit granit d'Ecaussines.

Nous avons effectué d'abord quelques essais avec des canons de ciment ou de béton, mais ceux-ci étaient tellement broyés lors de la détonation de la charge d'explosif, que leurs débris constituaient un véritable bourrage extérieur, disposé en tous sens et fabriqué par l'explosif lui-même. (Nous reviendrons plus tard sur ce point d'où est issue l'idée de la *schistification intérieure*.)

Les trous de mine étaient forés, au diamètre des cartouches, dans l'axe des blocs de pierre, qui mesuraient 1 mètre de longueur et 0^m40 de côté. Les blocs étaient placés sur le sol, à l'intérieur de la galerie d'essais, dont les parois étaient protégées contre les projections de pierres par des morceaux de vieux câbles de mine.

Les essais ont été faits avec de la dynamite-gomme et avec de la dynamite gélatine. Il n'a guère été possible de dépasser des charges de 400 grammes d'explosif, parce que, pour ces charges, les parois de la galerie donnaient déjà des signes de fatigue qu'on ne pouvait pas négliger.

Les tableaux VII, VIII et IX donnent le détail des essais, qui ont été faits en présence du grisou et des poussières de charbon.

On voit, en examinant ces tableaux, que des charges de 100, 200 et 300 grammes de dynamite-gomme ou de dynamite gélatine ont pu être tirées, sans aucun bourrage, ni intérieur ni extérieur, sans allumer le grisou et les poussières de charbon, et cela bien que la dernière cartouche introduite se trouvât sur le bord du fourneau.

Pour enflammer le grisou avec une charge de 400 grammes de dynamite gomme, il fallait placer le détonateur dans la cartouche qui se trouvait au fond du fourneau de mine ; quand on le plaçait dans la cartouche de l'orifice du fourneau de mine, le grisou ne s'allumait pas.

Avec la charge de 400 grammes, quand le détonateur est placé au fond du fourneau, il suffit d'un bourrage intérieur ou extérieur pour empêcher l'inflammation du grisou.

Pour les essais en présence des poussières de charbon, ces poussières étaient déposées sur la pierre et sur le sol ; on mettait en outre une certaine quantité de poussières en suspension dans l'air. Dans ces conditions, des charges de 400 grammes de dynamite-gomme n'ont pas allumé les poussières de charbon ; pour enflammer ces poussières avec de telles charges il a fallu masquer partiellement le fourneau de mine avec ces poussières.

TABLEAU VII.
CANONS EN PIERRE. — ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.
EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	100	I	7.1	»	»	○	La cartouche est placée à l'orifice du fourneau, sans aucun bourrage. Pas d'inflammation du grisou.
2	200	1+1	7.0	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau sans aucun bourrage. Le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve sur le bord du fourneau. Pas d'inflammation du grisou.
3	300	1+1+1	9.0	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau, sans aucun bourrage. Le détonateur est placée dans la cartouche qui se trouve sur le bord du fourneau. Pas d'inflammation du grisou.
4	300	1+1+1	9.0	»	»	○	Id.
5	400	1+1+1+1	8.0	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau sans aucun bourrage. Le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve sur le bord du fourneau. Pas d'inflammation du grisou.
6	400	1+1+1+1	8.0	»	»	○	Id.
7	400	1+1+1+1	8.1	»	»	●	La charge est placée à l'orifice du fourneau, sans aucun bourrage. Le détonateur est placée dans la cartouche qui se trouve au fond du fourneau. Inflammation du grisou.
8	200	1+1	8.5	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau, sans aucun bourrage. Le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve au fond du fourneau. Flamme à la première fenêtre de la galerie, mais l'inflammation ne se propage pas.
9	300	1+1+1	8.1	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau, sans aucun bourrage. Le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve au fond du fourneau. Flamme à la première fenêtre de la galerie, mais l'inflammation ne se propage pas.
10	400	1+1+1+1	8.1	»	»	●	Même disposition que pour l'essai 7. Inflammation du grisou.
11	400	1+1+1+1	8.1	Schistes rouges	3	○	Même disposition que pour l'essai précédent. Pas d'inflammation du grisou.
12	200	1+1	7.9	»	»	○	Le trou de mine de 0m25 de longueur est foré dans l'angle supérieur de la pierre, à 0m05 des parois. Le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve sur le bord du fourneau. Pas de bourrage. Pas d'inflammation du grisou.
13	300	1+1+1	7.8	»	»	○	Même disposition que pour les essais 3 et 4. Pas d'inflammation du grisou.
14	500	1+1+1+1+1	7.8	»	»	○	Le détonateur est placé dans la troisième cartouche. On place un bourrage à l'argile de 0m10 de longueur. Pas d'inflammation du grisou.

TABLEAU VIII.

CANONS DE PIERRE. — ESSAIS EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES DE CHARBON.

EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de poussières — gram. par m. c.	Résultats des essais	OBSERVATIONS	
					● Inflammation.	○ Pas d'inflammation.
1	300	1+1+1	400	○	Les poussières de charbon sont déposées sur la pierre et sur le sol de la galerie. Une certaine quantité de poussières est mise en suspension dans l'air. — Pas de bourrage — Pas d'inflammation du grisou.	
2	400	1+1+1+1	400	○	id.	id.
3	400	1+1+1+1	400	○	id.	id.
4	400	1+1+1+1	400	○	id.	id.
5	400	1+1+1+1	400	●	Les poussières de charbon sont disposées comme pour les essais précédents ; on met de plus une certaine quantité de poussières sur une planche devant le fourneau de mine. Les poussières masquent partiellement le fourneau. — Pas de bourrage. — Flamme rouge aux deux premières fenêtres de la galerie.	

802

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

TABLEAU IX.

CANONS EN PIERRE. — ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.

EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gélatine.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS	
							● Inflammation	○ Pas d'inflammation
1	100	1	9	»	»	●	Inflammation du grisou ; la cartouche est tirée au mortier d'acier.	
2	400	1+1+1+1	9	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau ; le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve sur le bord du fourneau.	
3	400	1+1+1+1	7	»	»	○	id.	id.
4	300	1+1+1	8	»	»	○	id.	id.
5	300	1+1+1	8	»	»	○	id.	id.
6	300	1+1+1	8	»	»	○	id.	id.
7	50	½	7	»	»	●	La demi-cartouche est tirée au mortier d'acier.	
8	100	1	8	»	»	●	La cartouche est tirée au mortier d'acier.	

LE BOURRAGE EXTÉRIEUR

803

Nous avons cherché à nous rendre compte par la photographie, de l'importance comparative des flammes produites par l'explosion de charges d'explosifs tirées au mortier d'acier ou dans des canons de pierre.

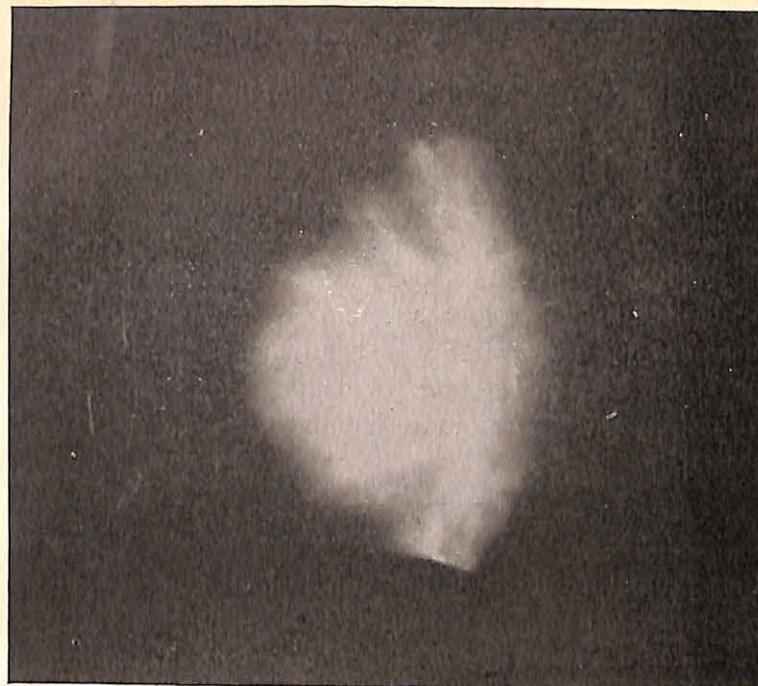
La photographie n° 2 montre la flamme produite par 6 cartouches de dynamite-gomme tirées au mortier d'acier. On voit que cette flamme occupe toute la largeur de la galerie dans laquelle les photographies ont été prises, et dont les parois sont légèrement visibles ; cette largeur est de 2^m50. En hauteur, la flamme s'élève à 1^m25 environ au-dessus de l'axe du mortier. D'après la position de repères visibles sur la photographie, on peut évaluer à 4 mètres environ la longueur de cette flamme (1).

La photographie n° 3 représente la flamme de 5 cartouches du même explosif tirées au mortier d'acier. Elle est comparable comme dimensions à la précédente.

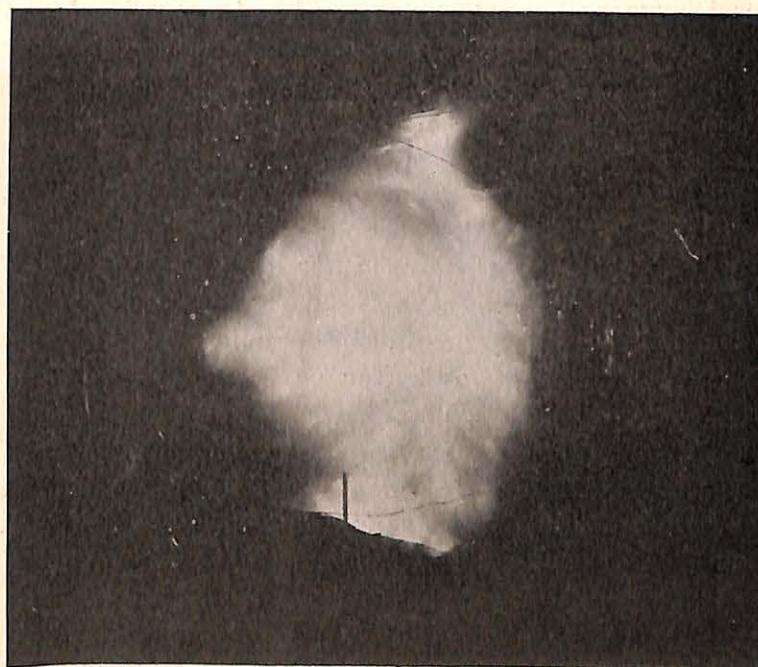
La photographie n° 4 donne la flamme produite par 5 cartouches du même explosif tirées, sans bourrage, dans un canon de pierre. La dernière cartouche, dans laquelle se trouvait le détonateur, était placée sur le bord du fourneau. L'appareil photographique était placé à la même distance que pour les essais précédents, c'est-à-dire à 10 mètres de l'orifice du fourneau ; les flammes sont donc représentées à la même échelle.

On voit la diminution considérable que subit le volume de la flamme quand la mine travaille ; cette flamme devient comparable, comme dimensions, à celle que donnent les explosifs de sûreté tirés au mortier d'acier, comme le montre la photographie n° 5, qui représente la flamme de 8 cartouches de Permonite.

(1) Cette photographie présente aussi un intérêt spécial à cause de la flamme secondaire que l'on voit à gauche, entre les bois.



Photographie n° 3. — 5 cartouches de dynamite-gomme tirées au mortier d'acier.



Photographie n° 2. — 6 cartouches de dynamite-gomme tirées au mortier d'acier.

Les photographies nos 6 et 7 donnent la flamme de 5 cartouches de dynamite-gomme tirées sans bourrage, dans un canon de pierre, en plaçant le détonateur dans la cartouche introduite la première dans le fourneau.

Nous avons cherché vainement à plusieurs reprises à photographier l'explosion d'un canon de pierre chargé de 5 cartouches du même explosif, mais avec bourrage soigneusement fait à l'argile, sur 30 centimètres de longueur. Malgré leur grande sensibilité, les plaques photographiques n'ont pas enregistré la moindre flamme.

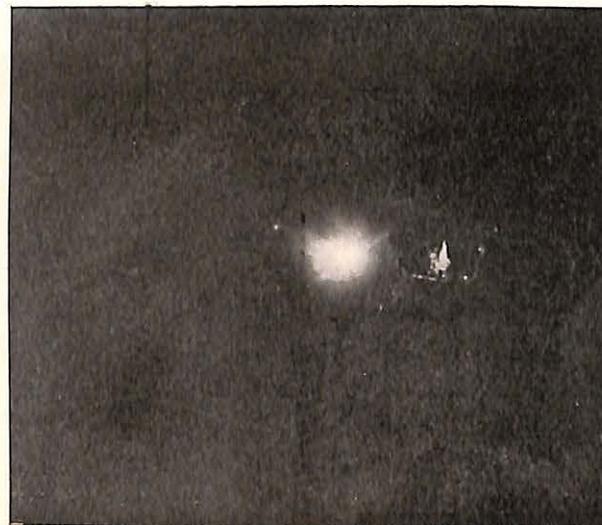
Il est prématuré de tirer des conclusions de ces essais qui sont encore trop peu nombreux. Ils montrent cependant, — ce qui était déjà supposé mais n'avait pas encore, croyons-nous, été démontré expérimentalement, — que les mines qui travaillent sont bien moins dangereuses que les mines débourrantes et notamment que les charges d'explosifs tirées au mortier d'acier.

Ils montrent également la grande importance que l'on doit attacher au bourrage. On ne saurait trop insister sur la nécessité d'un bourrage soigné fait sur une longueur convenable et sur la nécessité de mettre à la disposition des boute-feux une ample provision d'argile, de manière à leur éviter la tentation de faire sauter des mines dont le bourrage est défectueux.

Il semble résulter également de ces premiers essais que le danger d'inflammation du grisou ou des poussières de charbon se trouve surtout à l'orifice du fourneau et que les gaz qui s'échappent entre les fragments de la pierre désagrégée par l'explosion sont peu dangereux. En présence du grisou, en effet, l'inflammation avec des charges de 400 grammes de dynamite n'a été obtenue qu'en plaçant le



Photographie no 5 — 8 cartouches de Permonite tirées au mortier d'acier.



Photographie no 4. — 5 cartouches de dynamite-gomme tirées dans un canon de pierre sans bourrage. — Détonateur dans la dernière cartouche introduite.

détonateur au fond du fourneau, ce qui donne aux gaz de l'explosion une impulsion vers l'orifice de ce fourneau. D'autre part, pour allumer les poussières de charbon avec la même charge d'explosif, il a fallu masquer partiellement l'orifice du fourneau au moyen de ces poussières. En déposant simplement ces poussières sur la pierre, on n'obtenait pas d'inflammation.

Ces constatations sont de nature à donner de l'importance au bourrage extérieur, qui empêche les inflammations du grisou ou des poussières de charbon dans les cas où la mine fait canon ou bien où le bourrage est défectueux.

Rappelons qu'il importe de veiller avec soin à ce que les poussières incombustibles employées comme bourrage extérieur ne renferment pas de matières combustibles, telles que les poussières charbonneuses.

L'examen des procès-verbaux des accidents survenus en Belgique par inflammations de grisou ou de poussières de charbon, montre que certains de ces accidents ont été causés par des charges d'explosif brisant qui ne dépassaient pas 100 grammes. Il est difficile de dire si ces mines étaient convenablement bourrées, mais il est certain, d'autre part, que certaines de ces mines n'ont pas fait canon.

Il faut donc se garder de déduire de ces essais que les faibles charges d'explosifs ne sont pas dangereuses. Les photographies ci-dessus montrent que les mines non bourrées donnent des flammes à l'orifice du fourneau, tout en désagrégeant la pierre, et il n'est pas certain qu'avec certains explosifs ces flammes n'allumeraient pas le grisou ou les poussières de charbon, même pour de faibles charges. D'autre part, le danger du débouillage subsiste toujours et il est probable que les mines qui soulèvent simplement un banc de voie sans le désagréger, ainsi que les mines qui séparent simplement un bloc de roche sans le fragmenter, ne sont pas sans danger et peuvent être assimilées, dans une certaine mesure, à une mine débouillante.



Photographie n° 7. — 5 cartouches de dynamite-gomme dans un canon de pierre, sans bourrage. — Détonateur au fond.



Photographie n° 6. — 5 cartouches de dynamite-gomme dans un canon de pierre, sans bourrage — Détonateur au fond.

III. — La galerie du Bois de Colfontaine.

On a vu que dans nos expériences, restées bien incomplètes encore, sur la question des mines travaillantes, nous étions limités dans le poids des charges, par la nécessité de ménager notre galerie d'essais. D'autre part, les parallélépipèdes de pierre qui ont servi aux essais étaient complètement dégagés sur cinq faces et, dans ces conditions, ils étaient fortement broyés sous l'action de la charge d'explosif. L'énergie de ce dernier se dépensait dans ce travail de désagrégation, ce qui était défavorable à l'obtention d'une inflammation de grisou ou de poussières.

Enfin, il est probable que les éléments de la détonation diffèrent notablement suivant que les charges d'explosifs sont tirés au mortier d'acier ou dans des fourneaux bourrés.

Ces considérations nous ont amenés à creuser, en rocher même, une vraie galerie où l'on tirerait des mines comme on peut les tirer dans les travaux miniers eux-mêmes.

Nous avons choisi, pour l'établissement de cette galerie, le *Bois de Colfontaine*, qui se trouve à quelques kilomètres au Sud de Frameries et dont le relief accidenté nous permettait un creusement à flanc de côteau.

Ajoutons que la constitution géologique du sol de ce bois, composé de terrain houiller inférieur, est spécialement favorable, offrant à nos essais les mêmes roches que l'on rencontre dans les mines de houille.

Rappelons que nous nous occupons peu dans nos essais, du tir en charbon ; très importante dans d'autres pays, la question du tir en charbon ne l'est guère en Belgique, où les règlements défendent l'emploi des explosifs pour

l'abatage de la houille dans toutes les mines grisouteuses, et nous avons fait remarquer bien des fois que, chez nous, la grande majorité, sinon la totalité, des mines non grisouteuses sont pratiquement non poussiéreuses.

Les travaux d'établissement et de creusement de cette galerie ont commencé au début de l'an dernier.

Les dispositions prises et les expériences y exécutées feront l'objet de notes ultérieures.

Cette galerie en rocher permettra, nous l'espérons, non seulement de compléter nos études sur le bourrage extérieur, mais aussi de vérifier, dans les conditions mêmes de la pratique, bien des essais antérieurs, et, en outre, d'aborder l'étude de maints problèmes nouveaux, intéressant la sécurité des mines sous le rapport des explosions.

IV. — La schistification intérieure.

On a vu au chapitre II, par les essais effectués dans les canons de pierre et de ciment, combien le broyage des roches est favorable à la sécurité.

Un tel effet avait aussi, on se le rappellera, été le résultat, assez inattendu, de l'emploi de gaines en béton, expérimentées à Frameries en 1905-06 en vue de substituer aux parois d'acier de canon des parois moins conductrices (1).

Nous avons pensé qu'on pouvait utiliser cette observation en vue de la recherche d'un nouveau moyen d'augmenter encore, peut être dans des proportions considérables, la sécurité du tir des mines.

Ce moyen consiste à placer la charge d'explosifs dans une gaine en poussières ou facile à pulvériser, en ciment friable, en poterie légère, en argile séchée, etc.

On se souvient qu'au début des recherches faites en vue d'atténuer les dangers de l'emploi des explosifs, on a essayé la cartouche à eau, c'est-à-dire la cartouche entourant l'explosif d'une gaine d'eau. On a aussi essayé de tasser autour et au-dessus de l'explosif de l'eau sous forme gélatinisée. Ces procédés avaient donné de bons résultats au point de vue de la sécurité, seulement ils présentaient des inconvénients pratiques résultant surtout de l'emploi de l'eau.

Dans notre procédé, que nous avons appelé la *schistification intérieure*, c'est la poussière incombustible que nous plaçons au lieu d'eau autour de la charge.

(1) Voir, aux publications du VI^e Congrès de chimie appliquée, à Rome, en 1906, la communication de MM. WATTEYNE et STASSART.

Nous n'avons fait jusqu'ici que quelques essais provisoires ; ceux-ci n'ont pu, faute de temps, être exécutés que d'une façon fort sommaire ; les cartouches d'explosif (dynamite-gomme n° 1) étaient placées, dans le mortier d'acier, reposant sur la paroi inférieure du fourneau, et étaient recouvertes de poussières incombustibles ; la dernière cartouche introduite se trouvait à un centimètre de l'orifice.

Les tableaux ci-dessous donnent le détail de ces expériences et leurs résultats.

Schistification intérieure.
ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU
EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
							● Inflammation ○ Pas d'inflammation.
1	200	1+1	7.5	Schistes rouges	»	○	Pas d'inflammation du grisou. La dernière cartouche se trouvait à un centimètre du bord du fourneau.
2	300	1+1+1	8.0	Id.	1170	○	Même disposition que pour l'essai précédent et même résultat.
3	400	1+1+1+1	7.1	Id.	»	○	Id.
4	400	1+1+1+1	7.6	Id.	1200	○	
5	400	1+1+1+1	8.1	Id.	1100	○	
6	400	1+1+1+1	7.8	Craie	900	○	
7	500	1+1+1+2	8.0	Schistes rouges	1070	○	Pas d'inflammation du grisou.
8	500	1+1+1+2	7.8	Id.	1150	●	Inflammation du grisou.
9	500	1+1+1+2	8.3	Craie	830	○	Pas d'inflammation du grisou.
10	600	1+1+2+2	7.9	Schistes rouges	1000	●	Inflammation du grisou.
11	600	1+1+2+2		Craie	820	●	Id.

Schistification intérieure.
ESSAIS EN PRÉSENCE DES POUSSIÈRES DE CHARBON
EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Poids des poussières de charbon par mètre cube grammes.	Teneur en matières volatiles %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
								● Inflammation. ○ Pas d'inflammation.
1	600	1+1+2+2	400	35	Schistes rouges	1075	●	Inflammation.
2	500	1+1+1+2	400	»	Id.	1100	●	Id.
3	400	1+1+1+1	400	»	Craie	800	○	Pas d'inflammation.
4	400	1+1+1+1	400	»	Id.	820	○	Id.

On voit, en examinant les tableaux ci-dessus, que l'enveloppement de la charge dans des poussières incombustibles a empêché l'inflammation du grisou pour des charges de 400 grammes formées de 4 cartouches de 28 millimètres de diamètre, disposées en une file. On sait qu'une cartouche de 100 grammes de cet explosif, tirée au mortier d'acier, allume facilement le grisou.

Sur trois essais effectués avec des charges de 500 grammes du même explosif, il ne s'est produit qu'une seule inflammation du grisou.

En présence des poussières de charbon la schistification intérieure du fourneau du mortier a fait monter à 400 grammes également la charge limite de la dynamite gomme n° 1.

Il importe d'observer qu'avec le canon que nous avons employé et dont le fourneau n'a que 0^m50 de longueur, il devient nécessaire, dès que la charge dépasse 400 grammes, de disposer une partie des cartouches sur deux files; dès lors, il n'y a pour cette partie de la charge, en fait, que peu ou pas de gaine de poussières; cette gaine est d'ailleurs incomplète pour toute la charge puisque celle-ci repose directement sur la paroi du fourneau.

Nous nous proposons de poursuivre nos expériences en recherchant un mode d'emploi pratique et compatible avec un diamètre acceptable du trou de mine.

Bruxelles-Mons, juin 1913.

RAPPORTS ADMINISTRATIFS

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. O. LEDOUBLE

Ingénieur en chef, Directeur du 3^e arrondissement des mines, à Charleroi.

SUR LES TRAVAUX DU 2^{me} SEMESTRE 1912

Charbonnage de Masse et Diarbois. — Décagement automatique système Henry.

Le puits d'extraction du siège n° 5 du Charbonnage de Masse et Diarbois a été pourvu à la recette du jour d'un système de décagement et d'encagement automatique système Henry, construit par la Maison Beer, de Jemeppe (pl. I, II et III); M. l'Ingénieur **Dandois** me fournit au sujet de cet appareil les renseignements suivants :

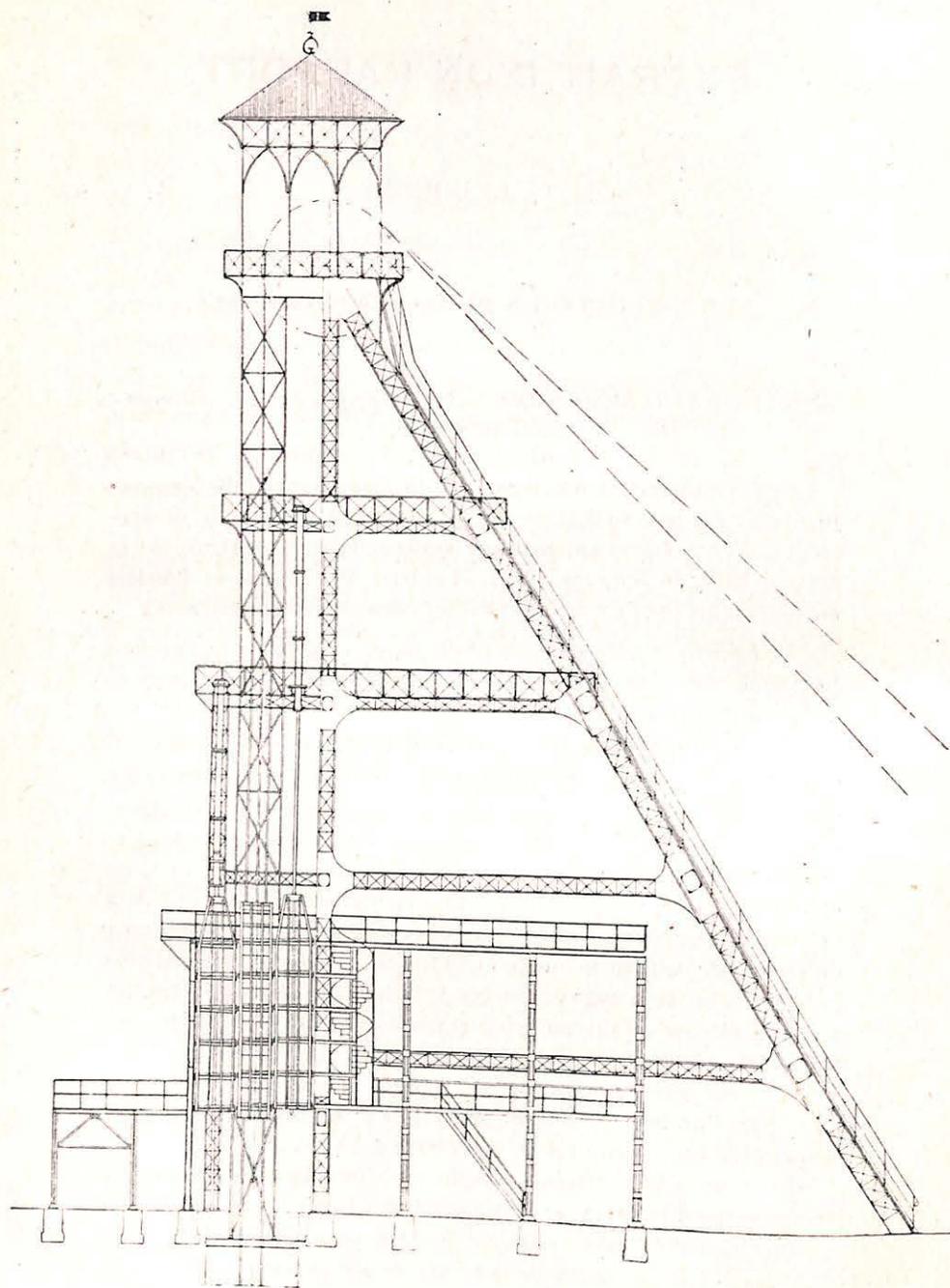
« Le principe du décagement est de placer à l'avant et à l'arrière de chaque cage autant de recettes mobiles qu'il y a d'étages à la cage, soit six au puits n° 5.

» Les recettes mobiles sont constituées de chaque côté des cages *C* et pour chacune d'elles, d'une cage à six étages (pl. I et II et croquis 1 de la pl. III); les cages *V* contiennent les wagonnets vides à encager, les cages *P* reçoivent les wagonnets pleins. Chaque cage auxiliaire est supportée par une tige de piston; celui-ci se meut dans un cylindre vertical rempli d'huile. Les cylindres correspondant aux deux cages auxiliaires d'une même cage principale sont à des niveaux différents, de telle sorte que le cylindre de la cage des vides est plus haut que celui de la cage des pleins de la hauteur de cinq étages. La même différence de niveau existe entre le plancher de la recette des wagonnets pleins et celui auquel arrivent les wagonnets vides.

» Les cylindres *g* et *h* sont reliés par leur extrémité inférieure au moyen d'un tuyau *i* portant une vanne *f*; un tuyau *k* établit la communication entre la partie supérieure des cylindres.

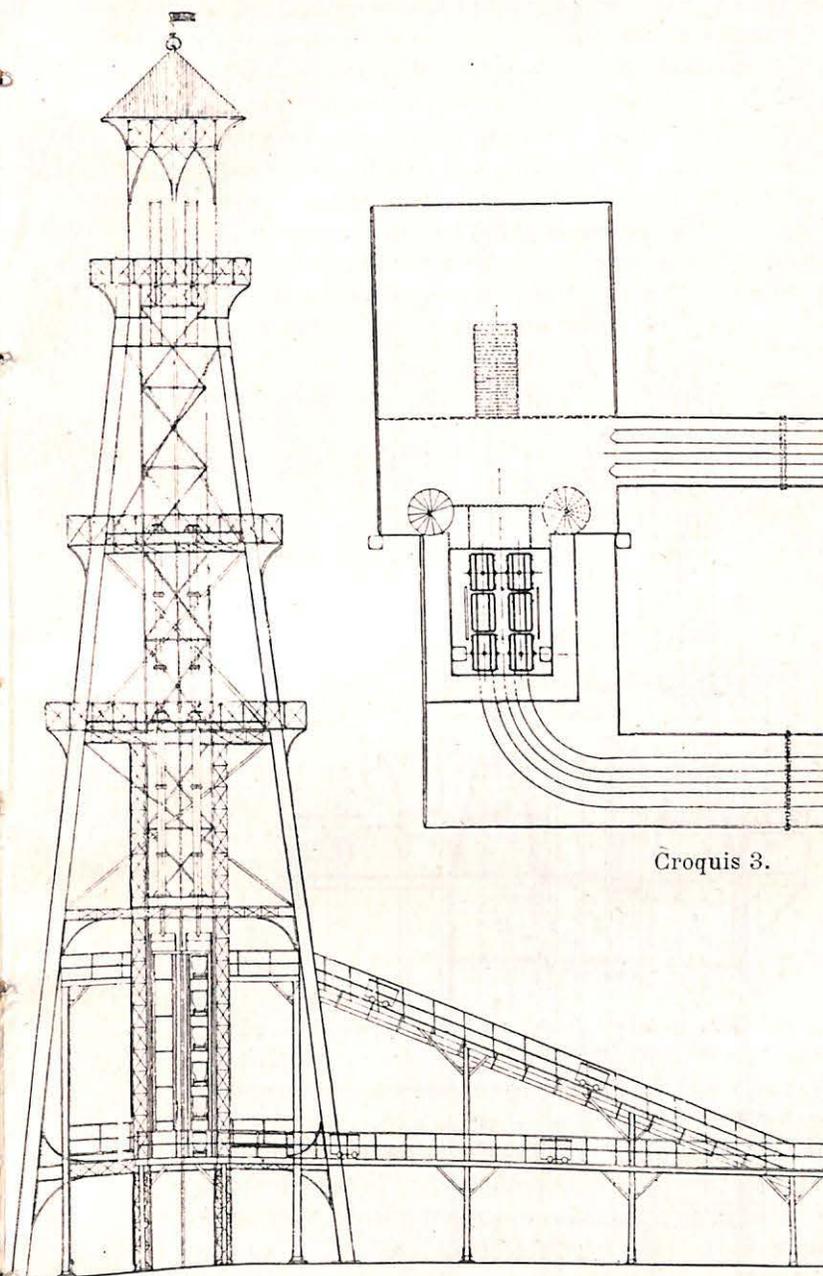
» La pompe *j* est destinée à remplir les cylindres et à restituer les légères pertes d'huile qui se font par les bourrages.

» Le récipient, *l*, sert à éliminer le trop plein par le tuyau, *m*, aboutissant dans la cuvette de la pompe de compensation, *j*.



Croquis 1.

PLANCHE I. —

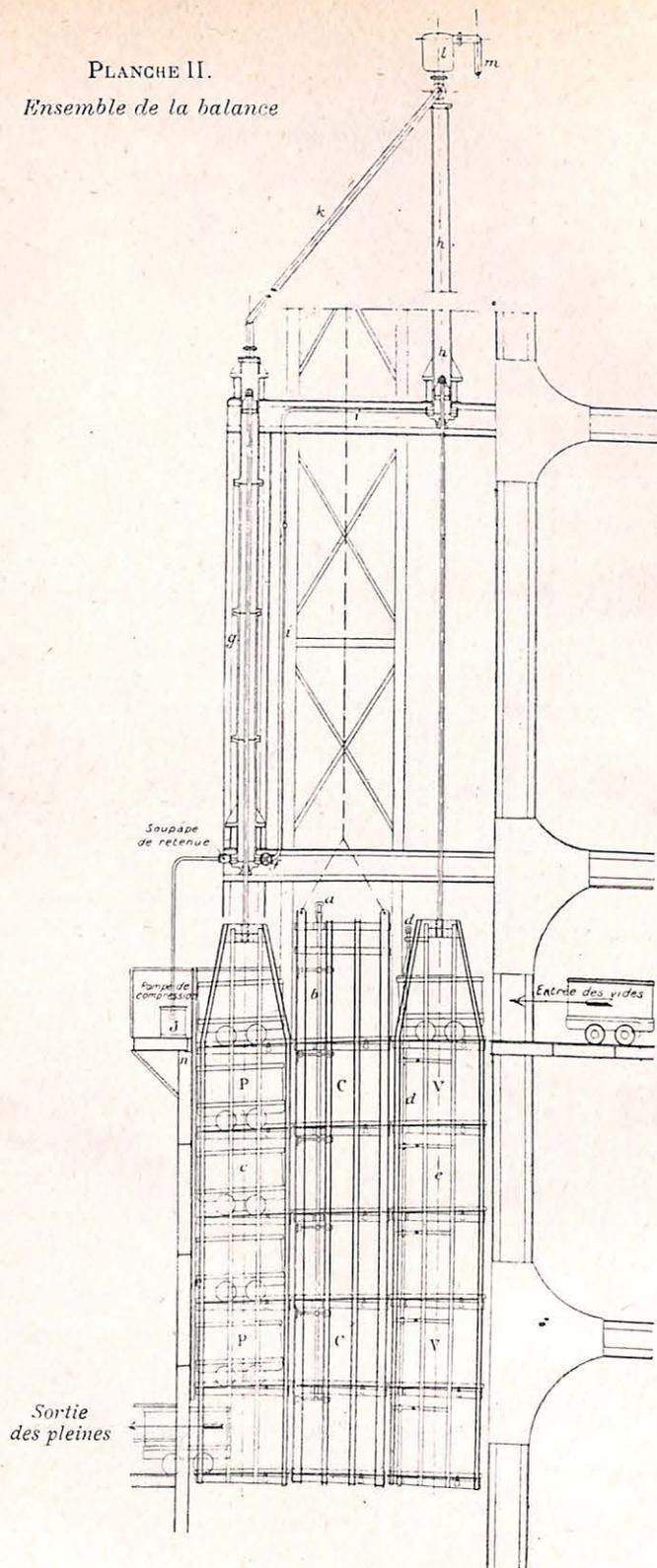


Disposition générale.

Croquis 2.

Croquis 3.

PLANCHE II.
Ensemble de la balance



» Le plancher des différents étages de toutes les cages est incliné vers la recette des pleins de 5 centimètres par mètre.

» Dans les cages principales, C, les wagonnets du côté de la recette des pleins sont retenus par un corbeau vertical B, de 250 millimètres de longueur (planche III, croquis 2, 3 et 4), calé sur un arbre horizontal A supporté par deux paliers P, fixés aux montants M et N de la cage. Tous les arbres d'une même cage sont reliés à une barre verticale X, par une chaîne H fixée d'un côté à cette barre et de l'autre à une petite manivelle L, calée horizontalement sur l'arbre A. Lorsqu'on soulève la barre X, les corbeaux B se placent horizontalement, ce qui permet la sortie des wagonnets pleins.

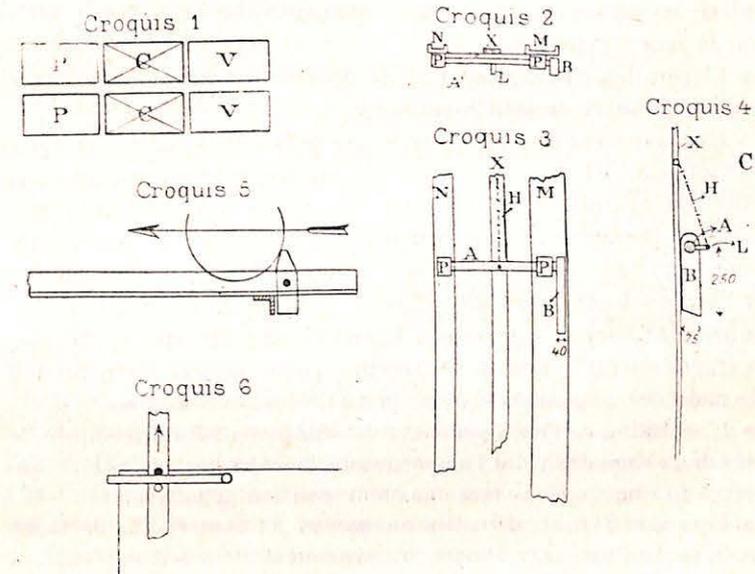


PLANCHE III.

» Dans toutes les cages du côté de la recette des vides, les wagonnets sont retenus par un corbeau dépassant le rail du plancher de 5 centimètres; ce corbeau ne peut s'effacer que dans le sens d'entrée des wagonnets, indiqué par la flèche (planche III, croquis 5). Dans les cages auxiliaires V, la caisse des chariots vient buter contre un étrier; une barre verticale permet de soulever tous les étriers d'une même cage pour permettre la sortie des wagonnets (planche III, croquis 6). La chute d'un wagonnet vide dans le puits pendant le

parcours des cages est en outre empêché par une barrière qui couvre toute la face des cages *V* du côté du puits; cette barrière est soulevée automatiquement par la cage principale.

» Dans les cages *P*, les wagonnets sont retenus par une barre verticale fixée en face des cinq étages supérieurs; cette barre est indépendante de la cage.

» Le fonctionnement de l'appareil est le suivant: La cage contenant les wagonnets pleins est reçue au jour sur des taquets à effacement de façon que le fond de la cage soit au niveau de la recette des pleins; les cages auxiliaires sont alors au même niveau que la cage principale. Aussitôt, on soulève la tige *X* et tous les wagonnets pleins passent ensemble dans la cage *P*. On laisse retomber les corbeaux *B* et on soulève les étriers retenant les wagonnets vides qui passent ainsi dans la cage d'extraction.

» L'opération d'encagement et de décapement est alors terminée et la cordée suivante peut commencer.

» La manœuvre des cages auxiliaires se fait de la façon suivante, pendant le trajet des cages d'extraction. En ouvrant la vanne, *f*, l'huile du cylindre *g* est expulsée dans le cylindre, *h*, puisque la charge de la cage *P* est supérieure à celle de la cage *V*; la première descend et la seconde monte sous l'influence de la pression exercée par l'huile sous le piston du cylindre *h*. L'opérateur manœuvre la vanne, *f*, de manière à provoquer l'arrêt des cages lorsque le plancher des étages atteint le niveau des recettes, ce qui permet l'introduction à la main des wagonnets vides et la sortie des chariots pleins.

» L'opération de l'encagement et de décapement étant terminée, le poids de la cage des vides l'emporte sur la cage des pleins; ce qui permet de ramener les cages dans leur position primitive.

» Les cages *P* sont alourdies au moyen de contrepoids de façon que le poids d'une cage *P* avec un wagonnet plein soit supérieur à celui d'une cage *V* contenant 5 wagonnets vides et qu'une cage *P* sans wagonnet soit plus légère qu'une cage *V* avec 6 wagonnets vides.

» Le tuyau *k* a pour but d'équilibrer la charge totale de l'huile des cylindres.

» L'appareil fonctionne à l'entière satisfaction de la Direction du Charbonnage.

» La durée de l'encagement et du décapement de la cage d'extraction est de 15 à 20 secondes.

» Ce système présente les avantages suivants :

» 1° Il réalise une grande rapidité des manœuvres;

» 2° Il diminue à peu près de moitié la main d'œuvre;

» 3° Il supprime totalement les différentes manœuvres exécutées par la machine d'extraction, ce qui :

» *a*) amène une notable économie de vapeur;

» *b*) allège considérablement le travail du machiniste d'extraction;

» *c*) assure une meilleure conservation des câbles;

» 4° Il diminue les chances d'accidents produits par une fausse manœuvre des taquets.

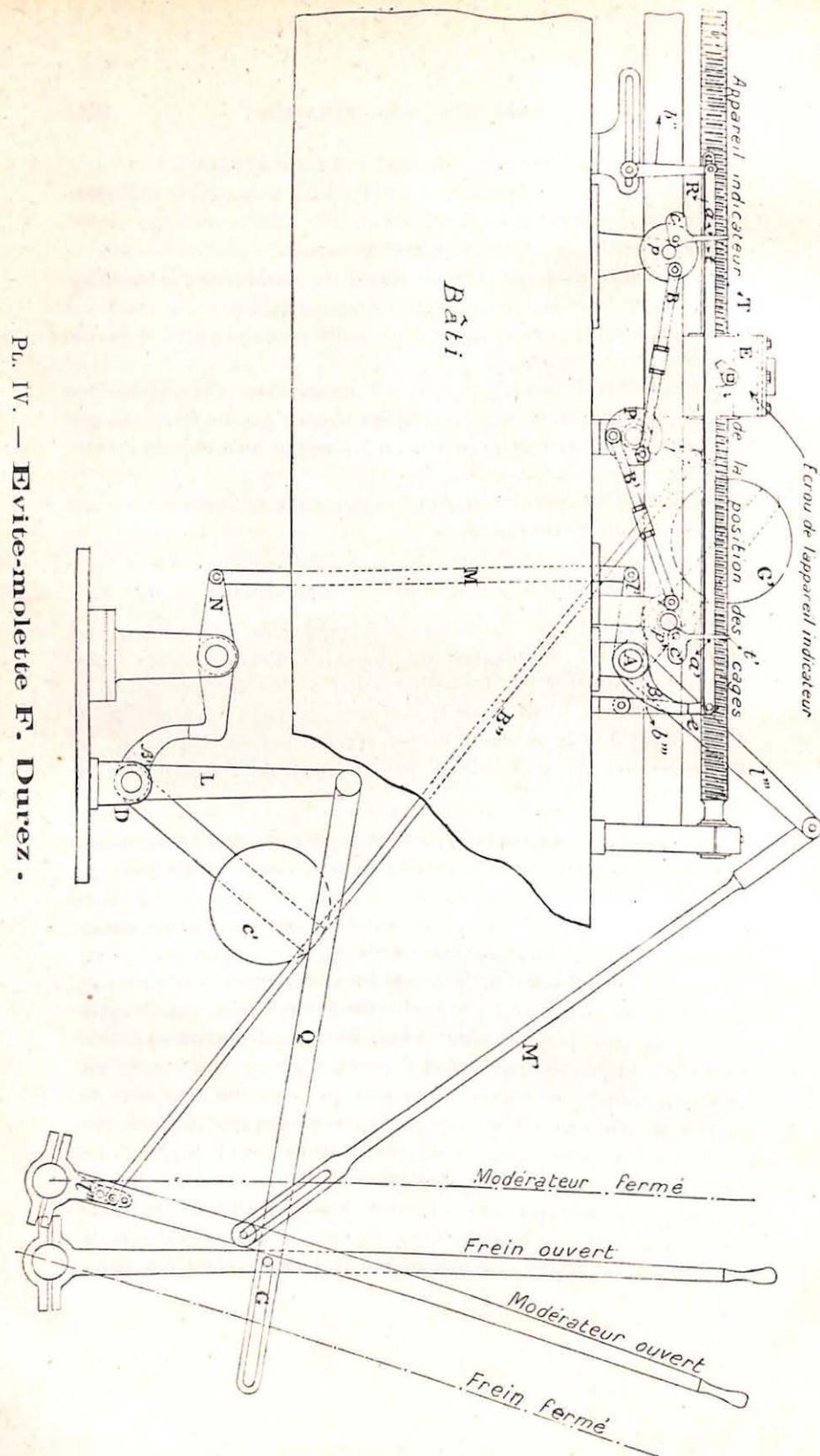
» Ce système présente par contre l'inconvénient d'encombrer les abords du puits, mais cet inconvénient n'existe pas au Charbonnage de Masse et Diarbois, où la recette est à 4 mètres au dessus du niveau du sol.

» A l'étage du fond, au niveau de 440 mètres, les cages sont reçues sur des taquets hydrauliques. »

Charbonnage de Marcinelle-Nord. — Évite-molettes F. Durez.

M. Fernand Durez, Directeur des travaux du Charbonnage de Marcinelle-Nord, a imaginé un dispositif d'évite-molettes pour machine d'extraction par fermeture automatique de l'admission de vapeur et action progressive et complète du frein; j'extraits de la notice jointe à la demande de brevet déposée par cet Ingénieur, la description et le mode de fonctionnement de l'appareil (voir planche IV) :

« L'appareil se compose de l'ensemble des organes décrits ci-dessous, actionnant simultanément les leviers du modérateur et du frein de l'appareil d'extraction à la distance voulue lors de l'arrivée des cages à la surface. Ces organes sont mus automatiquement par l'appareil indicateur de la position des cages dans le puits; dans le plan joint, cet appareil est un écrou se déplaçant horizontalement sur une tige filetée mise en mouvement par l'arbre des bobines au moyen d'engrenages. L'écrou *E* porte le butoir *b* qui, dans son déplacement, vient rencontrer ou non les taquets *t* et *t'* suivant que le modérateur est ouvert ou fermé; les taquets n'agissent que dans un seul sens de marche par leur butée contre les arrêts à rouleaux *a* et *a'* placés sur la règlette *R* à gauche pour le taquet *t*, à droite pour le taquet *t'*. Le taquet *t* muni d'un contrepoids *c* s'efface d'ailleurs, sans agir sur le mouvement des tringles, quand l'écrou va de gauche à droite, et le taquet *t'* fait de même quand l'écrou va de droite à gauche. De la sorte le résultat désiré n'est obtenu que lors de l'arrivée des cages



Pl. IV. — Evite-molette F. Durez.

au jour; comme on le voit sur le plan. les taquets t et t' sont reliés aux plateaux p et p' sur lesquels ils sont articulés et les bielles B et B' au plateau P ; ce dernier est lui-même relié à l'arbre de commande du modérateur par le levier l , la bielle B'' et le levier l'' . Les taquets sont réglés de façon à être saillants pour le butoir de l'érou quand le modérateur est ouvert et ils sont effacés quand le modérateur est fermé. La place des taquets par rapport à la course totale de l'érou E est réglée d'après l'équilibre de la machine pour obtenir l'arrêt des cages en temps voulu.

» En même temps que le modérateur se ferme automatiquement, le frein de l'appareil d'extraction (à serrage progressif ou à action lente par l'intermédiaire d'un dashpot) est actionné par le mécanisme suivant :

» En cas de marche avec modérateur laissé ouvert au delà du point fixé, l'érou E vient buter contre les taquets, fait tourner les plateaux p et p' et fait basculer la règlette R supportée par les bielles b'' et b''' ; le bielle b''' porte un ergot e qui s'échappe ainsi du bras fixé sur l'arbre A ; cet arbre porte un levier et un contrepoids G' qui tombe alors, entraînant le levier l' et la bielle M ; l'extrémité de droite du balancier N se soulève dégageant le bras calé sur l'arbre D ; le contrepoids C' calé sur le levier fixé sur ce dernier arbre, fait tourner celui-ci de gauche à droite, entraînant le levier L et la bielle Q par laquelle est fermé le frein de la machine. La coulisse G de la bielle Q permet de manœuvrer le frein à la main sans entraîner le système de transmission décrit. Le contrepoids G' en tombant entraîne un nouveau levier l''' calé également sur l'arbre A et qui agit sur une bielle M' dont l'extrémité peut coulisser sur un pivot fixé sur le levier de commande du modérateur et ainsi fermer celui-ci; ce dispositif permet au machiniste de manœuvrer le modérateur sans faire déclancher l'appareil.

» L'appareil est de construction simple; il comporte une seule tige filetée et un seul érou pour l'indicateur de profondeur proprement dit; il ne comprend aucun ressort et la transmission de tous les mouvements se fait uniquement par le levier. L'appareil est facilement réglable notamment lors des remplacements des câbles et de modifications de vitesse de marche; en effet, les règlettes R pouvant coulisser, l'on fait varier leur longueur suivant la position des cages pour laquelle on désire que l'appareil fonctionne; les paliers des plateaux p et p' coulisent également et les bielles B et B' se règlent au moyen d'un manchon fileté. »

L'évite-molettes du système Durez est efficace dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire lorsque la cage arrive au jour, le modérateur et le frein étant restés ouverts. M. l'Ingénieur Hardy a, dans ces conditions, vérifié le fonctionnement de l'appareil installé au puits d'extraction du siège n° 12 de Marcinelle-Nord. Cet appareil permet l'adaptation facile du dispositif imaginé par N. Michaux, chef d'atelier, et décrit dans la 2^{me} livraison du tome II des *Annales des Mines*; ce dispositif avait pour but d'éviter qu'une cage montante arrêtée à un envoi intermédiaire ne soit ensuite, par erreur du machiniste, redescendue au fond du puits au lieu d'être remontée à la surface. Dans ce but l'érou *E* est pourvu d'un corbeau articulé *b* qui, en cas de fausse manœuvre, vient buter contre les ergots terminant de part et d'autre la règle *R* et déclanche de la sorte les contrepoids du modérateur et du frein par l'intermédiaire des leviers *l'* et *l'''*.

Charbonnage de Masse et Diarbois. — Signalisation électrique.

M. l'Ingénieur **Dandois** décrit comme suit la signalisation électrique conforme au 1^{er} alinéa de l'article 12 de l'arrêté royal du 10 décembre 1910, installée entre la recette du jour et l'envoi de 440 mètres du puits d'extraction du siège n° 5 du Charbonnage de Masse et Diarbois, en y joignant un schéma des connexions des conducteurs et des différents appareils; cette installation a été faite par la Société Electricité et Electro-Mécanique à Bruxelles :

Courant d'alimentation. Il est produit par une batterie de 25 accumulateurs, type Tudor; le minimum de voltage pour le fonctionnement des appareils est de 45 volts.

Isolement. Tous les appareils sont renfermés dans des boîtes de fonte, étanches aux gaz et à l'eau.

Câble. Le câble employé est un câble armé, sous plomb, à 9 conducteurs dont 6 pour les sonneries, 3 pour les lampes de signalisation, 3 de réserve pour un envoi intermédiaire.

Installation. L'installation comprend 3 circuits complètement indépendants :

a) Circuit des sonneries *S*, *S₁* et *s*; toutes les sonneries sont à un coup.

Pour donner le signal du fond, il suffit de fermer l'interrupteur *t*; les sonneries *s* au fond, *S* à la recette et *S₁* à la machine d'extraction fonctionnent. Il est à noter que quand on ferme *t*, on ouvre l'interrupteur *l'* normalement fermé pour éviter un court-circuit.

Quand, à la recette, on ferme l'interrupteur *T* (en même temps on ouvre *V* normalement fermé), les sonneries *S* et *s* au fond fonctionnent. La sonnerie *S₁* du machiniste ne va donc pas quand on appelle

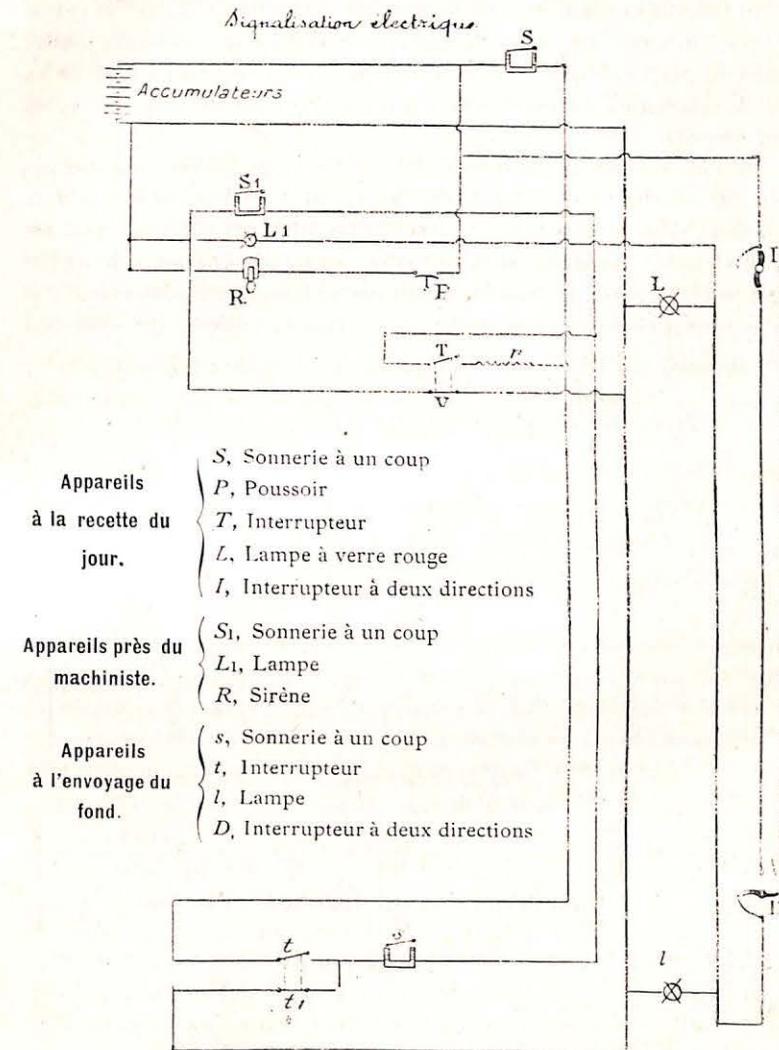


PLANCHE V. — *Signalisation électrique.*

du jour au fond. La résistance *r* sert à éviter qu'un courant trop fort ne traverse les sonneries *S* et *s*.

b) Circuit de la sirène *R*. Le tireur de la recette correspond avec le machiniste par la sirène *R* qu'il fait fonctionner en appuyant sur le poussoir *P*.

c) Circuit des lampes. Ces lampes ont pour but d'indiquer la translation du personnel; elles s'allument au fond, à la recette du jour et près du machiniste en tournant les interrupteurs *I* au jour et *D* au fond, interrupteurs qui occupent normalement les positions indiquées au croquis.

Si l'on tourne *D* en le mettant vertical, on se rend facilement compte que les lampes *l*, *L* et *L*₁ s'allument. De même, si à la surface on met l'interrupteur *I* horizontal, les trois lampes s'allument aussi. Toutefois à Masses-Diarbois, on ne se sert pas encore des signaux par lampes, plusieurs de celles-ci ayant été brisées lors du placement et n'ayant pu encore être remplacées; on fait au moyen des sonneries les signaux ordinaires.

Immobilisation des chariots lors de la remise à rails sur les plans inclinés (pl. VI)

M. Benjamin Bastin, Délégué à l'Inspection des Mines, a imaginé un appareil très simple destiné à immobiliser les chariots lors de la remise à rails sur les plans inclinés.

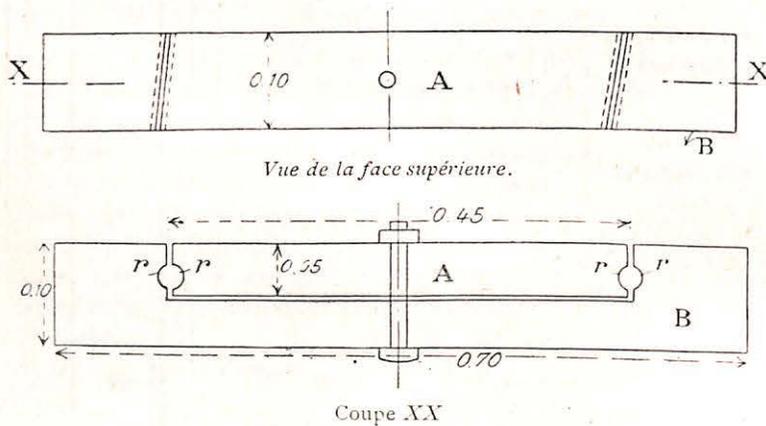


PLANCHE VI. — *Appareil Bastin.*

L'appareil se compose d'une pièce *A* en bois de hêtre, de 0^m45 de longueur, 0^m10 de largeur et 0^m05 d'épaisseur, dont la forme en plan est celle d'un parallélogramme; cette pièce est logée dans une excavation de même forme creusée dans un bloc *B* également en bois de

hêtre, bloc dont les dimensions sont de 0^m70 de longueur et de 0^m10 de côtés. La pièce *A* est mobile autour d'un pivot *P* traversant le bloc. Une rainure *r* demi-circulaire est creusée dans chacune des deux faces latérales en contact et le diamètre de la rainure est un peu plus faible que celui de la corde du plan.

Si le chariot à caler descend sur la voie Levant, on place l'appareil de façon à ce que la pièce *B* soit sous le câble dont les deux brins viennent se pincer dans les encoches. Lorsque le chariot descend sur la voie Couchant, la pièce *B* se met au-dessus du câble.

M. l'Ingénieur Dandois a expérimenté l'appareil Bastin dans les travaux des Charbonnages Réunis de Charleroi où il est en usage depuis un certain temps et a constaté qu'il maintient parfaitement les wagonnets; le dispositif est peu coûteux, s'use peu, se place très facilement et s'enlève de même et ne détériore pas les cordes.

Charbonnages de Monceau-Fontaine-Martin et Marchienne. Prix de revient du transport de la tonne kilométrique par locomotive à benzine ou par chevaux.

Le Charbonnage de Monceau Fontaine-Martin et Marchienne opère la traction par locomotive à benzine système Ruhrthaler, sur une longueur de 630 mètres entre les couches Cinq Paumes et Quatre Paumes, à l'étage de 750 mètres du puits n° 4; cette traction nécessitait auparavant 13 chevaux de forte taille.

Traction chevaline. — La Direction établit comme suit le prix de revient de la traction chevaline, prix de revient dont elle a relevé les éléments pour les huit premiers mois de 1912 pendant lesquels le transport a été de 64,381 tonnes kilométriques, ce qui correspond à un effet utile moyen journalier de 24.6 tonnes kilométriques par cheval.

1° Salaires des palefreniers et conducteurs de chevaux	fr.	8,617 35
2° Avoine, foin, son, tourbe, sucrosa		7,358 59
3° Entretien des harnais, fers à cheval, clous à ferrer, bordure en chanvre pour affilets, soins spéciaux donnés aux chevaux.		303 30
4° Salaires du maréchal ferrant et de son aide		403 85
5° Amortissement (chevaux à 1,200 francs, amortis en six ans)		1,686 78
	Fr.	18,369 87
A déduire : fumier vendu		84 40
	Fr.	18,285 47

soit fr. 0-284 par tonne kilométrique.

Traction par locomotive à benzine. — Elle a nécessité l'aménagement du bouveau et l'établissement d'une remise à locomotives, travaux dont la Direction évalue comme suit le coût :

Aménagement du bouveau :	
Salaires	fr. 4,864 84
Billetteries en chêne distantes de 0 ^m 75 et tire-fonds (déduction faite de l'entretien ordinaire pour la traction par chevaux, si ce système avait continué à être employé)	450 00
Boisage du bouveau (bèles, bois, queues, hourettes) (déduction faite de l'entretien comme ci-dessus).	900 00
Remise pour locomotives creusée sur une longueur de 25 mètres, largeur variant de 2 ^m 50 à 4 ^m 80, hauteur 2 ^m 40; revêtement en matériaux incombustibles :	
Salaires pour le creusement et les maçonneries	2,306 00
Explosifs	242 22
Boisage	150 00
Briques, graviers, chaux, ciment, vieux rails et accessoires	1,290 00
Déchargement, descente et mise en place des locomotives	211 92
Retour d'air spécial pour la remise des machines.	900 00
Frais de transport des matériaux à destination des travaux, remonte et mise aux remblais des terres provenant du recarrage du bouveau et du creusement de la remise (4,500 chariots de terre), salaires (fond, jour, transport aérien), consommation de charbon	
	1,250 00
Total. fr.	12,564 98

Cette somme a été amortie par prix de revient et n'intervient donc pas dans le prix de la tonne kilométrique transportée par locomotives.

La Direction établit comme suit le prix de revient du transport par locomotive à benzine pour les quatre derniers mois de l'année 1912 pendant lequel le transport a été de 28,726 tonnes kilométriques :

Amortissement des locomotives (cet amortissement se fait en six ans; deux locomotives ont été mises en service pour transporter le

tonnage ci-dessus renseigné)	fr. 838 20
Benzine à fr. 0-32 le kilo	1,316 66
Huiles et graisses	247 25
Ajusteur et pièces de rechange	576 54
Machinistes	1,035 50
Deux accrocheurs manœuvrant également les aiguilles des évitements aux stations terminus. <u>619 00</u>	
Total. fr.	5,233 15

Soit fr. 0-182 par tonne kilométrique

La Direction, qui emploie des locomotives de 12 HP. roulant à une vitesse de 2 mètres à la seconde sur une voie en pente de 11 millimètres par mètre, ajoute : « Au début, la rame était composée de 40 chariots, mais les démarrages étant trop brusques avec une pareille charge, il en est résulté de nombreuses ruptures d'attelage des wagonnets. Nous avons renforcé les appareils d'attelage et avons composé nos rames de 30 wagonnets, ce qui était suffisant pour l'enlèvement rapide des produits.

» Au début, nous avons éprouvé quelques difficultés relativement au réglage de l'arrivée de la benzine et aux ratés d'allumage; ces inconvénients ont d'ailleurs eu peu d'importance et la mise en marche définitive s'est faite rapidement. La conduite de la locomotive est facile, un ouvrier sérieux s'y familiarise aisément et son fonctionnement sera d'autant plus régulier que l'entretien des différents organes aura été mieux suivi. »

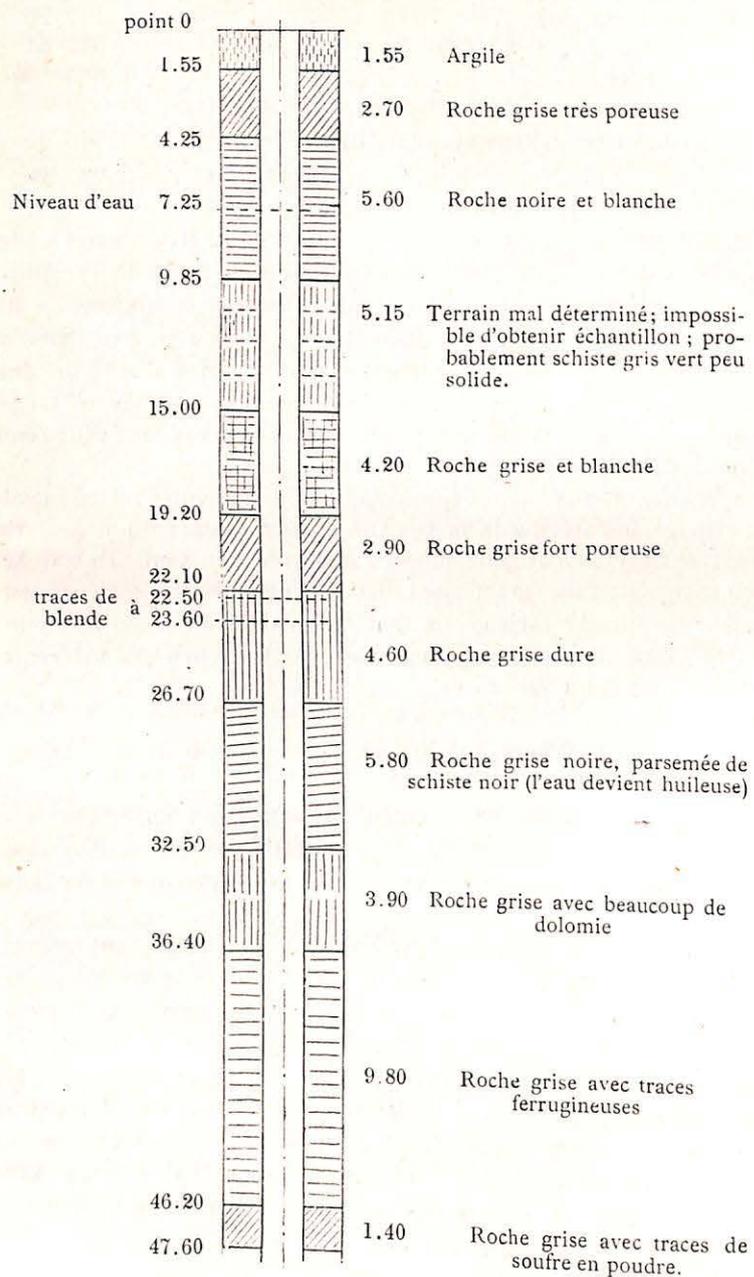
Charbonnage de Monceau-Fontaine. — Renforcement du boisage.

M. l'Ingénieur **Dessalles** me signale un ingénieux mode de renforcement du boisage à l'aide de câbles métalliques que la Direction du Charbonnage de Monceau-Fontaine fait actuellement essayer dans ses travaux :

« Les câbles métalliques d'extraction hors d'usage sont coupés en tronçons de longueur légèrement supérieure à celle des bèles; les bouts de câbles sont cloués sur les bèles et ces bèles sont placées comme d'ordinaire, le câble tourné vers le bas; le cadre est complété au moyen des bois habituels et pour éviter le glissement de ces derniers, on cloue à la bèle aux angles intérieurs du cadre, deux cornières de 4 centimètres d'aires épousant la forme du câble. Lorsque la bèle vient à casser, le câble entre en action et j'ai constaté que plusieurs cadres ayant leurs bèles cassées résistent depuis plusieurs mois sans qu'il soit nécessaire de recarrer. »

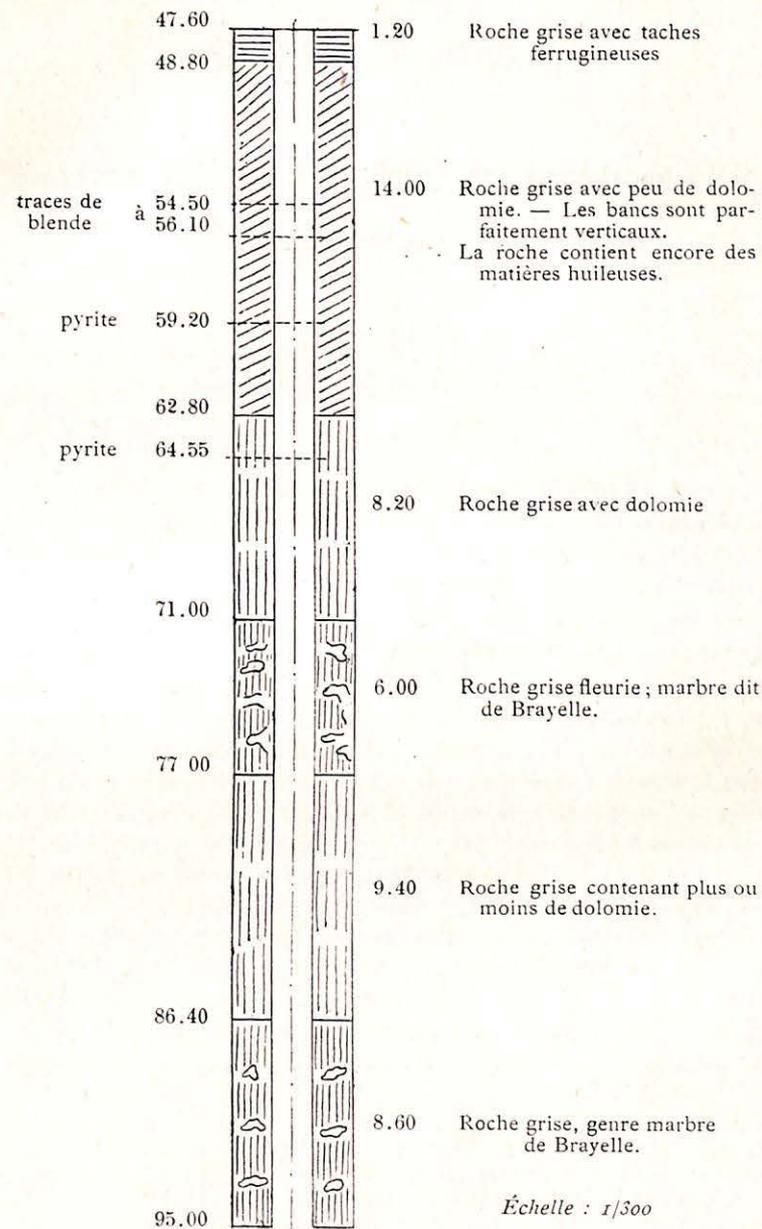
Mines métalliques. — Recherches effectuées dans la concession de Barbençon.

Dans la concession de zinc et de plomb de Barbençon, accordée le 10 septembre 1853, la Société anonyme des Mines métalliques de



Barbençon a continué les sondages pendant le semestre; un troisième sondage, dont nous donnons ici la coupe dressée par M. l'Ingénieur

de la Société, a été creusé à 325 mètres au Nord et à 3,150 mètres à l'Est du clocher de Barbençon, au lieu dit *Brayelle*; il a atteint la profondeur de 95 mètres et n'a recoupé aucun gisement exploitable; le forage coûtait 30 francs du mètre courant.



La Société a depuis arrêté ses travaux et le matériel de sondage est vendu.

NOTES DIVERSES

NOTE SUR LE FONÇAGE

DES

Nouveaux puits de l'Héribus, du Levant de Flénu

à Cuesmes

PAR

M. GUÉRIN,

Ingénieur au Corps des Mines, à Mons (1)

La Société anonyme des Charbonnages du Levant du Flénu est propriétaire des concessions du Levant du Flénu et du Haut-Flénu, d'une superficie totale de 2,384 hectares, et de la concession de Belle-Victoire, d'une superficie de 2,373 hectares. Elle exploite depuis longtemps les deux premières, par cinq puits situés à proximité de l'espace couchant, là où les morts-terrains n'ont qu'une épaisseur relativement faible.

La concession du Levant du Flénu ayant approximativement 4 kilomètres de largeur Est-Ouest, l'érection d'un nouveau siège fut décidée pour la mise à fruit de la partie Est de la concession. Dans ce but, la Société acheta un bloc de 46 hectares de terrain, au mont Héribus, à proximité du chemin de fer de l'Etat, à mi-distance entre les stations de Cuesmes et de Hyon-Ciply.

Le nouveau siège disposera d'un champ d'exploitation étendu, environ 1,500 mètres dans les quatre directions. Toutes ces installations seront prévues avec les derniers perfectionnements, pour une extraction journalière de 1,000 tonnes.

Un sondage de reconnaissance exécuté en 1906, au peu au Nord-Ouest des futurs puits, donna la coupe suivante des morts-terrains :

(1) Qu'il me soit permis de remercier ici M. Deharveng, directeur-gérant des Charbonnages du Levant du Flénu et MM. Goffart et Hublet, respectivement ancien-administrateur-directeur et directeur actuel de la Société de fonçage de puits Franco-Belge, pour l'amabilité avec laquelle ils m'ont communiqué les renseignements qui m'ont servi à la rédaction de la présente note. M. G.

	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte mètres
Argile	4	4
Sable landennien	20	24
Tuffeaux de Ciplly et de St-Symphorien.	66	90
Craie grise phosphatée de Ciplly	66	156
Craies blanches	164	320
Craie verdâtre	2	322
Rabots (silex).	5	327
Fortes-toises (marnes)	4	331
Dièves (marnes plastiques)	2	333
Tourtia de Mons (marnes avec cailloux roulés)	1	334

A part l'argile superficielle, ce sondage traversa d'abord jusque 156 mètres du sable, du tuffeau et de la craie grise phosphatée, c'est-à-dire des roches perméables en petit et éminemment aquifères. Ensuite, il recoupa jusque 327 mètres, une importante formation de craies probablement très compactes et non aquifères, sauf peut-être dans la partie supérieure et à la base. Et enfin, il reconnut de 327 à 334 mètres, les assises marneuses qui forment le manteau imperméable ordinaire du terrain houiller du Borinage.

D'autres sondages exécutés par la suite confirmèrent l'importance des morts-terrains qui recouvrent la concession du Levant du Flénu, en dehors de la butte du Flénu où les anciens puits sont établis. Sur le plan ci-joint (fig. 1), j'ai indiqué la position de ces différents sondages, ainsi que la cote de leur orifice par rapport au niveau de la mer et la profondeur à laquelle le terrain houiller a été atteint (1).

En présence d'une telle épaisseur de terrains aquifères, on ne pouvait songer au creusement à niveau vide. La discussion pour le choix du système de fonçage se borna à deux procédés : la congélation et la cimentation. Le succès de la congélation des morts-terrains ne faisait aucun doute, tandis que la présence de roches perméables en petit, telles que les tuffeaux, laissait très douteux le succès d'une cimentation. La congélation offrait donc plus de garanties que la cimentation et elle fut adoptée, quoique son prix de revient fut plus élevé.

(1) M. J. Cornet a publié récemment dans le tome XL des *Annales de la Société géologique de Belgique*, une coupe Ouest-Est des morts-terrains allant de Cuesmes à Saint-Symphorien et passant à proximité du siège de l'Héribus.

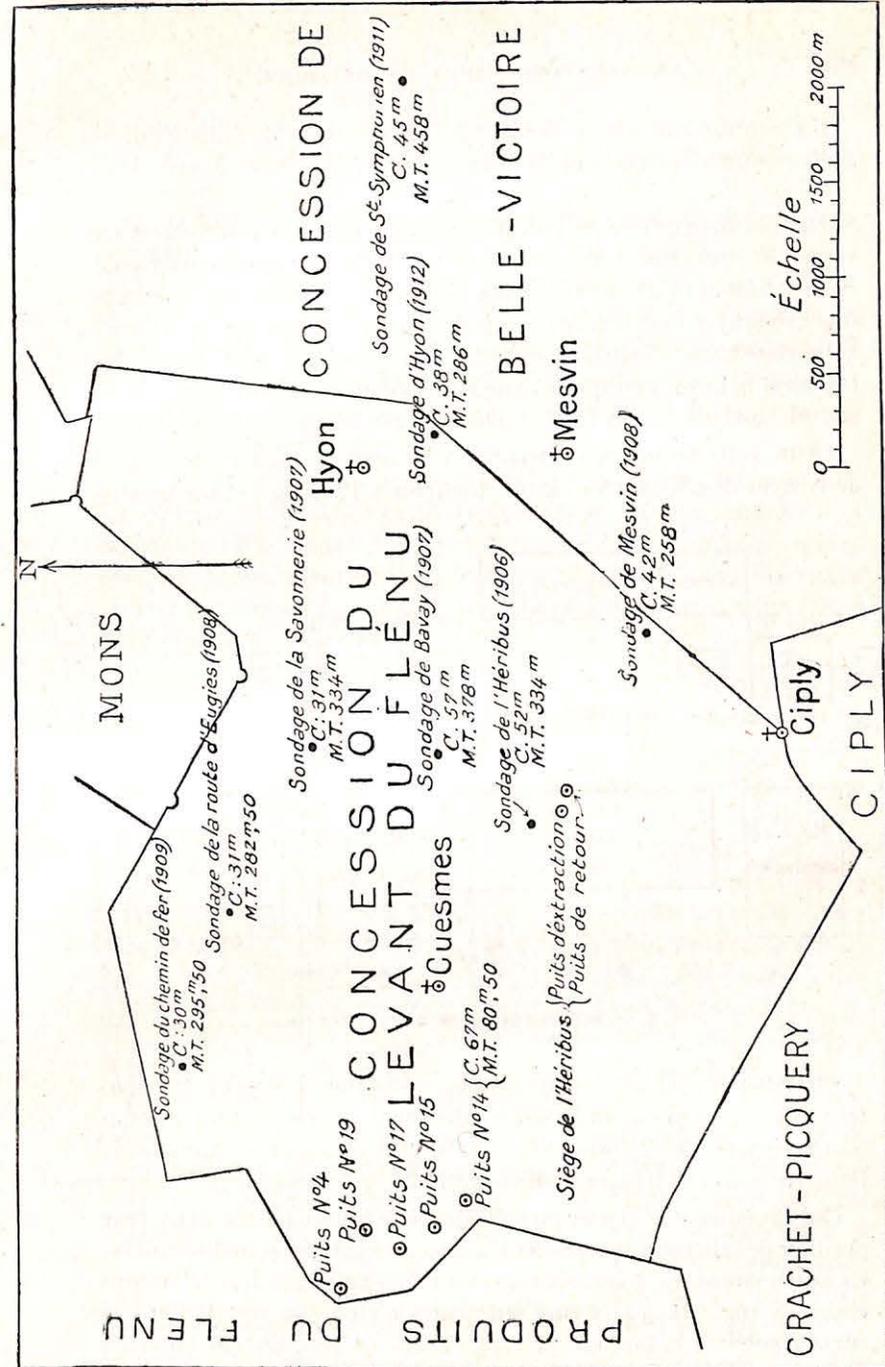


FIG. 1. — Plan de la concession du Levant du Flénu.

Un contrat fut passé avec la Société de fonçage de puits Franco-Belge, pour le creusement de deux puits de 5 mètres de diamètre.

Dans la note qui va suivre, je passerai d'abord successivement en revue le creusement des avant-puits, le forage des sondages de congélation et les installations frigorifiques et j'aborderai ensuite le fonçage proprement dit. Mais auparavant je donnerai quelques renseignements sur l'installation de force motrice que, dès l'origine des travaux, le Levant du Flénu commença à établir, en vue de satisfaire aux obligations qui lui étaient imposées par le contrat de fonçage.

Cette installation comprenait un groupe de quatre chaudières de Naeyer de 250 mètres carrés, timbrées à 12 kilog., et un groupe

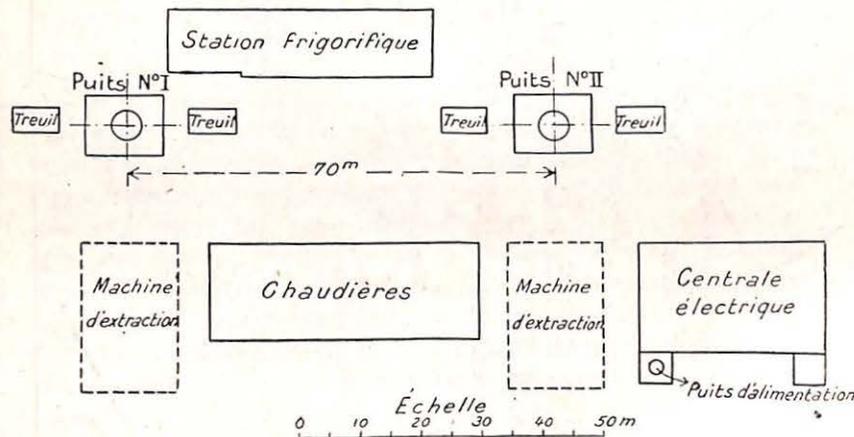


Fig. 2. — Schéma des installations de surface.

électrogène de 250 kw. composé d'une machine à vapeur horizontale des « Ateliers de la Meuse », attaquant directement un alternateur triphasé de 2,100 volts et 50 périodes, des « Ateliers de Constructions électriques de Charleroi ».

Ces chaudières et ce groupe électrogène furent placés dans leur position définitive et lorsque les travaux de sondages seront terminés, ils desserviront les divers services du nouveau siège. Sur le croquis ci-dessus (fig. 2), j'ai figuré en traits pleins, les installations de surface pendant le fonçage et en pointillé la position des halls des futures machines d'extraction.

L'énergie électrique produite sert :

- a) A l'éclairage des différents bâtiments et dépendances du nouveau siège ;
- b) A l'alimentation des moteurs pour les services accessoires de la centrale ;
- c) A l'alimentation d'un groupe moteur-pompe centrifuge de 60 chevaux qui fut installé au sondage de Mesvin et dont le rôle fut de refouler au château d'eau de la centrale, pendant toute la durée de la période de congélation des deux puits, l'eau nécessaire à l'alimentation des chaudières et au refroidissement des condenseurs de la station frigorifique.

Les chaudières furent montées en 1909 et mises à feu en juin 1909. La centrale fut installée en 1908 et 1909 et mise en marche le 4 septembre 1909. Depuis lors, 3 chaudières ont été constamment sous pression, consommant par jour, environ 25 tonnes de charbon. Pour assurer le service de ces appareils, le Levant du Flénu disposait de deux équipes de 6 ouvriers.

CREUSEMENT DES AVANT-PUITS. — Au puits n° I, l'avant puits fut

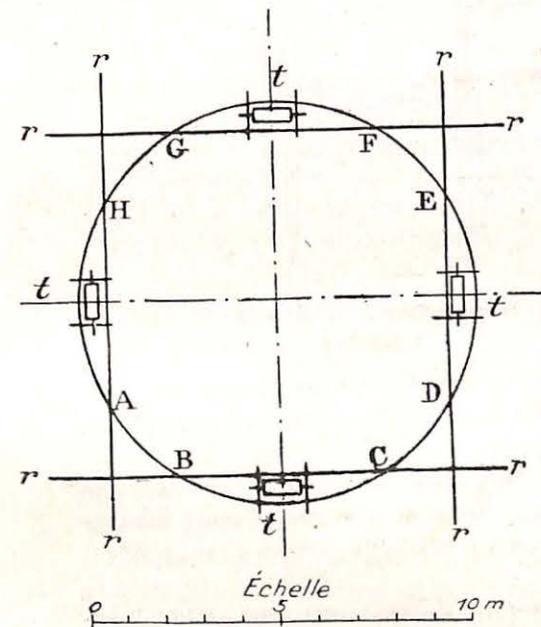


Fig. 3.

creusé simplement à l'outil, avec revêtement provisoire en planches jointives, maintenues par des cercles en fer [de 12 centimètres de hauteur, distants d'axe en axe d'un mètre. Ces cercles étaient suspendus au moyen de fers spéciaux en A, B, C..., H, à 4 rails r qui prenaient appui sur le terrain. Dans les segments formés par ces rails, étaient installés 4 petits treuils t pour l'extraction des déblais (voir fig. 3).

Le creusement au diamètre de 10^m40 était précédé d'un sondage de reconnaissance de 5 centimètres de diamètre, fait à la tarière. Une couche de sable boulant ayant été ainsi reconnue à la profondeur de 9^m50, le creusement fut arrêté à la profondeur de 9 mètres.

L'avant-puits fut ensuite maçonné. On fit d'abord une maçonnerie de 1^m40 d'épaisseur dans laquelle on ménagea aux endroits désignés pour les sondages, des niches de 0^m30 × 0^m30. Les centres de ces carrés se trouvaient sur une circonférence de 9^m05 de diamètre. A 2 mètres de hauteur, on réduisit l'épaisseur de 1^m40 à 0^m45 (voir fig. 4), de façon à laisser une banquette de 0^m95 de largeur.

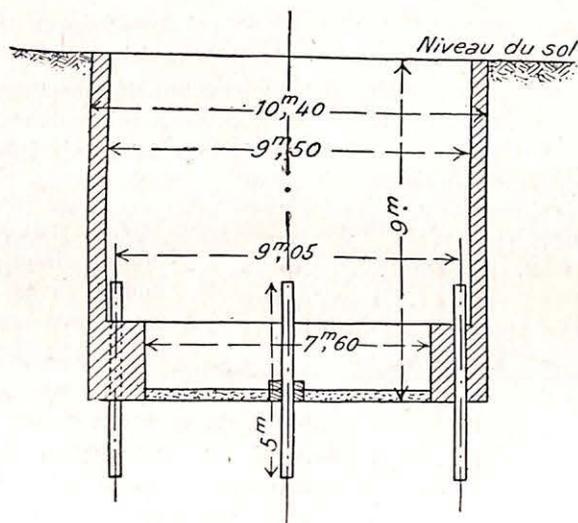


Fig. 4. — Coupe verticale par l'axe de l'avant-puits n° I.

Les tubes-guides de 10 1/2 pouces de diamètre et de 5 mètres de longueur, furent alors placés dans les niches réservées à cet effet dans la banquette de maçonnerie.

Au centre du puits, on installa également un tube-guide analogue aux autres, pour l'exécution du sondage central, lequel sondage devait permettre de suivre les variations du niveau d'eau, pendant la congélation.

Le creusement dura du 1^{er} juin au 18 juillet 1908 et la maçonnerie du 18 juillet au 10 août 1908.

Au puits n° II, l'avant-puits fut creusé comme le premier, jusqu'à la profondeur de 9 mètres. Un sondage exécuté à ce moment au centre du puits fit reconnaître exactement les deux couches de sable boulant, l'une de 10^m40 à 11 mètres, et l'autre de 16^m50 à 17 mètres, qui avaient causé beaucoup d'ennuis, lors de l'exécution des sondages du puits n° I. Afin d'éviter la reproduction de ces ennuis, on décida d'essayer au n° II, la traversée de ces deux niveaux de bouillants.

Pour passer à travers le premier, on eut recours à une trousse coupante en fonte, après avoir au préalable foré quatre petits sondages de faible diamètre destinés, avec le sondage central de reconnaissance, à drainer les eaux du premier bouillant dans le second. La trousse coupante sur laquelle était érigée une certaine hauteur de maçonnerie, descendit sans incident jusqu'à 14 mètres. A ce moment, des décollements horizontaux apparurent dans la maçonnerie, ce qui fit arrêter la descente de la trousse.

Contrairement au premier, le deuxième bouillant se trouvait en-dessous du niveau hydrostatique; celui-ci se trouvait vers 15 mètres de profondeur. Son assèchement ne pouvait donc se faire sans le secours de pompes. L'exécution d'un puits à faible diamètre au fond duquel on espérait placer la pompe d'assèchement, fit reconnaître que le deuxième bouillant était déjà drainé; la chose avait été faite par la pompe d'alimentation des chaudières et des sondages, qui débitait une vingtaine de mètres cubes à l'heure et qui se trouvait installée sur un puits à 40 mètres environ de l'avant-puits n° II.

Le creusement de l'avant-puits s'effectua ainsi sans difficulté, jusque sur le tuffeau à 17 mètres de profondeur. Les terrains traversés par cet avant-puits se présentaient comme-suit :

	Base à
<i>Yprésien</i> : Sable roux argileux	7 mètres
<i>Landennien</i> : Sable vert	10 ^m 40
Sable bouillant	11 mètres
Sable vert, argileux, aggloméré	13 ^m 30
Sable noirâtre, argileux, compact	16 ^m 50
Silex avec sable bouillant	17 mètres

Tuffeau de Ciply.

La maçonnerie fut ensuite achevée sans incident; commencé le 14 décembre 1908, le creusement de cet avant-puits ne fut terminé que le 31 mars 1909 et l'exécution de la maçonnerie dura du 1^{er} avril au 10 mai 1909.

SONDAGES DE CONGÉLATION. — Dès que l'avant-puits n° I fut terminé, les abords du puits furent aménagés pour recevoir les tours de sondage ; dans ce but, le sol fut recouvert autour de l'avant-puits, jusqu'à 10 mètres du centre, d'un radier de béton de 0^m50 d'épaisseur. Des rails noyés dans ce radier dépassaient le béton et avançaient jusqu'à proximité du centre du puits. Les trois tours de

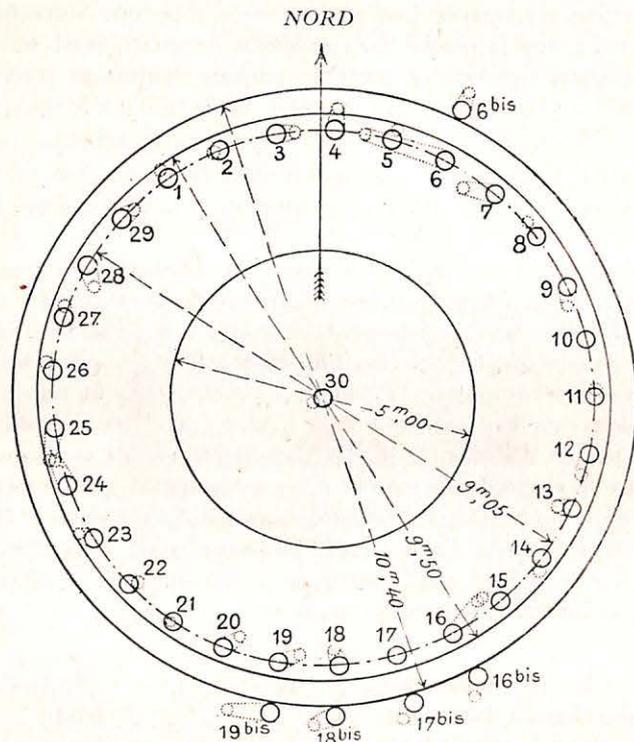


Fig. 5. — Croquis des déviations des sondages du puits n° I.
Echelle 1 : 100.

N. B. — 1^o Le sondage n° 10 présentait une déviation brusque qui n'a pas permis de mesurer sa déviation totale.

2^o Contrairement à ce que semble indiquer le croquis, les sondages nos 24 et 25 ne se sont pas rencontrés.

sondages reposaient sur ce radier par de fortes semelles garnies d'équerres.

Les sondages furent exécutés d'après le système Vogt (battage avec

injection d'eau), par la « Société de forage et prospection minière », actuellement la « Tréfor ». Le projet prévoyait par puits 30 sondages, dont un central, et 29 extérieurs répartis uniformément sur une circonférence de 9^m05 au puits n° I et de 8^m70 au puits n° II. A ce dernier puits, le diamètre fut réduit par suite de l'existence de la troussé coupante de l'avant-puits.

Les sondages furent forés jusqu'à l'affleurement des dièves, c'est-

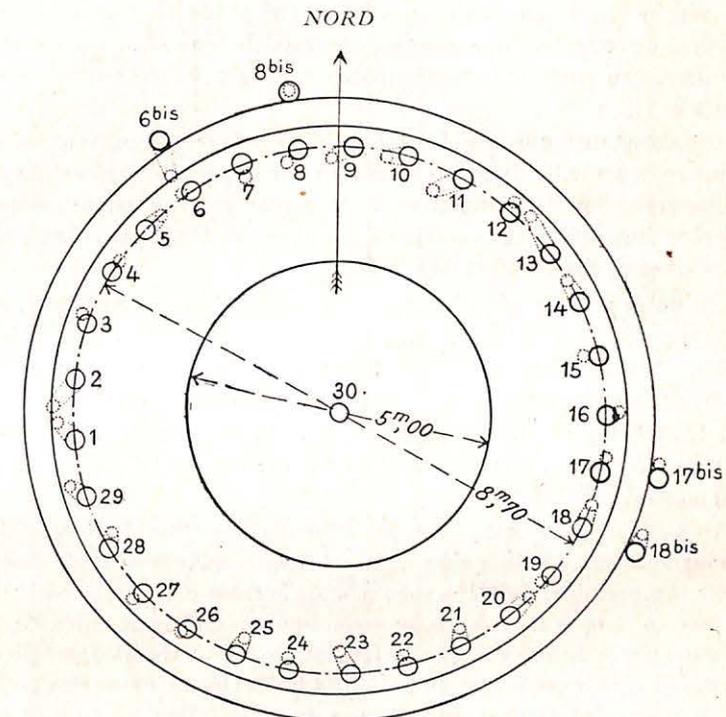


Fig. 6. — Croquis des déviations des sondages du puits n° II.
Echelle 1 : 100

à-dire jusque vers 317 mètres. Au cours du battage, des tubages provisoires, dont les diamètres variaient de 9 1/4 à 6 pouces, étaient descendus. Lorsqu'un sondage était terminé, on descendait la colonne extérieure du circuit de congélation. Après l'assemblage de chaque segment, on couvrait la colonne d'une calotte et on soumettait la colonne à la pression suffisante afin de vérifier l'étanchéité du joint qui venait d'être exécuté.

Lorsque la colonne de congélation était entièrement introduite dans le sondage, on retirait le tubage provisoire, puis on faisait glisser la tour avec tout son matériel, sans aucun démontage, jusqu'à l'endroit assigné pour l'exécution du sondage suivant.

L'avancement journalier en battage fut très variable; il atteignit parfois 60 mètres.

Divers incidents, tels que la rupture d'une colonne de congélation par le trépan, lors du battage d'un sondage voisin, où l'impossibilité de retirer un trépan calé ou encore l'arrêt de la descente d'une colonne de congélation, exigèrent le forage de cinq sondages supplémentaires au puits n° I et de quatre sondages supplémentaires au puits n° II.

Il va sans dire que les déviations des sondages furent soigneusement relevées. Elle furent déterminées par le procédé bien connu de la lanterne. Sur les figures 5 et 6, le cercle en trait plein indique l'orifice du sondage et le cercle en pointillé, l'endroit où la lanterne s'est arrêtée, entre 300 et 315 mètres.

En fin de compte, on utilisa pour la congélation, au puits n° I, les sondages 1, 2, 3, 4, 5, 6bis, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16bis, 17bis, 18bis, 19bis, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 et 29; et au puits n° II, les sondages 1, 2, 3, 4, 5, 6bis, 7, 8, 8bis, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 17bis, 18bis, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29; mais à ce dernier puits, 8 et 17, n'allaient que jusque 305 et 260 mètres.

Au puits n° I, on commença le 23 septembre 1908, le battage du sondage central, tandis qu'au n° II, on débuta seulement le 27 juillet 1909. Au premier, puits la vapeur était fournie par une locomobile attachée à chaque tour, mais au second puits, elle était fournie par les chaudières de Naeyer que le Levant du Flénu venait d'installer.

Quand tous les sondages du puits n° I furent terminés, on descendit les colonnes intérieures des circuits de congélation et ensuite on monta dans la partie supérieure de l'avant-puits, les couronnes collectrices des circuits congélateurs.

Pendant qu'on exécutait ces sondages, on installait la station frigorifique.

STATION FRIGORIFIQUE. — Elle se composait de trois unités distinctes, installées entre les deux puits, dans un baraquement de 44 mètres de longueur sur 10 à 11 mètres de largeur. Deux unités

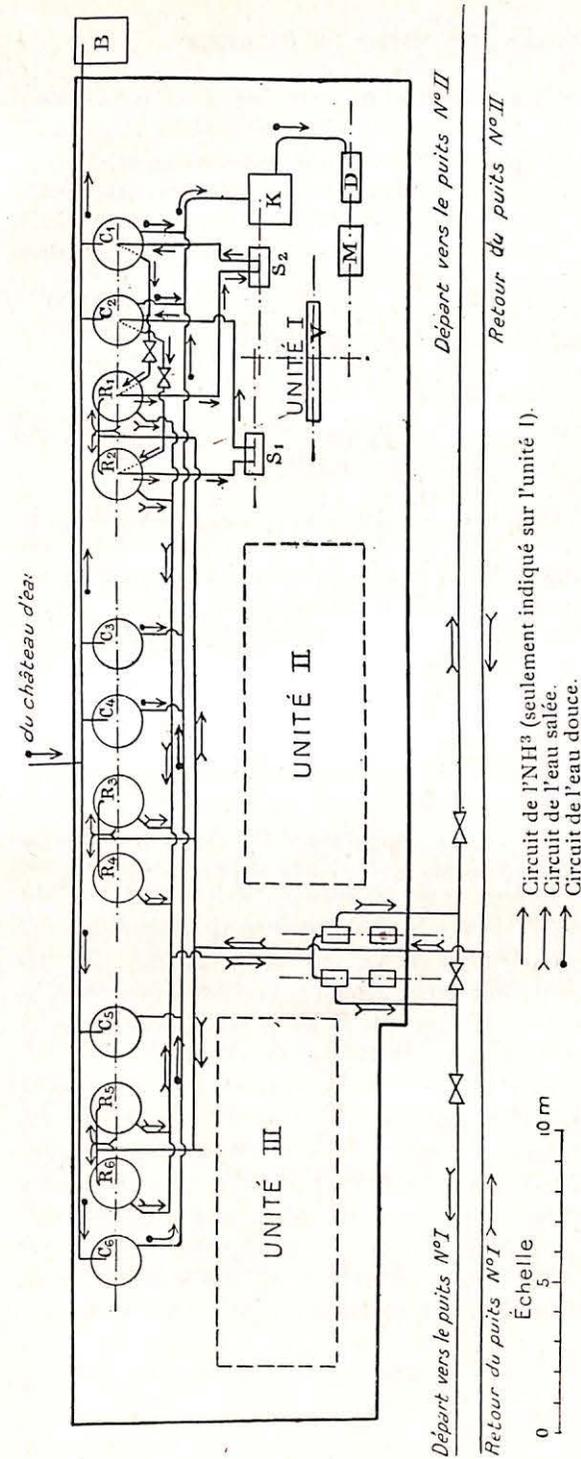


Fig. 7. — *Schema de la station frigorifique.*

- M, cylindre à vapeur.
- D, condenseur de la machine à vapeur.
- V, volant.
- S₁ et S₂, compresseurs d'NH₃.
- C, condenseur d'NH₃ (à quatre serpents).
- R, réfrigérant (à quatre serpents).
- P, pompe de circulation de l'eau salée.
- K, fosse d'injection où se réunissent les eaux douces des condenseurs d'NH₃ et où aspirent les condenseurs des machines à vapeur.
- B, bac de dissolution de CaCl₂.

pouvaient fournir chacune 120,000 frigories-heures et la troisième 132,000 (voir fig. 7).

Chacune d'elles comprenait d'abord une machine motrice avec condenseur et volant, dont les caractéristiques étaient les suivantes :

	Unités I et II.	Unité III.
Frigories-heures	120,000 × 2	132,000
Diamètre du piston à vapeur.	450 ^{m/m}	406 ^{m/m}
Course du piston	900 ^{m/m}	1,066 ^{m/m}
Nombre de tours par minute	75	65
Nom du constructeur :	Phœnix Nouveau, Cail, à Denain. à Gand.	

Ensuite deux compresseurs d'ammoniaque, deux condenseurs et deux réfrigérants.

Deux pompes à vapeur, dont l'une était de réserve, étaient intercalées dans le circuit et assuraient la circulation du liquide réfrigérant dans les colonnes de congélation. Ces pompes, du type Worthington, refoulaient à la pression de 10 kilog.

La solution de CaCl_2 en circulation dans les tubes congélateurs avait une densité de 1.23 à 1.25.

Les trois unités marchaient en quantité et les deux puits étaient en dérivation sur les conduites collectrices des machines. A part les périodes de mise en marche, la température de l'eau salée varia au départ entre -16 et -18° et au retour entre -11 et -13° .

CREUSEMENT DU PUIT N° I. — Au puits n° I, la congélation fut commencée le 10 mars 1910, et en une demi-journée, tous les circuits congélateurs purent être introduits successivement dans le circuit des machines frigorifiques. Du 10 au 17 mars, la congélation se fit par deux unités et à partir du 17, par trois unités.

Le 25 avril, l'eau montant dans le tube central plus haut que le niveau hydrostatique, on commença le curage de l'avant-puit. Ce curage fut terminé le 2 mai et l'enfoncement fut alors commencé avec trois postes de douze hommes. Vers la profondeur de 17 à 18 mètres, des fissures dans le mur de glace donnèrent lieu à une venue d'eau assez forte d'une part dans le voisinage des quatre sondages *bis* consécutifs n°s 16 à 19 et d'autre part à proximité des sondages n°s 10 et 11. Cette venue fit arrêter le fonçage le 10 mai, à 18^m60 de pro-

fondeur, soit à 4 mètres sous le niveau hydrostatique. Le puits fut alors rempli de pierrailles afin de diminuer le débit des fissures.

Afin d'activer la fermeture de ces fissures, fermeture qui semblait avancer trop lentement, on essaya la cimentation de la partie supérieure du tuffeau. Dans ce but, on exécuta et cimenta cinq sondages du 6 juin au 2 juillet. Ces sondages absorbèrent, par simple siphonage, 4,800 kilog. de ciment et 35,000 litres d'eau.

Quelques jours après la cimentation du dernier sondage, on constata, en vérifiant l'isolement de la nappe d'eau à l'intérieur du puits d'avec la nappe d'eau extérieure, que les fissures étaient bouchées.

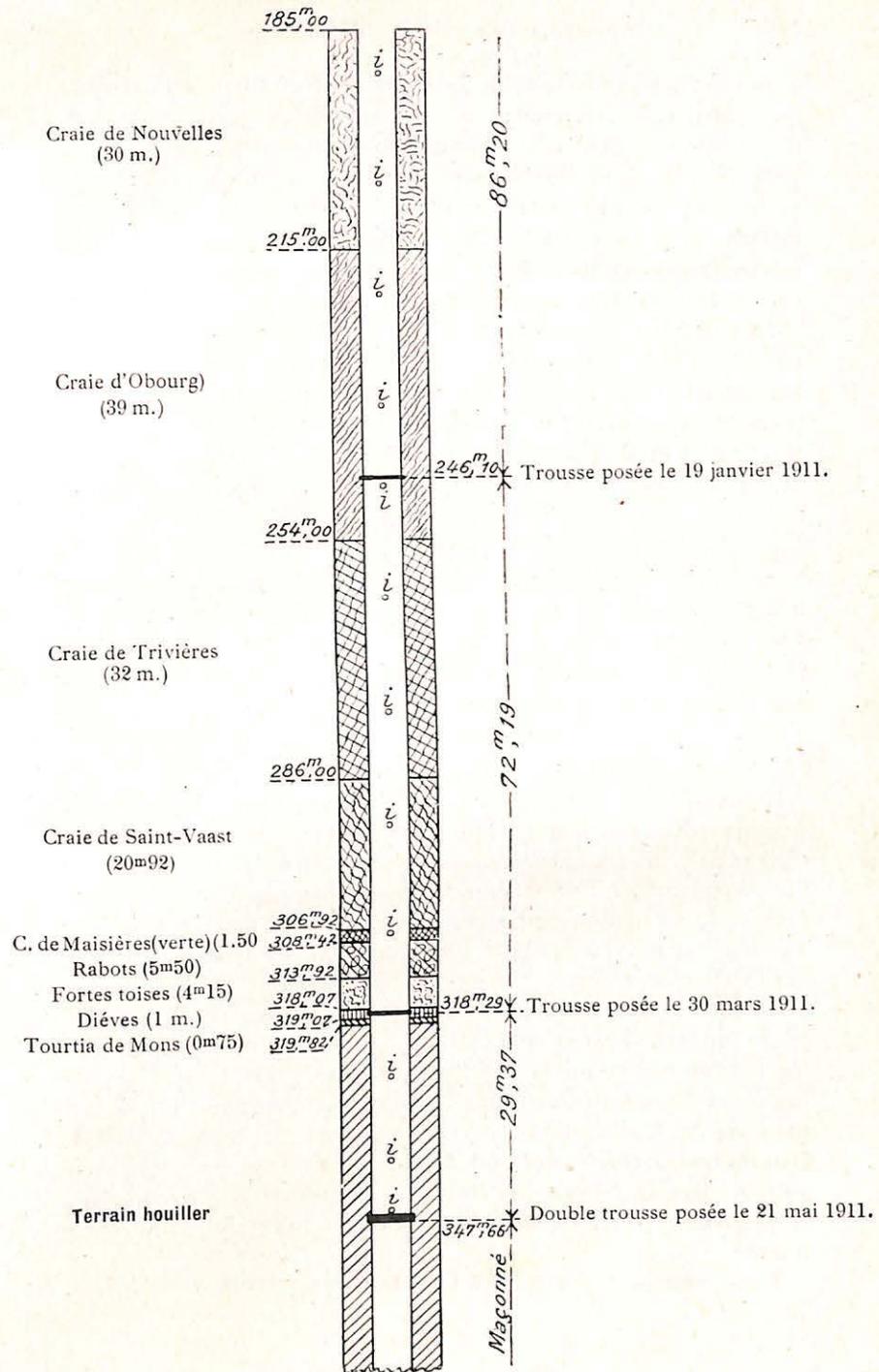
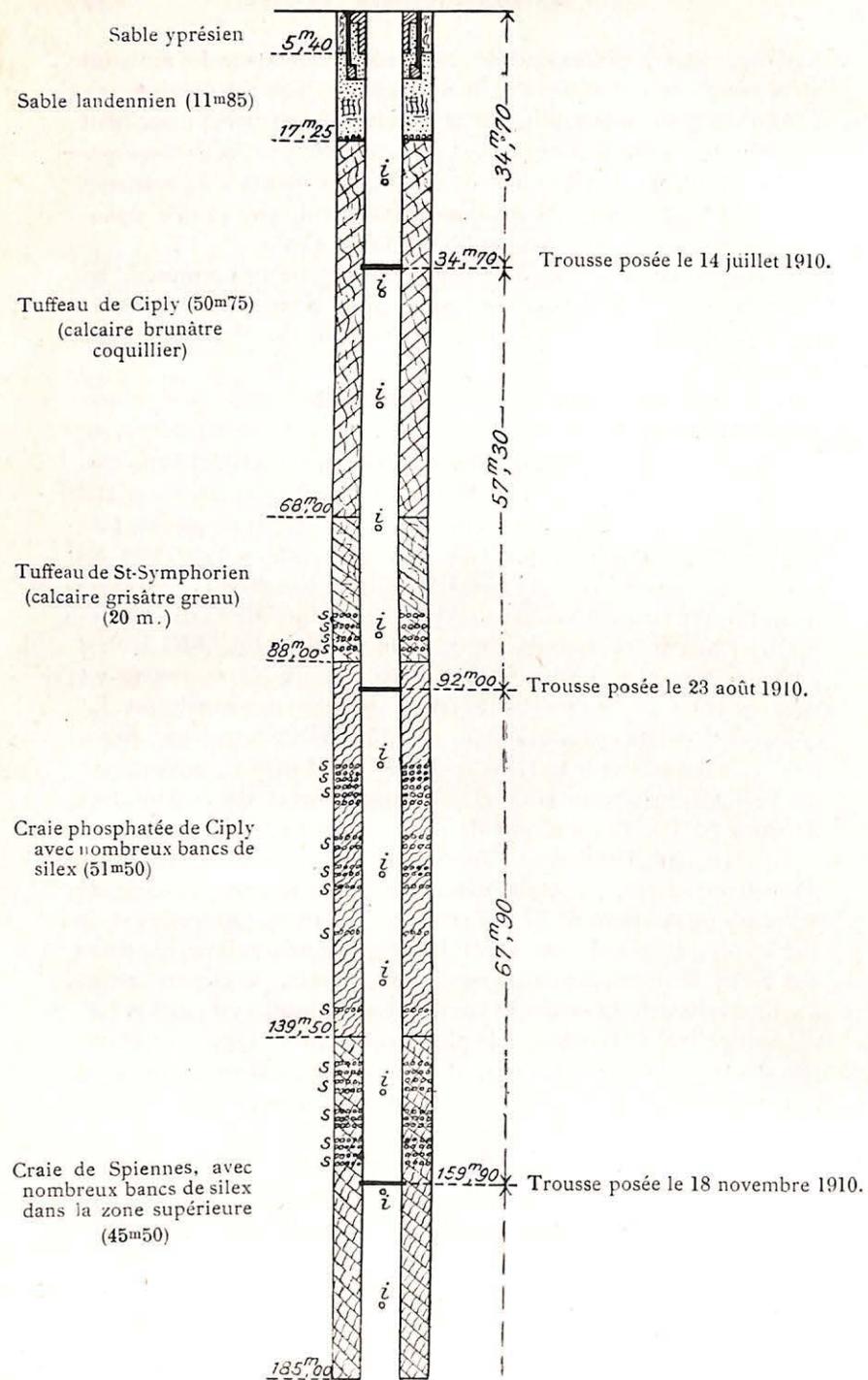
Le fonçage abandonné le 10 mai fut repris le 7 juillet. Le creusement se fit au pic jusque 22 mètres environ. A cette profondeur, on commença à miner, non pas parce que les terrains étaient plus durs, car la gelée n'apparaissait encore à ce moment que sur une partie du périmètre du puits, mais afin de réaliser des avancements plus grands. Dans la partie supérieure, seule la crainte d'ébranler les couronnes collectrices de la congélation installées dans l'avant-puits avait fait proscrire le minage. A 34^m70, la première trousse fut picotée dans le tuffeau de Ciplly et le cuvelage fut établi dans la partie déjà creusée. L'enfoncement reprit ensuite et se poursuivit sans incident à travers toute l'épaisseur des *morts-terrains*. La coupe des terrains jointe à cette note (fig. 8) montre d'une façon très nette les différents terrains traversés. A 81 mètres, apparurent les premiers bancs de silex et notamment celui très compact de 81^m30 à 81^m90. Ces rognons de silex, en bancs réguliers de 10 à 20 centimètres d'épaisseur, étaient abondants dans le tuffeau de Saint-Symphorien, la craie phosphatée de Ciplly et la craie de Spiennes, notamment de 81 à 87 mètres, de 102 à 120 mètres et de 142 à 156 mètres; ils causèrent beaucoup d'ennuis dans le forage des trous de mines, en émoussant les fleurets. A mesure qu'on s'approfondissait, la gelée avançait vers le centre du puits et par suite, les terrains devenaient de plus en plus durs. Cette augmentation de la dureté des terrains nécessita progressivement un plus grand nombre de mines. Celles-ci étaient généralement réparties sur trois couronnes; d'abord celles de la première série étaient peu distantes du centre et étaient chargées très fortement; ensuite celles de la seconde série étaient distantes d'environ 0^m75 des parois et enfin celles de la troisième se trouvaient à quelques centimètres

FIG. 8. — Coupe verticale par l'axe du puits n° I.

Échelle 1 : 1000

s, banc de rognons de silex.

i, trou d'injection de ciment dans le couvage.



seulement des parois du puits et étaient forées aussi verticalement que possible, contrairement à celles des deux premières séries, lesquelles inclinaient vers le centre. Les trous de mines étaient, dans les premiers temps, forés simplement à la barre. A partir de la profondeur de 140 mètres environ, on commença à utiliser un marteau à air comprimé à la traversée des silex. L'emploi de ces marteaux se généralisa bientôt pour le battage, même dans la craie simplement congelée, sans silex.

La charge des fourneaux variait de 2 à 10 cartouches de gélignite ou de forcite, de 100 grammes chacune. Les amorces, à basse tension, avaient une résistance de 1 à 1.5 ohm. Elles étaient vérifiées au préalable, au moyen d'un ohmètre et celles utilisées dans un même tir (10 à 20 mines par tir), ne pouvaient différer entre elles de plus de 0.1 ohm. Les fils de connexion étaient montés sur un treuil et descendus dans le puits pour chaque tir. Ce treuil possédait deux bagues avec balais d'amenée du courant.

Les mines étaient chargées par le porion qui quittait le chantier le dernier. Après l'arrivée au jour du porion, le chef porion manœuvrait simplement une manette de fermeture du circuit, manette placée dans une armoire spéciale dont il possédait toujours la clef. A l'origine, on utilisait une petite magnéto capable de faire sauter quarante mines en série, mais bientôt, on trouva plus commode d'employer directement le courant d'éclairage à 110 volts.

L'emploi de marteaux à air comprimé pour le forage des trous de mine a donné lieu à quelques observations intéressantes que je crois utile de mentionner. Ces marteaux étaient alimentés par de l'air comprimé à 5 atmosphères de pression en moyenne, qui était fourni par un compresseur actionné par une petite machine à vapeur à grande vitesse. La conduite d'air comprimé avait 70 millimètres de diamètre intérieur.

Pendant le battage d'une mine, un manœuvre versait de temps en temps un peu d'eau chaude dans la mine. Cette eau ramollissait légèrement le terrain et facilitait par conséquent le travail. En outre, en s'émulsionnant sous l'action de l'air comprimé qui sortait par l'axe du fleuret, elle renvoyait au dehors les débris de roches. D'après les essais effectués, le battage d'une mine en craie compacte gelée ou bien en fortes-toises était avec le marteau à air comprimé, respectivement dix ou quatre fois plus rapide qu'avec la simple barre à mine.

La présence des silex rendait l'usage des marteaux plus délicat.

Si les silex étaient très durs, au marteau comme à la barre, les taillants des fleurets s'émoissaient rapidement ; mais le taillant de la barre à mine ne consistant qu'en un simple tranchant droit, était de réparation beaucoup plus facile. En outre, le remplacement continu des fleurets des marteaux entraînait une grande perte de temps. En pratique, à la rencontre de silex importants, on reprit parfois les barres à mine, afin de permettre à l'atelier de suivre aux réparations.

Dans les terrains trop gras, comme les dièves, le battage et l'eau chaude de curage ramenaient ces terrains à leur état naturel et alors les marteaux ne marchaient plus. (Cet emploi d'eau chaude a d'ailleurs été complètement abandonné ultérieurement.)

Un inconvénient de l'emploi de l'air comprimé, propre au fonçage par congélation, c'est la formation à l'intérieur de la conduite d'air comprimé, d'une couche de glace due à la condensation de l'humidité que l'air comprimé entraîne avec lui ; au bout de quatre mois de fonctionnement, la colonne d'alimentation des marteaux fut complètement obstruée et dut être démontée.

Outre la trousse à 34^m70 déjà citée, des *trousses* furent picotées à 92 mètres, 159^m90, 246^m10 et 318^m29. D'après le cahier des charges, la dernière trousse dans les morts-terrains (à 318^m29) devait être posée dans les dièves, mais le peu d'importance de cette assise, seulement 1 mètre et son inclinaison, 12°, rendirent la chose impossible ; la trousse fut posée partie dans les fortes-toises, partie dans les dièves et partie dans le tourtia.

Sous les morts-terrains, le creusement continua dans le *terrain houiller*. Celui-ci se montra d'abord complètement failleux, puis se présenta en dressant. Les deux trousses de base furent posées à 347^m66, dans des schistes inclinés à 80°.

Pendant le creusement, l'extraction des déblais et de l'eau se faisait au moyen de deux tonnes de 800 litres de capacité. Ces deux tonnes étaient suspendues à des câbles ronds métalliques et étaient manœuvrées par des treuils absolument indépendants, abrités dans des cabines distinctes de la tour. Les caractéristiques principales de ces treuils étaient :

Diamètre des pistons	300 ^m / ^m
Course des pistons	300 ^m / ^m
Nombre de tours maximum	160
Vitesse moyenne des produits	2 ^m 50

Deux conduites distinctes reliaient les treuils aux collecteurs des chaudières de Naeyer, de façon à pouvoir marcher à treuil unique, pendant une réparation à la conduite d'alimentation de l'un des treuils.

Après la pose de la troisième trousse, à 159^m90, quatre *câbles-guides* de 10 millimètres de diamètre furent suspendus à la partie supérieure de la tour de fonçage et amarrés à un châssis métallique installé à la partie inférieure du cuvelage. La tonne était guidée par l'intermédiaire d'un curseur qui embrassait le câble d'extraction au-dessus du crochet de suspension de la tonne, mais qui permettait au câble d'extraction de continuer sa descente lorsque le curseur précité venait reposer sur la carrure d'amarrage des câbles guides.

A proximité du cadre d'amarrage, se trouvait, pendant le fonçage, le plancher de manœuvre utilisé lors de la pose du cuvelage. Ce plancher était pourvu d'une ouverture centrale de 3^m70 sur 1^m70, pour le passage des tonnes et servait de hourd partiel de protection pour les ouvriers occupés au fonçage.

Dans la traversée des terrains congelés, on ne pouvait songer à imposer des *échelles*, car la température très basse régnant dans le puits eût condensé l'humidité de l'air sur les échelons, en une mince couche de glace, et eût rendu ainsi ces échelons glissants et par suite l'utilisation des échelles très dangereuse. L'échelle volante décrite dans les *Annales des Mines de Belgique*, par M. Breyre (1911, tome XVI, p. 417), ne fut jamais utilisée dans la traversée des morts-terrains congelés.

L'éclairage du chantier était assuré par un bouquet de cinq lampes à incandescence de seize bougies, suspendu à un câble armé plat qui comprenait au centre un câble en acier et, de part et d'autre de ce câble en acier, les fils électriques convenablement isolés. Dès que la carrure d'amarrage des câbles-guides des tonnes fut installée, vers 159 mètres, le treuil de manœuvre du câble du bouquet électrique qui était primitivement installé à la surface, fut descendu sur cette carrure, et le courant fut dès lors amené aux balais du treuil par deux câbles isolés et distincts, l'un d'amenée et l'autre de retour, fixés tous les trente mètres au cuvelage.

En outre, quelques lampes à acétylène étaient toujours allumées, pour le cas où un accroec à l'installation électrique eût éteint les lampes à incandescence

Le renouvellement de l'atmosphère du chantier était assuré, en

sus de l'aérage naturel qui devait être très sensible, à cause de la basse température des parois, par un petit ventilateur François, de quatre chevaux. L'air foulé par ce ventilateur était conduit jusqu'à 5 à 20 mètres du fond du puits, d'abord par des canars en tôle galvanisée de section elliptique (500 et 250 millimètres d'axes) sur toute la hauteur cuvelée et ensuite par des canars en toile de 354 millimètres de diamètre, maintenus ouverts par des cercles en gros fil de fer galvanisé sur la passe en creusement. Les canars en tôle reposaient par des collets sur des carcans, lesquels étaient fixés par boulons sur deux câbles enroulés à la surface sur un treuil à bras.

La tour de fonçage avait une base de 13 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur et supportait les molettes, à l'extérieur, à 11 mètres seulement au-dessus du niveau du sol. Elle possédait deux niveaux de recette. Le premier, au niveau du sol, ne servait que pendant la pose du cuvelage pour la descente des segments et du béton. A cette recette, se trouvaient établis les différents treuils du tir, de l'éclairage et des canars, ainsi que le petit ventilateur. Le second était le niveau principal où se trouvaient les sonneries arrivant du fond et les porte-voix allant aux cabines des treuils; il était monté à 3 mètres de hauteur et se prolongeait par une passerelle au-dessus des voies de transport.

Les panneaux des portes fermant les recettes étaient relevés par la simple manœuvre de leviers, pour laisser passer les tonnes à leur arrivée et étaient ensuite rabattus; puis un wagonnet culbuteur poussé sur les portes recevait la tonne par ses tourillons et était ensuite amené au-dessus des wagons où les déblais étaient déversés.

Avant de décrire le cuvelage, je donnerai quelques renseignements sur le creusement du puits n° II.

CREUSEMENT DU PUIT N° II. — Au puits n° II, le raccordement des colonnes congélatrices au circuit des machines frigorifiques se fit progressivement dans le courant de septembre 1910. L'introduction d'une nouvelle colonne faisait tomber la température de sortie du liquide réfrigérant de quelques dixièmes de degré. Lorsque cette température était revenue à sa valeur primitive, on introduisait une seconde colonne et ainsi de suite. La vanne placée sur le circuit du puits n° II permettait de régler la quantité d'eau salée destinée à ce puits; on s'arrangeait par la manœuvre de cette vanne de manière à garder une température de -11 à -12° au retour général.

Comme au puits n° I, on décida de cimenter la partie supérieure du tuffeau, approximativement jusqu'à la profondeur de 50 mètres. Quatre sondages furent forés à l'extérieur du puits; ils absorbèrent 7,650 kilog. de ciment. Les venues qui se déclarèrent au début de la deuxième passe, vers 37 mètres de profondeur (voir ci-dessous), semblent prouver que cette cimentation ne réussit pas complètement.

Le 1^{er} février 1911, le mur de glace semblant fermé, le creusement commença dans le tuffeau de Ciply et le 14, la première trousse fut picotée à 35 mètres; le cuvelage fut terminé le 25.

Pendant le fonçage de cette passe, l'eau venait par le sondage central et au moment de la pose de la trousse, la venue était de 3 à 4 mètres cubes à l'heure. Pendant la pose du cuvelage, la venue ne fit qu'augmenter et le 26 février, à la reprise du creusement, elle s'éleva brusquement à 20 mètres cubes à l'heure, ce qui amena l'abandon du fonçage à 37 mètres.

On tenta d'abord d'obturer la fissure par une cimentation complémentaire, mais sans succès. On décida alors de porter tout le froid de l'usine sur le puits II et, à partir du 10 avril, le circuit du puits I ayant été coupé, les trois machines frigorifiques fonctionnèrent sur ce puits.

La soudure du mur de glace fut complète le 6 juin.

On reprit le creusement d'abord dans un banc de béton de 3^m50 d'épaisseur coulé au fond du puits lors des essais de cimentation et ensuite dans le tuffeau de Ciply.

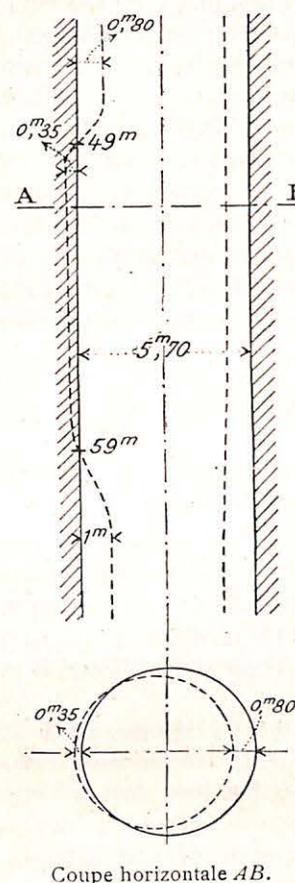
Après l'épuisement, la venue était de 60 litres à l'heure; elle augmenta jusque 150 litres et cessa ensuite totalement un jour et demi après la reprise du fonçage.

De 37 à 48 mètres, la gelée pénétrait dans le cercle de creusement du puits d'environ 0^m80 sur tout le pourtour. De 49 à 59 mètres, elle sortait du périmètre de creusement, en face du sondage n° 18 bis, ainsi que le montre la figure 9.

Pendant la traversée de cette région, le minage fut réduit afin de ne pas fissurer la zone de faible résistance. A 59 mètres, on rencontra le tuffeau de Saint-Symphorien, plus dur et moins aquifère que celui de Ciply et la gelée rentra dans le puits, sur tout le périmètre, jusqu'à environ un mètre des parois.

Le creusement se poursuivit ensuite régulièrement jusqu'au terrain houiller, rencontré à 317^m75, d'une manière analogue au puits n° I. Je signalerai cependant qu'au puits n° II, les marteaux à

Fig. 9.
Coupe verticale par l'axe du puits n° II.
Les limites du mur de glace sont indiquées en pointillé.



Coupe horizontale AB.

air comprimé furent utilisés d'une façon continue, depuis l'apparition des terrains congelés.

De nouvelles trusses furent posées à 130^m14, 223^m78 et 312^m61; celle-ci est posée dans les fortes-toises.

Les terrains primaires rencontrés à ce puits furent moins failleux qu'au n° I; ils inclinaient seulement à 30°. Les dernières trusses furent posées à 342^m02 dans des roches assez dures.

L'extraction des déblais se fit d'une manière analogue à celle du puits n° I; les câbles-guides furent installés après la pose de la trousse de 130 mètres. L'éclairage et la ventilation du chantier, ainsi que la tour de fonçage furent également identiques aux deux puits.

REVÊTEMENT PROVISOIRE.— Dans les deux puits, les parois congelées se soutinrent parfaitement d'elles-mêmes, sans le moindre revêtement provisoire, même sur des passes de 95 mètres. Cependant, je mentionnerai :

a) Au puits n° I, jusque bien avant dans la seconde passe, les quatre sondages bis consécutifs, n°s 16 à 19, produisirent une excavation vers l'extérieur du mur

de glace, de sorte que, même en dessous de la trousse de 34^m70, une partie de la paroi n'était pas congelée, mais se soutenait cependant assez bien. Comme mesure de précaution, on disposa contre cette partie du puits; quelques queues de perches maintenues par quelques pièces de bois potelées de part et d'autre;

b) Au puits n° I, en dessous de la trousse de 246 mètres jusque vers 280 mètres, et au puits n° II, sur presque toute la hauteur de la quatrième passe, de 226 à 304 mètres environ, un soutènement provisoire fut établi. Il était nécessité par la texture du terrain. Celui-ci ne montrait aucun joint de stratification ; on passait d'une assise dans la suivante sans s'en apercevoir ; mais il existait une espèce de clivage vertical, c'est-à-dire que des plaquettes de terrains se détachaient assez facilement suivant des joints verticaux. Le but du revêtement provisoire était simplement d'éviter la chute de ces plaques. Ce revêtement se composait d'anneaux en fer [ou en fer plat, avec par derrière, contre le terrain, un garnissage non continu de dosses ou de tôles avec crochets. En quelques endroits, des espèces de longrines, d'environ 2 mètres de longueur, étaient potelées dans le terrain, afin de supporter les anneaux du revêtement. Aucune pression n'étant à craindre, les anneaux en fer plat étaient tout indiqués.

CUVELAGE. — Je donnerai maintenant quelques renseignements sur le cuvelage et sur sa pose.

Chaque anneau de cuvelage comprend dix segments de 1^m50 de hauteur, munis de deux nervures horizontales intérieures. L'épaisseur de fonte des anneaux varie sur toute la hauteur du puits, depuis 25 millimètres jusque 110 millimètres. Des trous d'injection de ciment de 40 millimètres de diamètre sont prévus à un anneau sur dix, au nombre de quatre par anneau et répartis sur tout le périmètre du puits. A noter cependant que les anneaux situés sous une trousse en sont généralement pourvus.

Chaque trousse est composée également de dix segments de 25 à 30 centimètres de largeur et de 25 centimètres de hauteur, sauf la trousse supérieure de base, établie dans le houiller, dont la hauteur est de 34 centimètres.

Toutes les faces des segments formant joints sont rabotées et rainurées légèrement à l'usinage. Dans les joints, des lames de plomb, dont l'épaisseur est de 3 millimètres avant la pose, sont écrasées par le serrage des boulons qui assemblent, soit les segments d'un même anneau, soit les segments de deux anneaux consécutifs. Ces boulons d'assemblage sont également pourvus, outre leurs rondelles en fer, de rondelles en plomb de 5 millimètres d'épaisseur.

Pour la descente des segments, on fixait au câble un anneau muni de quatre chaînettes ; ces chaînettes étaient terminées par des bou-

lons qui étaient introduits dans des trous du segment destinés au passage ultérieur des boulons d'assemblage des segments entre eux. Le serrage des écrous des boulons des chaînettes avait lieu avec interposition de rondelles calibrées de façon à tendre uniformément les quatre chaînettes.

Pendant la pose du cuvelage, le personnel se tenait sur un plancher de manœuvre décrit dans le tome XVI, 1911, pp. 421 à 423, des *Annales des Mines de Belgique*, par M. Breyre ; mais lors de la descente des segments, un tiers du personnel du fond remontait à la surface et aidait le personnel de la recette, dans la manœuvre des segments.

En outre des lames de plomb écrasées dans les joints, l'étanchéité du cuvelage est assurée par un *bétonnage* effectué derrière le cuvelage sur 20 centimètres d'épaisseur. Le squelette du béton est composé de :

1,4	de	mètre	cube	de	pierrailles	de	15/25 ^{mm}	;
1,2		»		»	»		5/15	» ;
et 1/4		»		»	»		1/5	» ;

Les pierrailles consistent en déchets de carrières de porphyre à pavés. A chaque mètre cube de pierrailles, on a ajouté 350 kilog. de chaux hydraulique pulvérisée.

Cette composition est invariable sur toute la hauteur, sauf à chaque anneau situé immédiatement au-dessus d'une trousse ; pour ces anneaux, la chaux est remplacée par du ciment, dans la composition indiquée ci-dessus. L'eau du béton était additionnée d'un peu de $CaCl^2$.

Le béton préparé à la surface était descendu dans des benues carrées de 0^m3700 environ de capacité, à fond incliné. Pendant le bétonnage, une partie du personnel du fond préparait le béton à la surface, tandis que l'autre partie dammait le béton.

Après la pose de l'anneau supérieur d'une passe, il s'agissait de raccorder cette passe à la trousse immédiatement supérieure.

Généralement, on s'arrangeait lors de l'établissement de la banquette qui devait recevoir la trousse d'une passe, de façon qu'après la pose du cuvelage sur toute la hauteur de la dite passe, il subsistât au-dessus du dernier anneau de la passe, un vide de 25 à 30 centimètres. Le raccord était alors constitué de vingt segments en fonte, dont la bride supérieure avait une surépaisseur de 5 centimètres. Après la pose du dernier anneau, on mesurait la hauteur exacte du

vide subsistant et on rabotait la face supérieure des segments du raccord de manière à pouvoir introduire ces segments dans le joint.

RÉSULTATS OBTENUS. — Avant d'aborder la question du dégel, je crois intéressant de donner les résultats obtenus en creusement et en cuvelage.

Je décrirai d'abord la composition du personnel occupé.

Au puits n° I, le fonçage de la première passe se fit avec trois postes de onze hommes, travaillant chacun huit heures. Dès le début de la deuxième passe, les ouvriers furent répartis sur quatre postes.

Cette organisation — quatre postes de douze hommes — se maintint pendant le creusement des troisième et quatrième passes. Ce ne fut qu'à la cinquième passe que le travail à trois postes fut rétabli.

Dans la passe du houiller, les postes étaient également de huit heures. Pendant tout le fonçage, il y avait, en outre, trois porions qui faisaient chacun huit heures.

Au puits n° II, à part les venues du début du fonçage, le creusement se fit toujours complètement à sec et le personnel fut constamment réparti sur trois postes composés de douze à quatorze hommes et d'un porion.

En outre, deux chefs porions, un de jour et un de nuit, exerçaient aux deux puits, la surveillance du fond et du personnel des recettes; ce dernier comprenait à chaque puits, deux chefs taqueurs (un par porte) et trois manœuvres.

Le reste du personnel de la surface, comprenant machinistes des treuils, graisseurs des treuils et des appareils frigorifiques, manœuvres du dommage et ouvriers d'atelier, se trouvait placé sous les ordres de deux chefs mécaniciens.

Dans les tableaux ci-dessous, j'ai transcrit les *moyennes d'avancement* réalisées dans les deux puits, tant en creusement qu'en cuvelage. Ces moyennes ont été calculées par jour de travail, c'est-à-dire qu'on a décompté les jours de chômage.

Puits n° I. — Commencé le 25 avril 1910, interrompu du 10 mai au 7 juillet et continué ensuite sans interruption du 7 juillet 1910 au 2 juin 1911. Le tableau ci-dessous ne concerne que le travail à partir du 7 juillet 1910.

	PASSE	Moyenne en creusement	Moyenne en cuvelage	Moyenne en creusement et en cuvelage réunis
1 ^{re}	creusée de 18 ^m 60 à 34 ^m 70	2 ^m 62	—	—
	cuvelée de 34 ^m 70 à 7 ^m 45	—	2 ^m 86	—
2 ^{me}	de 34 ^m 70 à 92 ^m 00	2 ^m 12	1 ^m 85 (1)	0 ^m 98
3 ^{me}	de 92 ^m 00 à 159 ^m 90	1 ^m 36	4 ^m 53	1 ^m 04
4 ^{me}	de 159 ^m 90 à 246 ^m 10	2 ^m 26	4 ^m 79	1 ^m 54
5 ^{me}	de 246 ^m 10 à 318 ^m 29	1 ^m 90	3 ^m 61	1 ^m 24
6 ^{me}	de 318 ^m 29 à 347 ^m 66	1 ^m 39	2 ^m 66	0 ^m 91

Puits n° II. — Commencé le 1^{er} février 1911, interrompu du 26 février au 6 juin et continué ensuite sans interruption du 6 juin 1911 au 22 février 1912.

	PASSE	Moyenne en creusement	Moyenne en cuvelage	Moyenne en creusement et en cuvelage réunis
1 ^{re}	creusée de 17 ^m 00 à 35 ^m 00	1 ^m 70	—	—
	cuvelée de 35 ^m 00 à 9 ^m 25	—	2 ^m 57	—
2 ^{me}	de 35 ^m 00 à 130 ^m 14	2 ^m 38	6 ^m 79	1 ^m 76
3 ^{me}	de 130 ^m 14 à 223 ^m 78	2 ^m 17	5 ^m 85	1 ^m 58
4 ^{me}	de 223 ^m 78 à 312 ^m 61	2 ^m 28	4 ^m 44	1 ^m 51
5 ^{me}	de 312 ^m 61 à 342 ^m 02	1 ^m 35	2 ^m 17	0 ^m 90

(1) Après la pose du cuvelage de la deuxième passe, le cuvelage fut rematé pendant treize jours; la moyenne faible (1^m85) indiquée dans le tableau tient compte de ces treize jours de rematage.

MARCHE DU DÉGEL. — Le creusement et le cuvelage étant terminés et les machines frigorifiques étant arrêtées, le dégel commença, période critique pendant laquelle le cuvelage pouvait subir des mouvements importants, peut être se briser en partie et détruire le fruit de plusieurs années d'efforts.

Les avis étant partagés sur l'opportunité du dégel artificiel, le dégel s'effectua naturellement et alors que le creusement et le cuvelage avaient bien marché, le dégel occasionna assez bien d'ennuis, fait d'ailleurs commun à beaucoup d'autres fonçages par congélation, et entraîna par suite une grande perte de temps.

Dégel et cimentation du puits n° I. — Je mentionnerai d'abord qu'après la pose de la deuxième passe du cuvelage, la venue d'eau de la région des quatre sondages bis qui pendant le fonçage de la deuxième passe avait parfois atteint 6^m3700 par heure, étant encore assez conséquente, le cuvelage fut rematé complètement et une injection de dix tonnes environ de ciment fut effectuée du côté de la venue, vers la profondeur de 85 mètres. Cette cimentation réduisit la venue à peu de chose.

Je rappellerai ensuite qu'à ce puits, la congélation fut arrêtée le 10 avril 1911 et que la dernière passe de cuvelage fut terminée le 2 juin 1911.

Dans le courant du mois de juin, la mince couche de glace qui s'était formée sur le cuvelage fondit par suite du réchauffement dû à l'air qui circulait dans le puits et à la fin du même mois, la première brèche se produisit dans le mur de glace, au niveau des rabots. Le dégel gagna ensuite rapidement la trousse de 160 mètres.

Le 22 juillet, on commença le rematage des joints du cuvelage. D'une part, l'avancement du dégel tendait à augmenter la venue et d'autre part, les progrès du matage tendaient à la diminuer. Pendant le 2^{me} semestre 1911, le personnel fut occupé à mater le cuvelage entre 346 et 160 mètres et à abattre les eaux, à deux reprises. D'abord du 22 juillet au 11 septembre; au début de septembre, on réduisit fortement la venue du houiller par une injection de 26,200 kilog. de ciment effectuée dans la passe de cuvelage qui s'étend entre les trousses de 346 et 318 mètres. Le matage, interrompu le 11 septembre, fut ensuite repris du 29 septembre au 24 octobre.

Vers le 1^{er} janvier 1912, un thermomètre à minima, descendu dans les anciens circuits congélateurs marqua 0°.

A partir du 2 avril, le dégel artificiel fut employé avec 4° de différence maximum de température entre l'entrée et la sortie de l'eau

dans les anciennes colonnes congélatrices. Pendant cette circulation, on mata définitivement le cuvelage, du 20 avril au 2 mai, en vue de faire la cimentation partielle des terrains derrière le cuvelage. Vers le 1^{er} juin, l'eau sortait à la partie inférieure du cuvelage, à la température de 7 à 9°, mais à la partie supérieure, les fuites du cuvelage accusaient encore une température de 0°. La circulation d'eau fut arrêtée quelques jours après.

Pendant ce mois de juin, on procéda à une injection de ciment; le ciment injecté remplit d'abord les vides du béton et l'excès fut absorbé par les fissures du terrain.

Le 17 juillet, l'épuisement fut arrêté et le puits se remplit d'eau peu à peu; la venue était à ce moment de 2^m3700, dont 1 mètre cube du houiller. Le fonçage en terrain houiller avait marché d'une façon continue depuis juin 1911, sauf pendant les périodes de matage du cuvelage, et atteignait, le 17 juillet 1912, la profondeur de 439 mètres. Les chutes d'eau continues qui gênaient considérablement le personnel et les terrains très mauvais rencontrés, qui forçaient parfois à recarrer les parois lors de la confection du revêtement en maçonnerie, n'avaient pas permis d'avancer rapidement.

La tour de fonçage fut alors démontée, pour permettre le montage des installations définitives.

Par la suite, l'avant-puits fut rempli, partie en béton, partie en maçonnerie de briques, de façon à lui donner un diamètre intérieur de cinq mètres.

Au 1^{er} décembre 1912, la situation était la suivante: le puits est creusé et revêtu définitivement jusque 439 mètres. Le châssis à molettes est sur le point d'être monté. Lorsque ce montage sera terminé, les tubes congélateurs, dont l'abandon dans le terrain a été décidé, seront bétonnés; le puits sera vidé et l'injection de ciment dans le terrain sera continuée jusqu'à obtention de l'étanchéité désirée.

Dégel du puits n° II. — La congélation fut arrêtée définitivement à ce puits le 5 juillet 1912; depuis huit mois d'ailleurs, une seule unité était en marche pour assurer l'entretien de la congélation.

Avant qu'aucun dégel se fût manifesté, le cuvelage avait été rematé du 5 au 8 février et du 26 février au 16 mars, et lorsque des fuites se déclarèrent au cuvelage le 11 juin, un nouveau rematage fut commencé et continua jusqu'au 24 juillet. Il fut ensuite repris du 12 août au 5 septembre.

Au 1^{er} décembre 1912, la situation se présentait comme suit :

Le puits n° II est creusé et revêtu définitivement jusque 410 mètres, sauf l'avant-puits qui n'est pas achevé, et un bouveau-midi est en cours d'exécution au niveau de 400 mètres.

Pour achever le puits, après dégel complet, il restera, d'une part, à remater définitivement le cuvelage et à injecter du ciment par le cuvelage et, d'autre part, à retirer toutes les colonnes intérieures des circuits congélateurs et à remplir de ciment les colonnes extérieures.

Quand on considère l'importance du bétonnage et son but essentiel d'assurer au cuvelage un soulagement qui pourrait être très important, il semble que l'on aurait avantage à employer exclusivement le béton de ciment. Il est bien évident que le béton à la chaux hydraulique fait prise avec une lenteur très grande, surtout à basse température, et le rôle accessoire qu'il pourrait remplir au point de vue étanchéité est, par le fait, assez mal assuré.

Plusieurs matages ont été rendus nécessaires au cours du dégel, parce que les eaux traversant le béton, chargées de chaux et de chlorure, tombaient sur les ouvriers occupés au fonçage et leur brûlaient les mains.

Il faut cependant faire observer à ce sujet que si le béton préparé à la chaux hydraulique a été une source d'ennuis, c'est à cause notamment de la lenteur du dégel naturel, qui n'a pas permis plus tôt l'injection du ciment par le cuvelage. S'il se fût agi d'un dégel artificiel, l'opération eût pu être terminée en quelques mois, l'injection de ciment eût suivi, et la continuation du fonçage en terrain houiller, fonçage qui aurait naturellement chômé pendant ce dégel artificiel, eût pu être reprise ensuite, sans que le personnel du fonçage fût incommodé par l'eau qui traversait les joints du cuvelage.

L'expérience de ces deux fonçages semble montrer que seul, le procédé de dégel n'est pas encore mis au point ; mais il est probable que l'on en viendra à adopter le dégel artificiel. Appliqué d'une façon rationnelle, il semble, dès à présent, qu'il ne doive pas offrir moins de sécurité que le dégel naturel.

ÉTUDE COMPARATIVE

ENTRE

la locomotive à benzine et la locomotive à air comprimé

La note de M. A. Baijot, Ingénieur aux Charbonnages du Bois du Luc, sur *Deux années de pratique des locomotives à benzine* qui a paru dans la 1^{re} livraison des *Annales* de cette année, m'a suscité l'idée de faire une courte étude comparative entre l'emploi de la locomotive à benzine et de la locomotive à air comprimé dans les mines. Comme la question de la traction mécanique pour le fond est d'actualité et que seulement ces deux systèmes se prêtent à l'emploi dans les charbonnages belges, je crois que mon étude présentera quelque intérêt.

Je laisserai complètement de côté la question de sécurité contre l'incendie et l'explosion et également la question de ventilation, parce que là ou la locomotive à benzine ne peut pas être employée à cause du danger ou à cause de l'odeur qu'elle dégage, la locomotive à air comprimé peut être prise seulement en considération.

Il y a deux raisons principales qui obligent nos charbonnages à remplacer la traction animale par la traction mécanique ; c'est d'abord la nécessité de supprimer autant que possible l'homme, à cause de l'exigence toujours croissante de la main-d'œuvre, et ensuite l'obligation de faire maintenant le transport en le moins de temps possible.

Comme M. Baijot l'a bien expliqué dans sa note, il ne faut pas attacher une trop grande importance au prix de revient de la tonne-kilomètre. Le service de transport doit avant tout fonctionner sans arrêt et doit être assez souple pour pouvoir se plier aux conditions d'exploitation.

Les deux systèmes en considération ont fait leurs preuves dans la pratique ; ils se valent en ce qui concerne la sécurité de marche. Il est certain que la locomotive à benzine, avec son moteur à explosion et à grande vitesse, nécessitant une transmission par engrenages,

n'est pas une machine aussi simple et aussi robuste que la locomotive à air comprimé, mais il ne faut pas perdre de vue que la dernière fait partie d'une installation conséquente, de sorte que le nombre d'organes à considérer est assez élevé.

La locomotive à benzine possède vis-à-vis de tous les autres systèmes de traction souterraine l'avantage incontestable d'une complète indépendance et son emploi n'exige pas d'installation secondaire. Si la voie de roulage est bonne, il suffit d'acheter une locomotive et de faire l'installation peu coûteuse du garage et du transbordement de la benzine pour transformer la traction animale en traction mécanique. Quand la première locomotive ne suffit plus, on en ajoute tout simplement une seconde. Les frais d'établissement sont donc relativement réduits quant il s'agit d'employer ces machines.

Par contre, une installation de traction à air comprimé exige, indépendamment des locomotives, un compresseur avec son moteur, un réservoir et la tuyauterie à haute pression avec ses postes de chargement. Les frais d'établissement d'une telle installation sont donc considérablement plus élevés que ceux des locomotives à benzine.

Pour beaucoup de charbonnages en Belgique, la question du prix d'établissement est très importante et souvent on est obligé de choisir un système qui n'est pas le plus économique, mais qui peut être installé à moins de frais. La locomotive à benzine aura donc toujours la préférence là où les frais d'établissement doivent être réduits.

En examinant les calculs du prix de revient de la tonne-kilomètre qui ont été publiés à différentes époques dans les *Annales*, on constate que la somme dépensée pour la benzine prend une part importante dans ces calculs et une augmentation du prix de la benzine entraîne immédiatement une augmentation considérable de ce prix de revient. Le prix de la benzine a été en avril 1910 (Ressaix) 18 francs les 100 kilog. et en juillet 1912 (Bois du-Luc) jusqu'à 37 francs les 100 kilog. Il a donc doublé en deux ans et je suis également d'avis que le prix augmentera encore à cause des besoins de plus en plus grands de ce combustible.

L'apparition de la locomotive moderne à air comprimé type jumelle date de l'an 1910. Depuis cette époque, les constructeurs de ces machines ont fait de tels progrès que la consommation d'air comprimé a été réduite de 50 à 60 %, d'abord par l'emploi de la locomotive compound et tout récemment par l'apparition de la locomotive à triple expansion.

Donc, pendant le même laps de temps que le prix de la benzine a

doublé, la consommation d'air a de son côté diminué de moitié. Le prix de revient a donc augmenté considérablement avec la locomotive à benzine et diminué beaucoup avec la locomotive à air comprimé, car l'économie réalisée dans la consommation d'air ne se montre pas seulement dans le chapitre « Consommation d'énergie », mais aussi dans le chapitre « Amortissement », parce que les frais d'établissement sont maintenant moindres.

La note publiée dans ces *Annales*, il y a deux ans, sur l'installation de traction à air comprimé en service aux charbonnages du Levant du Flénu, indique un prix de revient de 18 centimes par tonne-kilomètre. Les renseignements publiés à ce sujet se réfèrent à l'emploi de locomotives jumelles ; si l'installation devait être faite aujourd'hui avec des locomotives à triple expansion, le prix de revient resterait certainement en dessous de 12 centimes.

Après avoir dressé le diagramme du prix de revient de la tonne-kilomètre, M. Baijot arrive à la conclusion suivante :

« Ce diagramme résume tout le problème économique du transport » et fait ressortir des conclusions que le bon sens indiquait déjà ; » pour aboutir à un prix unitaire réduit, il faut porter à son » maximum la vitesse commerciale des machines, leur faire traîner » les rames les plus lourdes possibles et enfin réduire autant que » faire se peut, les dépenses tant fixes que variables. »

Il reste donc à étudier laquelle des deux locomotives permet la vitesse commerciale la plus élevée et la traction des rames les plus lourdes.

La vitesse de la locomotive à benzine est normalement de 2 mètres par seconde ; elle ne peut pas être modifiée à cause du moteur à explosion qui fonctionne sous un nombre de tours constant. La vitesse a été choisie à 2 mètres, parce que c'est la vitesse maximale admissible pour passer les courbes et les croisements ; elle pourrait être considérablement plus élevée dans les parcours droits et surtout en montant les rampes où jamais un déraillement ne se produit. Le Service des Mines n'autoriserait pas non plus, avec une locomotive à benzine, une vitesse plus grande, parce qu'un déraillement à une plus grande vitesse pourrait devenir très dangereux ; si la benzine se répandait, elle pourrait mettre le feu à la mine. J'insiste donc sur ce fait que la vitesse de 2 mètres a été adoptée forcément et que rien n'empêcherait de l'augmenter si l'on disposait d'une machine appropriée.

Il en est tout autrement avec la locomotive à air comprimé :

celle-ci étant aussi souple qu'une locomotive à vapeur, sa vitesse peut être variée à volonté et, dans une bonne installation, portée en moyenne à 4 mètres environ. Le conducteur donne aux cylindres la pleine admission quand il monte les rampes, il diminue la vitesse en s'approchant d'une courbe et, au besoin, il arrête instantanément en marchant à contre-pression ; si un déraillement se produisait, même à une vitesse élevée, aucun accident sérieux ne serait provoqué.

Il résulte donc que dans les mêmes conditions d'exploitation, un voyage complet s'opère en moins de temps avec une locomotive à air comprimé qu'avec une locomotive à benzine.

Les locomotives à benzine généralement employées sont du type de 12 HP. qui permettent de remorquer des rames de quarante wagonnets. Il ne serait pas avantageux d'employer une machine plus forte, parce que la consommation de benzine serait exagérée quand la machine travaillerait à faible charge. La locomotive à air comprimé marche économiquement à n'importe quelle admission, et pour cette raison, on emploie normalement une machine de 18 HP. qui peut facilement développer de 30 à 35 HP. En descendant les pentes, les cylindres reçoivent une très faible admission et souvent même l'admission est complètement fermée. La locomotive est alors poussée par les wagonnets et prend tout simplement la direction du train. Le poids de ces machines est de 6 tonnes environ ; elles remorquent sans aucune difficulté des rames de 50 à 60 wagonnets, car le conducteur peut sabler, si le poids de la locomotive ne suffit pas, pour produire au démarrage ou aux endroits humides, l'effort de traction nécessaire.

Pour les raisons que je viens d'indiquer, une locomotive à air comprimé peut, dans les conditions normales d'exploitation, faire un tonnage considérablement plus grand qu'une locomotive à benzine, ce que du reste la pratique a confirmé. Effectivement, il est rare que l'on obtienne au fond, avec une locomotive à benzine, un tonnage de 250 tonnes-kilomètres par poste de huit heures, mais avec des locomotives à air comprimé, un tonnage de 350 tonnes-kilomètres par poste de huit heures est couramment obtenu.

L'extraction est variable pendant les différentes heures de la journée et la variation s'accroît davantage avec la diminution des heures de travail. La locomotive à air comprimé étant une machine très souple, se plie beaucoup mieux aux conditions d'exploitation que la locomotive à benzine, parce que, pendant les heures de forte

extraction, elle peut remorquer de très longues rames et si le conducteur est habile, il profite de toutes les circonstances pour faire un voyage dans le moins de temps possible.

J'arrive donc à la conclusion qu'actuellement la locomotive à benzine mérite la préférence dans les petites exploitations où deux à trois locomotives au maximum suffisent pour faire le service et où les frais d'établissement doivent être réduits. La locomotive à air comprimé est, par contre, indiquée pour les exploitations plus importantes et où le prix d'établissement ne joue pas un rôle prépondérant.

Avant de terminer, je désire encore faire savoir que l'on a tenté dernièrement, avec un immense succès, de produire l'air comprimé nécessaire pour les locomotives en utilisant les vapeurs d'échappement dans une machine à piston. Grâce à cette combinaison, le prix de revient de la tonne-kilomètre est de 6 centimes environ aux charbonnages du « Deutscher Kaiser », où il y a une douzaine de locomotives en service pendant les deux postes par jour.

Ce nouveau procédé est sans doute très intéressant pour beaucoup de charbonnages en Belgique qui ont de la vapeur d'échappement disponible, d'autant plus qu'une telle installation d'utilisation des vapeurs d'échappement peut être combinée avec un autre groupe : « Machines à piston à basse pression Compresseur à 6 atmosphères », de telle manière que ce dernier groupe marcherait continuellement et que le compresseur à haute pression marcherait seulement quand il y aurait beaucoup de vapeur d'échappement disponible. c'est-à-dire pendant le poste de jour qui exige en même temps de l'air comprimé à haute pression pour les locomotives.

L'utilisation des vapeurs d'échappement dans des machines à piston pour la production de l'air comprimé à basse pression pour la perforation, ventilation secondaire, etc., et pour la production de l'air comprimé à haute pression pour les locomotives du fond, rend la vieille machine d'extraction à vapeur économique et ouvre un nouvel horizon à la machine thermique.

LÉOPOLD DEHEZ.
Ingénieur.

LA DÉTERMINATION DE LA TENEUR

DES

MÉLANGES GRISOUTEUX

à l'aide de l'interféromètre (1)

On n'a guère attribué jusqu'ici, en Belgique, grande importance aux procédés d'analyse des atmosphères des mines au point de vue de leur teneur en grisou ; cela tient, pour beaucoup, à ce que le règlement de police des mines n'a pas, comme dans d'autres pays, organisé la grisoumétrie en contrôle quotidien de la ventilation ; un second motif, non dénué de fondement, réside dans ce fait qu'un danger immédiat est suffisamment décélé par la flamme de nos lampes de sûreté, qui restent le grisoumètre le plus simple, le plus à la portée de tout le monde, et en tout cas le plus indispensable ; une troisième raison de cette indifférence constatée chez nous à l'égard des appareils d'analyse est la complication de leur emploi ; on s'exagère cette complication, dont vient facilement à bout un personnel réduit et bien exercé, — dans les mines françaises, par exemple, — mais elle existe. A ce point de vue, l'interféromètre construit par la Maison Zeiss, d'Iéna, à l'instigation du professeur D^r Haber, de Carlsruhe, apporte une simplification incontestable.

L'interféromètre Zeiss se construit en deux grandeurs ; l'appareil de grand format, destiné au laboratoire, mesure 2 mètres de longueur ; l'appareil portatif, qui peut servir aux mesures immédiates dans la mine, présente la forme d'un étui cylindrique de 50 centimètres de longueur et 10 centimètres de diamètre.

L'instrument emploie le principe des interférences ; donnons-en

(1) Docteur KUPPERS, du laboratoire de l'Association minière de Westphalie. — *Glückauf*, n^o 2 du 11 janvier 1913.

(fig. 1 et 2) un schéma extrait d'une brochure du constructeur : un faisceau lumineux rectiligne émergeant du collimateur *C* est divisé en deux faisceaux par deux fentes parallèles ménagées dans un diaphragme *D* (voir fig. 2 en plan) placé devant la lentille d'une lunette : il se produit le phénomène d'interférence, c'est-à-dire que l'on observe dans l'oculaire *O*, au lieu d'un champ clair, une série de franges alternativement obscures et brillantes. Tandis que la moitié supérieure du faisceau lumineux donne un spectre d'interfé-

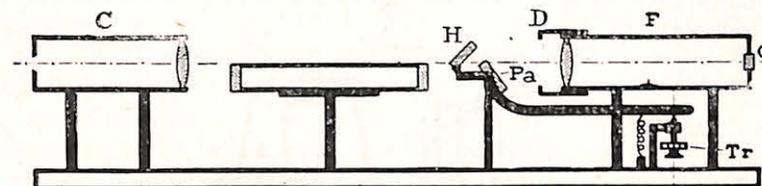


Fig. 1. — Vue en élévation.

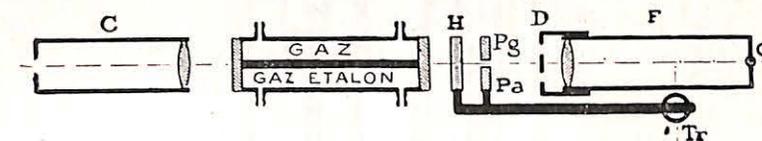


Fig. 2. — Vue en plan.

Vues schématiques de l'interféromètre de laboratoire.

La moitié supérieure du faisceau de rayons parallèles émergeant du collimateur *C* passe au-dessus des chambres à gaz (fig. 1), traverse la lame auxiliaire *H* et pénètre par le diaphragme à deux ouvertures (fig 2) dans la lunette *F*, sans avoir traversé le compensateur *Pa* ; la moitié inférieure du faisceau traverse par mi-partie les chambres à gaz et à gaz étalon, passe au-dessous de *H*, parcourt les lames *Pg* ou *Pa* du compensateur ainsi que le diaphragme à deux ouvertures et arrive enfin à la lunette *F*. Les phénomènes d'interférence se voient dans l'oculaire *O*. La vis micrométrique à tambour *Tr* sert à déplacer la lame *Pa* du compensateur ; *Pg* reste immobile.

rence invariable, servant de point de comparaison, la partie inférieure traverse, avant d'arriver à la double fente, deux chambres à gaz, de section carrée, terminées par des fenêtres planes parallèles. — C'est par les dimensions de ces chambres que les deux types d'appareils diffèrent : ces chambres ont 1 centimètre carré de section, mais tandis que, dans le modèle de laboratoire, elles ont une longueur de 1 mètre, elles sont réduites, dans le modèle portatif, à une longueur de 0^m10. — Si les deux chambres contiennent le même gaz, la partie inférieure du faisceau lumineux donnera le même spectre d'interférence que la partie supérieure ; mais si les gaz diffèrent, les franges

d'interférence inférieures chemineront vers la droite ou vers la gauche à cause des différences des indices de réfraction des milieux parcourus. C'est ici qu'intervient le mode ingénieux de mesure : à l'aide d'une lame compensatrice *Pa*, qui se meut au sortir de la chambre à gaz étalon, on agit sur l'un des faisceaux et on ramène les deux images d'interférence en concordance par leurs deux stries centrales : on lit sur le bouton de commande du compensateur la rotation effectuée; à l'aide d'une table, obtenue en opérant par comparaison avec des mélanges connus, on obtient la teneur du mélange expérimenté (1).

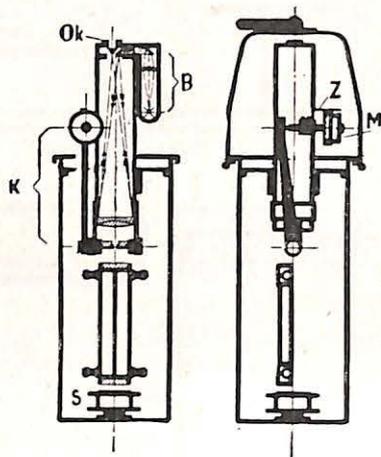


Fig. 3. — Représentation schématique de l'interféromètre à gaz portable.

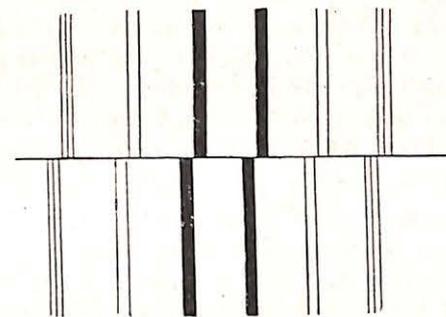
La \times dans le tube *B* marque l'emplacement de la lampe, les flèches, la direction des rayons à l'aller et au retour. — *S*, miroir muni d'un diaphragme à deux ouvertures; *K*, bras de levier de la lame de compensation; *M*, tambour du micromètre; *Z*, compteur de tours du compensateur

L'appareil portable (voir schéma ci-après, fig. 3) comporte, comme source de lumière, une lampe Osram alimentée par un petit accumulateur ou des piles sèches (4 volts). Quatre tubulures, non visibles au schéma, servent deux pour le remplissage de la chambre à gaz,

(1) L'interféromètre de laboratoire a été employé assez souvent à la station d'essais de Liévin, pour déterminer la teneur en grisou de la petite galerie; d'après ce que veut bien nous mander M. l'Ingénieur en chef Taffanel, le degré de précision atteint au moins 0.001 %; la mesure est plus rapide qu'avec les autres procédés, malgré la nécessité de faire passer l'air et les gaz sur des tubes à chaux sodée et à ponce sulfurique. Grâce à cette rapidité, on peut vérifier la teneur de la galerie quand on le désire, en fin de remplissage ou immédiatement avant le tir.

deux pour celui de la chambre étalon; pour l'exactitude des mesures dans le fond, il faut noter que l'air de la chambre étalon doit se trouver à la même pression que l'atmosphère à expérimenter; à cette fin, on peut ménager, à une partie de cette chambre, une membrane étanche très élastique, par exemple en caoutchouc très mince; le docteur Küppers trouve préférable de réaliser la chose en mettant, en série sur la chambre à air, un tube à potasse et à chlorure de calcium, fermé par un bouchon ou un robinet; on n'ouvre ce robinet que pendant la lecture, pour réaliser l'égalité de pression.

Pour permettre de juger de la facilité d'observation des phénomènes d'interférence qui se produisent dans l'appareil, nous reproduisons ci-dessous, d'après une communication que veut bien nous



faire le D^r Löwe, chef du département des appareils de mesure de la firme Zeiss, le dessin du champ visible dans l'interféromètre portable lorsque la chambre à gaz renferme une proportion de 0.3 % de CH₄; cette proportion infime est très nettement décelée.

Le constructeur étudie une forme nouvelle d'interféromètre portable mieux approprié aux travaux souterrains et ne pesant, — tubes d'absorption et accumulateur compris, — que 3 kilogs.

L'interféromètre mesure la différence entre les indices de réfraction du gaz étudié et d'un gaz étalon; il ne convient donc en général que pour les mélanges binaires; c'est le cas des atmosphères de beaucoup de mines de charbon, où, après élimination nécessaire de CO₂ et de H₂O, le méthane est le seul gaz en quantité appréciable dans l'air. Les grisous complexes contenant de l'hydrogène ou d'autres constituants, les gaz s'échappant d'une zone incendiée ne donneraient pas de bons résultats. Étant donné qu'on emploie l'air comme gaz étalon, il faut de plus que l'air à expérimenter, après élimination de H₂O et de CO₂, contienne la proportion normale entre

l'oxygène et l'azote (21 à 79), ce qui est généralement le cas de toutes nos mines bien ventilées.

L'association charbonnière de Westphalie a eu deux appareils à sa disposition pendant les deux dernières années.

Le premier appareil fut taré par dixième de pour cent, jusqu'à 3 %. Trente-deux échantillons de gaz, provenant de neuf mines différentes, furent expérimentés à l'aide de l'interféromètre portatif et, en même temps, à l'appareil volumétrique Schondorf-Broockmann. Les teneurs en grisou variaient de 0.28 à 1.60 % ; pour les deux-tiers des échantillons, l'écart était négligeable (moins de 0.05 %) ; dans deux cas seulement l'écart dépassa 0.10 %.

Le second appareil fut taré jusqu'à la teneur de 40 % de méthane, et l'on constata que la déviation de l'image d'interférence est sensiblement proportionnelle à la teneur en grisou jusqu'à 30 %. Vingt-six essais, opérés sur les atmosphères de cinq mines, ont donné des résultats absolument concordants, ne différant que de 0.05 à 0.10 % des teneurs réelles trouvées au laboratoire par voie volumétrique.

L'avantage de l'interféromètre est de pouvoir être mis entre les mains d'un employé quelconque non professionnel, car l'observation du phénomène optique utilisé n'exige aucune aptitude ni habileté spéciale, à l'inverse des procédés de dosage habituels ; l'analyse est plus rapide ; une observation dans le fond dure environ une minute.

Pour les observations dans les travaux, le faible volume de la chambre à gaz ne permet pas de prélever l'échantillon dans toute la section ; c'est un inconvénient que le docteur Küppers propose de diminuer en portant à 15 centimètres la longueur des chambres à gaz. Le docteur Küppers estime que, si les analyses exactes et d'ordre spécial doivent continuer à se faire par dosages volumétriques à confier à des chimistes, l'interféromètre offre de grands avantages pour élargir le champ d'action de la grisométrie et multiplier les expériences sur l'air des mines (1).

Mai 1913.

AD. BREYRE.

(1) M. le Bergassessor Beyling, directeur de la Galerie d'essais de Derne (Westphalie), qui a entrepris une série d'essais sur l'interféromètre dans les travaux souterrains, nous écrit que l'appareil donne, avec chambres de 0^m10, une précision de 0.1 % ; les lectures dans le fond durent de 1 à 2 minutes en moyenne et n'offrent pas de difficultés ; les tubes de dessiccation, qui sont branchés sur les chambres à gaz ne constituent pas une gêne bien grande. L'appareil doit cependant être modifié pour en faciliter l'emploi dans les travaux souterrains.

LA

NOUVELLE GALERIE D'ESSAIS

de DERNE (près Dortmund)

Le *Gluckauf* du 22 mars 1913 donne la description, par MM. les *Bergassessor* Beyling et Zix, de la nouvelle station d'essais érigée à Derne, près de Dortmund (Westphalie), non loin du charbonnage de Gneisenau, d'un commun accord par l'Association des Charbonnages et la Fédération professionnelle des Mineurs.

Elle est destinée à remplacer celle établie en 1896 à la mine Consolidation, devenue insuffisante et dont le déplacement s'imposait d'ailleurs pour diverses considérations.

Comme on sait, les galeries d'essais pour l'étude expérimentale, à grande échelle, des causes d'explosion dans les mines, se sont multipliées depuis quelques années ; leurs dimensions sont devenues plus grandes et l'on va jusqu'à expérimenter dans de véritables galeries de mines.

On sait aussi que les résultats des expériences effectuées dans les diverses galeries ne sont pas toujours d'une concordance absolue et que parfois même il se manifeste des divergences qui, à première vue, semblent déconcertantes.

Ces divergences ne doivent cependant pas étonner, vu les causes multiples qui influent sur les résultats des

expériences et notamment sur les charges-limites des explosifs (1).

Il y a une dizaine d'années, au Congrès de Chimie appliquée, tenu à Berlin, en 1903, il avait été proposé, par un congressiste anglais, d'unifier les études sur les explosifs, en faisant du Siège d'expériences de Frameries, une station d'expériences internationale, où les expériences seraient pratiquées sous la direction d'une commission internationale.

La proposition ne fut pas adoptée, eu égard surtout aux difficultés pratiques que devait présenter le fonctionnement d'une telle Commission et aux entraves que ce fonctionnement était susceptible d'apporter aux études elles-mêmes.

Le Gouvernement des Etats-Unis, sur l'initiative du Dr Holmes, le distingué chef du « Bureau des mines », qui avait eu préalablement, à ce propos, divers entretiens avec le soussigné, a repris l'idée, en la modifiant dans le sens d'une réalisation pratique et en ayant égard aux faits nouveaux intervenus depuis 1903, c'est-à-dire notamment à la création, dans plusieurs pays, de stations d'expériences nouvelles de dimensions et d'importance variées.

Sa proposition consistait en la création d'une commission internationale composée principalement des chefs des diverses stations d'essais, au sein de laquelle, dans des réunions périodiques, seraient examinés, commentés et étudiés, en vue de conclusions plus générales, les résultats des essais pratiqués librement dans les dites stations d'essais, et les causes de discordances, recherchées.

Cette commission pourrait aussi confier l'étude de telle ou telle partie du problème général de l'étude des explosions minières et des moyens de les conjurer, à l'un ou l'autre des expérimentateurs dont les installations paraîtraient les mieux appropriées à la dite étude.

(1) Voir entre autres, à ce sujet « Les expériences sur les variations des charges-limites des explosifs suivant les sections des galeries (WATTEYNE et BOLLE.) *Annales des Mines de Belgique*, t. XVI, 1911.

Cette proposition, qui paraît susceptible d'une réalisation pratique et qui ne nuit en rien à l'initiative de chacun des expérimentateurs, a été bien accueillie.

Une réunion préparatoire a eu lieu à Pittsburg (Etats-Unis), en septembre dernier, à la suite du VIII^{me} Congrès international de chimie appliquée.

Divers pays y avaient des représentants officiels, notamment l'Allemagne, l'Autriche, la France et la Belgique.

A l'heure actuelle, la Commission doit être bien près d'être officiellement constituée, plusieurs pays, sinon tous, ayant déjà donné leur adhésion et désigné leurs délégués.

Il en résultera, sans aucun doute, des progrès nouveaux dans la science de la prévention des accidents miniers.

Cela rappelé, nous croyons utile de faire connaître, résumés d'après l'article de MM. Beyling et Zix, les principaux traits de la nouvelle station d'essais allemande qui n'est pas encore connue, que nous sachions, des lecteurs de langue française.

—

Cette station est établie sur un terrain de 5 hectares environ.

Le plan général ci-contre (fig. 1) indique la situation des diverses installations qui la composent.

Elle comporte essentiellement trois galeries, dont l'une, dite la grande galerie, a pour objet principal l'étude des explosions, tant de grisou que de poussières, leur mode de propagation, les moyens de les arrêter, etc. La galerie moyenne, dite galerie des explosifs, a la même destination qu'avaient les galeries précédentes de l'Association des Charbonnages westphaliens. La troisième, dite petite galerie, a spécialement pour objet l'essai des moteurs électriques.

L'installation comporte, en outre, un appareil d'essais de lampes de sûreté, un laboratoire, des machines mues électriquement par les courants fournis par le Charbonnage de Gneisenau, pour les divers services des galeries d'essais et la production d'air comprimé, des

appareils pour l'essai de la stabilité des explosifs, des chambres pour la photographie et la photométrie, une chaudière à vapeur pour le chauffage, des broyeurs pour les poussières, une fonderie pour l'exécution des blocs de plomb, etc.

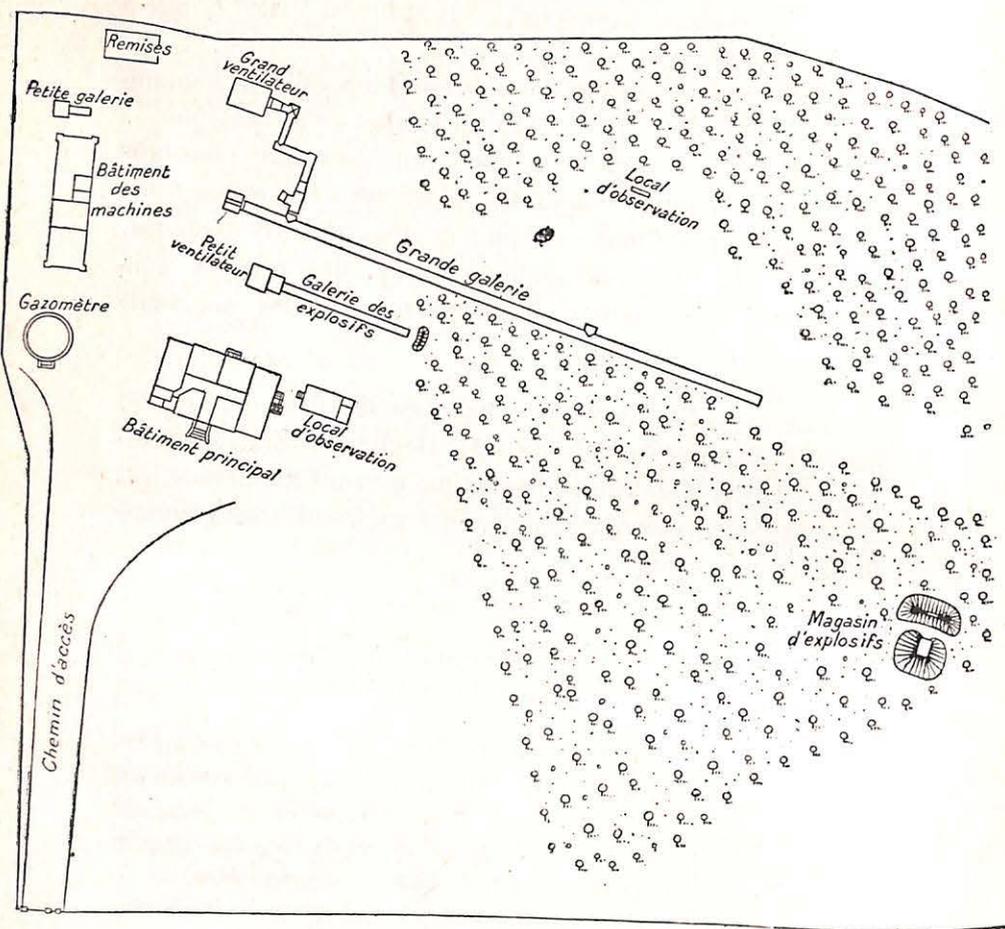


Fig. 1. — Plan général.

La grande galerie d'essais est destinée à avoir une longueur de 300 mètres. On ne l'a toutefois, tout d'abord, construite que sur une longueur de 100 mètres en ligne droite, l'expérience de son emploi à telles dimensions devant guider pour son prolongement.

Elle a une section circulaire d'un diamètre intérieur de 1^m80 (voir fig. 2).

Le sol est recouvert de béton armé maintenu par de petits profilés.

Les parois sont constituées par des tôles de 10 millimètres d'épaisseur en fer homogène formant des viroles de 10 mètres de longueur chacune. Chaque virole comprend cinq parties assemblées solidement l'une à l'autre par des fers en I.

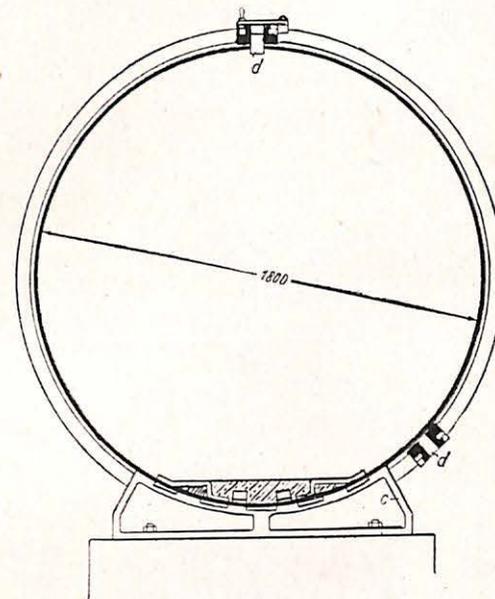


Fig. 2.

Les joints longitudinaux sont à recouvrement et fixés par une double rangée de rivets.

A leurs extrémités, les viroles sont munies de cornières circulaires *b* (voir fig. 3) et vissés l'une à l'autre.

Comme joints, on a employé des cercles en fer plat entourés d'une mèche en asbeste graphitée. Les tuyaux reposent sur des supports de chaudières *c* encastrés, de 6 mètres en 6 mètres, dans des fondations solides dans le sol. Pour recevoir les conduites de gaz, d'eau et d'air comprimé, on a disposé, en-dessous et au sommet des parois de la galerie, tous les 10 mètres, des ouvertures *d* susceptibles d'être fermées d'une façon étanche.

Pour permettre d'observer les divers phénomènes qui se passent lors des explosions, on a percé, dans la paroi occidentale de la galerie, à mi-hauteur et à des distances l'une de l'autre de 4 à 10 mètres, des fenêtres en verre *e* de 25 millimètres d'épaisseur, 12 centimètres de hauteur et 23 centimètres de longueur. Il est aussi possible d'observer les cinq premiers mètres de l'intérieur de la galerie par deux fenêtres percées dans la paroi orientale de la galerie. Toutes ces fenêtres sont rendues étanches par l'application, à l'intérieur comme à l'extérieur, d'anneaux en caoutchouc et sont maintenues en place par de solides cadres en fer.

L'orifice de la galerie est ouvert, tandis que l'extrémité opposée est fermée par un lourd couvercle en tôle de fer de 20 millimètres d'épaisseur. Deux piliers en maçonnerie, de 2^m40 de haut, 1^m40 de large et 3^m10 de longueur, fortement ancrés l'un à l'autre et reliés encore dans leurs fondements par des ancrages, servent à assurer

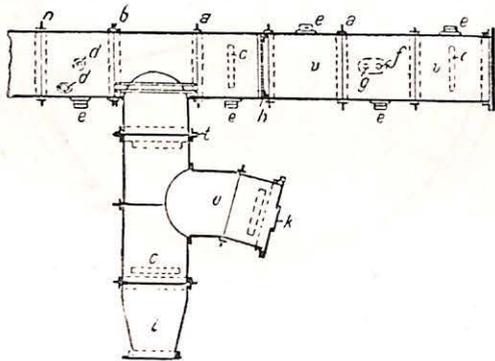


Fig. 3.

cette fermeture. Entre les piliers, on a laissé libre une espace de 65 centimètres de façon à rendre possible et aisé le changement du mortier de tir dans la galerie.

Le mortier se trouve dans la chambre d'explosion, immédiatement près du couvercle de fermeture, sur un affût en bois. Il a 700 millimètres de longueur; l'âme a un diamètre de 200 millimètres et l'enveloppe de 490 millimètres. Le fourneau a une profondeur de 500 millimètres et une largeur de 55 millimètres. Le poids du mortier est d'environ 1,300 kilogs. Le tir se fait à l'électricité au moyen d'une petite machine mise en marche dans la chambre d'observation.

Pour effectuer la mise en suspension dans l'air de la poussière de houille et le mélange du grisou avec l'air, on a disposé au point *f*, au sommet, un appareil à ailettes qui est mis en mouvement de l'intérieur et à la main.

La poussière de houille est introduite par l'ouverture *g*.

Pour l'admission du gaz, on a percé une ouverture semblable dans le sol de la galerie et on y a fait déboucher la conduite de gaz. Au bout de 6 mètres, on a disposé à l'intérieur de la galerie un cercle *h* en fer profilé, servant à maintenir un paravent en papier. On obtient ainsi une chambre *v* d'environ 15 mètres cubes de capacité et qui constitue la chambre d'explosion.

Pour obtenir une répartition ininterrompue de la poussière de houille dans la galerie, on a disposé, des deux côtés, dans le sens de la longueur de la galerie, de 10 à 98 mètres et à mi-hauteur, une file continue de planches sur lesquelles on répand la poussière. Ces planches sont en sapin et ont 13 centimètres de large, 4 mètres de long et 2 centimètres d'épaisseur. Elles sont maintenues par des bras spéciaux en fer auxquels elles sont vissées, de telle sorte qu'elles se trouvent à 14 centimètres de distance de la paroi de la galerie.

Comme nous l'avons dit plus haut, la galerie doit être prolongée; on projette même l'établissement d'une galerie parallèle.

C'est dans cet ordre d'idées que l'on a déjà, à la distance de 66 mètres, amorcé un embranchement à la galerie actuelle.

Pour permettre la circulation de l'air dans la galerie, celle-ci est mise en communication, par l'intermédiaire d'une conduite de 30 mètres de longueur, avec un ventilateur.

La conduite s'écarte de la galerie principale immédiatement derrière la chambre d'explosion et maintient d'abord, sur une longueur de 5 mètres, la section de la galerie; elle se rétrécit ensuite dans la partie *i* (voir fig. 3) et n'a plus que 1^m20 de diamètre. Afin de protéger encore davantage le ventilateur contre les effets des explosions, la conduite a été disposée en une ligne trois fois brisée.

Quand on procède à des essais dans des atmosphères en mouvement, c'est-à-dire quand le ventilateur est mis en marche pendant les essais, les cercles de fermeture situés aux coudes de la conduite des ventilateurs ne sont recouverts que de planches légères tandis qu'en autre temps ils sont munis de couvercles en fer.

Lors des essais ordinaires, la conduite d'aérage est séparée au point *i* de la galerie principale par une lourde vanne en fer que l'on peut lever et descendre au moyen d'un cabestan et d'un contre-poids.

Pour permettre l'accès facile à la chambre d'explosion, on a disposé, dans le canal du ventilateur, une entrée μ munie d'une porte en fer k (voir fig. 3).

Le ventilateur est du système Pelzer. Il a un diamètre de 1^m10, fait 580 tours à la minute et a un effet utile, pour 50 millimètres de dépression, de 990 mètres cubes à la minute.

La vitesse la plus élevée du courant grisouteux dans la galerie, est de 6 mètres. La commande se fait par l'entremise d'une courroie par un moteur à courant alternatif de 30 H. P. pour 220 volts et 750 tours par minute. Le nombre de tours peut, au moyen d'une résistance, être réduit jusqu'à 30 % de son maximum et la vitesse du courant grisouteux en est réduite d'autant.

Dans la jonction du ventilateur avec la conduite de gaz, se trouve le dispositif de renversement de courant, grâce auquel on peut remplir la galerie d'un courant d'air se dirigeant vers l'intérieur ou vers l'extérieur, à volonté. Il suffit pour cela d'ouvrir ou de fermer deux lourds clapets en fer dont l'un est devant l'ouverture d'aspiration et l'autre devant le diffuseur du ventilateur. Quant au ventilateur lui-même, il tourne toujours dans la même direction.

La galerie d'essais des explosifs, de 25 mètres de longueur, diffère assez peu de celles établies précédemment en Westphalie et de la galerie d'essais de Frameries. Sa description détaillée ne présenterait donc aucun intérêt spécial.

Elle est à section elliptique (1^m83 × 1^m32), et en bois renforcé à l'extérieur de cadres en fer en double T et à l'intérieur par des cercles en fer plat.

La galerie est ouverte d'un côté et s'appuie, à l'autre extrémité, sur un fort massif en maçonnerie consolidé par une armature en fer.

La partie antérieure de la galerie constitue, sur une longueur de 5 mètres, la chambre d'explosion. C'est dans cette chambre que sont préparés les mélanges grisouteux et ceux d'air et de poussière de houille. Dans cette partie de la galerie, les parois sont renforcées, l'espace compris entre les cercles extérieurs de renfort est rempli par une triple couche de planchers, de sorte qu'en cet endroit, l'épaisseur totale de la paroi atteint 120 millimètres.

Pour protéger les parois en bois contre les effets de l'explosion, la chambre d'explosion est encore recouverte à l'intérieur d'un revêtement en tôle de 7 millimètres d'épaisseur.

Le grisou pénètre par une conduite dans le sol au milieu de la chambre d'explosion. Un mélangeur portant deux fortes ailes et actionné de l'extérieur est alors mis en action et effectue le mélange homogène du gaz et de l'air. Près du dispositif mélangeur se trouve une petite ouverture par laquelle on verse, au moyen d'un récipient à forme d'entonnoir, la poussière de houille.

La ventilation de la galerie est assurée par un petit ventilateur-aspirant Pelzer, mû, par l'intermédiaire d'une courroie, par un moteur à courant alternatif d'une puissance de 2.5 H. P., pour 725 tours à la minute. Ce petit ventilateur est installé dans un petit bâtiment situé derrière le massif de maçonnerie. Le tuyau venant du ventilateur traverse le dit massif, et débouche dans la chambre d'explosion.

La petite galerie, située dans le voisinage du bâtiment des machines, sert à l'exécution de diverses expériences dans le grisou et surtout aux essais d'appareils et de moteurs électriques. Cette galerie a un sol plat, 4 mètres de long, 1^m10 de haut et 1^m40 de large à sa partie inférieure. Elle repose sur une solide fondation en bois; son sol se trouve au niveau du terrain avoisinant.

Les parois sont constituées d'une triple couche de planches de pitch-pine réunies par des fers en U. Toutes les autres dispositions, l'introduction et le mélange du grisou, les fenêtres, le chauffage, etc., sont semblables à ce qui existe pour la galerie des explosifs. La chambre d'explosion est isolée par des parois de papier de chaque côté. L'entrée du gaz est contrôlée par un compteur à 100 becs placé dans la pièce principale du bâtiment des machines. Ce compteur sert également pour les essais au grisou dans la grande galerie.

L'appareil d'essai des lampes, dit de Schondorff, diffère peu de celui installé à plusieurs sièges d'expériences, notamment celui de Frameries.

Le grisou nécessaire aux expériences provient de l'étage de 280 mètres du Charbonnage de Gneisenau, où une venue de gaz abondante, existant depuis huit ans, a été captée.

Du barrage qui en assure l'isolement une tuyauterie traverse le bouveau principal sud du premier étage, de là se dirige vers le puits n° III, distant de 1,000 mètres et remonte à la surface, où elle a encore 1,100 mètres à parcourir jusqu'à la galerie d'essais. Là,

elle débouche dans un gazomètre d'une capacité utile de 200 mètres cubes et dont la cloche a un poids suffisant pour exercer sur le gaz y contenu une pression de 160 millimètres de colonne d'eau. La pression naturelle du gaz de mine étant très peu forte et ne suffisant donc pas pour soulever la cloche du réservoir, on a installé au puits n° III, à la surface, dans la conduite du gaz, un aspirateur à vapeur grâce auquel le gaz est aspiré de la mine et arrive dans le gazomètre de la galerie sous une pression suffisante.

Le grisou a une teneur en méthane de 80 à 90 %.

Une analyse de ce gaz a donné les résultats suivants :

CH ⁴	88.8 %
CO ²	0.9
O	0.9
N	9.3
		100.0

La *poussière* servant aux expériences sur les lampes et aussi lorsqu'on veut produire une forte explosion de poussière dans la grande galerie, est donnée par le broyage du charbon gras de la couche Null du Charbonnage de Gneisenau. La teneur en matières volatiles est de 25.4 %, la teneur en cendres est de 7.4 %.

V. WATTEYNE.

LE COEFFICIENT DE SÉCURITÉ

DES

CABLES D'EXTRACTION

PAR

A.-D.-F. BAUMANN, WARMBRUNN (1).

Dans de précédents articles, Herbst (2) et Baumann (3) ont traité la question de la réduction du coefficient de sécurité des câbles d'extraction. Ils ont mis en lumière la nécessité de réduire ce coefficient le plus possible dans les puits à grande profondeur. Malgré cela, on élève continuellement contre cette proposition de nouvelles objections. Beaucoup veulent conserver, pour les puits profonds inchangés, les coefficients de sécurité qui ont été reconnus utiles et nécessaires pour les faibles profondeurs.

Deux districts miniers viennent d'édicter de nouveaux règlements qui prévoient, pour toutes les profondeurs, quelles qu'elles soient, un coefficient de sécurité minimum de 6 pour l'extraction des produits et de 8 pour le personnel. On se demande cependant, et ce doute a été exprimé, si la charge maximum du câble dont on tient compte pour le calcul de la sécurité, ne concerne que l'extraction régulière ou si, dans les cas plus rares, où la charge est bien plus considérable : remonte de déblais, descente de matériaux de construction (briques, sable, ciment, pièces de fer, etc.), il faut encore exiger le coefficient de sécurité de 6.

Il semble utile, pour éclairer ce point, de se rendre compte de l'influence de ces fortes charges exceptionnelles sur le coefficient de sécurité.

Pour ce qui concerne le coefficient de sécurité de 8 pour le transport du personnel, il faut reconnaître que, pour les profondeurs

(1) Extrait du *Gluckauf*, numéro du 3 mai 1913. Traduction de G. W.

(2) Voir *Gluckauf*, 1912, p. 897 et suiv. et *Annales des Mines de Belgique*, t. XVII, 4^{me} livraison.

(3) Voir *Gluckauf*, 1912, pp. 2021 et suiv. et *Annales des Mines de Belgique*, 1913, 1^{re} livraison.

réduites et moyennes et les charges correspondantes, cette prescription peut se justifier et que la pratique en a consacré l'utilité. En général, là où cette prescription est observée, on obtient des câbles une suffisante utilisation.

J'ai publié dans un article précédent (1), un tableau (15). Il ressortait de l'examen de l'avant-dernière colonne que dans les conditions moyennes admises pour une profondeur de 250 mètres et une résistance des fils à la rupture de 120 à 180 kilog. par millimètre carré, ainsi que pour une profondeur de 500 mètres, ce n'est que moyennant une résistance des fils à la rupture de plus de 180 kilog. par millimètre carré, que l'on peut conserver, pour le personnel, d'une façon suffisamment approximative un coefficient de sécurité de 8 lorsque ce coefficient a été réduit à 6 pour la remonte des produits. Pour une profondeur de 1,250 mètres, ce n'est qu'avec une résistance des fils à la rupture de 210 kilog. par millimètre carré que l'on pourra atteindre le coefficient de 7 pour le personnel, et à 1,500 mètres de profondeur, il faudra des fils d'une résistance de 240 kilog. par millimètre carré.

Si on prescrit, pour le personnel et pour toutes les profondeurs, un coefficient de sécurité de 8 au bout du câble, il faut déjà mettre au rebut le câble quand celui-ci présente encore, pour la remonte des produits, à 750 mètres de profondeur une sécurité de 6.47, à 1,000 mètres de 6.78, à 1,250 mètres de 6.87 et à 1,500 mètres de 6.93.

Avec des fils d'une moindre résistance, la sécurité, pour ce qui concerne la remonte des produits, que posséderait encore un câble que l'on ne pourrait déjà plus utiliser pour le transport du personnel, serait encore plus grande : le câble neuf ne présentant qu'une résistance à la rupture de 150 kilog. par millimètre carré et un coefficient de sécurité de 9 pour la remonte des produits, on aurait, correspondant à un coefficient de 8 pour le personnel : à 750 mètres 6.65, à 1,000 mètres 7.02, à 1,250 mètres 7.6 et à 1,500 mètres 7.76 pour le transport des produits.

Dans tous ces cas donc, le câble devrait être mis de côté, alors qu'il lui resterait encore une force amplement suffisante pour assurer la remonte des produits et suffire à ce service seul encore pendant longtemps.

(1) Voir *Gluckauf*, 1910, n° 39.

Lorsqu'on considère que dans la plupart des principaux charbonnages, la vitesse des cages remontant les produits atteint 15 à 25 mètres par seconde et que, quand il s'agit du transport du personnel cette vitesse est réduite de la moitié environ, bien que la charge soit généralement moindre, lorsqu'on tient compte aussi du fait que la force vive devenant libre lors du mouvement des masses dans le puits, croît avec le carré des vitesses et qu'ainsi le danger diminue notablement lorsque la translation des cages se fait lentement, on se demande vraiment pourquoi un câble que l'on reconnaît encore suffisamment solide, avec un coefficient de 6, pour assurer le transport des produits, est déclaré inutilisable pour le transport du personnel.

Une autre circonstance plaide encore pour l'abaissement du coefficient de sécurité au fur et à mesure de l'approfondissement des puits : on sait, en effet, que l'augmentation de la longueur des câbles et celle de la résistance des fils dont elle s'accompagne le plus souvent, contribuent à accroître l'élasticité du câble et ainsi son degré de résistance aux effets des chocs résultant des accélérations répétées de la marche des cages.

Il semble donc raisonnable de ne prescrire un coefficient de sécurité de 8 que pour les profondeurs ne dépassant pas 500 mètres, un coefficient de 7 1/2 étant admis jusque 900 mètres et un de 7 au-delà de 900 mètres pour la translation du personnel, si on continue à en admettre un de 6 pour la remonte des produits.

Pour résoudre la question de savoir quelle charge maximum au bout du câble il faut prendre pour base du calcul de la sécurité de celui-ci, il conviendra de rechercher si, dans certaines circonstances, le câble n'a pas à supporter de plus fortes charges que lors de la remonte des produits, ainsi que l'influence que, le cas échéant, de telles surcharges pourraient exercer sur le coefficient de sécurité.

La comparaison des poids spécifiques montre que le bois est plus léger que le charbon ; par contre, les briques et le sable sont légèrement plus pesants et les roches que l'on remonte dans les charbonnages sous forme de déblais (schiste, grès, granit, etc.), pèsent environ deux fois plus.

Il serait simple de prescrire que ces charges exceptionnelles du câble ne pourront jamais excéder celles prises pour bases du calcul de la sécurité. On ne pourrait plus alors charger les bennes qu'à moitié. Mais même la menace de pénalités pour les contrevenants ne suffirait pas à assurer le respect de cette prescription dans tous les

réduites et moyennes et les charges correspondantes, cette prescription peut se justifier et que la pratique en a consacré l'utilité. En général, là où cette prescription est observée, on obtient des câbles une suffisante utilisation.

J'ai publié dans un article précédent (1), un tableau (15). Il ressortait de l'examen de l'avant-dernière colonne que dans les conditions moyennes admises pour une profondeur de 250 mètres et une résistance des fils à la rupture de 120 à 180 kilog. par millimètre carré, ainsi que pour une profondeur de 500 mètres, ce n'est que moyennant une résistance des fils à la rupture de plus de 180 kilog. par millimètre carré, que l'on peut conserver, pour le personnel, d'une façon suffisamment approximative un coefficient de sécurité de 8 lorsque ce coefficient a été réduit à 6 pour la remonte des produits. Pour une profondeur de 1,250 mètres, ce n'est qu'avec une résistance des fils à la rupture de 210 kilog. par millimètre carré que l'on pourra atteindre le coefficient de 7 pour le personnel, et à 1,500 mètres de profondeur, il faudra des fils d'une résistance de 240 kilog. par millimètre carré.

Si on prescrit, pour le personnel et pour toutes les profondeurs, un coefficient de sécurité de 8 au bout du câble, il faut déjà mettre au rebut le câble quand celui-ci présente encore, pour la remonte des produits, à 750 mètres de profondeur une sécurité de 6.47, à 1,000 mètres de 6.78, à 1,250 mètres de 6.87 et à 1,500 mètres de 6.93.

Avec des fils d'une moindre résistance, la sécurité, pour ce qui concerne la remonte des produits, que posséderait encore un câble que l'on ne pourrait déjà plus utiliser pour le transport du personnel, serait encore plus grande: le câble neuf ne présentant qu'une résistance à la rupture de 150 kilog. par millimètre carré et un coefficient de sécurité de 9 pour la remonte des produits, on aurait, correspondant à un coefficient de 8 pour le personnel: à 750 mètres 6.65, à 1,000 mètres 7.02, à 1,250 mètres 7.6 et à 1,500 mètres 7.76 pour le transport des produits.

Dans tous ces cas donc, le câble devrait être mis de côté, alors qu'il lui resterait encore une force amplement suffisante pour assurer la remonte des produits et suffire à ce service seul encore pendant longtemps.

(1) Voir *Gluckauf*, 1910, n° 39.

Lorsqu'on considère que dans la plupart des principaux charbonnages, la vitesse des cages remontant les produits atteint 15 à 25 mètres par seconde et que, quand il s'agit du transport du personnel cette vitesse est réduite de la moitié environ, bien que la charge soit généralement moindre, lorsqu'on tient compte aussi du fait que la force vive devenant libre lors du mouvement des masses dans le puits, croît avec le carré des vitesses et qu'ainsi le danger diminue notablement lorsque la translation des cages se fait lentement, on se demande vraiment pourquoi un câble que l'on reconnaît encore suffisamment solide, avec un coefficient de 6, pour assurer le transport des produits, est déclaré inutilisable pour le transport du personnel.

Une autre circonstance plaide encore pour l'abaissement du coefficient de sécurité au fur et à mesure de l'approfondissement des puits: on sait, en effet, que l'augmentation de la longueur des câbles et celle de la résistance des fils dont elle s'accompagne le plus souvent, contribuent à accroître l'élasticité du câble et ainsi son degré de résistance aux effets des chocs résultant des accélérations répétées de la marche des cages.

Il semble donc raisonnable de ne prescrire un coefficient de sécurité de 8 que pour les profondeurs ne dépassant pas 500 mètres, un coefficient de 7 1/2 étant admis jusque 900 mètres et un de 7 au-delà de 900 mètres pour la translation du personnel, si on continue à en admettre un de 6 pour la remonte des produits.

Pour résoudre la question de savoir quelle charge maximum au bout du câble il faut prendre pour base du calcul de la sécurité de celui-ci, il conviendra de rechercher si, dans certaines circonstances, le câble n'a pas à supporter de plus fortes charges que lors de la remonte des produits, ainsi que l'influence que, le cas échéant, de telles surcharges pourraient exercer sur le coefficient de sécurité.

La comparaison des poids spécifiques montre que le bois est plus léger que le charbon; par contre, les briques et le sable sont légèrement plus pesants et les roches que l'on remonte dans les charbonnages sous forme de déblais (schiste, grès, granit, etc.), pèsent environ deux fois plus.

Il serait simple de prescrire que ces charges exceptionnelles du câble ne pourront jamais excéder celles prises pour bases du calcul de la sécurité. On ne pourrait plus alors charger les bennes qu'à moitié. Mais même la menace de pénalités pour les contrevenants ne suffirait pas à assurer le respect de cette prescription dans tous les

cas. Si on considère comme dangereuse, en général, pour le câble une plus forte charge, le danger est le même pour un cas particulier.

Si nous admettons qu'une benne remplie de déblais pèse le double de ce qu'elle pèserait remplie de charbon et que dès lors il n'est pas possible de charger le câble davantage, par exemple en y suspendant des pièces de machines, il faut distinguer trois cas :

- A. Toutes les bennes sont remplies de déblais ;
- B. La moitié des bennes sont remplies de déblais, l'autre de charbon ;
- C. Toutes les bennes sont remplies de charbon.

Si le câble neuf, pour chacun des trois cas, est calculé avec un coefficient de sécurité de 9 aux profondeurs de 500, 1,000 et 1,500 mètres et avec une résistance à la rupture de 180 kilog. par millimètre carré, on obtient, lorsque le câble a été usé jusqu'à ne plus posséder qu'un coefficient de sécurité de 6, les résultats consignés au tableau suivant :

Lorsque la sécurité finale pour une profondeur de	500 mètres	1,000 mètres	1,500 mètres
est pour <i>A</i>	6.00	6.00	6.00
elle est pour <i>B</i>	6.66	6.42	6.21
et pour <i>C</i>	7.46	6.84	6.42
est pour <i>B</i>	6.00	6.00	6.00
elle est pour <i>A</i>	5.38	5.57	5.78
et pour <i>C</i>	6.78	6.58	6.24
est pour <i>C</i>	6.00	6.00	6.00
elle est pour <i>A</i>	4.72	5.08	5.50
et pour <i>B</i>	5.29	5.50	5.74

Les différences entre les résultats donnés par les trois hypothèses ne sont pas très grandes. C'est à 500 mètres de profondeur qu'elles sont les plus considérables et à 1,500 mètres qu'elles sont les moins importantes.

A 1,000 mètres, l'hypothèse *A*, qui semble être celle répondant le mieux à la lettre du règlement minier, dans laquelle le câble est calculé pour une charge utile double, donne pour l'extraction mixte *B*, un coefficient de sécurité de près de 6 1/2 et pour l'extraction purement de houille *C*, un coefficient de presque 7. L'hypothèse *B*

que l'on prend souvent pour base du calcul du câble avec une charge utile de 1 1/2, donne pour l'extraction de déblais *A* une sécurité dépassant 5 1/2 et, pour le transport de houille *C*, une sécurité de plus de 6 1/2. L'hypothèse *C* que l'on emploie peut-être souvent, sans le dire, pour le calcul du câble avec une charge utile simple pour l'extraction purement de houille, fait tomber les coefficients de sécurité à 5 1/2 pour l'extraction mixte *B* et à 5 pour la remonte purement de déblais.

Prenant comme bases les délibérations des Commissions des câbles anglaise et transvaalienne au point de vue du coefficient de sécurité aux grandes profondeurs, ainsi que les travaux prérappelés de Herbst et de Baumann, on doit regarder comme admissible et sans danger une réduction du coefficient de sécurité de 6 à 5 résultant de l'admission d'une charge utile double.

LE CHARBON DANS LE MONDE

Source d'informations. — Tous les ans, la Chambre des Communes de Grande-Bretagne et d'Irlande fait publier, sous le titre « *Coal Tables* », des statistiques sur la production, la consommation, les importations et les exportations du charbon de l'Empire Britannique et des principaux États du monde, ainsi que des données sur le lignite et le pétrole. Ces documents, sur des produits intéressant à un si haut point la grandeur et la prospérité des nations, méritent de retenir l'attention. Il a paru utile d'en présenter une étude aussi succincte que possible (1).

I. — CHARBON (2).

Principaux pays de production. — Trois pays doivent être considérés comme étant les principaux producteurs de charbon. Ce sont les États-Unis d'Amérique qui tiennent la tête avec une grande avance, le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande et l'Allemagne.

Pendant les deux premières périodes quinquennales du début de ce siècle et les années 1909, 1910 et 1911, ces trois principaux États ont produit, savoir :

	Etats-Unis (3)	Royaume-Uni	Allemagne et Luxembourg
	<u>1000 tons</u>	<u>1000 tons</u>	<u>1000 tons</u>
1901-1905 (moyenne annuelle).	303,033	229,007	113,106
1906-1910 id.	405,851	261,727	143,573
1909	411,432	263,774	146,397
1910	447,854	264,433	150,372
1911	443,025	271,899	158,164

(1) Les statistiques, en ce qui concerne le charbon et le lignite, sont, pour les poids, établies en *long tons* de 1,016 kilogs, et, en ce qui concerne le pétrole, pour la capacité, en *Impérial Gallon*, qui équivaut à 4^{lit} 54345. Les valeurs et prix sont donnés en monnaies anglaises : la *livre* anglaise (£) vaut, suivant le change, environ fr. 25-25 et comprend 20 *shillings* ; le *shilling* (s.) vaut ainsi environ fr. 1-26 et comprend 12 *pence* (d.).

(2) Ce sujet a déjà été abordé dans les *Annales des Mines de Belgique*, t. XII (1907), pp. 401 et suiv.

(3) Ces tonnages comprennent quelques millions de *tons* de lignite. Il en sera question plus loin.

A la suite de ces Etats figurent la France et la Belgique avec les tonnages suivants :

	France — 1000 tons	Belgique — 1000 tons
1901-1905 (moyenne annuelle) .	32,261	22,533
1906-1910 (id.) .	35,585	23,273
1909	36,519	23,140
1910	37,030	23,532
1911	38,023	22,683

La production des Etats-Unis, qui avait légèrement faibli en 1911, s'est relevée en 1912. Pendant cette dernière année elle aurait atteint, d'après les statistiques qui ne sont encore que provisoires, environ 550 millions de *short tons* (908 kil.), ce qui représente bien près de 500 millions de tonnes métriques.

Sans remonter au delà de 1911, année pour laquelle les statistiques sont les dernières assez généralement arrêtées, on peut dire que les productions du Royaume Uni, de l'Allemagne et de la France ont excédé celles des années précédentes, tandis que les productions des Etats-Unis et de la Belgique ont faibli. Pour les Etats-Unis, la réduction de 1911 est relativement peu importante et on vient de voir que le terrain perdu a été brillamment reconquis, et au delà, en 1912. La Belgique a rétrogradé à la moyenne des cinq premières années du siècle.

Un rapprochement, entre les moyennes annuelles, des deux périodes 1901 à 1905 et 1906 à 1910, fait ressortir au profit de la moyenne de cette dernière période un excédent de 170 millions de *tons*, qui se répartit comme suit : aux Etats-Unis 103 millions, au Royaume Uni 32 millions, à l'Allemagne 30 millions et demi, à la France 3 millions et quart et à la Belgique moins des trois-quarts d'un million.

Et si on compare les productions des différents Etats grands producteurs en 1911, on constate que la production des Etats-Unis excède celle du Royaume Uni d'à peu près 63 %, celle de l'Allemagne ne représente que les 4/7 de la production du Royaume Uni et celles de la France et de la Belgique moins du quart de cette production.

Dans l'ensemble, on peut admettre que la production houillère mondiale, en 1911, a été d'environ 1,050 millions de *tons*, non

compris le lignite. Les Etats-Unis en ont fourni plus des 2/5 et le Royaume-Uni environ 1/4.

Autres Etats ou régions de production de moindre importance. — Les régions ou Etats autres que les cinq Etats énumérés plus haut sont des producteurs de houille moins importants. Nous ne tiendrons compte ni des Etats ou régions à statistiques douteuses, ni de ceux dont la production est minime, pour retenir les seuls Etats ou groupements ci-après : Russie, Autriche-Hongrie, Japon, Espagne, Suède et les colonies, possessions ou sphères d'influence britannique ci-après : Inde britannique, Dominion du Canada, Commonwealth Australien, Nouvelle-Zélande et Union du Sud de l'Afrique, Union qui comprend la Colonie du Cap de Bonne-Espérance, le Natal, l'Etat d'Orange et le Transvaal.

Production et prix. — Les tableaux ci-après donnent, dans la mesure où la chose est possible, et par Etat ou région, la production moyenne et annuelle depuis 1886, toujours en *tons* de 1,016 kilog. et le prix à la mine, par *ton* et par année, exprimé en monnaie anglaise (1).

(1) Pour la conversion en monnaie anglaise, on a admis les équivalences suivantes :

<i>Rupee :</i>			
	<u>s.</u>	<u>d.</u>	
1886-87	1	6	
1887-88	1	5	
1888-89	1	4 1/2	
1889-90	1	5	
1890-91	1	6 1/2	
1891-92	1	4 3/4	
<i>Dollar canadien</i>	4 s.	1 1/3 d.	
<i>Rouble :</i>			
Avant 1897	2 s.	0 d.	
Depuis 1897	2 s.	1 1/3 d.	
<i>Krona</i>	1 s.	1 1/3 d.	soit 18 par £
<i>Mark</i>	0 s.	11.8 d.	
<i>Peseta, Franc et Lira</i>	0 s.	9 6/10 d.	ou 25 —
<i>Krone ou Korona</i>	0 s.	10 d.	ou 24 —
<i>Dollar des Etats-Unis.</i>	4 s.	2 d.	
<i>Yen :</i>			
	<u>s.</u>	<u>d.</u>	
1886	3	3	
1887	3	2	
1888	3	1	
1889	3	1 1/10	
1890	3	4 1/2	
1891	3	2 3/5	
			<u>s.</u>
			<u>d.</u>
1892	2	10 1/2	
1893	2	6 7/10	
1894	2	1 1/5	
1895	2	1 3/10	
1896	2	2	
1897 et suivantes	2	0 1/2	

La production des cinq principaux Etats est groupée dans un premier tableau ; puis on a réuni dans un second tableau les autres Etats européens et le Japon, producteurs de moindre importance ; dans un troisième figurent les principales Colonies britanniques et dans un quatrième l'Union du Sud de l'Afrique.

Les prix par ton, à la mine, dans tous les Etats ou régions considérés, sont réunis en un seul tableau pour en faciliter la comparaison. Ce tableau figure à la suite des quatre précédents.

Production.

1° Principaux Etats.

PÉRIODES ET ANNÉES	Etats-Unis 1,000 tons	Royaume-Uni 1,000 tons	Allemagne 1,000 tons	France 1,000 tons	Belgique 1,000 tons
1886-90 Moyennes	123,570	169,621	63,238	22,016	18,718
1891-95 »	159,662	181,906	73,765	25,763	19,610
1896-1900 »	202,789	208,964	95,242	30,677	21,719
1901-05 »	303,033	229,007	113,106	32,261	22,533
1906-10 »	405,851	261,727	143,573	35,585	23,273
1907.	428,896	267,831	140,885	35,411	23,324
1908.	371,288	261,529	145,298	36,044	23,179
1909.	411,432	263,774	146,397	36,519	23,140
1910.	447,854	264,433	150,372	37,030	23,532
1911.	443,025	271,899	158,164	38,023	22,683

2° Autres Etats de moindre production.

PÉRIODES ET ANNÉES	Russie 1,000 tons	Autriche 1,000 tons	Hongrie 1,000 tons	Suède 1,000 tons	Japon 1,000 tons
1886-90 Moyennes	5,205	8,071	871	173	2,029
1891-95 »	7,548	9,340	1,015	200	3,738
1896-1900 »	12,366	10,585	1,202	231	6,189
1901-05 »	17,513	11,558	1,182	303	10,175
1906-10 »	24,628	13,516	1,264	287	14,265
1907.	25,583	13,627	1,254	300	13,656
1908.	25,487	13,652	1,191	300	14,587
1909.	26,232	13,493	1,375	243	14,806
1910.	24,460	13,553	1,281	298	15,429
1911.	22,824	14,139		307	15,763

3° Principales Colonies Britanniques.

PÉRIODES ET ANNÉES	Indes Britanniques 1,000 tons	Canada 1,000 tons	Australie 1,000 tons	Nouvelle- Zélande 1,000 tons
1886-90 . . . Moyennes	1,755	2,302	3,454	586
1891-95 . . . »	2,759	3,210	4,118	696
1896-1900 . . . »	4,750	4,001	5,364	922
1901-05 . . . »	7,626	6,935	7,041	1,427
1906-10 . . . »	11,523	9,745	9,283	1,906
1907	11,147	9,385	9,681	1,831
1908	12,770	9,720	10,194	1,861
1909	11,870	9,376	8,186	1,911
1910	12,047	11,526	9,759	2,197
1911	12,716	10,082	10,550	2,066

4° Union du Sud de l'Afrique.

PÉRIODES ET ANNÉES	Cap de Bonne- Espérance 1,000 tons	Natal 1,000 tons	Orange 1,000 tons	Transvaal 1,000 tons
1886-90 . . . Moyennes	24	54		736
1891-95 . . . »	51	132		1,283
1896-1900 . . . »	148	284		1,724
1901-05 . . . »	167	773	102	2,926
1906-10 . . . »	109	1,704	398	
1907	129	1,530	446	2,574
1908	110	1,670	468	2,690
1909	92	1,787	420	3,235
1910	88	2,295	419	3,549
1911	79	2,392	431	3,878

Tableau comparatif des prix par ton à la mine dans les différents pays.

ANNÉES	Etats-Unis	Royaume-Uni	Allemagne	France	Belgique	Russie	Japon	Autriche	Hongrie	Suède	Indes Britanniques	Canada	Australie	Nouvelle-Zélande	UNION DU SUD DE L'AFRIQUE				ANNÉES	
															Cap de Bonne-Espérance	Natal	Orange	Transvaal		
															s. d.	s. d.	s. d.	s. d.		
1886	6 4¼	4 10	5 2¼	9 1½	6 8½	—	6 7½	5 1¼	8 6¾	—	—	8 2	—	—	—	—	—	—	—	1886
1887	6 6¼	4 9¾	5 2	8 8	6 6¾	—	5 11¼	4 11¾	8 2¼	—	4 6½	8 4	9 2	10 10	—	—	—	—	—	1887
1888	6	5 ¾	5 2½	8 4¾	6 10¼	—	6 9¼	4 11	8 1	—	4 9¾	8 3	9	10 11	—	—	—	—	—	1888
1889	5 3½	6 4¼	5 8½	8 6	7 8¼	—	6 11¼	5 3	8 ¾	—	4 7½	8 6	8 11	11 3	—	10	—	—	—	1889
1890	5 2¾	8 3	7 8	9 9	10 8¾	—	8 4½	5 9¼	8 2¾	—	4 9½	8 6	8 6	11	—	12	—	—	—	1890
1891	5 3½	8	8	10 10	10 2¾	6 5½	7 10	6 ¼	8 3½	—	6 2¾	9	8 9	11 4	—	10	—	—	—	1891
1892	5 4¼	7 3¼	7 4½	10 1½	8 4¼	6 2	5 6	5 9¾	8 3¾	—	4 7¼	8 11	7 11	11 3	—	6 11	—	—	—	1892
1893	5 4	6 9½	6 9	9 4½	7 7¼	6 2	4 9¾	5 10	8 10¾	—	4 1¾	8 11	7 5	11 1	—	10	—	10 6	—	1893
1894	5 1	6 8	6 7¾	9 2	7 7	6 9	5 ¼	5 10½	8 10¾	—	4 ½	8 11	6 8	11	—	10	—	10 2	—	1894
1895	4 9¼	6 ½	7 1	8 11¾	7 8¼	6 10½	5 3	5 11¼	8 11¼	—	4 1¼	8 11	6 4	11 1	—	10	—	10 2	—	1895
1896	4 9¼	5 10¼	6 11	8 10	7 8¾	7 2	5 6	6 ½	8 8¾	8 1¼	3 9¾	8 11	6 2	10 10	—	10	—	9 7	—	1896
1897	4 7½	5 11	7 1½	8 10¼	8 4¼	7 5¾	7 5¾	6 2½	9 1¾	8 1	3 8½	8 11	5 11	10	16	10	—	8 7	—	1897
1898	4 5	6 4¼	7 4½	9 2	8 11¼	7 6	8 2	6 4½	8 11¾	8 3¼	9 1¾	9 1	5 9	10	13 11	9	—	7 10	—	1898
1899	4 8½	7 7	7 9½	10 1½	10 1¼	8 9¼	7 ¼	6 7½	8 10¾	8 6¼	4 2¼	9 7	6 1	10	14 5	8 6	—	8	—	1899
1900	5 3¾	10 9¾	8 10	12 2¾	14 1¾	10 11¼	6 9¾	7 4½	8 11¾	9 10	4 4½	10 11	6 4	10 9	17 3	20	—	8 9	—	1900
1901	5 6½	9 4¼	9 4	12 10	12 4½	8 3	6 1½	7 11	9 ½	9 9¼	4	9	7 7	11	19 8	19 4	—	9 3	—	1901
1902	5 8¼	8 2¾	8 10	11 11	10 3½	7 2¾	6 ½	7 5¼	9 6¼	9 4	3 8	9 5	7 9	10 11	19 2	17 4	—	9	—	1902
1903	6 7	7 8	8 7¼	11 5½	10 6¾	6 9¾	6 1¼	7 2¼	9 1	8 11½	3 6	9 3	7 4	10 9	19 4	11 9	—	8 9	—	1903
1904	5 10¾	7 2½	8 6½	10 10½	10 8	7 10½	5 3½	6 9¾	8 8½	8 6½	3 5	9 3	6 10	10 9	20	10 8	11 2	8 3	—	1904
1905	5 8	6 11½	8 7¾	10 6¾	10 2¾	8 2½	7 2¼	6 8¾	8 10	8 3¼	3 4	9 4	6 2	10 7	18 8	8 3	10 5	7 3	—	1905
1906	5 9½	7 3½	8 11	11 2½	12 2¼	10 4¾	10 ¾	7 5	9 ¼	8 2¾	3 11	9 4	6 3	10 7	18 5	8 6	7 3	6 5	—	1906
1907	5 11½	9	9 8¾	12 3	13 8½	10 4	9 ½	7 11	9 9¼	9 6½	4 8	10 8¼	6 10	10 7	18 5	9	6 3	6 ¼	—	1907
1908	5 11¾	8 11	10 3½	12 11¾	13 1½	—	8 10¾	8 6¼	11 3½	9 8	5 3	10 8	7 4½	10 4½	16 8¾	8 10	6 2¼	5 10¾	—	1908
1909	5 7½	8 ¾	10 2½	12 5½	11 8¼	—	8 ¼	8 8¾	10 10¾	8 9¾	4 8¼	10 10½	7 6½	10 10½	14 4¼	7 1¼	6	5 8	—	1909
1910	5 10¼	8 2¼	9 11¾	12 3½	11 10¼	—	6 8½	8 7	10 10¼	8 8	4 1	11 ¼	7 6½	11 1¼	13 7¾	6	6 3½	5 6¾	—	1910
1911	5 10¾	8 1¾	9 9¼	—	12	—	—	8 5¼	—	8 7¼	3 11¼	10 9	7 5½	10 10¼	12 11	6 ¾	6 4¾	5 3¼	—	1911

Il résulte de ce tableau comparatif des prix à la mine, que les charbons dont les prix moyens atteignent les plus hauts chiffres, sont les charbons de France. Les charbons belges ont des prix presque les mêmes. Les prix des charbons des trois pays les plus grands producteurs diffèrent sensiblement; ceux de l'Allemagne sont les plus élevés, bien qu'ils se tiennent encore notablement au-dessous des prix de France et de Belgique; puis suivent, dans l'ordre décroissant, avec une différence assez importante, les charbons de la Grande-Bretagne; enfin se classent les charbons des Etats-Unis avec des prix beaucoup plus bas. Ces derniers prix seraient même les plus bas du monde, s'il ne devait être fait exception en faveur des charbons du Transvaal et de l'Inde Britannique. On peut encore signaler comme étant de prix peu élevés, bien que supérieurs aux prix des charbons des Etats-Unis, les prix du Natal, de l'Orange, du Japon et de l'Australie.

Une comparaison entre les prix des charbons des différents Etats ne serait absolument concluante que si on tenait compte des qualités. Les charbons de l'Inde Britannique, par exemple, sont bien évidemment dans l'ensemble, d'une qualité inférieure aux charbons de la Grande-Bretagne et on conçoit qu'une étude complète sur le sujet entraînerait très loin. On peut cependant admettre qu'aux points de vue du développement des calories et de divers autres avantages, certaines sortes des charbons des Etats-Unis, entre autres les « Pocahontas », peuvent rivaliser avec les meilleurs charbons du Royaume-Uni, même avec ceux dits de l'*Amirauté*. On peut aussi admettre que les charbons des Etats-Unis et ceux de la Grande-Bretagne sont, malgré leurs prix bien moins élevés, dans l'ensemble au moins égaux et même supérieurs aux charbons de France et de Belgique.

Cette double question de prix et de qualité et quelques autres, notamment la façon dont les charbons peuvent supporter le transport, sont d'une grande importance. Elles constituent en état d'infériorité notoire, les pays moins favorisés, plus particulièrement en ce qui concerne les produits des industries absorbant de grandes quantités de charbon, celles dans lesquelles les charbons constituent un facteur important du prix de revient. Il en est ainsi d'une industrie primordiale, la sidérurgie.

Production par tête. — Il est intéressant de comparer, dans les différents Etats, la production houillère avec la population. Le Royaume-Uni produit le plus fort tonnage par tête d'habitant. Il est

vrai qu'une notable partie de cette production est exportée (il en sera question plus loin). Le tonnage de la production par tête d'habitant, dans le Royaume-Uni, est monté en 1911, à 6 tons; les Etats-Unis ont donné un peu moins de 5 tons, la Belgique un peu plus de 3, l'Allemagne environ 2 tons $\frac{2}{5}$, la France moins de 1 ton.

Les tableaux ci-après montrent le développement de la production par tête dans les différents Etats et régions :

Production par tête d'habitant.

PÉRIODES ET ANNÉES	États-Unis	Royaume- Uni	Allemagne	France	Belgique	Russie
	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
1886-90 . . . Moyennes	2.06	4.60	1.32	0.57	3.11	0.05
1891-95 . . . »	2.40	4.73	1.45	0.67	3.13	0.06
1896-1900 . . . »	2.77	5.20	1.74	0.79	3.27	0.09
1901-05 . . . »	3.75	5.42	1.92	0.82	3.23	0.12
1906-10 . . . »	4.56	5.93	2.28	0.91	3.16	0.15
1907.	4.91	6.12	2.26	0.90	3.19	0.16
1908.	4.17	5.93	2.30	0.92	3.14	0.16
1909.	4.54	5.93	2.29	0.93	3.11	0.16
1910.	4.87	5.89	2.32	0.94	3.17	0.15
1911.	4.72	6.00	2.41	0.96	3.02	0.15

PÉRIODES ET ANNÉES	Japon	Autriche	Hongrie	Suède	Canada	Australie
	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
1886-90 . . . »	0.05	0.34	0.05	0.04	0.49	1.15
1891-95 . . . Moyennes	0.09	0.38	0.06	0.04	0.65	1.21
1896-1900 . . . »	0.14	0.41	0.06	0.05	0.77	1.44
1901-05 . . . »	0.22	0.43	0.06	0.06	1.21	1.81
1906-10 . . . »	0.29	0.48	0.06	0.05	1.49	2.21
1907.	0.28	0.49	0.06	0.06	1.49	2.35
1908.	0.29	0.48	0.06	0.06	1.49	2.43
1909.	0.29	0.47	0.07	0.04	1.40	1.92
1910.	0.30	0.47	0.06	0.05	1.67	2.23
1911.	0.31	0.49	0.06	0.06	1.40	2.35

PÉRIODES ET ANNÉES	Nouvelle- Zélande	Cap de Bonne- Espérance	Natal	Orange	Transvaal
	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
1886-90 . Moyennes	0.96	0.02	0.10		
1891-95 . »	1.04	0.03	0.23		
1896-1900 . »	1.24	0.08	0.38		
1901-05 . »	1.74	0.07	0.75	0 25	1.34
1906-10 . »	2.02	0.04	1.47	0.84	1.91
1907.	1.99	0.05	1.33	0.99	1.75
1908.	1.97	0.04	1.44	0.99	1.76
1909.	1.97	0.04	1.52	0.85	2 04
1910.	2.21	0.03	1.94	0.81	2.15
1911.	2.03	0.03	2.01	0.82	2.31

Personnes employées et tonnages produits par personne employée.

— Les effectifs les plus élevés des personnes employées dans les mines se constatent dans le Royaume-Uni. Ces effectifs se chiffraient comme suit en 1910, dans les principaux pays producteurs, énumérés dans l'ordre des productions (fond et jour réunis) :

Etats-Unis	725,000
Royaume-Uni	1,027,500
Allemagne	621,000
France	196,800
Belgique	143,700

Il y aurait bien quelques réserves à introduire sur des comparaisons entre les chiffres des différents pays, par exemple en ce qui concerne les méthodes d'établissement des statistiques et encore sur la nature, l'objet et les méthodes de travail, le tonnage, etc. Cependant on peut admettre que les Etats-Unis occupent le premier rang pour le montant annuel du tonnage produit par personne employée au fond et au jour réunis. En 1910, les Etats-Unis ont produit par personne employée 618 *tons*, alors que les moyennes n'atteignaient pour le Royaume-Uni que 257 *tons*, pour l'Allemagne 242, pour la France 188 et pour la Belgique 164. Dans ces cinq Etats, la production par personne employée tend à décroître, sauf peut-être aux Etats-Unis qui, pendant la période quinquennale 1906-10, ont donné, en

moyenne, par an et par personne employée 596 *tons*. Après avoir progressé jusqu'à 630 *tons*, en 1907, les Etats-Unis se maintiennent un peu au-dessus de 600 *tons*.

Dans le Royaume-Uni, la production annuelle moyenne de la période 1886-90 a été de 312 *tons*; elle n'a guère cessé de décroître depuis pour ne plus être, en 1911, que de 260 *tons*.

En Allemagne, pendant la même période quinquennale, elle montait à 272 *tons*, pour tomber de 1906 à 1910 à bien près d'une moyenne de 250 *tons*.

En France, les tonnages correspondants ont été 209 *tons* pour la première période et bien près de 190 *tons* pour la seconde.

En Belgique, on est passé pendant les mêmes périodes de 177 *tons* à environ 160.

Les tableaux ci-après permettent de se rendre compte de ces mouvements, non seulement dans les principaux Etats producteurs, mais encore dans les autres de moindre importance et de faire quelques remarques telles que, le tonnage peu élevé dans l'Inde, celui d'environ 400 *tons* dans le Canada, ou encore ceux plus élevés dans le Commonwealth Australien, dans la Nouvelle Zélande, etc.

Production par personne employée

(Fond et jour réunis)

PÉRIODES ET ANNÉES	Etats-Unis	Royaume- Uni	Allemagne	France	Belgique	Russie
	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
1886-90 . . Moyennes	400	312	272	209	177	139
1891-95 . . »	444	271	251	197	166	161
1896-1900 . . »	496	298	264	209	175	162
1901-05 . . »	543	281	240	196	165	154
1906-10 . . »	596	275	249	191	163	150
1907.	630	292	258	197	163	155
1908.	538	271	246	189	160	146
1909.	617	266	239	195	162	
1910.	618	257	242	188	164	
1911.	613	260			157	

PÉRIODES ET ANNÉES	Japon	Autriche	Hongrie	Suède	Indes Britanniques	Canada
	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
1886-90 . . Moyennes	96	181		138	60	341
1891-95 . . »	98	177		130	65	375
1896-1900 . . »	90	173		136	68	457
1901-05 . . »	125	172		142	82	495
1906-10 . . »	109	188		142	100	439
1907	106	195		149	99	425
1908	115	190		147	99	422
1909	97	181		123	99	400
1910	112	183		146	104	453
1911		191		144	109	394

PÉRIODES ET ANNÉES	Australie	Nouvelle- Zélande	Cap de Bonne- Espérance	Natal	Orange	Transvaal
	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
1886-90 . . Moyennes	333	359	109	104		
1891-95 . . »	358	388	45	164		
1906-1900 . . »	426	441	56	123		232
1901-05 . . »	437	474	68	164		215
1906-10 . . »	462	470	59	211	309	249
1907	491	468	63	213	302	304
1908	497	478	52	200	312	277
1909	388	456	57	209	306	286
1910	449	478	59	229	302	323
1911	485	481	71	243	274	350

Mouvements des charbons (Importations et exportations). — Les pays présentant un excès d'exportations sur les importations du charbon ou pays exportateurs sont, dans l'ordre d'importance d'excédent d'exportation, le Royaume-Uni, qui devance de beaucoup les autres, l'Allemagne, les Etats-Unis, le Japon, le Commonwealth Australien, l'Union du Sud de l'Afrique, l'Inde Britannique et la Nouvelle-Zélande. Le tableau ci-après, fait connaître, pour 1910 et

1911, les tonnages des importations et des exportations des pays qui viennent d'être énumérés et les excédents des tonnages d'exportations.

PAYS EXPORTATEURS.

États ou groupements	1910			1911		
	IMPORTATIONS 1,000 tons	EXPORTATIONS 1,000 tons	Excédent des exportations 1,000 tons	IMPORTATIONS 1,000 tons	EXPORTATIONS 1,000 tons	Excédent des exportations 1,000 tons
Royaume-Uni	48	84,542	84,494	41	87,081	87,040
Allemagne	12,252	32,398	20,146	11,907	36,634	24,727
Etats-Unis	2,249	15,271	13,022	1,353	18,956	17,603
Japon	206	4,936	4,730	222	5,223	5,001
Commonwealth australien	309	2,831	2,522	10	3,144	3,134
Union du Sud de l'Afrique	70	1,317	1,247	61	1,360	1,299
Indes Britanniques . . .	344	890	546	331	874	543
Nouvelle-Zélande	232	277	45	188	224	36

Les exportations les plus remarquables sont celles du Royaume-Uni. Elles consistent principalement en charbons bitumineux, auxquels il faut ajouter de l'anhracite, du coke et des combustibles composés. Les exportations proprement dites sont à distinguer des charbons de soute embarqués sur les navires à vapeur faisant le commerce avec l'étranger.

Le tableau ci-après donne, depuis 1897, les tonnages des exportations du Royaume-Uni, dans lesquels le coke et les combustibles composés figurent pour leurs équivalents en charbon cru. Une colonne spéciale contient les tonnages de charbon de soute depuis la même année.

Royaume-Uni.

Exportations des charbon, coke et combustibles composés (1)
et charbon de soufre.

ANNÉES	Charbon Tons	Coke Tons	Combustibles composés Tons	TOTAUX Tons	Charbon de soufre Tons	ENSEMBLE Tons
1897	35,354,296	978,327	764,295	37,096,918	10,455,758	47,552,676
1898	35,058,430	769,742	734,624	36,562,796	11,264,204	47,827,000
1899	41,180,332	867,295	1,063,777	43,111,404	12,226,801	55,538,205
1900	44,089,197	985,365	1,023,666	46,098,228	11,752,316	57,850,544
1901	41,877,081	807,671	1,081,160	43,765,912	13,586,833	57,352,745
1902	43,159,046	688,646	1,050,256	44,897,948	15,148,115	60,046,063
1903	44,950,057	717,477	955,166	46,622,700	16,799,848	63,422,548
1904	46,255,547	756,949	1,237,784	48,250,280	17,190,900	65,441,180
1905	47,476,707	774,110	1,108,455	49,359,272	17,396,146	66,755,418
1906	55,599,771	815,224	1,377,209	57,792,204	18,590,213	76,382,417
1907	63,600,947	981,418	1,480,893	66,063,258	18,618,828	84,684,086
1908	62,547,175	1,193,036	1,440,438	65,180,649	19,474,174	84,654,823
1909	63,076,799	1,161,626	1,455,842	65,694,267	19,713,907	85,408,174
1910	62,085,476	964,053	1,470,791	64,520,320	19,525,735	84,046,055
1911	64,599,266	1,059,876	1,612,741	67,271,883	19,264,189	86,536,072

Ces chiffres permettent de se rendre compte de la progression rapide des exportations du Royaume-Uni et de l'état de stagnation qui s'est manifesté en 1908, 1909 et 1910. On peut admettre que les débuts de l'application des dispositions législatives prises récemment,

(1) Les chiffres de 1910 et 1911 diffèrent de ceux donnés au tableau de la page 901, où le coke et les combustibles composés figurent pour leurs tonnages propres au lieu de leur expression en houille crue.

au sujet de l'exploitation des mines de houille, ne sont pas étrangers à cet état.

Les exportations proprement dites du Royaume-Uni, sans y comprendre le charbon de soufre, excèdent celles de tous les autres pays réunis.

Elles intéressent, dans l'ordre décroissant des tonnages, la France, l'Italie, l'Allemagne, la Suède, la Russie, la République Argentine, l'Egypte, le Danemark (y compris l'Islande, le Groenland et les Iles Feroë), l'Espagne, la Norvège, le Brésil et divers autres pays.

Leur progression se reflète dans les pays destinataires. C'est ainsi que celles intéressant la France ont doublé depuis une quinzaine d'années.

On pourra étudier le mouvement intéressant la Belgique, dans les tableaux généraux du commerce avec les pays étrangers, publiés par le Département des Finances.

Voici, comme vue d'ensemble, les exportations du Royaume-Uni, à destination des pays ci-après, en 1897 et quatorze ans plus tard, c'est-à-dire en 1911 :

	1897 Tons	1911 Tons
France	5,697,292	10,448,537
Italie	4,834,054	9,514,935
Allemagne	5,042,781	8,976,916
Suède	2,286,558	4,010,686
Russie	2,015,525	3,522,070
République Argentine. . .	865,345	3,319,394
Egypte	1,860,723	3,169,735
Danemark	1,879,182	3,091,574
Espagne	1,776,524	2,388,176
Norvège	1,174,416	2,094,977
Brésil	1,046,075	1,905,101

Les exportations de l'Allemagne se développent assez rapidement. Elles intéressent principalement l'Autriche-Hongrie, la Hollande, la Belgique et la France. Dans leur ensemble elles ont plus que doublé depuis la fin du siècle dernier, soit en douze ans.

Celles des Etats-Unis sont peu importantes, surtout si on les compare à la masse de leur production ; mais l'allure du développe-

ment est rapide. Elles ont, en effet, quadruplé depuis l'année fiscale 1896-97, soit depuis quatorze ans, sans y comprendre les charbons de soude dont les embarquements atteignirent, pendant l'année fiscale 1910-11, très près de 6 millions et demi de *tons*.

Les exportations des trois grands pays producteurs de charbon, Etats-Unis, Royaume-Uni et Allemagne, ont été plus fortes en 1911 que dans les années précédentes. Si on les compare à celles de l'année 1910, on constate, en faveur de 1911, des excédents qui s'élèvent à presque 3 millions $\frac{3}{4}$ de *tons* pour les Etats-Unis, à plus de 2 millions $\frac{1}{2}$ pour le Royaume-Uni, et à presque 4 $\frac{1}{4}$ millions pour l'Allemagne.

Les pays dans lesquels on constate un excédent d'importations sur les exportations ou pays importateurs, en 1910 et 1911, sont les suivants :

PAYS IMPORTATEURS.

États ou groupements	1910			1911		
	IMPORTATIONS	EXPORTATIONS	Excédent des importations	IMPORTATIONS	EXPORTATIONS	Excédent des importations
	1,000 tons	1,000 tons	1,000 tons	1,000 tons	1,000 tons	1,000 tons
France	19,243	1,652	17,591	20,827	1,717	19,110
Dominion du Canada	10,012	2,067	7,945	13,053	1,335	11,718
Autriche-Hongrie	10,857	1,101	9,756	11,902	1,210	10,692
Italie	9,189	47	9,142	9,442	40	9,402
Russie	4,911	104	4,807	5,568	94	5,474
Suède	4,564	1	4,563	4,438	1	4,437
Espagne	2,472	5	2,467	2,541	9	2,532
Belgique	7,395	7,077	318	8,683	7,240	1,443

A l'exception de la Suède, toutes les importations des pays compris au tableau qui précède ont été plus fortes en 1911 qu'en 1910. Pour

la Belgique, la France et l'Autriche-Hongrie, les excédents sont de plus d'un million de *tons*. Pour le Canada, l'excédent dépasse 3 millions de *tons*.

Les tableaux ci-après font connaître les tonnages de charbon, coke et combustibles composés, ces deux dernières catégories étant évaluées en houille crue, importés en Allemagne, en France et en Belgique, de 1907 à 1911, pour la consommation intérieure, avec indication de l'origine des importations :

ANNÉES	Royaume-Uni — 1,000 tons	Belgique — 1,000 tons	France — 1,000 tons	Autres pays principalement l'Autriche- Hongrie — 1,000 tons	TOTAUX — 1,000 tons
--------	--------------------------------	-----------------------------	---------------------------	--	---------------------------

1^o ALLEMAGNE

1907	11,824	1,336	121	1,352	14,633
1908	9,977	1,268	99	1,245	12,589
1909	10,427	1,426	155	1,286	13,294
1910	9,532	1,439	88	1,193	12,252
1911	9,285	1,371	29	1,222	11,907

	Royaume-Uni — 1,000 tons	Belgique — 1,000 tons	Allemagne — 1,000 tons	Autres pays — 1,000 tons	TOTAUX — 1,000 tons
--	--------------------------------	-----------------------------	------------------------------	--------------------------------	---------------------------

2^o FRANCE

1907	9,606	4,813	4,317	78	18,814
1908	9,306	5,203	3,799	73	18,381
1909	9,388	5,568	4,127	162	19,245
1910	8,463	5,394	5,068	318	19,243
1911	9,061	5,340	6,046	380	20,827

	Royaume-Uni — 1,000 tons	France — 1,000 tons	Allemagne — 1,000 tons	Autres pays — 1,000 tons	TOTAUX — 1,000 tons
--	--------------------------------	---------------------------	------------------------------	--------------------------------	---------------------------

3^o BELGIQUE

1907	1,738	712	3,393	87	5,930
1908	1,802	608	3,387	155	5,952
1909	1,691	667	3,843	227	6,428
1910	1,677	874	4,563	281	7,395
1911	1,915	918	5,425	425	8,683

Consommation du charbon. — Pour obtenir les tonnages annuels de la consommation du charbon, dans chacun des principaux États ou régions, on ajoute à la production nationale ou indigène les importations, puis on déduit du total les exportations. Ce mode assez simple, n'est qu'approximatif, puisqu'il néglige les variations des stocks. On peut cependant s'en contenter. Son application aux principaux États permet de relever les consommations suivantes :

Consommation du charbon.

PAYS	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	1909	1910	1911
	1901-05 1,000 tons	1906-10 1,000 tons			
Etats-Unis . . .	279,334	394,836	398,942	434,832	425,422
Royaume-Uni . .	166,026	178,190	177,745	179,939	184,859
Allemagne . . .	99,695	127,479	129,628	130,226	133,437
France	44,962	52,793	54,193	54,621	57,133
Russie	21,153	29,043	30,683	29,267	28,298
Autriche-Hongrie .	18,327	24,079	25,329	24,590	
Belgique	19,696	22,810	22,413	23,850	24,126

Comme on le voit, les Etats-Unis sont de grands consommateurs de charbon et cela, joint aux difficultés de l'entreprise, entre autres la difficulté de constituer un fret de retour, explique le peu d'importance relative des exportations des Etats-Unis. Les Américains trouvent, jusqu'à présent, trop de facilité à écouler chez eux leur énorme production de charbon, pour qu'ils aient à rechercher très activement des débouchés à l'étranger. Leur consommation annuelle excède les consommations réunies du Royaume-Uni, de l'Allemagne, de la France et de la Belgique.

Les chiffres ci-après font connaître la consommation par tête d'habitant dans les États compris au tableau qui précède.

Consommation par tête d'habitant.

PAYS	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	1909	1910	1911
	1901-05 Tons	1906-10 Tons			
Etats-Unis . . .	3.68	4.44	4.41	4.72	4.54
Royaume-Uni . .	3.93	4.04	3.99	4.01	4.08
Belgique	2.82	3.10	3.01	3.21	3.21
Allemagne . . .	1.69	2.02	2.03	2.01	2.03
France	1.15	1.34	1.38	1.39	1.44
Autriche-Hongrie .	0.39	0.49	0.51	0.50	
Russie	0.15	0.18	0.19	0.17	0.17

Les Etats-Unis tiennent donc la tête de la consommation du charbon, tant pour la consommation absolue, que pour la consommation rapportée à la population. Pour établir une relation complète et par suite concluante, il faudrait tenir compte de la consommation de certains combustibles et succédanés du charbon : lignite, bois, tourbe, pétrole, alcool, etc.

La consommation du charbon par tête se chiffre comme suit dans les principales colonies britanniques :

Consommation par tête d'habitant de Colonies britanniques.

	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	1909	1910	1911
	1901-05 Tons	1906-10 Tons			
Commonwealth australien	1.34	1.42	1.26	1.65	1.65
Nouvelle-Zélande .	1.72	2.09	2.02	2.17	2.00
Dominion du Canada	1.87	2.59	2.51	2.81	3.03
Union du Sud de l'Afrique		0.75	0.78	0.85	0.92

II. — LIGNITE.

Les tonnages de la production du charbon plus haut indiqués ne comprennent généralement pas de lignite ou sous-bitumineux, sauf pour les Etats-Unis et la Russie. Dans le tonnage des Etats-Unis, en 1911, le lignite figure pour 7,675,000 tonnes métriques, soit environ 7,552,000 *tons* du Royaume-Uni (1,016 kilog.).

L'Allemagne et l'Autriche-Hongrie produisent des tonnages élevés de lignite, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par le tableau ci-après :

**Production du lignite
en Allemagne et en Autriche-Hongrie.**

Périodes et années.	Allemagne	Autriche	Hongrie
	1,000 tons	1,000 tons	1,000 tons
1886-90 . . . Moyenne annuelle	16,684	12,700	1,844
1891-95 . . . »	21,673	16,709	2,863
1896-1900 . . . »	31,988	20,410	4,184
1901-05 . . . »	46,160	21,932	5,351
1906-10 . . . »	63,914	25,254	6,967
1907	61,542	25,040	6,387
1908	66,529	26,299	7,037
1909	67,554	25,625	7,536
1910	68,430	24,729	7,610
1911	72,575	24,859	

La production annuelle du lignite en France va de 500,000 *tons* à environ 700,000 *tons*. Celle de l'Italie est un peu moindre, de 300,000 à 550,000 *tons*. La Bosnie et l'Herzégovine ont produit 585,000 *tons* en 1906; depuis les tonnages ont progressé; ils ont atteint près de 700,000 *tons*. La Serbie a donné annuellement entre 200,000 et 240,000 *tons*; l'Espagne entre 186,000 *tons* en 1906 et 242,000 en 1910. La Bulgarie atteint 225,000 *tons*, etc.

III. -- PÉTROLE.

Les *Coal Tables* de 1911 du Royaume-Uni contiennent encore divers renseignements sur le pétrole, en ce qui concerne les Etats-Unis et la Russie, qui en sont les principaux producteurs, la Roumanie, l'Autriche, l'Inde britannique, le Japon, l'Allemagne, le Canada, Trinidad et les Indes orientales hollandaises (Bornéo, Java et Sumatra), pays de moindre production.

Les tableaux ci-après permettent de se rendre compte de la production du pétrole dans les pays précités, ainsi que des exportations des Etats-Unis et de la Russie en huile minérale.

Productions du pétrole et certaines exportations (1).

1° ÉTATS-UNIS.

Périodes	Production du pétrole brut — 1,000 <i>Imp.gallons</i>	Exportations d'huiles minérales				
		Huile brute — 1,000 <i>Imp.gallons</i>	Huile d'éclairage exprimée en huile brute		TOTAUX — 1,000 <i>Imp.gallons</i>	
			1,000 <i>Imperial gallons</i>			
Moyenne annuelle						
1886-90 »	1,154,164	68,354	533,198		601,552	
1891-95 »	1,777,439	90,270	721,735		812,005	
1896-1900 »	2,079,803	102,673	832,976		935,649	
1901-05 »	3,571,671	106,193	838,337		944,530	
			Raffinée ou manufacturée			
			Naphte comprenant les produits légers de la distillation — 1,000 <i>Imp.gallons</i>	Huile d'éclairage — 1,000 <i>Imp.gallons</i>	Lubrifiants etc. — 1,000 <i>Imp.gallons</i>	
1906-10 »	6,044,841	128,947	45,900	816,315	129,372	1,120,534
1907 . . .	5,811,012	105,213	28,843	754,635	126,640	1,015,331
1908 . . .	6,245,958	124,275	36,558	940,461	123,092	1,224,386
1909 . . .	6,408,416	141,891	57,276	871,652	134,646	1,205,465
1910 . . .	7,331,528	150,033	83,879	783,226	136,473	1,153,611
1911 . . .	7,712,642	168,136	114,366	926,542	152,705	1,361,749

(1) Les chiffres expriment des *Imperial gallons*. L'*imperial gallon* du Royaume-Uni vaut litres 4.54315.

2^o RUSSIE.

PÉRIODES	Production de naphte brute — 1,000 Imp. gallons	Exportations des huiles minérales		
		Brute	Raffinée	TOTAUX
		1,000 Imp. gallons	1,000 Imp. gallons	1,000 Imp. gallons
1886-90 . Moyenne annuelle	764,336	2,986	121,694	124,680
1891-95 . »	1,392,944	3,590	236,410	240,000
1896-1900 . »	2,126,612	2,107	304,083	306,190
1901-05 . »	2,664,457	1,061	390,796	391,857
1906-10 . »	2,222,537	218	184,992	185,210
1907	2,164,776	118	182,591	182,709
1908	2,140,356	154	191,618	191,772
1909	2,342,436	90	186,033	186,123
1910	2,423,547	403	197,658	198,061
1911	2,315,503	165	179,748	179,913

3^o DIVERS PAYS.

PAYS	Production du pétrole brut					
	1906	1907	1908	1909	1910	1911
	1,000 Imp. gallons	1,000 Imp. gallons	1,000 Imp. gallons	1,000 Imp. gallons	1,000 Imp. gallons	1,000 Imp. gallons
Roumanie	243,950	310,557	315,625	356,411	371,879	388,410
Autriche	185,773	283,703	432,944	525,758	445,037	316,854
Inde Britannique	140,553	152,046	176,646	233,678	214,830	225,792
Japon	54,723	60,106	65,170	65,784	64,321	58,038
Allemagne	20,256	26,488	35,333	35,668	36,147	35,605
Canada	19,941	27,611	18,480	14,726	11,056	10,188
Trinidad					4,379	
Bornéo	91,633	115,684	90,118	203,782	146,548	
Java	25,809	30,158	32,088	21,239	33,590	
Sumatra	163,262	165,619	174,668	251,029	97,609	
Indes orientales néerlandaises	280,704	311,461	296,874	476,050	277,747	425,883

Divers circulaires du Comité central des Houillères de France (notamment celles des 11 octobre 1910, n° 4122, et 7 novembre 1912, n° 4605), ont été consacrées au pétrole dans le monde.

ED. LOZÉ.

LE MINÉRAI DE FER

DANS LE MONDE (1)

RESSOURCES. — Les ressources du monde, en minéral de fer, très variables en composition, se rencontrent dans diverses formations géologiques. Les teneurs en fer sont plus ou moins élevées; le rendement va d'environ 20 % à plus de 65 % en poids. En sorte que, l'évaluation des ressources en minéral de fer ne donne pas une idée exacte du fer qu'il est permis d'en attendre.

D'après le *Onzième Congrès International de Géologie*, tenu à Stockholm, en 1910, les ressources mondiales, en minéral de fer, actuellement exploitables, dans des conditions rémunératrices, seraient d'environ 22,760 millions de tonnes métriques, pouvant fournir environ 10,340 millions de tonnes de fer. En outre, de puissantes ressources de minéral de fer existeraient en Chine, au Canada et dans d'autres pays, mais on ne possède encore aucune donnée précise sur leur importance.

Il serait superflu de supputer la durée de ces ressources. On peut en dire seulement que les ressources actuellement exploitables ne permettraient pas d'alimenter le monde pendant deux siècles, même si la consommation restait stationnaire, ce qui est très peu probable.

La distribution des ressources actuelles, entre les principaux pays de production, est évaluée comme suit :

Principaux pays de production.	Ressources actuelles Millions de tonnes	Fer à en extraire Millions de tonnes
États-Unis	4,300	2,330
Allemagne et Luxembourg	3,915	1,375
France sans l'Algérie	3,333	1,150
Royaume-Uni	1,315	460
Espagne	720	350

Bien que des réserves aient été faites sur plusieurs de ces tonnages, on peut cependant les admettre, à titre d'approximation d'ensemble.

(1) Principalement d'après les documents du *Board of Trade* du Royaume-Uni.

D'autres régions possèdent et produisent aussi du minerai de fer, on peut citer les Iles de Terre-Neuve et de Cuba, l'Algérie, la Chine, la Grèce, le Commonwealth australien, la Bosnie et l'Herzégovine, la Suède, la Norvège, l'Autriche-Hongrie, l'Inde britannique, la Russie et la Finlande, le Canada, la Belgique, etc.

PRODUCTION. — Les dix pays les plus intéressants, énumérés dans l'ordre décroissant de leur production, sont : les Etats-Unis, l'Allemagne, le Royaume-Uni, la France, l'Espagne, la Russie, la Suède, l'Autriche-Hongrie, le Canada et la Belgique.

Les pays de moindre intérêt sont : l'île de Cuba, l'île de Terre-Neuve, l'Algérie, la Grèce, l'Italie, la Chine, le Commonwealth australien, la Bosnie et l'Herzégovine, la Norvège, l'Inde britannique et la Finlande.

Le tableau ci-après fait connaître les productions annuelles, en minerai de fer, de ces divers pays pendant chacune des années 1910 et 1911 :

	1910	1911
	1,000 tons (1)	1,000 tons
Etats-Unis	56,890	40,990
Allemagne et Luxembourg	28,248	29,399
Royaume-Uni	15,226	15,519
France	14,371	16,127
Espagne	8,528	»
Russie (sans la Finlande)	5,650	6,832
Suède	5,464	6,055
Autriche-Hongrie	4,460	4,597
Canada	232	188
Belgique	121	148
Cuba	1,429	1,163
Terre-Neuve	1,109	1,174
Algérie	1,048	1,082
Chine	713	»
Grèce	633	»
Italie	567	374
Commonwealth australien	159	124
Bosnie et Herzégovine	131	138
Norvège	101	»
Inde britannique	55	366
Finlande	10	»

(1) Tons = 1,016 kilog.

Les dix principaux pays plus haut énumérés ont produit, en 1910, plus de 140 millions de tonnes métriques de minerai. Si on y ajoute les tonnages des pays de moindre production, 5 à 6 millions de tonnes, il semble probable que la production mondiale, en 1910, atteignit 146 millions de tonnes. L'année 1907 avait été une année de forte production, elle fut suivie d'une année de dépression. La production de 1909 a été inférieure d'environ 2.5 % à la production de 1907, Mais, autant qu'on peut conjecturer, après un examen des chiffres connus, la production globale de chacune des années 1910 et 1911, a été supérieure à celle de 1907.

Les productions des Etats les plus intéressants donnent lieu aux remarques suivantes :

Aux Etats-Unis, la production de 1908 a été de 30 % environ inférieure à celle de 1907 ; mais en 1909, le relèvement du tonnage permit de récupérer cette perte presque entièrement, et la production de 1910 excéda d'environ 11 % celle de l'année précédente. En 1911, nouvelle dépression, suivie d'un relèvement en 1912.

En Allemagne, la réduction de 1907 a été suivie, en 1909, d'une reprise qui s'accrut en 1910 et plus encore en 1911.

Dans le Royaume-Uni, la production a faibli en 1909 ; elle paraît être maintenant presque stationnaire, vers 16 millions de tonnes.

Pour la France, la production, aussi à peu près stationnaire en 1907 et 1908, avec un tonnage d'environ 10 millions de tonnes, a pris une allure régulièrement croissante. Elle excède maintenant la production du Royaume-Uni.

L'Espagne offre plutôt une réduction en 1909, avec état stationnaire depuis cette année.

Un rapprochement, entre les tonnages de la production et le nombre d'habitants, montre que la Suède est le pays le plus favorisé, avec une production d'environ une tonne par tête d'habitant ; aux Etats-Unis la production est de 4/9 de tonne par tête ; dans le Royaume-Uni, elle est d'environ 1/3 de tonne ; en France de plus de 1/3 de tonne ; en Espagne plus des 2/5 ; en Russie, Autriche-Hongrie et Belgique, la production n'atteint pas 1/10 de tonne, par tête d'habitant.

Il y a une vingtaine d'années, la production du minerai de fer du Royaume-Uni était supérieure à celle de l'Allemagne et inférieure à celle des Etats-Unis. Depuis 1896, la production de l'Allemagne excède celle du Royaume-Uni et, depuis 1902, faisant abstraction des

années 1904, 1908 et 1911, la production des Etats-Unis a été notablement supérieure à celle du Royaume-Uni et de l'Allemagne réunis.

En sus du minerai de fer, une grande quantité de résidus, provenant de pyrites de fer cuprifères et de cendres contenant du fer, est utilisée dans les hauts-fourneaux. Leurs tonnages annuels, pour quelques-uns des principaux Etats-producteurs, sont environ les suivants : Etats-Unis près de 2 millions de tonnes de cendres, représentant de 4 à 6 % du chargement ; Royaume-Uni, de 1 million 1/2 à 2 millions 1/4 de tonnes de minerai et cendre, soit plus de 8 % du chargement ; Allemagne plus de 2 millions de cendre ou 8 % du chargement.

MINERAI DE MANGANÈSE. — Un minerai très intéressant, spécialement pour l'industrie sidérurgique, est le minerai de manganèse. Les principaux producteurs de minerai de manganèse sont la Russie, l'Inde britannique et le Brésil. Il en est encore produit, mais en moindre quantité, en Allemagne, en Autriche-Hongrie, au Japon, en France, en Espagne, dans le Royaume-Uni, en Suède, en Turquie, en Grèce, en Bosnie et Herzégovine, en Italie, aux Etats-Unis, etc.

En Russie, sans y comprendre la Finlande, la production du minerai de manganèse de 1907, atteignit environ 941,000 tonnes, pour tomber en 1911, à environ 671,000 tonnes. Dans l'Inde britannique, cette production était, en 1907, de 911,000 tonnes et tombait en 1911 à 680,000 tonnes. Au Brésil, les exportations annuelles oscillent autour d'environ 200,000 tonnes.

De 1884 à 1906, le Chili a produit environ 500,000 tonnes de minerai de manganèse, rendant de 50 à 52 %. Depuis, la baisse du prix ralentit cette production, bien qu'il en existe des dépôts importants dont l'exploitation est retardée par les difficultés de transport. Dans le Queensland, qui serait riche en minerai de manganèse, 15,000 tonnes ont été extraites de 1894 à 1910, la production de cette dernière année représentant environ 800 tonnes.

Voici quelques indications sur le minerai de fer, dans les Etats les plus intéressants à notre époque : Etats-Unis, Allemagne, Royaume-Uni, France, Espagne, Russie, Suède, Autriche-Hongrie et Belgique.

Etats-Unis. — On peut admettre que les 80 % environ du minerai de fer consommé aux Etats-Unis proviennent du district du Lac Supérieur (Etats du Minnesota, du Michigan et du Wisconsin). Ce minerai n'est pas fondu sur les lieux d'extraction, où le coke fait défaut. Il y existe souvent des stoks importants de minerai.

Pendant la période 1907 à 1911, les différents districts de production ont contribué aux expéditions dans les proportions suivantes :

Mesabi Range du Minnesota	66.4 %
Menomine Range du Michigan et du Wisconsin	11.0
Marquette Range du Michigan	9.8
Gogebic Range du Michigan et du Wisconsin	9.3
Divers	3.5
Ensemble	100.0

L'exploitation de Mesabi Range qui produit le plus, ne remonte pas au-delà de 1892 ; les autres *Ranges* étaient, à cette date, déjà exploités. L'exploitation remonte, en effet, à 1884, pour les Marquette et Menomine Ranges. Elle débuta, cette année, dans Gogebic Range.

Lorsque les Grands Lacs, en hiver, sont pris par les glaces, le minerai ne peut être expédié aux fonderies ; on se borne alors à des travaux préparatoires dans les mines. Des stocks importants sont, pendant l'hiver, conservés près des hauts-fourneaux ou dans les ports des Lacs.

Dans Mesabi Range, le minerai s'extrait par carrières à ciel ouvert, au moyen d'excavateurs mécaniques ; ailleurs l'exploitation se fait, en général, par puits. Le minerai est principalement de l'hématite ; le meilleur minerai à haute teneur Bessemer serait épuisé, sauf dans Gogebic et Vermilion Ranges. La teneur en fer varie entre 35 et 65 %. De 1907 à 1911, l'*Olivier Mining Co.*, branche de l'*United States Steel Corporation*, a expédié en moyenne 19,919,000 *tons* des mines exploitées, en totalité ou en partie, par la *Corporation*, soit 53.2 % de l'ensemble des expéditions. Les 4/5 environ du minerai du Lac Supérieur sont expédiés aux ports du Lac Erié pour Pittsburg, etc. ; le surplus va dans le voisinage de Chicago.

Le district *Southern* (Nord de l'Alabama, partie du Nord de la Georgie et partie Sud du Tennessee) ne produisait, en 1880, que 349,000 *tons* de minerai ; il en produit, de 1907 à 1911, une moyenne annuelle un peu supérieure à 5,250,000 *tons*, ce qui représente 11 % de la production totale des Etats-Unis. Les 4/5 proviennent de

l'Alabama. Le minerai consiste principalement en hématite de teintes rouge et brune ; il n'est pas aussi riche que celui du Lac Supérieur, sa teneur allant de 37 à 55 %, mais il se trouve dans le voisinage du charbon et de la chaux et, pour une partie, il n'exige, dans son traitement, aucun fondant.

La région *Adirondack* (Etats de New-York, New-Jersey et Pennsylvanie) fournit annuellement de 4 à 5 % de l'approvisionnement du minerai de fer des Etats-Unis, principalement en magnétite et hématite contenant parfois une forte teneur en phosphore. L'hématite, à l'état de pureté, comprend de 60 à 70 % de fer.

On rencontre encore du minerai de fer sur d'autres parties du territoire de la Fédération, mais les ressources utilement exploitables y sont moins importantes que celles précédemment signalées. En fait, le minerai de fer est exploité dans vingt-sept Etats et territoires de la Fédération.

Le Dr Hayes de l'*United States Geological Survey*, a établi en 1908, comme suit :

1° Les ressources en minerai de fer des Etats-Unis :

Ressources des Etats-Unis en minerai de fer.

	Disponibles Millions de tons	Non encore disponibles Millions de tons
Nord-Est	298	1,095
Sud-Est	538.4	1,276.5
Lac Supérieur	3,510	72,030
Vallée du Mississipi	315	570
Rocky Mountain	57.8	120.7
Côte du Pacifique	69	23.9
Totaux	4,788.2	75,116.1

2° La distribution entre les diverses sortes :

Magnétite non titanifère	293	4,761.8
Id. titanifère	90	128.5
Hématite rouge	3,529.3	67,552.1
Id. Clinton	508.5	1,620.5
Minerai brun	367.4	743.2
Carbonates	—	310
Totaux	4,788.2	75,116.1

Les ressources des Etats-Unis, en minerai de manganèse, ne semblent pas très importantes. Elles se trouvent principalement dans la Virginie ; mais la production des Etats-Unis comprend une forte production de minerai de fer manganésifère, spécialement dans le district du Lac Supérieur et dans le Colorado. Il existe aussi du minerai de zinc manganésifère dans le New-Jersey. La consommation du minerai de manganèse est principalement alimentée par des importations.

La production en minerai de fer des Etats-Unis a pris un grand développement, on peut s'en rendre compte par les moyennes annuelles des productions pendant les périodes ci-après et par les productions des années plus récentes.

Production du minerai de fer des Etats-Unis.

Périodes	Production annuelle moyenne 1,000 tons	Années	Production 1,000 tons
1872-80	4,846	1907	51,721
1881-90	10,424	1908	35,925
1891-1900	17,551	1909	51,155
1901-05	33,926	1910	56,890
1906-10	48,688	1911	40,990

Les chiffres accusent le doublement de la production en 10 ans. Ce développement est dû principalement à la région du Lac Supérieur qui, pendant la période 1872-1875, fournissait 1/5 de la production totale et qui, pendant la période 1907-1911, en a produit les 4/5. La production de la région Southern a doublé depuis la période 1891-1895.

Les exportations du minerai américain sont faibles. Elles représentaient une moyenne annuelle de 29,000 tons pendant la période 1896-1900, pour monter en 1911 à 768,000 tons.

Les importations sont plus fortes. Elles sont principalement en provenance de Cuba ; il en vient aussi de Suède, d'Espagne et de Terre-Neuve. Les importations, sauf pendant la décade 1891-1900, ont fortement augmenté jusqu'en 1910, année pendant laquelle elles ont représenté un tonnage de 2,591,000 tons. L'année 1911 accuse une réduction, avec un tonnage de 1,812,000 tons.

Les graphiques ci-après permettent de se rendre compte des mouvements des productions nationales, des exportations de minerais

indigènes, des importations destinées à la consommation intérieure, et des tonnages restant disponibles pour cette consommation. (Voir, pour les États-Unis, le graphique I.)

Allemagne (y compris le Luxembourg). — La partie de la Lorraine annexée et le Luxembourg comprennent les plus importantes ressources en minerai de fer (Minette), à la disposition de l'Allemagne. La superficie est d'environ 160 *miles* carrés (environ 415 kilomètres carrés) en Lorraine et d'environ 14 *miles* carrés (environ 36 1/4 kilomètres carrés) dans le Luxembourg. La superficie exploitable s'étend également dans la partie non annexée de la Lorraine. Il en sera plus loin question. Le minerai est un calcaire oolithique; dans deux couches il est fortement siliceux. Sa teneur en fer est de 32 %. En raison de la teneur un peu élevée en phosphore, le grand développement du district ne se produisit qu'après que l'invention du procédé Thomas-Gilchrist permit de l'utiliser pour la production de l'acier basique. L'exploitation est relativement coûteuse.

Les districts de *Lahn* et de *Dill* dans Hesse-Nassau, de *Siegerland* en Westphalie, et de *Ilse* et *Salzgitter* dans les montagnes du Harz, viennent après en importance. Dans le Siegerland, on trouve du minerai de fer manganésifère (9 2 % de manganèse dans le minerai brut). Les deux autres districts fournissent de l'hématite.

Voici, d'après le rapport fait au Congrès de Stockholm, en 1910, l'évaluation des ressources de l'Allemagne et du Luxembourg.

Ressources de l'Allemagne en minerai de fer.

Régions	Nature du minerai	Ressources Millions de tons	Equivalent en fer Millions de tons
Lorraine	Oolithique	2,330	755
Luxembourg	Id.	270	90
Lahn et Dill	Hématite rouge et brune	258.3	124
Ilse et Salzgitter	Hématite brune	278	100
Siegerland	Spathique (manganésifère)	115.7	53
Thuringe	Chamoisite	104.2	46
Bavière	Limonite (oolithique)	181	62
Wurtemberg	Id. (<i>bone ore</i>)	110	42
Divers		230.5	88
Totaux		3,877.7	1,360

M. Kohlmann, de Thionville, estime les ressources lorraines et luxembourgeoises à des tonnages moins élevés :

Lorraine annexée :

	Millions de tons
Minerai calcaire	1,428
Id. siliceux	413

Luxembourg :

Minerai calcaire	125
Id. siliceux	125
Total	2,091

Il donne la composition suivante pour ces minerais :

	Minerai calcaire %	Minerai siliceux %
Fer	26.40	30.40
Chaux	8.20	4.10
Silice	4.8	8.15
Phosphore	0.65 à 0.87	0.65 à 0.87

En sus des ressources plus haut chiffrées, il existerait des ressources probables modérées, considérables ou même très considérables, sur divers points.

La production du minerai de fer a pris, en Allemagne, depuis la guerre de 1870-71, un grand développement. On peut s'en rendre compte par les moyennes et productions annuelles ci-après :

Production du minerai de fer de l'Allemagne et du Luxembourg.

Périodes	Moyenne en millions de tons	Années	Millions de tons
1871-80	5,368	1907	27,252
1881-90	9,216	1908	23,888
1891-1900	13,862	1909	25,095
1901-05	19,926	1910	28,248
1906-10	26,158	1911	29,399

Le développement de la production est imputable à l'exploitation de la minette de Lorraine. Sa production annuelle moyenne, pendant

la période 1876-80, n'était que de 785,000 *tons*, tandis que sa production de l'année 1911 atteignit 17,468,000 *tons*. Ce tonnage représente 59 % et les productions réunies de la Lorraine et du Luxembourg représentent 80 % de la production de cette dernière année 1911.

La Lorraine annexée exporte, à destination de la France et de la Belgique, du minerai de fer. Ces exportations ont représenté, pendant la période 1907-1911, 5.3 % de la production, dont 3.6 % ont été expédiés en France et 1.7 % en Belgique. Le Luxembourg, pendant la même période, exporta en France 7.7 % de sa production totale et 26.9 % en Belgique. Les exportations de la partie de la Lorraine enlevée à la France sont en voie de décroissance, en raison du développement de l'exploitation des plus riches minerais de la Lorraine restée à la France. Les importations en Allemagne du minerai plus riche provenant du plateau de Briey, sont en voie d'accroissement. Pendant la période 1901 à 1905, les importations en Allemagne, de minerai de fer provenant de France, montaient en moyenne annuelle à 154.000 *tons*; pendant la période 1906 à 1910 cette moyenne monte à 1,050,000 *tons*; elles atteignirent 2,088,000 *tons* en 1911. Jusqu'alors les importations de minerai de fer en Allemagne consistaient principalement en hématite et en minerai magnétique, en provenance d'Espagne et de Suède.

La production du minerai de manganèse en Allemagne, est de faible importance. Elle n'atteint pas 100 *tons*. Les importations de ce minerai ont atteint 414 *tons* en 1911. (Voir le graphique II).

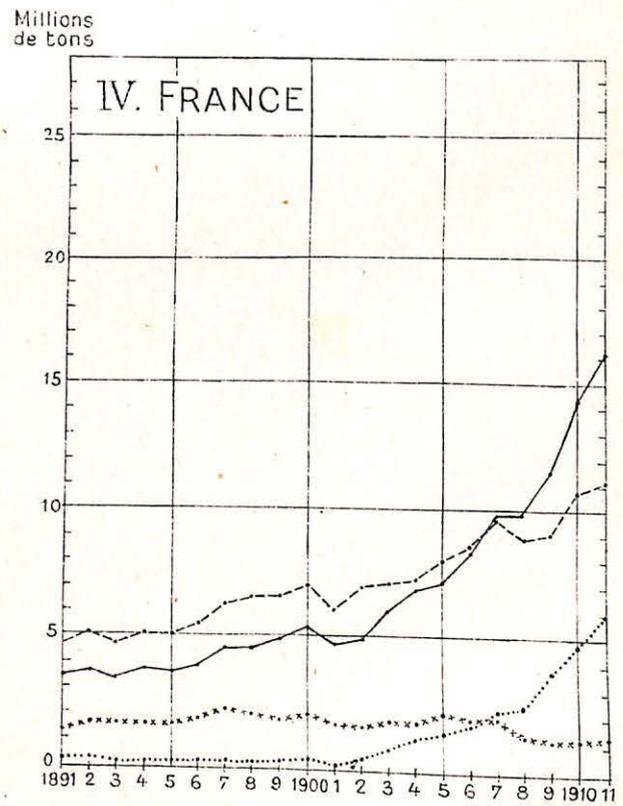
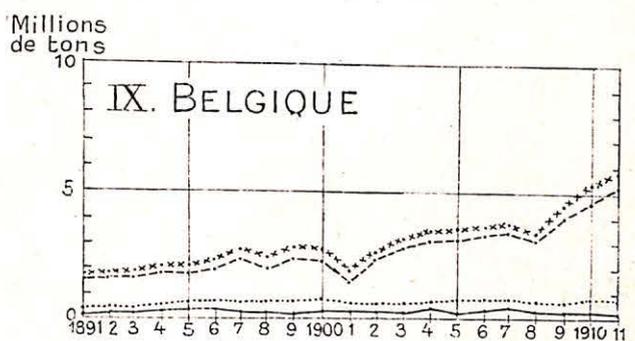
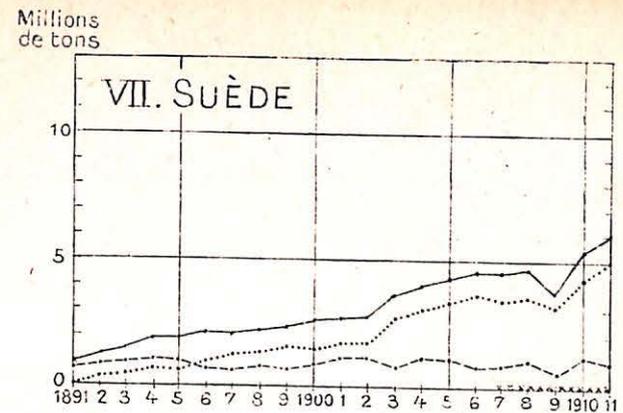
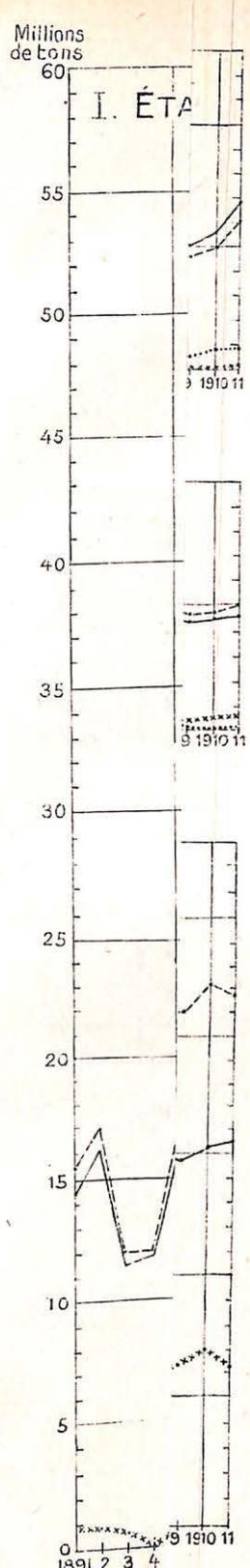
Royaume-Uni. — Les districts du Royaume-Uni producteurs de minerai de fer sont :

Le *Cleveland* ou North Yorkshire qui, de 1907 à 1911, a fourni les 2/5 de la production totale. Le minerai y est exploité par mines, il contient 30 % de métal.

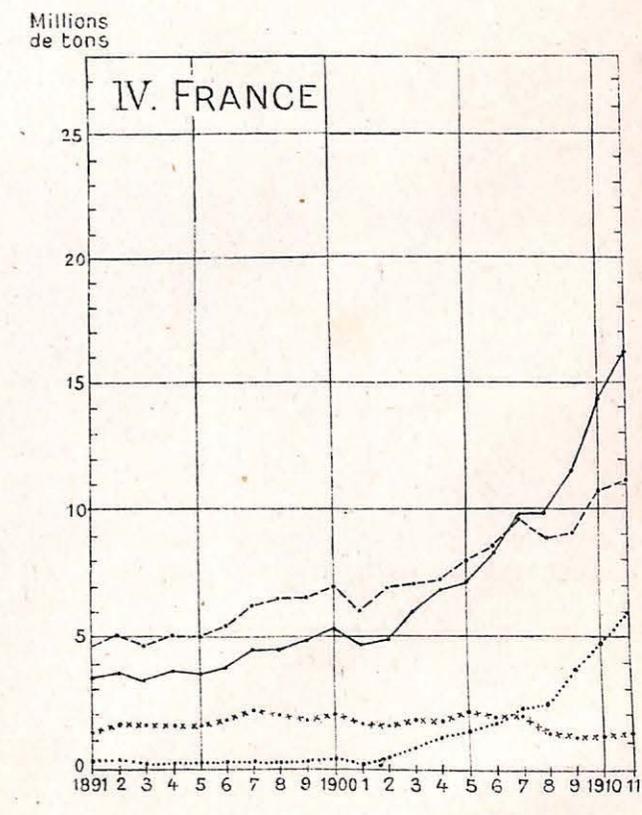
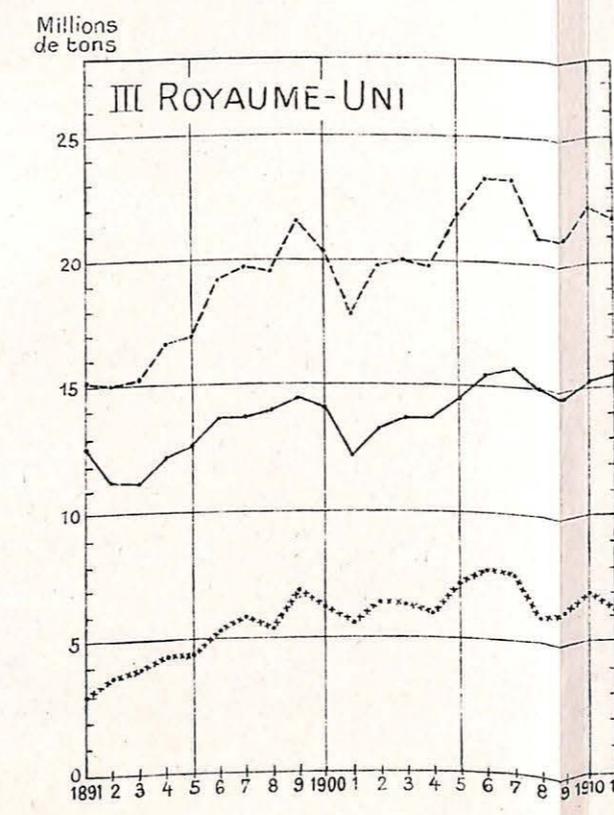
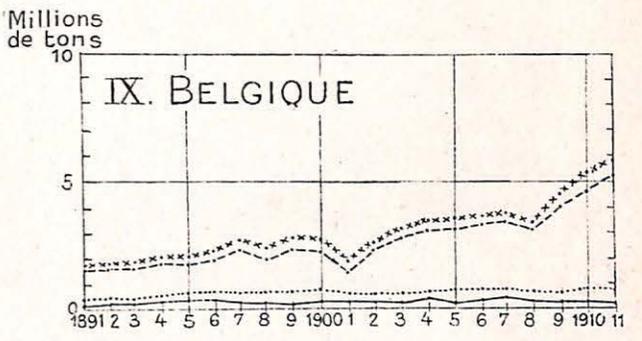
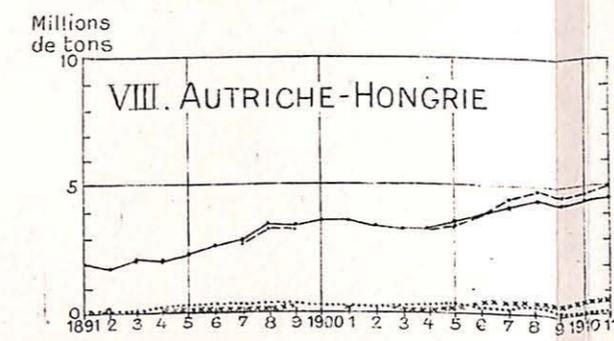
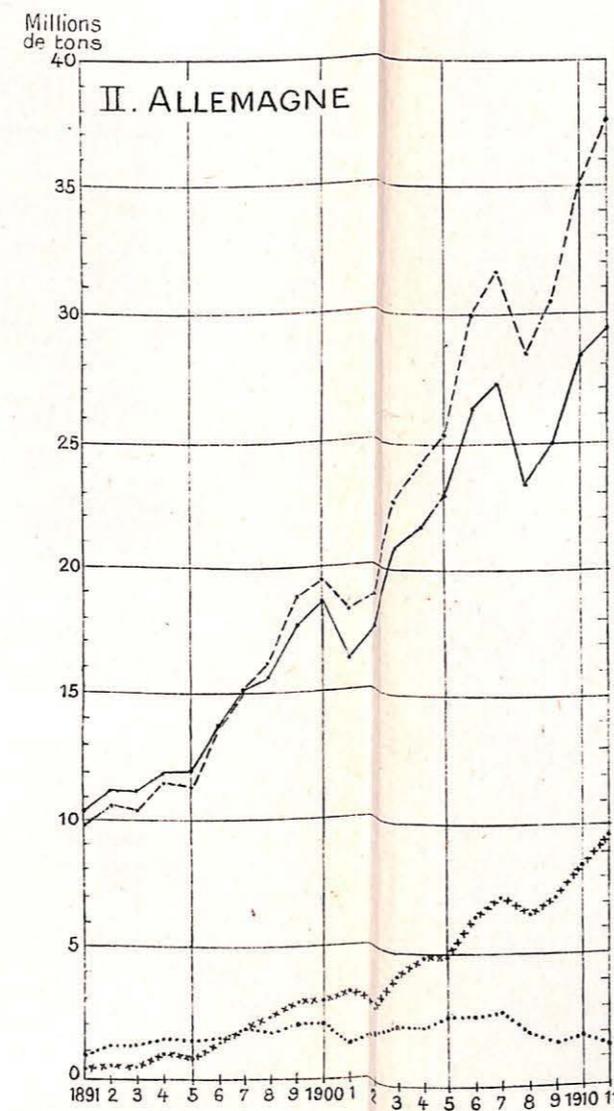
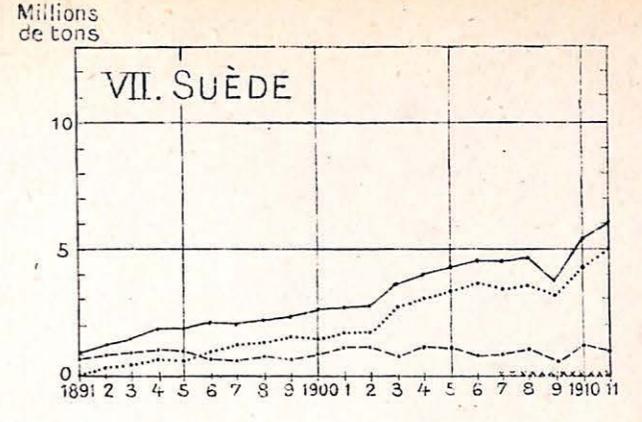
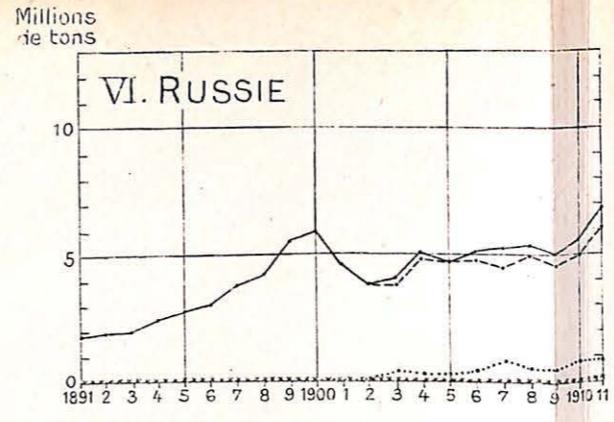
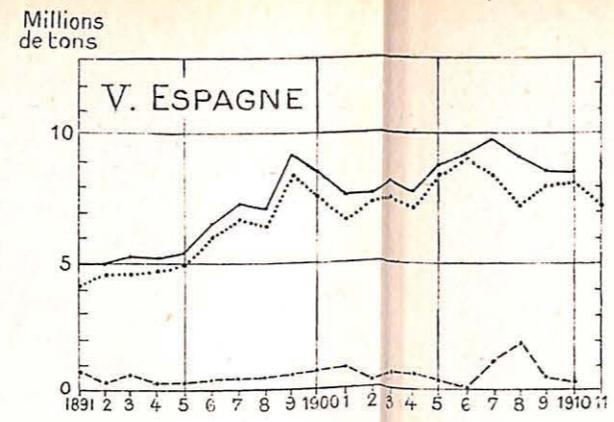
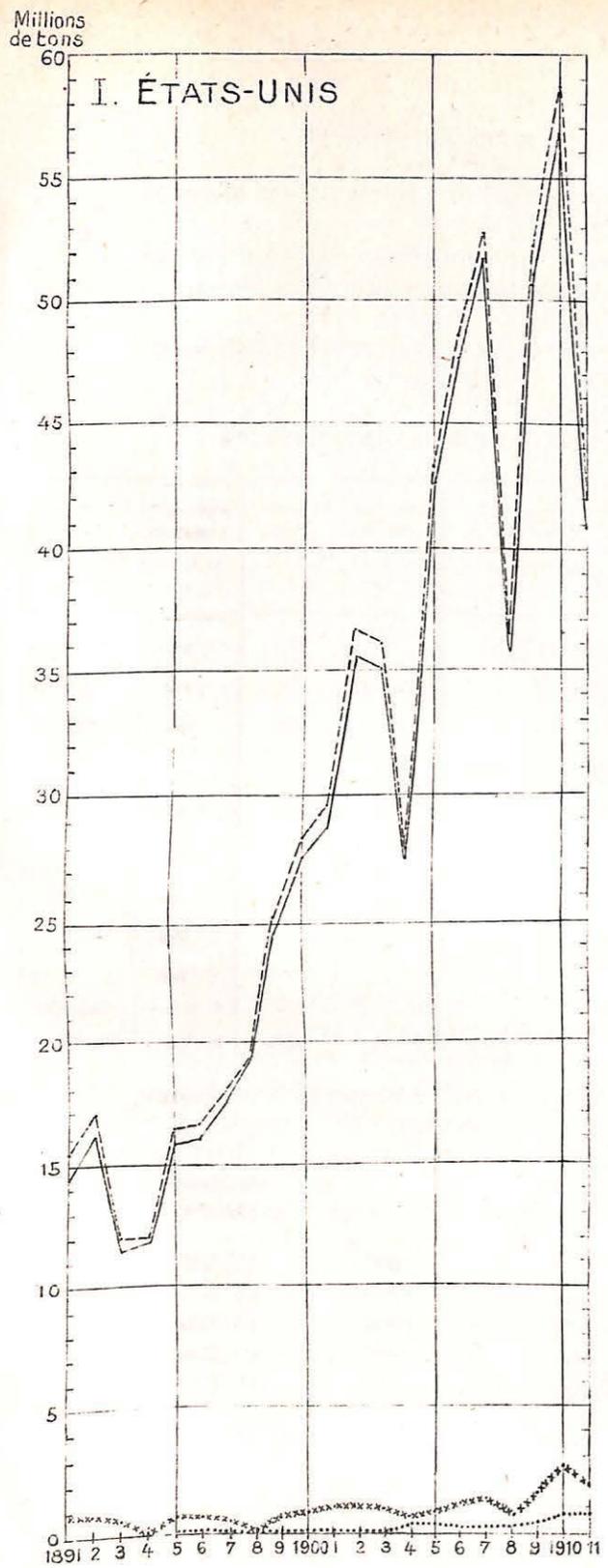
L'*East Midland* (Lincolnshire, Northamptonshire, Leicestershire, Oxfordshire et Rutland) qui fournit plus de 38 % de la production, provenant des couches de *brown ore*, est principalement exploité par carrières ouvertes. Son minerai contient plus de 30 % de métal.

Le *Cumberland* et le *North Lancashire* contribuent à la production pour 1/10. Le minerai est de l'hématite. Exploitation par mines. Teneur environ 30 % de métal.

Le *Staffordshire* contribue à la production à concurrence de 6 %.



MINERAI -----Minerai disponible pour la consommation intérieure



MINÉRAI DE FER : — Production nationale, Minerai indigène exporté, xxxxxxxx Importation pour la consommation intérieure, - - - - - Minerai disponible pour la consommation intérieure

principalement en carbonate argilacé, provenant des mines de charbon.

Et l'*Ecosse* fournit moins de 1/20, provenant pour 2/5 des mines de charbon. Les comtés d'Ayr, Lanark et Renfrew produisent les 4/5 de la contribution de l'*Ecosse*.

Les ressources en minerai de fer de la Grande-Bretagne ont été évaluées comme suit en 1910, à Stockholm :

Ressources en minerai de fer de la Grande-Bretagne.

DISTRICTS	Nature du minerai	Ressources disponibles Millions de tons	Equivalent en fer Millions de tons	Ressources probables Millions de tons	Equivalent en fer Millions de tons
Cleveland	Pierre de fer	500	150	2,500	750
Northamptonshire	»	200 ?	70	800	280
Lincolnshire et Leicestershire	»	100	35	900	300
Cumberland et Lancashire	Hématite rouge et brune	500 ?	200	—	—
Northumberland				1,500	9,500
Staffordshire				3,000	
Derbyshire et S. Yorkshire				6,000	
Ecosse				8,000	
Sud du Pays de Galles	15,000				
TOTAUX		1,300	455	37,700	10,830

Le tableau ci après permet de se rendre compte de la production, qui est plutôt stationnaire, si non rétrograde :

Périodes	Production 1,000 tons	Années	Production 1,000 tons
1873-80	15,988	1907	15,732
1881-90	15,454	1908	15,031
1891-1900	13,043	1909	14,804
1901-05	13,556	1910	15,226
1906-10	15,259	1911	15,519

L'épuisement des plus riches quatités d'hématite du Cumberland et du Lancashire et des *blackland*, de pierre de fer en Ecosse, est la cause de la réduction de la production de ces districts. Un mouvement analogue se constate dans le Staffordshire et l'Irlande. D'autre part, si la production de l'East Midland a plus que doublé depuis 1882, la production du Cleveland est restée stationnaire.

Peu de minerai britannique est exporté, tandis que les 3/10 du minerai fondu dans le Royaume sont importés. Les importations n'étaient, moyenne annuelle, pendant la période 1873-75, que d'environ 700,000 *tons*, tandis que le tonnage annuel moyen, pour la période 1907 à 1911, atteint 6,680,000 *tons*. L'année 1906 a même été une année d'importation plus élevée avec 7,823,000 *tons*. Les principales importations consistent en hématite venant d'Espagne, de Grèce, de Russie et d'Algérie ; en minerai magnétique en provenance de la Suède et de la Norvège et en minerai manganésifère expédié d'Espagne et de Grèce. La plus forte part, dans ces importations est celle de l'Espagne, avec un tonnage annuel de 5,000,000 de *tons*.

En fait, la production du Royaume-Uni est en déficit de minerais de fer de bonnes qualités. Les fondeurs britanniques s'approvisionnent principalement en hématite d'Espagne. (Voir le graphique III.)

Diverses colonies britanniques, Terre-Neuve, Inde, Canada, Australie, envoient à la métropole du minerai manganésifère, mais il s'agit de faibles tonnages.

Le minerai de manganèse ne se trouve qu'en petites quantités dans le Royaume (Pays de Galles et Irlande). La principale couche est dans le Carnarvonshire. Sa teneur est, en manganèse, de 30 %, et en fer, de 10 %. Il en existe encore des faibles ressources dans Merioneth et Cork. Les principales sources de l'approvisionnement du Royaume, pour la production du *Spiegeleisen* et *ferro-manganèse* sont la Russie, l'Inde britannique et le Brésil. Il vient encore du minerai de fer manganésifère de l'Espagne, de la Grèce, de la Turquie d'Asie et de l'Inde.

La production du Royaume, en minerai de manganèse, a diminué ; elle n'est plus que d'environ 5,000 *tons* par an. Les importations sont d'environ 200 tonnes.

France. — Trois principaux districts comprennent, en France, les ressources en minerai de fer :

1° Le *district du Nord-Est* ou de Meurthe-et-Moselle, le plus impor-

tant, est d'une superficie d'environ 540 kilomètres carrés et comprend du minerai de fer oolithique (minette). La production du minerai de fer français en provient à concurrence des 90 %. Il peut être décomposé en trois parties : *Longwy, Briey, Nancy*. La partie de Briey est la plus remarquable; son développement, depuis une dizaine d'années, a été considérable. En 1900, sa production ne représentait que 7 % de la production française, avec un tonnage inférieur à 350,000 tonnes; elle en représenta, en 1911, les 64 %, avec près de 10 millions et 1/2 de tonnes. Le minerai du plateau de Briey est plus riche que celui de la Lorraine annexée et du Luxembourg. Il contient environ 35 %, avec 0.75 % de phosphore. Des sociétés allemandes et belges y ont obtenu des concessions et des tonnages d'une certaine importance sont exportés en Allemagne et en Belgique.

2° Le *district des Pyrénées* comprend de l'hématite et du minerai spathique avec 2 ou 3 % de manganèse. La production annuelle moyenne a été d'environ 320,000 tonnes, pendant la période 1906 à 1910.

3° Le *district de Normandie* contient de l'hématite à 55 % de fer et du carbonate de fer, principalement dans le Calvados. Pour la même période, la production annuelle moyenne a été d'environ 380,000 tonnes.

A Stockholm, en 1910, les ressources de la France, en minerai de fer, ont été évaluées comme suit :

Districts	Nature du minerai	Ressources actuelles Millions de tons	Equivalent en fer Millions de tons
Lorraine	Oolithique	3,000	1,000
Normandie	Hématique et spathique	200 ?	90
Pyrénées	»	100 ?	50
TOTAL		3,300	1,140

M. Kohlmann, précité, aurait estimé les ressources en minerai de fer de la Lorraine restée à la France, à 3,100 millions de tonnes, dont 2,000 millions en minerai calcaire dans la région de Briey, et 1,100 millions de minerai siliceux dans les autres parties.

Les chiffres ci-après permettent de se rendre compte du développement de la production du minerai de fer en France, depuis 1871 :

Périodes	Production moyenne 1,000 tons	Années	Production 1,000 tons
1871-80	2,474	1907	9,847
1881-90	2,887	1908	9,895
1891-1900	4,139	1909	11,699
1901-05	5,989	1910	14,371
1906-10	10,807	1911	16,127 (évaluation).

Les exportations françaises, en minerai de fer, se développent depuis 1900. Leurs moyennes annuelles, pour la période 1896-1900, n'atteignait pas 300,000 tonnes, représentant environ 6 % de la production. Pendant la période 1907-1911 cette moyenne était de près de 3,900,000 tonnes et en 1911 elle excédait 6,100,000 tonnes, représentant 38 % de la production totale de l'année. Les exportations consistent en minette et sont à destination de l'Allemagne et de la Belgique.

Les importations montent, en moyenne, à 1,400,000 tonnes par an et consistent principalement en hématite d'Espagne, plus riche que la minette exportée. (Voir le graphique IV).

Espagne. — L'Espagne offre un grand intérêt, principalement en raison de ses expéditions au Royaume-Uni, à l'Allemagne, à la France, etc. Ses ressources, au Congrès géologique de 1910, ont été évaluées comme suit :

Districts	Nature du minerai	Ressources actuelles Millions de tons	Equivalent en fer Millions de tons
Biscay	Hématite rouge	61	32
Lugo	Magnétite et hématite brune	122	56
Oviédo	?	111	50 ?
Léon	Minerai spathique	166	78
Teruel et Guadalajara	Hématite brune	133	74
Autres districts	Id.	118	59
TOTAUX		711	349

En outre, on peut prévoir l'existence d'importantes ressources à Oviédo, Teruel et Guadalajara.

La production des mines de Biscay, dans les provinces de

Santander, Viscaya, Guysuzcoa et Navarre a, en 1910, excédé 4,840,000 tonnes, soit plus de la moitié de la production totale qui, pour la majeure partie, est exportée. (Voir le graphique V.)

Russie. — La Russie produit bien près de 7 millions de tonnes de minerai dont à peine un million est exporté. En ajoutant, à ce qui reste pour la consommation intérieure, le montant des importations, environ 100,000 tonnes, on peut évaluer la consommation à 6 millions de tonnes. (Voir le graphique VI.)

Suède. — La Suède produit environ 6 millions de tonnes, exportées pour les 5/6. Il n'est consommé dans le pays qu'environ un million de tonnes. (Voir le graphique VII.)

Autriche-Hongrie. — La production de l'Autriche-Hongrie n'excède guère 4 millions et demi de tonnes. Les exportations sont faibles. Les importations n'ont pas atteint un demi million de tonnes en 1911, en sorte que la consommation est d'environ 5 millions de tonnes. (Voir le graphique VIII.)

Belgique (1). — La production belge est tombée à environ 140,000 tonnes, pendant que les importations, croissantes, atteignent, en 1911, près de 5,800,000. Si on déduit 730,000 tonnes environ d'exportation (commerce général), il reste pour la consommation intérieure un peu plus de 5 millions de tonnes. (Voir le graphique IX.)

ED. LOZÉ.

(1) La question du minerai de fer en Belgique a fait l'objet d'un mémoire de M. Delmer, publié dans les *Annales des Mines de Belgique*, année 1912, t. XVII, p. 853 et suiv. et année 1913, t. XVIII, p. 325 et suiv.

BIBLIOGRAPHIE

Traité de chimie minérale. par H. ERDMANN, Directeur de l'Institut de chimie de la *Technische Hochschule* de Berlin. — Traduit sur la 5^{me} édition allemande, par A. CORVISY. — Tome I : *Introduction à la chimie et Métalloïdes*, un vol. in-8° raisin de 560 pages. — Paris, Hermann, éditeur, 1913 ; prix : 12 francs.

Fournir aux personnes qui, en raison de leurs occupations professionnelles, doivent posséder des connaissances assez étendues en chimie, des indications aussi exactes que possible, dans l'état actuel des sciences chimiques, sur les différentes substances minérales, tel a été le but qu'a poursuivi l'auteur en composant son traité.

La lecture du tome I^{er}, le seul dont la traduction ait déjà paru, permet de constater que M. Erdmann a pleinement atteint son but. L'exposé des principaux faits étudiés par la chimie minérale est écrit sous une forme très claire, en évitant l'emploi de formules trop compliquées, si bien qu'il est accessible au lecteur pourvu seulement de quelques notions élémentaires de chimie. Malgré cela, l'œuvre constitue incontestablement un véritable travail scientifique, déjà très complet ; on peut dire qu'elle est un type de cours de chimie pour des facultés techniques supérieures, telles les Écoles des arts et manufactures, les Écoles des mines, les Écoles de pharmacie.

L'introduction à la chimie comprend l'exposé des principales notions et déterminations physico-chimiques nécessaires pour entreprendre l'étude de la chimie. Dans l'examen des métalloïdes, l'auteur indique à propos de chacun des éléments de ce groupe, son origine naturelle, sa préparation dans les laboratoires et, pour les principaux d'entre eux, dans l'industrie, ses principales combinaisons, leurs préparations et leurs usages commerciaux et industriels.

L'impression du texte et des figures est fort soignée ; parmi ces dernières, plusieurs sont tout-à-fait originales et particulièrement aptes à faire saisir les expériences auxquelles elles se rapportent.

D^r J. L.

Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels, par J. POST et B. NEUMANN. — 2^{me} édition française, entièrement refondue, traduite d'après la 3^{me} édition allemande et augmentée de nombreuses additions, par G. CHENU et M. PELLET. — Tome III, 2^{me} fascicule. — Librairie scientifique A. Hermann et fils, rue de la Sorbonne, 6, Paris ; prix : 15 francs.

Ce volume est le dernier des neuf fascicules qui composent cet important traité ; il est consacré au goudron de houille et aux matières colorantes. L'ouvrage a déjà été signalé à l'attention des lecteurs des *Annales des Mines*, à l'occasion de l'apparition des fascicules précédents. Il constitue non pas un recueil de procédés d'analyses, mais un véritable traité descriptif des différents composés industriels, avec leurs usages, complètement mis à jour. Il est illustré d'un grand nombre de figures et de planches.

Cours de physique générale à l'usage des candidats au certificat de physique générale, au diplôme d'ingénieur électricien et à l'agrégation des sciences physiques, par H. OLLIVIER, maître de conférence à l'Université de Lille. — Tome II. — Librairie scientifique A. Hermann et fils, rue de la Sorbonne, 6, Paris ; prix : 10 fr.

Ce volume est le premier paru d'un traité de physique en trois tomes qui, nous dit l'éditeur dans son avertissement, forment chacun un tout complet ; ils ne sont pas la suite l'un de l'autre et correspondent à trois enseignements menés de front ; ils peuvent donc être lus parallèlement.

L'ouvrage reproduit le cours que l'auteur donne à la Faculté des sciences de l'Université de Lille ; il s'adresse aux élèves ayant des notions de calcul différentiel et intégral et de mécanique rationnelle.

La première partie du tome II renferme un exposé clair et précis des principes fondamentaux de la thermodynamique, avec les applications qui s'y rapportent, notamment l'étude du gaz parfait et son application aux fluides homogènes, l'étude des corps solides, de la vaporisation, etc.

La deuxième partie traite de l'étude de l'énergie rayonnante.

La question du moteur sans soupape : le moteur Knight ; ce qu'il est, ce qu'il faut en penser, par M. A. COUTET, Ingénieur des Arts et

Manufactures, Secrétaire de « La Vie automobile ». — In-8°. — H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, quai des Grands-Augustins, 47-49, Paris (VI^{me}). — Prix : 2 francs.

Cet opuscule traite d'une question d'actualité qui intéresse au plus haut point les personnes qui s'occupent d'automobilisme : la question du moteur sans soupape. Ce système, qui a déjà reçu chez nous un grand nombre d'applications, est l'objet des discussions des gens de la partie, d'autant plus que l'apparition relativement récente de ce moteur, doué au demeurant de brillantes qualités, n'a pas encore permis d'être édifié complètement sur sa résistance à l'usage.

La brochure de M. Coutet donne une description complète du mode de fonctionnement du moteur Knight, de ses avantages et de ses inconvénients. Elle intéressera certainement les automobilistes.

G. L.

Le Développement minier et métallurgique et les problèmes qui s'y rattachent dans l'Est français, le Luxembourg, l'Alsace-Lorraine et la Belgique, par A. PAWLOWSKI. — Un volume de 400 pages environ. — Paris, Imp. Cadet, rue Cadet, 7.

Dans cette étude, dont la lecture est agréable et facile, toutes les grandes questions qui se rattachent à l'industrie des mines et de la métallurgie dans la région des « minettes » sont traitées avec clarté et méthode.

Tous ceux qui s'occupent d'industrie en Belgique suivent avec intérêt le prodigieux développement de cette région industrielle. Ils trouveront dans l'ouvrage de M. Pawlowski une description complète de la situation actuelle et un aperçu des perspectives d'avenir.

A. D.

Revue Universelle des Mines, de la Métallurgie, etc. (Liège, Quai de l'Université, 16, et Paris, Boulevard Saint-Germain, 174.)

Nous avons, dans notre livraison de janvier, signalé l'apparition de la cinquième série de la *Revue* devenue l'organe de l'A. I. Lg. et dirigée par le Comité scientifique de cette Association.

Depuis lors, cinq autres livraisons ont paru (celle de juin, qui clôture le tome II, vient de nous parvenir) et confirment l'opinion favorable que nous nous étions formée de la *Revue* rajeunie.

Les divers domaines de la science et de la technique de l'Ingénieur y ont été abordés. La nomenclature suivante des *Mémoires* publiés dans ces cinq dernières livraisons suffira pour permettre de juger de leur importance, en même temps qu'elle constituera un guide pour ceux que l'une ou l'autre des ces questions intéresse.

Géologie appliquée :

Le Bassin houiller de la Lukuga (Tanganika), par A. XHIGNESSE et M. MERCENIER. (Tome I.)

A travers l'Afrique anglaise du Sud, par M. MERCENIER. (Tome I.)

L'extension méridionale du Bassin houiller de Sambre et Meuse, par P. FOURMARIER. (Tome II.)

Mécanique appliquée :

Le VI^e Congrès de l'Association internationale pour la résistance des matériaux (suite), par H. HUBERT. (Tomes I et II.)

Notes d'aérodynamique, par L. LEGRAND. (Tome II.)

Réglage économique de la marche des moteurs triphasés, par A. MONET. (Tome II.)

Métallurgie :

Deux nouveaux moyens préconisés pour l'obtention de lingots d'acier sain, par E. HOUBAER. (Tome I.)

Recherches concernant l'influence de métaux étrangers sur le laminage du zinc, par E. PROST et A. VAN DE CASTEELE. (Tome II.)

Chimie industrielle :

Le caoutchouc synthétique, par A. NEEF. (Tome I.)

Physique industrielle :

Courbes caractéristiques d'une chaudière, par M. BOUFFART. (Tome I.)

Chaudières à gaz d'échappement, par L. GREINER. (Tome II.)

Minéralogie :

La Silice, par H. LE CHATELIER. (Tome I.)

Divers :

IV^e Exposition technique de l'A. I. Lg. (Tome II.)

Le *Bulletin* continue aussi à être bien fourni. Il contient entre autres choses : une note sur les moteurs à gaz de hauts-fourneaux et de fours à coke; un résumé du travail de M. Herbst (que nous avons donné *in extenso* dans la quatrième livraison de 1912 des

Annales) sur le coefficient de sécurité des câbles d'extraction; un compte-rendu du Salon d'Automobiles et d'Aéronautique de 1913; une analyse d'une note du Dr Russkel sur les progrès dans la récupération des sous-produits; un compte-rendu sommaire d'essais effectués sur les assemblages des poutres à arcades; une note sur la hausse du prix du pétrole; un compte-rendu du meeting de 1913 de l'Institut du Fer et de l'Acier, etc., etc.

La *Revue des Périodiques techniques belges et des Revues techniques étrangères*, que l'on trouve dans chaque livraison, est tout particulièrement soignée.

Mentionnons enfin les *articles nécrologiques* consacrés à A. Gillon et à V. Dwelshauwers-Dery, et plusieurs *articles bibliographiques*.

V. W.

LES
Sondages et Travaux de Recherche
DANS LA PARTIE MÉRIDIONALE
DU
BASSIN HOUILLER DU HAINAUT
—
LES SONDAGES.

(5^{me} suite) (1)

Nous continuons dans ce fascicule la publication des résultats des sondages effectués dans la partie méridionale du bassin du Hainaut ; nous donnons la coupe des sondages n° 26, ou de Jamioulx, effectué par la Société anonyme des Charbonnages de Jamioulx, n° 28, ou de Nalines, et n° 33, ou de Long-Bois, effectués tous deux par la Société anonyme de Recherches de Charleroi.

Nous publions, d'autre part, une coupe détaillée du sondage n° 8, ou de Trivières, effectué par la Société civile des Charbonnages du Bois-du-Luc, ainsi que celle du sondage n° 52, ou d'Estinnes-au-Val, effectué par la Société anonyme des Charbonnages du Levant de Mons, dont les résultats ont été déjà fournis en abrégé dans le tome XVII et la première livraison du tome XVIII des *Annales des Mines*.

(1) Voir t. XVII, 2^e liv., p. 445 et suiv.; 3^e liv., p. 685, et 4^e liv., p. 1137, et t. XVIII. 1^{re} liv., p. 253, avec tableau et carte, et 2^e liv., p. 597.

N° 8. — SONDAGE DE TRIVIÈRES (1)

AU LIEU DIT : « THIERNE DES RONQUES »

Société civile des Charbonnages du Bois-du-Luc.

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte
<i>Hesbayen</i>	Argile, terre à briques	1.00	1.00
<i>Landenien supérieur</i>	Sable blanc jaunâtre	1.50	2.50
	Argile ligniteuse, ferrugineuse	0.50	3.00
	Sable un peu violacé	5.50	8.50
	Argile sableuse rayée de vert et de rouge.	2.50	11.00
	Argile sableuse jaunâtre, avec strate blanche happant à la langue	1.00	12.00
<i>Sénonien</i>	Sable argileux à parties plus sableuses et, à la base, linéole crayeuse	3.00	15.00
	Craie blanche recueillie en morceaux	2.00	17.00
	Craie blanche	98.60	115.60
<i>Turonien</i>	Craie pointillée de glauconie	1.90	117.50
	Craie grise glauconifère avec des amas d'argile glauconifère et des débris anguleux de silex ou de rabots. — Le silex augmente à 123 mètres. — A 124 mètres, beaucoup de silex, beaucoup de rabots	13.50	131.00
	Dièves d'un beau vert bleuâtre; à la base, tourtia	5.00	136.00
<i>Wealdien</i>	Argile gris clair, puis gris violacé avec traces ligniteuses.	3.50	139.50

(1) L'étude de ce sondage a été faite par le R. P. SCHMITZ et M. X. STAINIER
 Une coupe résumée de ce sondage a déjà été publiée dans le tome XVII, 3^{me} liv., pp. 724 à 729.

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
---------------------	------------------	---------------------	--------------

Terrain houiller.

Schiste gris altéré tendre. — Mur psammitique gris-clair altéré; nombreux cordaïtes. <i>Annularia radiata</i> . A 141 ^m 75, les radicules disparaissent; cloyats, pholélite, rachis	3.25	142.75	Inclinaison 38°
Brèche de faille; à 144 ^m 75, passe à du mur failleux	2.25	145.00	

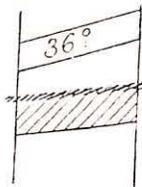
Grès argileux, micacé feldspathique altéré, devenant zonaire à 145 ^m 50.	1.30	146.30	— 54°
---	------	--------	-------



Veinette	0.45	146.75	Mat. vol. 24.05 Cendres 4.55
Schistes psammitiques, zones brunes; joints de glissement. — Toit pyriteux, devenant zonaire à partir de 147 ^m 15; nombreuses cassures; végétaux hachés, <i>Nevropteris</i> ; devenant plus psammitiques avec végétaux hachés. Joints de stratification polis, cassures. — A 148 mètres, un lit de schiste plus doux et plus foncé (0 ^m 05), avec nombreuses coquilles (<i>Anthracosia</i>)	2.45	149.20	— 48° à 148 m.

Brèche de faille, schisteuse, cloyats, enduits pyriteux	0.84	150.04	
Schistes psammitiques, joints perpendiculaires à la stratification. — Zones brunes; cloyats cloisonnés. — <i>Nevropteris</i> , très rares empreintes. — Les schistes deviennent plus réguliers. — Joints pyriteux	3.56	153.60	— 40° — 50° à 151 m. — 47° à 152 m.

Veinette
Escailles à 153^m60



0.45	154.05	Mat. vol. 22.75 Cendres 3.20
------	--------	---------------------------------

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
---------------------	------------------	---------------------	--------------

Brèche de failles, peu de radicules, nombreuses calamites	0.95	155.00	
Schistes psammitiques sur 5 centimètres, très dérangés; radicules plus nombreuses. — Banc carbonaté; <i>Calamites Suckowi</i>	1.00	156.00	Inclinaison 50°
Psammitite zonaire; <i>Calamites</i> ; <i>Bruckmannia</i> nombreux. — Végétaux hachés; Diaclasses avec pholélite. — Stratifications entrecroisées, fort dérangé; joints de glissement avec pholélite. — Devient un peu plus schisteux à la base	3.90	159.90	— 54° à 157 m. Mat. vol. 23.70 Cendres 2.80
Veinette	0.35	160.25	

Brèche de faille, schisteuse, psammitique, quelques morceaux de mur. — <i>Lonchopteris</i> , cloyats, <i>Calamites</i> . — Passe aux psammitites zonaires extrêmement bouleversés. — Passe aux psammitites gréseux; feldspathique à la base	2.85	163.10	Inclinaison 45°
Grès zonaire avec banc à nodules; joints charbonneux. — Stratifications entrecroisées; joints pyriteux; pholélite. — Devient grossier, feldspathique; empreintes charbonneuses	2.00	165.10	
Veinette	0.20	165.30	Mat. vol. 23.4 Cendres 2.30 dégagem. de gaz

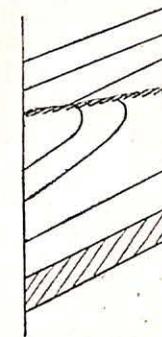
Grès, cloyats cloisonnés avec pholélite; Stratifications entrecroisées.	166 mètres		
Grès à nodules	3.20	168.50	Inclin. variable, puis très faible.



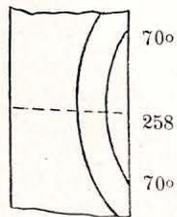
Schistes psammitiques, commencent par une brèche de faille. — Joints avec pholélite. — Passe aux psammitites zonaires à stratifications entrecroisées. — Très failleux; <i>Spheropteris obtusiloba</i> ; pyrite.	1.90	170.40	
--	------	--------	--

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Couche : charbon 0 ^m 30; terre 0 ^m 30; charbon 0 ^m 68	1.28	171.68	Mat. vol. 22.18 Cendres 21.22
Mur scailleux puis mur pyriteux; <i>Lepidophyllum</i> , <i>Lonchopteris</i> , <i>Sphenophyllum</i> . — Devient schisteux; radicelles disparaissent. — Beaucoup de pholérîte et de pyrite	1.32	173.00	Inclinaison 15°
Grès psammitiques zonaires; cloyats cloisonnés. — Végétaux hachés	3.60	176.60	
Veinette	0.18	176.78	
Mur psammitique schisteux; Calamites perforés. — Devient plus psammitique et zonaire, nombreuses cassures avec pholérîte. — <i>Lepidophyllum</i> ; intercalations de schistes bruns vers 179 mètres; <i>Nevropteris</i> . — Devient gréseux zonaire; végétaux hachés; joints noirs. — A 180 mètres, banc schisteux rempli de cloyats, — Brèche de faille; <i>Nevropteris</i> ; Calamites. — A partir de 181 mètres, grès psammitique et zonaire avec lits schisteux, pyriteux, broyés. — Brèche de faille (diaclasses obliques), très psammitique, zonaire, avec rares radicelles	6.72	183.50	— 15°
Mur psammitique puis gréseux zonaire, devient gris clair. — Calamites perforés, cloyats	1.95	185.45	
Couche : charbon 0 ^m 29; terre 0 ^m 13; charbon 0.35	0.77	186.22	Mat. vol. 23.60 Cendres 4 50
Grès grenu, micacé, feldspathique, pyriteux. — Grosses empreintes charbonneuses. — Cassures vers 190 mètres, passe aux psammites zonaires et finit par un banc de brèche de faille (pholérîte).	3.78	190.00	Inclin. 29° — 26°
Brèche de faille; schistes psammitiques; cloyats cloisonnés	3.55	193.55	
Mur scailleux gris. — Devient psammitique; cloyats augmentent en descendant. — Cloyats cloisonnés; <i>Sphenopteris obtusiloba</i> . — Le caractère du mur diminue en descendant	4.05	197.60	25° —

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Couche	0.55	198.15	Mat. vol. 24.27 Cendres 5.7
Sous la veine mur scailleux	1.75	199.90	
Veinette	0.35	200.25	Mat. vol. 24.12 Cendres 4.0
Murs schisteux avec cloyats; diaclases verticales. — Passe aux psammites zonaires.	0.75	201.00	Inclinaison 46°
Psammitite zonaire jusque 203 mètres. — Passe à du mur	3.50	204.50	— 45°
Mur devenant de plus en plus schisteux; très pyriteux. — Nombreux cloyats; <i>Nevropteris</i> , <i>Calamites</i> . — Faux mur à la base	0.55	205.05	
Couche : charbon 1 ^m 75; terre 0 ^m 50; charbon 0 ^m 26. — Passes intercalaires, <i>Cordaïtes</i> , <i>Sigillaria</i>	2.51	207.56	Mat. vol. 23.87 Cendres 12.6
Grès argileux, feldspathique; diaclases obliques (toit ?). — Nodules; devient zonaire, puis psammitique. — <i>Cordaïtes</i> ; devient plus schisteux	3.44	211.00	— 42° — 52°
Schistes psammitiques avec <i>Cordaïtes</i> , <i>Sphenophyllum</i> . — Intercalation de grès (0 ^m 50 à 212 mètres) avec grosses empreintes charbonneuses, pyriteuses. — Devient du psammitite zonaire; surfaces de glissement; rachis; <i>Calamites Cisti</i> . — Devient schisteux; nombreuses calamites. — Sur la fin, psammitite compact	4.50	215.50	
Psammitite, devenant plus schisteux; <i>Sphenopteris obtusiloba</i> , <i>Calamites</i> , <i>Cordaïtes</i> ; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> . — Devient schisteux, psammitique compact; les trois végétaux sont nombreux. — Devient plus schisteux; sur-			



NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
faces de glissement; <i>Sphenophyllum</i> avec épis. <i>Pecopteris</i> , rachis. — Devient plus schisteux; <i>Lonchopteris</i> , <i>Nevropteris</i> ; cloyats cloisonnés; <i>Cordaïtes</i> , <i>Sphenopteris</i> . — A la base, surfaces de glissement en tous sens. pyrite; <i>Annularia</i> . — Devient de plus en schisteux; <i>Palmatopteris artemisiæfolia</i> . — A 227 mètres, faille; à 230 mètres, fort failleux; <i>Sphenopteris Schillingi</i> (?) . . .	14.50	230.00	Régulier.
Mur psammitique, devenant gris-bistré. Passe à une roche schisteuse noire pétrie de végétaux. — Cordaïtes perforés; cloyats bruns; <i>Nevropteris</i> et rachis; <i>Sigillaria</i> , . . .	2.50	232.50	
Mur scailleux; cloyats. — Passe à du mur très friable et très charbonneux. . . .	1.00	233.50	Mat. vol. 24.90 Cendres 2.20
Couche.	1.00	234.50	
Psammites schisteux; pyriteux; remplis de <i>Cordaïtes</i> . — Passent au psammite zonaire. — Diaclases verticales et obliques. <i>Sigillaria scutellata</i> . — Devient plus schisteux . . .	9.00	243.50	Inclinaison 60° Régulier.
Mur psammitique avec cloyats; <i>Sphenophyllum</i> , <i>Pecopteris</i> . — <i>Calamites</i>	0.50	244.00	Failleux.
Mur scailleux devenant gris. Cloyats oolithiques. — Passe à du faux mur noir, brun; <i>Nevropteris</i>	4.00	248.00	
Mur psammitique, pyriteux, brun. — Devenant scailleux, très failleux	6.00	254.00	
Schistes psammitiques zonaires. <i>Nevropteris</i> . — Surface de glissement dans le sens de la stratification. — Nombreuses diaclases. — A la base joints noirs et végétaux hachés	7.00	261.00	Inclinaison 68° Régulier.
			Inclinaison 58°
Veinette	0.40	261.40	Mat. vol. 18.74 Cendres 36.92



NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Mur scailleux avec cloyats. Joints de glissement en tous sens. — Sporangés. Cordaïtes perforés. <i>Pecopteris</i> . — <i>Nevropteris</i> . Graines; gros cloyat pétri de végétaux. <i>Sigillaria scutellata</i> . — Le caractère du mur s'accroît à la base avec teinte claire et cloyats oolithiques	6.10	267.50	Inclinaison 40°
Lit de faux <i>Cannel-Coal</i> horizontal avec coquilles. — Entomostracés	0.10	267.60	
Mur schisteux noir avec zones brunes; devient psammitique; cloyats; surfaces de glissement en tous sens. — Se termine par quelques centimètres de schiste noir avec coquilles	5.40	273.00	— 46° failleux
Veinette	0.20	273.20	Mat. vol. 33.37 Cendres 4.2
Mur psammitique, cloyats, <i>Sigillaria</i> . — Lit noir avec empreintes de toit; <i>Nevropteris</i> . — Le mur devient gris avec lits noirs	2.80	276.00	Inclin. 30° failleux
Psammites schisteux, noirs bruns, aspect de mur, nombreux gros végétaux; <i>Sigillaria</i> , <i>Lepidodendron</i> . A 276 ^m 30, un banc de 0 ^m 60 à structure oolithique, graines	0.75	276.75	Inclin faible
Schistes psammitiques avec radicelles; banc de schistes noirs pétris de <i>Cordaïtes</i> ; <i>Sphenopteris microscopica</i> ? Le schiste est plus clair par endroits; diaclases obliques, zonaires par place.	1.25	278.00	— 20° régulier
Schistes avec cloyats et calamites passant rapidement au psammite zonaire; <i>Annularia radiata</i> , <i>Nevropteris</i> . — Stratifications entrecroisées, pyriteux. — Psammite zonaire; lits gréseux; diaclases verticales. — Devient graduellement plus schisteux; nombreuses cordaïtes. — <i>Nevropteris</i> , <i>Sphenopteris obtusiloba</i> , <i>Sphenophyllum</i> . — Encore plus pyriteux près de la veine	5.35	283.35	— 21° régulier
Couche.	0.55	283.90	Mat. vol 25.12 Cendres 2.00

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Mur schisteux; nombreux joints de glissement; <i>Nevropteris heterophylla</i> et <i>Sphenophyllum</i> . — A 286 ^m 70, banc noir feuilleté pétri des plantes citées plus haut.	2.80	286.70	
Mur psammitique carbonaté, cloyats bruns; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> , <i>Sigillaria</i> , <i>Lonchopteris maccris</i> , <i>Sphenopteris</i> , <i>Calamites</i> , cloyats cloisonnés; <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> . — Passe aux psammites zonaires; <i>Nevropteris</i> , <i>Mariopteris muricata</i> , <i>Sphenopteris obtusiloba</i> ; rachis, <i>Calamites Cisti</i> . — Le psammitite devient plus grossier, peu de radicules, nombreux calamites, végétaux hachés. — Banc gréseux avec <i>Sigillaria</i> vers 291 mètres; diaclases verticales.	6.80	293.50	— 32°
Grès gris grenu. Grosses tiges charbonneuses (<i>Sigillaria</i> , <i>Calamites</i>); lits de nodules. — Devient zonaire par place.	4.60	298.10	
Schistes noirs-bruns pétris de végétaux. <i>Cordaites</i> . — Rachis. — <i>Sigillaria scutellata</i> ; zones brunes. <i>Nevropteris</i> , <i>Cordaianthus</i> .	0.50	298.60	
Veinette (Pas d'échantillon).	0.10	298.70	
Mur scailleux. Cloyats cloisonnés. — A 302 m. brèche de faille.	3.80	302.50	
Psammitite zonaire; lits schisteux; graines. <i>Nevropteris</i> . — Banc noir avec végétaux hachés. — Devient plus schisteux par place. Lits schisteux scailleux. <i>Calamites paleaceus</i> . Diaclases verticales.	2.30	304.80	Failleux.
Schistes gris à zones brunes. A 306 mètres, schistes noirs fins carbonatés. Coquilles <i>Anthracosia</i> et entomostracés. <i>Sphenopteris</i> (0 ^m 60). — Passe à du schiste doux. Diaclases verticales avec pholélite.	2.20	307.00	
Schistes à zones brunes. Diaclases verticales. Schiste devient plus fin. Diaclases verticales, nombreuses et pyriteuses. — Pas d'empreintes.	2.84	309.84	Inclinaison 28°

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Veinette	0.32	310.16	Mat. vol. 23.73 Cendres 4.25
Mur schisteux et scailleux, peu caractérisé. <i>Cordaites</i> . Cloyats. — <i>Calamites Suckowi</i> abondants, perforés. — Devient rapidement zonaire. <i>Calamites paleaceus</i> . — Joints noirs. — <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> . Gréseux par place vers 312 mètres, <i>Nevropteris heterophylla</i> , <i>Asterophyllites equisetiformis</i> , <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> , <i>Palmatopteris furcata</i> , <i>Samaropsis</i> , <i>Annularia radiata</i> , <i>Radicites</i> , <i>Lepidophyllum</i> .	6.98	317.14	Régulier. Id.
Veinette	0.26	317.40	Mat. vol. 23.95 Cendres 9.05
Mur gris clair psammitique; devient rapidement scailleux, charbonneux sur la couche	0.85	318.25	
Veinette	0.40	318.65	Mat. vol. 23.55 Cendres 9.3
Mur scailleux; brèche de faille. — Devient psammitite zonaire, radicules diminuent. <i>Cordaites</i> ; <i>Annularia</i> , <i>Mariopteris muricata</i> , <i>Sphenophyllum</i> , <i>Nevropteris</i> . — Nombreux cloyats; grosses empreintes charbonneuses de 0 ^m 05 d'épaisseur à 322 ^m 60. — Graines de <i>Cordaites</i> nombreuses, joints très pyriteux, <i>Calamites</i> . — Brèche de faille à la base.	5.85	324.50	— 37°
Psammitite schisteux; joints foncés avec végétaux hachés. — <i>Nevropteris</i> , graines; <i>Lycopodites carbonaceus</i> ; cassures parallélipédiques. <i>Lepidophyllum lanceolatum</i> . — Devient schisteux et scailleux à la base.	1.00	325.50	— 10°
Mur psammitique; nombreux cloyats.	1.50	327.00	
Psammitite zonaire avec lits gréseux; stratifications entrecroisées. — Pyrite; grosses empreintes charbonneuses, nombreuses diaclases verticales avec pholélite. — Devient plus schisteux vers 330 mètres.	3.50	330.50	failleux

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schistes psammitiques; broyage de faille	2.50	333.00	
Psammite zonaire; végétaux hachés et joints noirs. — A 334 ^m 50, passe gréseuse; diaclases verticales et obliques; cloyats cloisonnés. — Les empreintes végétales augmentent. <i>Mariopteris muricata</i> . — Devient schisteux. <i>Nevropteris</i> , <i>Calamites</i> , <i>Cordaites</i> , <i>Sigillaria</i>	5.30	338.30	Inclinaison 12° failleux
Couche : charbon 0 ^m 54; terre 0 ^m 28 charbon 0 ^m 30; terre 0 ^m 20; charbon 1 ^m 15 terre 0 ^m 22; charbon 0 ^m 36	3.05	341.35	Mat. vol. 23.05 Cendres 10.60
Mur scailleux; mur psammitique très broyé. — Passe au schiste psammitique, joints noirs	2.20	343.55	
Veinette	0.35	343.90	Mat. vol. 23.72 Cendres 7.05
Mur psammitique très failleux. Passe très vite au psammite zonaire avec intercalations schisteuses noires remplies de végétaux macérés. — <i>Nevropteris</i> , très failleux. — Broyage de faille à 345 ^m 80 jusque 350 m. — Mur psammitique. <i>Calamites Cisti</i> perforés. Cloyats. <i>Sphenophyllum</i> , <i>Mariopteris</i> .	7.10	351.00	
Couche : Charbon 0.46; terre 0.94; charbon 0.40	1.80	352.80	
Le mur devient caractéristique. Mur schisteux. — Devient gris. <i>Cordaites</i> . Un cloyat brun avec lit charbonneux. — <i>Nevropteris</i> et <i>Sphenophyllum</i> dans un banc noir	1.20	354.00	Incl. 5 à 6° Failleux.
Psammite zonaire Végétaux hachés. Diaclases verticales. — Joints noirs charbonneux. <i>Calamites</i> . — A la base, <i>Calamites</i> plus nombreux	5.00	359.00	Inclinaison 30°
Mur psammitique	1.50	360.50	Failleux.
Schistes noirs, bruns, feuilletés (toit). <i>Nevropteris</i> . — <i>Cordaites</i> . Zones brunes. <i>Lepidostrobus</i> . <i>Pecopteris dentata</i> . — <i>Annularia radiata</i> . <i>Cordaites</i> . <i>Cordaitenhus</i> . <i>Palmaopteris furcata</i> .	1.00	361.50	Inclinaison 10°

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Mur psammitique zonaire	1.45	362.95	
Couche	0.60	363.55	Mat. vol. 24.03 Cendres 2 90
Schiste psammitique. Cassures conchoïdales, sans empreintes. — Joints noirs. Surfaces de glissement. — Devient plus schisteux. <i>Nevropteris</i> . Végétaux hachés. <i>Cordaites</i> . <i>Sphenophyllum</i> . Passe graduellement à du psammite zonaire. — Brèche de faille de 0 ^m 05	4.95	368.50	Inclinaison 30°
Passe graduellement à du schiste doux gris, à cassures parallépipédiques. Coquilles. — Diaclases obliques. Quelques végétaux hachés. Diaclases à 70° dans le même sens que les stratifications. Brèche de faille à 371 ^m 25. Cloyats cloisonnés à aspect huileux et calcaireux à 371 ^m 70	3.65	372.15	— 35°
Devient psammitique, zonaire. Passe gréseuse. <i>Sphenopteris corraloïdes</i> . — Passe insensiblement à du mur gris-brun bistre. — Gros bancs de cloyats.	2.05	374.20	
Veinette	0.12	374.32	Mat. vol. 24.12 Cendres 4.10
Grès gris brun à grosses empreintes charbonneuses. — Très feldspathique et grenu; zonaire par place. — Devient de plus en plus zonaire	2.38	376.70	
Psammite zonaire. Diaclases obliques. — Se termine par un mur gris psammitique.	3.62	380.32	
Couche	0.62	380.94	Mat. vol. 23.85 Cendres 3.6
Schistes psammitiques zonaires bruns, <i>Lepidophyllum</i> . <i>Asterophyllites</i> avec épis. — Devient psammitique. Passe au psammite zonaire. Diaclases verticales. Radicelles	5.66	386.60	Inclinaison 30°
Schiste noir feuilleté, rempli d'empreintes de plantes. Quelques radicelles et une coquille. — Faux toit. <i>Sigillaria</i>	1.04	387.64	— 22°

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Couche: Charbon 0.16; terre 0.09; charbon 0.41	0.66	388.30	Mat. vol. 24.37 Cendres 3.80
Mur normal psammitique. Diaclases verticales. Cloyats de 387 ^m 29 à 389 ^m 45. — Brèche de faille. Escailleux. — <i>Calamites</i> . <i>Sphenophyllum</i> . <i>Pecopteris</i> . <i>Lepidophyllum</i> . <i>Nevropteris</i> . Passe insensiblement à du toit. Devient schisteux. — Vers 390 mètres, passe broyée; devient ensuite de place en place schisteux. <i>Cordaites</i> . Passe de charbon à 390 ^m 60	2.50	390.80	
Couche.	0.60	391.40	Mat. vol. 24.40 Cendres 3.75
Schiste scailleux brunâtre. Mur pas bien caracté- risé qui passe insensiblement à du toit. — <i>Sphenophyllum</i> . <i>Nevropteris</i> . <i>Calamites</i> . <i>Asterophyllites</i> . <i>Mariopteris muricata</i> . Toit de schiste psammitique. Nombreuses em- preintes	2.55	393.95	
Psammite brunâtre, diaclases verticales; devient très failleux à 395 ^m 35. — Brèche de faille; surfaces de glissement en tous sens	12.80	406.75	
Veinette	0.30	407.05	Mat. vol. 21.70 Cendres 2.56
Mur brun bistré par place; sporanges. — Passe au psammite zonaire à 408 mètres; joints noirs; surfaces de glissement	1.15	408.20	Inclinaison 30°
Grès psammitique zonaire, feldspathique; dia- clases; nodules de sidérose; joints charbon- neux.	3.65	411.85	
Mur psammitique brun, cloyats; mur très caractérisé. — <i>Calamites</i> perforés	1.00	412.85	
Veinette	0.28	413.13	Mat. vol. 24.66 Cendres 4.20
Schistes gris à cassures conchoïdales; <i>Lepido- phyllum</i> . — Lit de sidérose; <i>Asterophyllites</i> ; <i>Calamites</i> et <i>Annularia</i>	0.97	414.10	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Psammite zonaire; banc gréseux à nodules; végétaux hachés; diaclases blanches	2.50	416.60	
Mur failleux devenant psammitique vers 418 mètres. — Cloyats oolithiques; <i>Sigillaria</i> avec brèche de faille. — Le mur devient de plus en plus scailleux; devient gris clair puis prend un aspect brun bistré caractéristique. Schiste psammitique brun; <i>Nevropteris</i> très nombreux; rachis; zones brunes; cassures obliques; sporanges	8.10	424.70	
Schiste normal, zones brunes, cassures con- choïdales; <i>Nevropteris</i> , rachis abondants, radicelles nombreuses; <i>Calamites</i> . — Tourne au mur; <i>Sphenopteris obtusiloba</i>	1.60	426.30	Inclinaison 20°
Mur brunâtre, cloyats, <i>Nevropteris</i> nombreux; <i>Lepidostrobus</i> . — Le mur devient plus schisteux à 430 mètres; <i>Sphenopteris obtusi- siloba</i> , fruits, <i>Lepidodendron</i> . — Devient très schisteux, le mur est moins caractérisé contre la couche, très carbonaté, un peu psammitique	2.70	429.00	
Couche.	3.50	432.50	
Couche.	1.40	433.90	Mat. vol. 24.73 Cendres 3.47
Psammite zonaire gréseux; joints noirs et végé- taux hachés; diaclases	8.10	442.00	— 26°
Mur psammitique; calamites et rachis perforés; cassures obliques fort inclinées. — Le mur devient plus schisteux et moins caractérisé	2.60	444.60	
Veinette	0.25	444.85	Mat. vol. 24.37 Cendres 6.96
Schistes scailleux; joints de glissement en toutes directions, radicelles. — Passe à du schiste psammitique avec radicelles et cloyats par place.	1.35	446.20	failleux
Schistes gris, cassures conchoïdales; <i>Anthra- cosia</i> . — Repasse rapidement à du schiste psammitique, gros cloyats cloisonnés. — Repasse à du schiste brun; alternance de			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
bancs psammitiques et de bancs schisteux; cloyats oolithiques, radicules; par places, sporanges	1.30	447.50	
Psammite zonaire, stratifications entrecroisées; cloyats cloisonnés; intercalations schisteuses avec coquilles; <i>Calamites</i>	2.00	449.50	
Schiste noir brun bondé de <i>Cordaïtes</i> ; zones brunes; <i>Stigmaria</i> , <i>Lepidostrobus</i> . — Les radicules augmentent et on passe à du mur scailleux bistré oolithique, très dérangé	0.82	450.32	Inclinaison 40°
Couche.	0.88	451.20	Mat. vol. 25.28 Cendres 4.45
Schistes feuilletés, brunâtres, à zones brunes remplis de rachis et <i>Nevropteris</i> ; <i>Lepidodendron</i> , <i>Radicites</i> , <i>Pecopteris</i> , <i>Lepidostrobus</i> , <i>Sphenopteris obtusiloba</i> ; <i>Nevropteris</i> nombreux, Sporanges, <i>Calamophyllites</i> , <i>Sphenophyllum</i> , <i>Mariopteris muricata</i>	1.60	452.80	failleux
Mur scailleux noir brun, cloyats	0.35	453.15	
Schistes gris, zonaires, micacés; cloyats cloisonnés; <i>Sphenopteris</i> , <i>Nevropteris</i> , <i>Lycopodites</i> , rachis. — Les empreintes étaient sur un seul lit de 0 ^m 10, le reste est sans empreintes, cassures obliques. — Brèche de faille bien caractérisée de 457 ^m 30 à 458 ^m 00. Les radicules commencent, <i>Annularia</i>	5.95	459.10	
Mur psammitique; devient plus schisteux, même scailleux à 460 m. Banc de sporanges.	1.00	460.10	
Schistes noirs bruns, très feuilletés, bondés de plantes; <i>Sigillaria scutellata</i> , <i>Cordaïtes</i> , <i>Nevropteris</i> , <i>Calamites</i> , <i>Sigillaria</i> , <i>Mariopteris muricata</i> . — A 460 ^m 60 brèche de faille, rachis. — A 461 ^m 50 les radicules apparaissent; cloyats cloisonnés	1.90	462.00	
Mur brun noir foncé, cloyats, <i>Cordaïtes</i> , <i>Sigillarias</i> perforés; <i>Calamites</i> perforés	0.65	462.65	
Veinette (pas d'échantillon)	0.10	462.75	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Intercalations : faux toit avec <i>Nevropteris</i> ; mur psammitique gris avec un grand cloyat cloisonné, hachettite (?)	0.60	463.35	
Veinette (pas d'échantillon)	0.15	463.50	
Psammite gris avec radicules rares, zonaire; <i>Mariopteris muricata</i> ; épis d' <i>Asterophyllites</i> et <i>Asterophyllites</i> , graines; <i>Sphenophyllum</i> , <i>Calamites</i> . — La roche devient noire; passe au schiste psammitique bondé de plantes; <i>Sigillaria rugosa</i> ; à 465 ^m 00, brèche de faille	3.70	467.20	
Couche. (pas d'échantillon)	0.50	467.70	Inclinaison 36°
Schiste de toit, un grand <i>Lepidodendron aculeatum</i> couché à travers la stratification. — Nombreuses feuilles et épis de <i>Lepidodendron</i> , zones brunes; <i>Nevropteris heterophylla</i> avec rachis; gros cloyats cloisonnés; un fruit. — Les empreintes diminuent rapidement; <i>Calamites Cisti</i> , quelques sporanges. — Passe au psammite zonaire. végétaux hachés; joints polis et striés	6.30	474.00	
Schistes noirs à zones brunes; <i>Sphenopteris obtusiloba</i> , <i>Calamites</i> , <i>Sphenopteris</i> , <i>Nevropteris</i> , <i>Asterophyllites</i> , <i>Sphenophyllum</i> , pétri de végétaux; grand rachis, <i>Palmatopteris</i> . — Devient psammitique, radicules disparaissent, puis deviennent de plus en plus abondantes; passe à un mur schisteux.	3.30	477.30	
Couche : charbon 0 ^m 45; terre 0 ^m 30; charbon 0.35	1.10	478.40	Mat. vol. 24.63 Cendres 5.13
Toit psammitique zonaire. <i>Nevropteris</i> . <i>Calamites</i> . Quelques rachis. — Cassures obliques. Un banc de grès à 481 mètres. Diaclases. Grosses empreintes charbonneuses. Grès zonaire. — A 483 mètres passe au psammite zonaire. Une graine. <i>Cardiocarpus</i> . Beaucoup de rachis. Devient plus schisteux à 485 mètres. <i>Calamites paleaceus</i> . <i>Stigmaria</i> . <i>Mariopteris muricata</i>	9.20	487.60	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste psammitique noir, brun. Calamites. <i>Sphenophyllum Nevropteris</i> . Rachis nombreux. <i>Lepidophloïos</i> . <i>Sphenopteris obtusiloba</i> . Radicelles augmentent. Passe au mur scailleux pétri de végétaux.	2.40	490.00	
Couche.	1.44	491.44	Mat. vol. 25.13 Cendres 3.00
Schiste psammitique noir, brun, rempli de rachis. <i>Nevropteris</i> . Grande cassure fort inclinée. <i>Cyclopteris</i> . L'inclinaison augmente considérablement. Passe au psammite zonnaire. A 496 mètres, crochon très ouvert. Nombreuses diaclases et surfaces de glissement. — Devient plus schisteux. <i>Nevropteris</i> . Radicites. Finit par un banc de schiste noir, brun, rempli de rachis avec <i>Nevropteris</i> ; une graine	10.02	501.46	
Couche.	1.07	502.53	Mat. vol. 25.30 Cendres 3.30
Mur psammitique, par place bistré avec cloyats oolithiques. — Passe au psammite compact, avec un banc de <i>Sphenopteris obtusiloba</i> , <i>Cordaites</i> , <i>Sphenophyllum</i> , <i>Mariopteris muricata</i> , <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> , <i>Nevropteris</i> , <i>Calamites Cisti</i> , <i>Lepidostrobus</i> , Rachis	1.47	504.00	Inclinaison 20°
Schistes psammitiques noir - brun feuilletés, pétris de végétaux, <i>Nevropteris</i> , grains, Zones brunes, <i>Lepidodendron</i>	4.00	508.00	
Schistes psammitiques gris avec grandes tiges charbonneuses, <i>Calamites</i> , Rachis, devient rapidement zonnaire, <i>Lycopodites</i> , <i>Sigillaria</i> décortiquée, Graines	1.50	509.50	
Grès psammitique zonnaire. Joints charbonneux	1.70	511.20	
Schiste noir feuilleté pétri de végétaux, <i>Nevropteris</i> . Zones brunes; très charbonneux à la base, <i>Pecopteris</i> , <i>Sphenophyllum</i> , <i>Calamophyllites</i> , <i>Lepidostrobus</i> , <i>Sphenophyllum</i> , <i>Lepidodendron</i> . Très carbonaté à la base	1.00	512.20	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Couche : charbon 0 ^m 17; terre 0 ^m 27; charbon 0 ^m 40; terre 0 ^m 36; charbon 0 ^m 31	1.51	513.71	Mat. vol. 25.50 Cendres 4.50
Mur psammitique, diaclases verticales, rachis, <i>Cordaites</i> ; <i>Nevropteris</i> nombreux; passe rapidement à du schiste psammitique zonnaire rempli de végétaux. <i>Alethopteris</i> , <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> , <i>Mariopteris muricata</i> , <i>Cyclopteris</i> , <i>Nevropteris</i> , <i>Calamites Cisti</i> . — Rachis nombreux et grands joints de glissement nombreux. — <i>Asterophyllites</i> . — A partir de 518 m., roche stérile assez fracturée, beaucoup de diaclases. — A partir de 519 m., devient psammitique, surfaces de frottement à la base, <i>Lepidophyllum</i> et <i>Lepidospermum</i>	11.16	524.87	
Couche.	0.43	525.30	Mat. vol. 24.90 Cendres 6.80
Mur psammitique noir brun avec rachis	1.20	526.50	
Schistes psammitiques. Banc à <i>Sphenopteris obtusiloba</i> . — <i>Calamites</i> . <i>Asterophyllites</i> , un gros cloyat cloisonné. <i>Sphenophyllum</i> et <i>Sphenopteris</i> . <i>Calamites</i> . <i>Sigillaria</i> , <i>Calamostachis</i> , <i>Calamites Cisti</i> , <i>Lepidophyllum</i> avec <i>Stigmara</i> et radicelles, <i>Nevropteris</i>	2.90	529.40	
Faux toit, schiste noir charbonneux rempli de végétaux. — <i>Sigillaria</i>	0.40	529.80	
Veinette (pas d'échantillon)	0.12	529.92	
Mur schisteux noir. — Passe à un schiste feuilleté rempli de végétaux. — Faux toit	0.93	530.85	
Veinette (pas d'échantillon)	0.18	531.03	
Mur noir à cloyats. — Nombreux <i>Sigillaria</i> et rachis. — <i>Sigillaria rugosa</i> . <i>Sigillaria</i> perforé, charbon daloïde, devient gris clair. <i>Nevropteris</i> . — A 532 ^m 50, intercalations de psammite zonnaire. — A 533 mètres redevient schisteux. <i>Sigillaria elongata</i> . — Banc noir brun bondé de plantes à 533 ^m 10. — Fruits, banc à <i>Lepidodendron</i> . — <i>Lonchopteris</i> . — Cloyats. Diaclases verticales vers 535 ^m 50. — <i>Sphenopteris obtusiloba</i> . <i>Pecopteris abbreviata</i> , <i>Sphenophyllum</i>	4.97	536.00	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Psammite zonaire gréseux, noir, brun, radicales, grosses empreintes charbonneuses. — Tronc debout : <i>Syringodendron</i>	1.00	537.00	
Schiste noir feuilleté, bondé de plantes, zones brunes — Cloyats, Calamites, <i>Sphenophyllum</i> , rachis, fruits. — <i>Alethopteris</i> , <i>Nevropteris</i> , <i>Sphenopteris obtusiloba</i> , Radicites, <i>Annularia</i> , <i>Sigillaria</i> , <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> , <i>Palmatopteris</i> , se termine par un faux toit charbonneux, <i>Lepidodendron oboratum</i> et <i>Spiropteris</i>	3.00	540.00	Inclinaison 26°
Couche	0.75	540.75	Mat. vol. 24.60 Cendres 2.70
Mur psammitique, compact à cloyats, Calamites perforés. — Devient rapidement scailleux, radicales rares, <i>Lepidophyllum triangulare</i> . — Un banc de psammite zonaire à 543 ^m 00, diaclases. — Passe au schiste noir (toit), peu d'empreintes ; <i>Lepidophyllum</i> . Coquilles nacrées	3.85	544.60	
Couche : Charbon 0 ^m 50 ; Terre 0 ^m 20 ; Charbon 0 ^m 20	0.90	545.50	Mat. vol. 24 20 Cendres 6.60
Mur gris normal, <i>Bothrodendron</i> (tiges) perforés, <i>Calamites</i> . — A 546 ^m 55, brèche de faille.	1.50	547.00	
Psammite zonaire, bancs gréseux, diaclases minéralisées, pyritées; radicales; très broyé jusque 549 ^m 00, puis régulier, joints noirs. Végétaux hachés. — A 554 mètres, devient plus schisteux, brun noir avec grandes tiges. <i>Sigillaria</i> , <i>Cordaïtes</i> . — A 555 mètres, brèche de faille. <i>Nevropteris</i> , Sporangées	8.50	555.50	
Schistes gris, Zones brunes. <i>Nevropteris</i> , Rachis, <i>Cordaïtes</i> nombreuses. Diaclases verticales. <i>Lepidodendron</i> , graines, nombreux petits cloyats. A 558 ^m 00 passe au psammite zonaire noir brun. — Stratifications entrecroisées.			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Joints charbonneux. Végétaux hachés, <i>Nevropteris</i> , <i>Lonchopteris</i> , <i>Lepidodendron aculeatum</i> , grosses empreintes charbonneuses et nombreuses à la base. A la base un banc grossier, carbonaté, pyritifère, charbonneux	6.00	561.50	
Veinette	0.37	561.87	Mat. vol. 24.60 Cendres 2.80
Mur gris pyriteux, psammitique, cloyats, <i>Calamites</i> perforés. Cloyats cloisonnés. Diaclases obliques. Radicales diminuent <i>Calamites Cisti</i> , <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> , <i>Mariopteris</i>	4.13	566.00	
Grès zonaire. Diaclases verticales zonaires. — Joints charbonneux et pyriteux. — Devient psammitique à partir de 569 mètres. — Très pyriteux, rempli de <i>Lepidophyllum</i>	3.70	569.70	
Couche	0.72	570.42	Mat. vol. 19 80 Cendres 3.20
Mur noir pyriteux, brun bistré. <i>Sigillaria</i> . — <i>Sigillaria rugosa</i>	0.78	571.20	
Schiste noir feuilleté, charbonneux, bondé d'empreintes végétales. <i>Lepidodendron Wortheni</i> , <i>Cordaïtes</i> , enduits pyriteux. <i>Sigillaria</i> , <i>Calamites</i> . Nombreux joints de glissement. <i>Sphenopteris obtusiloba</i> , <i>Sigillaria tessellata</i> — Devient noir brun à 572 mètres. <i>Asterophyllites equisetiformis</i> . — Radicites, joints de glissement horizontaux. <i>Sphenophyllum</i> , <i>Nevropteris</i> , <i>Lepidostrobus</i> . — A 573 mètres devient plus brun, plus psammitique, rayure brune	2.20	573.40	
Veinette (pas d'échantillon)	0.14	573.54	
Mur noir brun psammitique, puis devient de suite schisteux. — Devient gris clair bistré. <i>Sigillaria</i> perforés. Cloyats cloisonnés	2.46	576.00	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Psammite schisteux brun noir zonaire. <i>Nevropteris</i> . Rachis. <i>Sphenophyllum</i> , <i>Lepidophyllum</i> . <i>Sigillaria</i> couché. Banc à <i>Sphenopteris obtusiloba</i> . <i>Sigillaria laevigata</i> . — A 577 ^m 20, passe de 0 ^m 35 de psammite gris bistré gréseux. <i>Nevropteris</i> . <i>Radicitis</i> . <i>Sphenophyllum myriophyllum</i>	2.20	578.20	
Mur gris psammitique, radicules très rares, sporanges nombreuses	1.30	579.50	
Schiste psammitique noir brun zonaire. Rachis et <i>Radicitis</i> . <i>Sphenopteris</i> . <i>Nevropteris</i> . <i>Cordaïtes</i> . <i>Sphenophyllum</i> . <i>Pecopteris dentata</i> . <i>Cyclopteris</i> . <i>Sigillaria</i> . <i>Stigmara</i> . <i>Lepidostrobus</i> . <i>Palmatopteris</i> . <i>Calamites Cisti</i> . — Bancs à cordaïtes nombreux	3.60	583.10	
Mur gris clair. <i>Calamites</i> . Lits de sporanges	0.90	584.00	
Psammite zonaire <i>Lepidospermum</i> . <i>Calamites Cisti</i> . <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> . Epis de <i>Sphenophyllum</i> . — A 585 mètres devient zonaire, passe gréseuse. <i>Cordaïtes</i> , <i>Lepidophyllum</i> , <i>Lepidodendron</i> , <i>Sigillaria</i>	2.00	586.00	
Grès psammitique zonaire Stratifications entrecroisées avec <i>Sigillaria Davreuxi</i> . Passe au grès grenu, micacé, grosses empreintes charbonneuses. — A 589 mètres devient plus psammitique. <i>Cordaïtes</i> , <i>Nevropteris</i> . <i>Pecopteris dentata</i> . — A 590 mètres redevient plus gréseux. — A 590 ^m 50 redevient plus psammitique. <i>Cordaïtes</i> . <i>Nevropteris</i> , <i>Radicitis</i> . — A la base devient schisteux. Aspect de faux toit	4.90	590.90	Inclinaison 27°
Couche : charbon 0.35, terre 1.50, charbon 0.37	2.22	593.12	Mat. vol. 23.90 Cendres 2.20
Mur compact et schisteux. Cloyats, beaucoup d'empreintes. <i>Calamophyllites</i> . <i>Cordaïtes</i> . <i>Sphenophyllum</i> . <i>Nevropteris</i> , passe insensiblement à du schiste gris feuilleté (toit). <i>Lepidostrobus</i> . <i>Nevropteris</i> . Cloyats cloisonnés			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
avec hatchettite? <i>Sigillaria</i> , <i>Sphenophyllum</i> .	1.00	594.12	
Veinette	0.11	594.23	
Mur schisteux noir. Cloyats. <i>Lepidophyllum triangulare</i> . <i>Sphenophyllum</i> avec épis. Passe insensiblement à du schiste feuilleté rempli de végétaux. Rachis. <i>Sigillaria</i> . <i>Nevropteris</i> . <i>Lepidostrobus</i> . <i>Lepidodendron</i> . Cloyats cloisonnés avec liquide à odeur de pétrole. — <i>Sigillaria rugosa</i> et <i>scutellata</i>	1.82	596.05	
Couche	0.52	596.57	Mat. vol. 24.10 Cendres 2.60 Inclinaison 22°
Mur noir schisteux. <i>Nevropteris</i> . Devient compact. Un épi. — A 597 mètres devient psammitique zonaire avec passe gréseuse. — A 598 mètres encore une passe gréseuse, joints noirs. — De 603 mètres à 603 ^m 30, passe gréseuse.	6.73	603.30	
Schistes gris à zones brunes. <i>Calamites</i> nombreux. — <i>Lonchopteris</i> , <i>Annularia</i> , <i>Nevropteris</i> . Cloyats cloisonnés. — <i>Calamites ramosus</i> . <i>Lepidodendron aculeatum</i>	1.88	605.18	
Couche : charbon 0.26, terre 0.20, charbon 0.25, terre 0.15, charbon 0.74 (pas d'échantillon)	1.60	606.78	Inclinaison 25°
Mur scailleux (faux mur) noir, passant à du mur brun bistré, psammitique, devient gris. <i>Palmatopteris</i> . <i>Stigmara</i> . Devient zonaire. <i>Cordaïtes</i> , graines. <i>Asterophyllites equisetiformis</i> . Stratifications entrecroisées, paillettes de mica. Lits gréseux à 609 ^m 00	4.42	611.20	
Psammite zonaire. Stratifications entrecroisées. Pseudo-crochon. Banc de grès à nodules. — A 612 ^m 50 devient plus gréseux. — A 614 ^m 50 un banc de grès à nodules. Brèche schisteuse à 614 ^m 00. <i>Cordaïtes</i>	3.80	615.00	Régulier
Grès gris micacé. — A 616 ^m 00 banc à nodules. Cassures verticales	3.00	618.00	Id.

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Petite veinette rognant au toit (pas notée au sondage).			
Mur gris clair avec radicelles luisantes, cloyats oolithiques, devient psammitique, gros cloyats. <i>Calamites</i> perforés. — A 619 ^m 00, psammite zonaire, végétaux hachés, radicelles diminuent. <i>Cordaïtes</i>	2.70	620.70	Inclinaison 24° Régulier
Schiste gris psammitique. Cassure conchoïdale. <i>Sphenophyllum</i> , <i>Annularia</i> ; devient psammitique à 621 ^m 60, zonaire. <i>Calamites Cisti</i> . Stratifications entrecroisées. Nombreux végétaux hachés. — A 624 ^m 50, passe gréseuse. Diaclases obliques. Rachis de fougères. <i>Nevropteris</i> . Joints pyriteux en tous sens à 626 ^m 50. <i>Sphenopteris coraloïdes?</i> <i>Calamites</i>	6.90	627.60	Id.
Grès gris zonaire. Nodules et végétaux hachés. Joints charbonneux grenus et feldspathiques.	2.40	630.00	Id.
Schistes psammitiques pétris de rachis et de <i>Cordaïtes</i> . Végétaux hachés. Cloyats. <i>Calamites</i>	1.25	631.25	
Grès gris psammitique à nodules. Brèche schisteuse. Joints noirs charbonneux, nombreux joints pyriteux.	2.05	633.30	
Schistes psammitiques à végétaux 0 ^m 30, passant au grès avec empreintes nombreuses, le tout pyriteux. Devient plus psammitique à 635 ^m 50	3.20	636.50	Inclinaison 24°
Schistes psammitiques. <i>Calamites Cisti</i> . Rachis. — Vers la base, un banc gréseux de 0 ^m 20 avec grosses empreintes charbonneuses et nodules. Puis 0 ^m 15 de schistes gris avec calamites	3.55	640.05	
Veinette (pas d'échantillon)	0.13	640.18	
Mur gris clair, brunâtre, empreintes luisantes, psammitique. Intercalations schisteuses avec cordaïtes perforés. <i>Annularia</i> , <i>Mariopteris</i> . Devient zonaire, <i>Sphenopteris obtusiloba</i> .			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Rachis, <i>Pecopteris</i> , <i>Sphenophyllum</i> . — Vers 642 mètres passage dérangé. Prend ensuite l'aspect de toit. Nombreuses <i>Cordaïtes</i> perforés.	3.32	643.50	
Mur gris jaunâtre. Cloyats	0.80	644.30	
Schistes psammitiques zonaires avec radicelles, gris. Devient graduellement zonaire. <i>Calamites Suckowi</i> , <i>Sphenophyllum</i> , <i>Lepidophyllum</i> . <i>Lepidodendron</i> , <i>Sphenopteris microscopica</i>	1.50	645.80	Régulier Inclinaison 24°
Schistes psammitiques gris, zonaires. <i>Sphenopteris coraloïdes</i> . Epis.	1.50	647.30	
Grès psammitique compact, gris, zonaire, devient plus psammitique et passe au psammite, passe au schiste.	2.70	650.00	
Schistes gris fins. <i>Lepidospermum</i> , <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> , <i>Annularia</i> , <i>Asterophyllites</i> , <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> . Passe au psammite. Les empreintes se trouvent dans les lits schisteux. Dans les psammites, végétaux hachés. — <i>Calamites</i> . <i>Calamites paleaceus</i> avec feuillage. <i>Nevropteris</i> . <i>Pecopteris</i> . Passe graduellement au toit puis au faux toit, pétri de <i>Sphenophyllum</i>	4.40	654.40	
Veinette	0.42	654.82	Mat. vol. 22.80 Cendres 4 50 Inclinaison 24°
Mur, un cloyat cloisonné, pétrolifère, galène. Finit par du toit avec <i>Nevropteris</i> et <i>Lycopodites carbonaceus</i> . <i>Sphenophyllum</i> . Rachis. <i>Radicites</i>	0.98	655.80	
Couche	2.90	658.70	Mat. vol. 22.30 Cendres 9.40
Mur schisteux, cloyats cloisonnés, <i>Cordaïtes</i> perforés. <i>Calamites</i> perforés. Devient psammitique et les radicelles diminuent. <i>Sphenophyllum</i> , devient plus schisteux près de la couche. <i>Mariopteris</i> , graines, aspect de toit.	3.30	662.00	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Veinette (pas d'échantillon)	0.18	662.18	Inclinaison 23°
Mur schisteux. <i>Sphenophyllum</i> et <i>Lycopodites</i> . Cloyats pyriteux. Calamites nombreux	1.12	663.30	
Grès zonaire gris micacé. Diaclases verticales. Passe au psammite zonaire avec passes gréseuses	9.50	672.80	
Schistes gris fins, remplis de plantes. <i>Nevropteris</i> . Rachis. <i>Mariopteris</i> . <i>Sphenophyllum</i> . <i>Calamites</i> . <i>Sphenopteris</i> . <i>Lepidospermum</i>	0.70	673.50	
Couche : charbon 0.78 ; terre 0.27 ; charbon 0.95	2.00	675.50	Inclinaison 23° Mat. vol. 13.09 Cendres 58.65
Mur psammitique broyé par place sur 0 ^m 80	2.10	677.60	Failloux
Psammite zonaire brunâtre. Nombreux <i>Cordaïtes</i> . <i>Calamites</i> . <i>Sphenopteris obtusiloba</i> . <i>Alethopteris</i> ? — A 678 ^m 50, il y a 0 ^m 40 de grès à nodules très incliné. Brèche de faille. — A 683 mètres, grès blanc à grosses empreintes charbonneuses et à nodules	9.90	687.50	Inclinaison variable
Mur brun bistré avec radicules luisantes	0.50	688.00	Failloux
Schiste noir scailleux, pétri de plantes. — <i>Nevropteris</i> , <i>Alethopteris</i> , <i>Lepidostrobus</i> . Rachis, <i>Radicites</i> , <i>Cordaïtes</i> , <i>Sphenopteris obtusiloba</i> , <i>Pecopteris</i> . Banc carbonaté. <i>Cyclopteris</i> . <i>Lycopodites</i> . <i>Lepidospermum</i> . <i>Lepidodendron</i> . <i>Dictyopteris</i> , <i>Annularia</i>	3.90	691.90	Inclinaison 22°
Psammite zonaire. Diaclases perpendiculaires à l'inclinaison. Végétaux hachés. — Cloyats plats. Quelques végétaux sur la couche. — Un peu de toit schisteux à la base	6.70	698.60	— 26°
Couche : charbon 0.32 ; terre 0.28 ; charbon 0.50 ; terre 0.20 ; charbon 1.60	2.90	701.50	Mat. vol. 17.72 Cendres 26.80
Mur schisteux noir. <i>Sphenophyllum</i> . Nombreuses surfaces de glissement (on ne remarque rien à la place de la passe renseignée n° 55 dans le carnet du sondeur à cet endroit-ci)	3.60	705.10	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Grès fracturé	0.60	705.70	
Schistes psammitiques gris. <i>Sphenopteris obtusiloba</i> . <i>Lepidophyllum</i> . Rachis. <i>Lepidospermum</i> . <i>Lepidodendron</i> . Devient zonaire. — <i>Lepidostrobus</i> . Cloyats cloisonnés. <i>Nevropteris</i> . <i>Mariopteris</i> . — Passe au schiste brunâtre, foncé, rempli de plantes ; quelques radicules	1.30	707.00	
Mur gris-brunâtre, compact. Radicules brillantes. Passe au mur psammitique. <i>Nevropteris</i>	1.00	708.00	
Psammite brunâtre. <i>Nevropteris</i> abondantes, quelques radicules. Rachis. <i>Calamites paleaceus</i> . <i>Radicites</i> . Cloyat cloisonné, pétrolifère	2.00	710.00	
Veinette	0.35	710.35	Mat. vol. 18.00 Cendres 27.41
Mur psammitique avec bancs gréseux et cloyats	2.45	712.80	
Psammite zonaire avec quelques radicules. — <i>Nevropteris</i> . <i>Sphenopteris</i>	2.20	715.00	
Schistes noirs gras se rayant en brun. Nombreuses sporanges. <i>Nevropteris</i> . <i>Lepidophyllum</i> . Ligne de cloyats	1.00	716.00	
Mur gris. Cloyats. <i>Calamites</i> perforés. <i>Annularia</i> . — Cloyats augmentent à 716 ^m 30. — Passe au psammite zonaire. Végétaux hachés à 717 ^m 30. — Quelques surfaces de glissement. Cloyats	3.50	719.50	
Psammites zonaires gris. <i>Asterophyllites</i> . <i>Sphenophyllum</i> . <i>Sphenopteris coralloïdes</i> à 721 ^m 10. — Epi de <i>Calamites</i> ; <i>Pinnularia</i> à 723 mètres. — A 725 mètres devient plus psammitique. Les joints deviennent noirs à 727 ^m 20	9.60	729.10	
Couche : charbon 0.15 ; terre 0.10 ; charbon 0.45 (pas d'échantillon)	0.70	729.80	
Schistes gris. <i>Asterophyllites</i> . <i>Calamites ramosus</i> . <i>Pinnularia</i> . Se termine par un faux toit noir. <i>Sigillaria</i>	1.50	731.30	

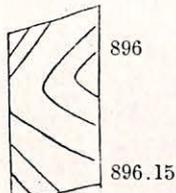
NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Faux mur noir schisteux. Passe au mur normal, mais schisteux. <i>Nevropteris</i> perforé à 732 ^m 50	1.20	732.50	Inclinaison 24°
Schiste psammitique passant au psammite zonaire. <i>Calamites</i> nombreux. <i>Cordaites</i> . <i>Sphenophyllum</i> . Banc carbonaté gréseux à 733 ^m 50. Banc gréseux à 734 ^m 80. Grès psammitique zonaire à 737 mètres	6.00	738.50	
Schiste psammitique assez dérangé. Joints de glissement. Stratifications entrecroisées. Végétaux hachés à 740 mètres. — 15 centimètre de grès brunâtre psammitique. Devient plus schisteux	2.45	740.95	
Couche (amas charbonneux)	0.65	741.60	Mat. vol. 24.00 Cendres 9.10
Schiste psammitique zonaire passant au psammite zonaire. — Diaclases verticales et bancs gréseux à 744 ^m 30. — Végétaux hachés à 745 ^m 35. — Cloyats à 746 ^m 40	5.90	747.50	Inclinaison 25°
Schistes psammitiques	1.40	748.90	
Couche : charbon 0.70 ; terre 0.60 ; charbon 1.20	2.50	751.40	Mat. vol. 22.50 Cendres 12.37
Mur schisteux avec cloyats. Devient psammitique et zonaire. Bancs de grès zonaire à 753 ^m 10	4.10	755.50	
Schiste psammitique zonaire. — Bancs de cloyats. Végétaux hachés	1.50	757.00	
Schiste. <i>Nevropteris</i> , <i>Sphenophyllum</i> , <i>Calamites</i> à 758 ^m 60. Rachis. <i>Sphenophyllum</i> . Bondé de végétaux. Nombreuses surfaces de glissement dans le sens de la stratification. Bancs noir se rayant en gras	3.20	760.20	
Couche	0.70	760.90	Mat. vol. 21.05 Cendres 2.40
Mur	0.90	761.80	
Veinette (pas d'échantillon)	0.15	761.95	
Mur	0.45	762.40	
Veinette (pas d'échantillon)	0.20	762.60	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Mur compact gris. <i>Calamites</i> . Nombreuses cassures. Mur devient psammitique. <i>Mariopteris</i>	2.70	765.30	
Mur gris. Nœud de <i>Calamitina</i> . <i>Annularia</i> à 766 ^m 50. Bancs carbonatés. <i>Calamites</i> , <i>Pecopteris</i> . <i>Pinularia</i> . Passe au psammite zonaire carbonaté brun à 769 ^m 50	5.60	770.90	
Brèche de faille	0.20	771.10	
Schiste psammitique à cloyats. <i>Calamites</i> à 772 ^m 50. <i>Annularia</i> . <i>Radicites</i> . <i>Calamites paleaceus</i> . — Passe au psammite à 775 ^m 30. — Devient gréseux zonaire à 776 ^m 20. — Diaclases obliques. — Devient plus schisteux. <i>Lepidophyllum</i> . <i>Pecopteris</i> . <i>Radicites</i>	9.61	780.71	
Couche : charbon 0.57 ; terre 0.39 ; charbon 0.70	1.66	782.37	Mat. vol. 19.10 Cendres 6.55
Mur normal. Mur devient plus schisteux à 785 mètres. Passe failleuse. Escailles	11.63	794.00	
Mur schisteux. Nombreux cloyats. — Devient psammitique	2.80	796.80	Inclinaison 5°
Couche : charbon 0.38 ; terre 0.72 ; charbon 0.68	1.78	798.58	Mat. vol. 20.92 Cendres 3.42
Mur	0.82	799.40	
Psammite zonaire. Végétaux hachés. Diaclases. Passe gréseuse. Aspect failleux. — A 801 ^m 60 passe au grès zonaire. — A 802 ^m 80, cassure oblique inclinée dans le même sens que la pente	3.60	803.00	
Schiste psammitique zonaire. Bancs carbonatés. <i>Calamites</i> . Grosse cassure oblique	3.25	806.25	
Veinette	0.40	806.65	Mat. vol. 20.84 Cendres 5.55
Carotte perdue	0.85	807.50	
Psammite zonaire. Bancs carbonatés. Joints de glissement	2.50	810.00	
Passe failleuse. Escailles. — Banc de mur	2.00	812.00	
Mur schisteux, très dérangé	1.50	813.50	Inclinaison 35°

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Psammite zonaire. — Nombreux joints de glissement.	1.50	815.00	L'incl. augmente progressivement jusque 55°
Mur psammitique en faille	1.20	816.20	Inclinaison faible
Couche.	0.78	816.98	Mat. vol. 21.05 Cendres 9.95
Mur normal. Nombreux joints de glissement. — Même mur à 817 ^m 80. Passe gréseuse zonaire. — Passe au psammite. <i>Sphenopteris</i>	4.02	821.00	
Grès zonaire. Mur.	1.50	822.50	
Mur psammitique. Devient schisteux. — <i>Annularia</i> . Devient plus schisteux	3.00	825.50	Inclinaison 20°
Veinette	0.10	825.60	
Mur très schisteux. Cloyats. — <i>Calamites</i> . <i>Nevropteris</i> . Passe à du schiste noir de toit. Très feuilleté. Joints de stratification polis. Manque une carotte de 1 mètre	4.20	829.80	
Psammite schisteux. Bancs gréseux. 0 ^m 45 de schiste à la base. <i>Lepidophyllum</i>	5.96	835.76	— 20°
Couche : charbon 0.62 ; terre 0.43 ; charbon 0.26 ; terre 0.24 ; charbon 0.20	1.75	837.51	Mat. vol. 22.20 Cendres 4.65
<i>Calamites</i> . Mur schisteux à cloyats	2.09	839.60	
Psammite zonaire. <i>Calamites</i> . Joints de glissement. L'inclinaison augmente graduellement. Zones brunes. L'inclinaison diminue (stratifications croisées). L'inclinaison augmente à 843 ^m 80. Passe au grès zonaire. Le grès va jusque sur la couche	8.90	848.50	Inclinaison 40°
Couche.	1.15	849.65	Mat. vol. 21.70 Cendres 2.90
Mur. A la base très schisteux. Toit de la 2 ^{me} layette	2.84	852.49	
Veinette	0.11	852.60	
Pas d'échantillon	0.10	852.70	
Couche.	0.47	853.17	
Mur schisteux à cloyats. — Cloyats cloisonnés à 855 ^m 90	3.33	856.50	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste psammitique zonaire, noir	0.50	857.00	Inclinaison 35°
Mur noir scailleux. — Enorme cloyat cloisonné à 859 ^m 80. — Mur schisteux. Nombreux joints de glissement. <i>Pecopteris</i>	4.80	861.80	
Schiste noir-brun. <i>Calamites</i> . <i>Sphenophyllum</i> . Joints ondulés. <i>Nevropteris</i> . <i>Pecopteris</i> à 862 ^m 80. <i>Radicites</i> . <i>Sphenopteris obtusiloba</i> . <i>Annularia</i> . <i>Asterophyllites</i> . <i>Mariopteris muricata</i>	2.20	864.00	Inclinaison 40° à 864 mètres.
Schistes psammitiques zonaires. <i>Calamites</i> . Cloyats à 865 mètres. Joints polis et striés à 867 ^m 20	7.30	871.30	L'inclin. monte à 60° à 869 ^m 10
Failleux. Schistes dérangés. Nombreuses petites cassures. <i>Mariopteris</i> . Cloyats. <i>Nevropteris</i> . Surfaces de glissement en tous sens	2.28	873.58	
Veinette	0.12	873.70	
Mur schisteux	0.50	874.20	
Psammite. Végétaux hachés. Devient gréseux. Schiste gris de toit. Surfaces de glissement obliques	3.50	877.70	Inclinaison faible
Couche.	0.56	878.46	Mat. vol. 22.50 Cendres 2.85 Inclinaison 35°
Mur scailleux gris.	0.64	879.10	
Schiste psammitique régulier. Cloyats cloisonnés. Reste psammitique jusque sur la couche. Gros végétaux charbonneux	2.90	882.00	
Veinette	0.33	882.33	Mat. vol. 20.67 Cendres 9.10 Inclinaison 35°
Terrains scailleux.	1.17	883.50	
Psammites réguliers. Diaclases verticales			
Dérangé. Failleux. Dérangement	2.00	885.50	— 10°
Psammite gréseux. Toujours dérangé	0.50	886.00	
Mur normal	1.22	887.22	
Couche.	1.07	888.29	Mat. vol. 21.32 Cendres 3.90

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste psammitique brun. <i>Calamites</i> nombreux. <i>Pecopteris</i> . <i>Sphenophyllum</i> . Passe au psammite brun. Psammite gréseux zonaire à 890 ^m 40. Joints noirs. Quelques radicelles à 892 mètres. Passe au mur.	4.55	892.84	Inclin 30° 40° à 889 ^m 40
Couche.	0.96	893.80	Mat. vol. 21.90 Cendres 3 00
Psammite gréseux (inclinaison 40°). Devient plus schisteux. <i>Sphenopteris</i> . Passe au psammite zonaire. Diaclases verticales (incl. 27°). Joints de stratification polis. Végétaux hachés. A 896 mètres, un crochon. — (L'inclinaison monte à 40°). Le terrain devient très bouleversé. — Vers 897 ^m 30 crochon cassé. L'inclinaison tombe à 20°. Vers 897 ^m 50 nouveau crochon. L'inclinaison remonte à 40°. A 899 ^m 50 terrain très bouleversé. Echantillons peu nombreux. Radicelles apparaissent. Puis il n'y a plus de radicelles (incl. 35°). Terrain se régularise à 902 ^m 30. <i>Asterophyllites</i> à 903 ^m 60. Le terrain devient plus schisteux (incl. 30°). Passe au schiste psammitique à 904 ^m 70. <i>Calamites</i> . — Toit (plateure, probablement crochon cassé)	11.55	905.35	
Couche.	0.75	906.10	Mat. vol. 21.71 Cendres 2.52
Mur scailleux. Cloyats. Nombreux joints de glissement. <i>Nevropteris</i>	2.20	908.30	L'inclinaison devient assez forte à 906 ^m 80
Schiste psammitique dérangé. Gros cloyats. <i>Calamites</i> . <i>Nevropteris</i> . <i>Asterophyllites</i> à 909 mètres. Radicelles. <i>Sphenopteris</i> . Nombreux joints de glissement peu inclinés. <i>Lonchopteris</i> à 910 mètres.	3.30	911.60	



NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Couche : charbon 0.12 ; terre 0.10 ; charbon 0.08 ; terre 0.30 ; charbon 0.25	0.85	912.45	Mat. vol. 21.27 Cendres 3.55 Inclinaison 27°
Mur schisteux	2.05	914.50	
Psammite. Diaclases verticales. Terrains assez dérangés. Gros cloyats cloisonnés à 915 ^m 50. Devient zonaire. <i>Nevropteris</i>	4.84	919.34	Inclinaison variable à 918 m.
Veinette	0.36	919.70	Mat. vol. 21.05 Cendres 5.62
Mur psammitique et zonaire (incl. 35°). Passe au psammite zonaire avec radicelles. Stratifications entrecroisées (incl. 48°). A 923 m. un crochon (probable). Inclinaison très faible en dessous. Terrain très bouleversé à 926 ^m 50. Mur avec <i>Nevropteris</i> très dérangé. Joints de glissement en tous sens	8.70	928.40	
Psammite zonaire beaucoup plus régulier. Joints de glissement dans le sens de la stratification. <i>Calamites</i> . Quelques radicelles. Cloyats cloisonnés à 929 ^m 20	2.20	930.60	Inclinaison 10°
Veinette : charbon 0.23 ; terre 0.10 ; charbon 0.12	0.40	931.00	Mat. vol 21.20 Cendres 4.65
Schiste psammitique zonaire très failleux. Terrains très dérangés	3.20	934.20	Inclin. 30°
Couche : charbon 0.31 ; terre 0.19 ; charbon 0.12	0.62	934.82	
Mur psammitique. Cloyats. Joints de glissement horizontaux. <i>Calamites</i> . <i>Pecopteris</i> . <i>Cordaites</i> . <i>Sphenopteris</i> . <i>Nevropteris</i> . Cloyats nombreux. Surfaces de glissement dans le sens de la stratification. Quelques radicelles et cloyats à 937 mètres. Devient psammitique et zonaire à 938 mètres. <i>Sphenophyllum</i> avec branches. Banc gréseux à 939 ^m 90. A 940 ^m 90 crochon probable. Terrain broyé. Peu incliné. Nombreux joints de glissement	8.08	942.90	L'incl. augmente à 940 ^m 50. Inclinaison après crochon 25°.
Mur schisteux dérangé. <i>Calamites</i> . Prend une teinte bistrée. Mur devient scailleux contre la couche	1.40	944.30	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Couche : charbon 0.20 ; terre 0.75 ; charbon 0.95	1.90	946.20	Mat. vol. 22.42 Cendres 2.00
Mur psammitique. Devient psammitique et zonaire. Crochon probable à 947 ^m 20	1.40	947.60	Inclinaison 40° Monte après à 85°
Banc de grès broyé. Gros cloyats	0.30	947.90	Inclinaison faible
Psammite broyé. Cloyats. Toujours broyé jus- que 955 ^m 60. Devient très scailleux contre la couche	8.85	956.75	
Veinette (pas d'échantillon)	0.07	956.82	
Schiste psammitique zonaire. Terrain très broyé. Surfaces de glissement en tous sens	2.08	958.90	
Grès gris, à grosses empreintes charbonneuses. Passe au psammite zonaire avec stratifica- tions entrecroisées à 964 mètres. Nombreuses cassures. Terrain broyé	13.90	972.80	L'incl. augmente à 965 mètres et diminue à 957 ^m 80
Grès gris micacé. Grès à nodules. Toujours du grès. Devient psammitique zonaire. Cassures et surfaces de glissement à 976 mètres. Cas- sures perpendiculaires à l'inclinaison	15.10	987.90	
Schiste très dérangé, très broyé. <i>Lepidoden-</i> <i>dron</i> . Zones brunes près de la couche	0.92	988.82	Inclinaison 25°
Veinette (pas d'échantillon)	0.18	989.00	
Mur carbonaté dérangé. Devient scailleux. Peu incliné	2.50	991.50	
Psammite zonaire. Joints de glissement dans tous les sens. A 992 ^m 70 passe gréseuse zo- naire. A 994 mètres nombreuses cassures	6.10	997.60	Inclinaison 48° A 994 mètres incli- naison presque nulle
Grès gris. Cassures en tous sens. Banc à nodules à 998 mètres. 1 à 2 centimètres de schiste psammitique au toit	1.12	998.72	Inclinaison 35°
Veinette (pas d'échantillon)	0.18	998.90	
Mur psammitique. Banc gréseux. Cassures en tous sens	2.00	1000.90	Inclinaison 45°, puis diminue.
Psammite zonaire. Bancs gréseux. Cassures en tous sens	1.50	1002.40	
Grès zonaire. Joint micacé. Cassures en tous sens	3.10	1005.50	Inclinaison très forte. A 1004 ^m 80 inclinaison 43°.
Psammite zonaire. Végétaux hachés. A 1007 ^m 20			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
banc gréseux. A 1009 ^m 20, moins dérangé. Cassure verticale. Devient plus schisteux à 1010 ^m 90. Plus dérangé	8.80	1014.30	A 1009 ^m 20 inclin. 27°. A 1010 ^m 90 inclinaison 20°.
Schiste gris zonaire. Zones brunes. Toujours dérangé. Un banc de 0 ^m 50 de psammite zonaire à 1018 ^m 40. Schiste devient très fin et noir. <i>Pterineopecten papyraceus</i> . <i>Lingula</i> . <i>Posidoniella</i>	8.30	1022.60	
Veinette (pas d'échantillon)	0.20	1022.80	
Mur psammitique dérangé	1.80	1024.60	
Psammite zonaire. Très dérangé. Passe au grès zonaire à nodules, puis devient plus fin. Passe au schiste psammitique (toit). Végétaux hachés	1.53	1026.13	Inclinaison pres- que nulle.
Veinette (pas d'échantillon)	0.15	1026.28	
Mur dérangé. Passe au schiste psammitique zonaire à 1030 ^m 80. Végétaux hachés. A 1030 ^m 50 un banc de 0 ^m 15 calcareux. Passe gréseuse à 1031 ^m 90. <i>Nevropteris</i> . Végétaux hachés à 1034 ^m 80. A 1035 ^m 50, une coquille	11.72	1038.00	Inclin. nulle.
Psammite gréseux fracturé. Passe au psammite zonaire	0.80	1038.80	
Schiste scailleux (toit)	1.30	1040.10	
Veinette (pas d'échantillon)	0.12	1040.22	
Mur schisteux	1.78	1042.00	Inclin. nulle.
Psammite zonaire. Devient gréseux. — Tou- jours gréseux. Devient très fracturé à 1048 ^m 10	18.00	1060.00	Inclinaison 32°

N° 26. — SONDAGE DE JAMIOULX (1).

Société anonyme des Charbonnages de Jamioulx.

Cote de l'orifice : + 125 mètres.

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres.	Profondeur atteinte	Observations
Argile	2.00	2.00	
Cailloutis	8.00	10.00	
Roches rouges et jaunâtres	15.00	25.00	
Calcaire avec rechute de grès rougeâtre et verdâtre	4.00	29.00	
Calcaire	29.00	58.00	
Calcaire carbonifère	64.50	122.50	
Calcaire et schiste houiller	52.50	175.00	

Terrain houiller.

Terrain houiller (fin de l'enfoncement au trépan)	25.80	200.80	Inclin. 45°
Schistes noirs et grès psammitiques.	58.20	259.00	45°
Roc noir schisteux, très cassuré	6.20	265.20	35°
Grès gris foncé très dur, très cassuré	0.20	265.40	
Roc gréseux, puis escailleux à la base	0.85	266.25	
Grès gris foncé très dur, très cassuré	0.80	267.05	
Même grès tout cassuré plus tendre	1.35	268.40	40°
Grès noir très fin, à texture vitreuse	3.80	272.20	
Roc noir psammitique très cassuré	17.75	289.95	25°
Roc gris schisteux.	4.20	294.15	
Grès veiné de quartz (cassures verticales), très dur à la base	3.15	297.30	15°
Roc très dur psammitique, zonaire à la base	6.90	304.20	
Passage de la veine Calvaire en étreinte			
Roc noir, ensuite gris	4.20	308.40	

(1) Sondage commencé le 11 mai 1911, terminé le 19 novembre 1912.

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Grès très dur, clou à la base	1.20	309.60	Inclin. 22°
Alternance de grès et de schiste	1.90	311.50	
Mur d'abord brun, à clous, puis, à partir de 317 mètres, gris escailleux	7.50	319.00	23°
Passage de la veine Calvaire en étreinte			
Roc psammitique, gréseux vers 322 mètres	4.95	323.95	
Roc noir psammitique	30.50	354.45	
Grès gris	11.00	365.45	
Roc noir psammitique passant au mur	0.25	365.70	32°
Mur gris à calamites	1.30	367.00	
Passage de la veine Calvaire en étreinte			
Roc noir, à empreintes psammitiques à la base	7.80	374.80	
Mur gris escailleux à la base	8.90	383.70	30°
Mur gris psammitique	1.80	385.50	20°
Psammite zonaire	7.90	393.40	
Mur psammitique	1.50	394.90	
Grès gris	2.20	397.10	35°
Psammite zonaire	14.50	411.60	8° à 403m10, crochon
Grès gris	2.70	414.30	
Psammite zonaire	3.30	417.60	
Grès gris	2.20	419.80	45°
Psammite zonaire très dérangé	2.40	422.20	40°
Grès gris	1.20	423.40	
Psammite	0.60	424.00	
Grès gris	3.00	427.00	
Schiste psammitique	2.60	429.60	
Grès gris	0.35	429.95	
Schiste psammitique	3.85	433.80	24°
Mur psammitique	0.90	434.70	
Schiste tendre très charbonneux	0.10	434.80	
Veine Calvaire	0.48	435.28	Mat vol. 9.80 Soufre 1.45 Cendres 4.00
Schiste escailleux très tendre	2.12	437.40	25°
Roc du toit très régulier	0.85	438.25	
Veinette	0.15	438.40	
Roc du toit (brusquement incliné à 65° à 438m80)	2.00	440.40	
Grès	0.70	441.10	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste noir escailleux à la base	3.50	444.60	
Mur gris psammitique, passage escailleux à 445m40 et 447m70	3.10	447.70	
Roc gris très cassuré	4.05	451.75	
Grès gris	0.90	452.65	Inclin. 40°
Roc gris, terrain très dérangé	18.85	471.50	
Schiste escailleux très tendre	1.70	473.20	
Mur gris	4.95	478.15	
Roc gris très dérangé	13.75	491.90	
Mur gris	0.70	492.60	40°
Schiste escailleux, puis roc gris à la base	1.60	494.20	
Roc noir psammitique, terrain tout cassé	4.90	499.10	50°
Alternance de roc gris et de roc noir	1.35	500.45	
Roc noir (60° à 501m95).	3.75	504.20	
Alternance de roc gris et roc noir	23.60	527.80	
Psammite noir et gris (plat à 547 mètres).	20.90	548.70	
Terrain gréseux tout cassé	0.90	549.60	
Grès noir à grain fin et points brillants	1.95	551.55	
Grès gris dur	2.00	553.55	40°
Psammite	5.60	559.15	
id.	5.00	564.15	
id.	4.80	568.95	15°
id.	6.75	575.70	30°
Schiste	5.50	581.20	
Psammite	4.80	586.00	30°
id.	3.80	589.80	
Schiste	6.35	596.15	
id.	8.20	604.35	
id.	5.70	610.05	28°
Schiste psammitique	6.20	616.25	
id.	6.95	623.20	
Mur	0.05	623.25	
Mur	1.75	625.10	
Psammite	2.00	627.00	
Schiste	12.75	639.75	57°
id.	6.20	645.95	
Mur	1.35	647.30	
Toit	0.95	648.25	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Veinette	0.20	648.45	
Mur	0.55	649.00	
Psammite	2.75	651.75	
Mur	1.25	653.00	Inclin. 45°
Schiste	2.75	655.75	
Schiste	9.25	665.00	24°
Mur	2.50	667.50	
Psammite	8.15	675.65	
Schiste	9.35	685.00	
Mur	0.50	685.50	
Schiste	5.30	690.80	
Psammite	0.70	691.50	28°
Grès	1.30	692.80	
Psammite	0.95	693.75	
Toit	4.75	698.50	26°
Schiste	6.30	704.80	
Calcaire	0.60	705.40	
Schiste	0.85	706.25	
Calcaire	0.95	707.20	
Schiste	7.40	714.60	
Calcaire	0.25	714.85	
Schiste	12.00	726.85	
Grès	2.85	729.70	25°
Schiste	0.50	730.20	
Grès	0.20	730.40	
Schiste	63.20	793.60	
Grès	1.10	794.70	
Couche : charbon 0.10, schiste 0.30, schiste et charbon 0.55, charbon 0.35.	1.30	796.00	Mat. vol. 10.75 Cendres 15.8 Soufre 4.80
Schiste	5.60	801.60	
Calcaire	0.20	801.80	
Schiste	11.20	813.00	
Id.	8.90	821.90	
Veinette	0.20	822.10	18°
Schiste	2.85	824.95	
Veinette	0.20	825.15	
Schiste	0.10	825.25	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Veinette	0.15	825.40	Mat. vol. 14.8 Cendres 3.10 Soufre 0.63
Schiste	9.95	835.35	venue d'eau (200 lit. à l'heure)
Grès dur	11.90	847.25	
Grès	7.85	855.10	
Toit	0.65	855.75	16°
Couche	0.50	856.25	Mat. vol. 14.15 Cendres 3.80 Coke
Mur	0.60	856.85	
Mur	4.15	861.00	
Grès	8.64	869.64	70°
Schiste psammitique	2.86	872.50	40°
Grès	3.50	876.00	35°
Schiste psammitique	1.00	877.00	—
Grès et psammite	3.00	880.00	
Schiste	9.49	889.49	
Veinette	0.15	889.64	
Mur	1.36	891.00	25°
Psammite	2.30	893.30	
Grès	0.40	893.70	25°
Schiste psammitique	1.60	895.30	
Schiste noir	2.70	898.00	
Mur brun	1.50	899.50	
Psammite	0.50	900.00	
Mur psammitique	1.50	901.50	25°
Psammite	0.25	901.75	
Grès	18.75	920.50	
Grès zonaire	1.64	922.14	
Schiste psammitique	0.21	922.35	
Grès zonaire	2.85	925.20	30°
Schiste psammitique	0.20	925.40	15°
Grès zonaire	14.60	940.00	
Schiste	5.00	945.00	40°
Grès	28.00	973.00	
Schiste	4.00	977.00	
Psammite dérangé.	11.50	988.50	
Grès psammitique	0.50	989.00	
Mur	10.00	999.00	20°

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste	17.04	1016.04	
Couche.	2.30	1018.34	Mat. vol. 13.40 Cend. 8.25 à 10.25 Soufre 0.55 à 0.75 Presque pas de coke
Mur	4.35	1022.69	Inclin. 20°
Grès	1.50	1024.19	
Schiste	4.40	1028.59	
Schiste gris	55.71	1084.30	15°
Schiste et psammite	17.70	1102.00	

N° 28. — SONDAGE DE NALINNES (Haies) (1).

Société anonyme des Charbonnages du Bois-de-Cazier.

Cote de l'orifice : + 220 mètres

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Terre arable	0.25	0.25	
Argile jaune	2.25	2.50	
Sables bouillants	3.05	5.55	
Sables jaunes	1.65	7.20	
Grès verts	5.30	12.50	
Argile bleue	11.00	23.50	
Calcaire	7.00	30.50	
Grès avec banc argileux	18.90	49.40	
Argile gréseuse rouge avec banc durs	7.80	57.20	
Argile grise avec bancs de grès	6.94	64.14	
Argile plus dure	0.96	65.10	
Grès	5.15	70.25	
Grès avec bancs moins durs	13.40	83.65	
Grès verts durs	3.23	86.88	
Calcaire	11.77	98.65	
Argile dure rouge	3.60	102.25	
Calcaire dur vert	9.39	111.64	
Calcaire avec schistes	4.00	115.64	
Grès avec bancs de calcaire	29.36	145.00	
Calcaire avec bancs de grès	30.75	175.75	
Calcaire dur vert	9.75	185.50	
Grès dur	7.97	193.47	
Calcaire	73.07	266.54	
Calcaire mélangé de quartz	9.93	276.47	
Calcaire	255.53	532.00	

(1) Sondage commencé le 18 février 1911, terminé le 6 août 1912.

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Terrain houiller			
Schistes houillers	41.45	573.45	Inclin. 30°
id.	0.75	574.20	
id.	3.89	578.09	25°
id.	1.70	579.79	
id.	10.53	590.32	20°
Schistes houillers avec bancs de grès	11.68	602.00	
id.	2.00	604.00	20°
id.	1.95	605.95	30°
id.	2.05	608.00	
id.	2.20	610.20	
id.	2.35	612.55	
id.	1.55	614.10	
Grès	1.00	615.10	
Schistes	1.10	616.20	
Grès très dur	2.75	618.95	
Grès très dur	4.45	623.40	
Schistes	1.10	624.50	25°
Schistes avec bancs de grès	2.40	626.90	30°
id.	6.05	632.95	25°
id.	1.45	634.40	
id.	2.90	637.30	35°
id.	1.65	638.95	28° et 35°
id.	2.80	641.75	
Grès	3.30	645.05	Inclin. 25°
Schistes compacts	2.50	647.55	22° et 40°
id.	2.35	649.90	
id.	1.90	651.80	40°
Grès	11.35	663.15	
Schiste	2.85	666.00	32°
Grès	4.10	670.10	
Schiste	1.70	671.80	
Grès rempli de petites cassures	0.80	672.60	15°
Schiste psammitique	3.25	675.85	5°
Schiste noir	3.65	679.50	
Psammite grossier (mur)	1.70	681.20	
Schiste dérangé (toit)	2.45	683.65	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Mur brunâtre schisteux	0.55	684.20	
Psammite brunâtre	3.80	688.00	
Grès psammitique	0.20	688.20	12°
Schiste psammitique	2.80	691.00	
Grès psammitique	1.00	692.00	
Schiste psammitique	1.00	693.00	
Psammite	0.55	693.55	5°
Schiste psammitique	2.45	696.00	10°
Psammite	9.00	705.00	
Psammite zonaire noir	0.50	705.50	
Grès zonaire	1.00	706.50	
Schiste doux	1.00	707.50	
Grès zonaire	4.50	712.00	10°
Schiste psammitique doux	2.00	714.00	10°
Psammite zonaire	2.50	716.50	
Schiste noir doux	1.65	718.15	
Schiste psammitique	1.77	719.92	
Mur brun	0.08	720.00	30°
Schiste noir doux zonaire	4.00	724.00	20°
Schiste psammitique zonaire	2.05	726.05	
Grès zonaire	3.25	729.30	
Psammite zonaire	0.70	730.00	
Psammite gréseux	1.50	731.50	
Schiste noir doux	4.50	736.00	
Calcaire sidéritifère	0.50	736.50	
Schiste psammitique	2.50	739.00	Inclin. 15°
Psammite zonaire	0.50	739.50	
Grès zonaire	5.23	744.73	
Psammite schisteux	2.77	747.50	
Psammite et schiste	4.00	751.50	
Schiste doux	2.50	754.00	10°
Schiste psammitique	3.50	757.50	
Psammite schisteux	7.75	765.25	
Psammite compact	7.75	773.00	5°
Schiste noir	4.40	777.40	
Grès zonaire	2.60	780.00	
Mur psammitique	1.70	781.70	15°
Schiste noir grossier	3.05	784.75	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste avec lit de calcaire à crinoïdes	0.25	785.00	
Schiste noir doux	1.00	786.00	20°
Schiste psammitique	9.00	795.00	
Mur	2.80	797.80	23°
Schiste psammitique (toit)	3.70	801.50	38°
Schiste psammitique zonaire	4.50	806.00	
Schiste doux noir	2.00	808.00	22°
Schiste psammitique	3.40	811.40	
Poudingue	5.90	817.30	20°
Psammite schisteux	0.03	817.33	
Grès très quartzeux	0.67	818.00	40°
Psammite zonaire	2.35	820.35	
Schiste noir (faux mur)	0.65	821.00	
Mur	0.35	821.35	20°
Schiste psammitique	1.65	823.00	20°
Schiste	3.30	826.30	26°
Psammite zonaire	2.20	828.50	
Grès gris	2.50	831.00	22°
Grès zonaire	4.00	835.00	
Psammite très dur	1.00	836.00	
Grès zonaire psammitique	6.80	842.80	28°
Psammite zonaire	5.70	848.50	26°
Schiste psammitique	9.50	858.00	
id. zonaire	3.10	861.10	
id. noir intense	0.90	862.00	18°
Schiste doux feuilleté	1.00	863.00	
id. psammitique	0.43	863.43	
Couche.	0.50	863.93	Mat. vol. 13.70 Cendres 7.80 Beaucoup de soufre
Banc de clous très pyriteux	0.25	864.18	Inclin. 18°
Mur schisteux	0.30	864.48	
Mur compact	1.32	865.80	
Grès zonaire	3.70	869.50	
Poudingue	3.50	873.00	
Grès gris à grains très fins	3.30	876.30	22°
Schistes gris	5.30	881.60	12°
Psammite	26.40	908.00	80°
Schiste gréseux	12.00	920.00	20°

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gris dur	5.00	925.00	
Mur brun carbonaté	1.30	926.30	
Mur schisteux bistre	1.20	927.50	
Mur psammitique	1.25	928.75	
Grès argileux	0.75	929.50	Inclin. 33°
Schiste gris dur	10.50	940.00	15°
Schiste psammitique	7.30	947.30	
Schiste noir doux (nodules de sidérose)	1.45	948.75	
Mur psammitique brun	0.75	949.50	
Grès zonaire	16.50	966.00	
Psammites très dérangés	2.00	968.00	
Grès brun très fin	0.90	968.90	10°
Psammite	1.60	970.50	35°
Schiste gris	3.30	973.80	
Grès à grains très fins	1.75	975.55	35°
Psammite compact	4.95	980.50	50°
Schiste noir très dérangé	16.50	997.00	70°
Grès très quartzeux	21.00	1018.00	50°
Psammite gris	8.00	1026.00	
Psammite zonaire	1.00	1027.00	
Grès avec nodules de sidérose	1.00	1028.00	2°
Schistes psammitiques noirs	11.50	1039.50	
Psammite brun foncé	4.50	1044.00	
Mur psammitique	0.50	1044.50	10°
Psammite compact dur zonaire	2.50	1047.00	
Grès gris à grains fins	9.50	1056.50	
Psammite	2.50	1059.00	
Schiste	1.75	1060.75	
Calcaire sidéritifère gris	0.25	1061.00	18°
Schiste psammitique zonaire	1.50	1062.50	
Calcaire sidéritifère	0.05	1062.55	
Schiste psammitique	5.25	1067.80	5°
Grès zonaire	5.70	1073.50	
Mur brun bistre foncé	3.75	1077.25	
Schiste psammitique	1.25	1078.50	
Mur brun carbonaté	0.40	1078.90	
Grès brunâtre à grains fins	0.20	1079.10	10°
Mur psammitique	0.90	1080.00	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Psammite zonaire	1.00	1081.00	
Schiste psammitique	1.00	1082.00	
Mur	1.00	1083.00	
Psammite zonaire	4.00	1087.00	
Grès zonaire	0.90	1087.90	15°
Psammite compact.	1.10	1089.00	
Schiste psammitique dérangé	1.00	1090.00	15°
Grès blanc très quartzeux	3.80	1093.80	5°
Schiste psammitique	2.30	1096.10	
Grès blanc très quartzeux empreintes charbon- neuses	2.20	1098.30	
Grès grossier rempli de points noirs mats; empreintes charbonneuses	7.70	1106.00	15°
Mur psammitique	5.00	1111.00	
Schiste gris doux	4.00	1115.00	
Grès noduleux gris, grains très fins	0.20	1115.20	
Mur psammitique très compact	0.80	1116.00	15°
Grès zonaire à grains fins	11.40	1127.40	11°
Psammite zonaire. Débris de fossiles	17.60	1145.00	
Schiste avec zones de grès. <i>Possidoniela</i>	7.50	1152.50	
Schiste gris doux. Nombreuses cassures	6.50	1159.00	
Inclinaison 50° à 1153m00 ; 70° à 1153m50 ; 50° à 1155m00 ; crochon très ouvert à 1155m20 ; en dessous, inclinaison 70° ; à 1057m00, 21°, puis crochon et inclinaison de 60°.			
Quartzite gris, veines blanches	2.10	1161.10	
Mur	0.10	1161.20	52°
Schiste psammitique	8.80	1170.00	
Grès gris très quartzeux	0.20	1170.20	70°
Psammite zonaire	0.80	1171.00	

N° 33. — SONDAGE DE LONG-BOIS (1).

(Commune de Bouffioulx, hameau de Chamborgneau.)

Société anonyme de Recherches de Charleroi.

Cote de l'orifice : + 174 mètres.

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Terre végétale et argile	3.00	3.00	
Argile	5.75	8.75	
Calcaire frasnien	114.55	123.30	
Calcaire noir	18.20	141.50	
id. blanc	3.40	154.90	
id. gris	6.60	151.50	
id. noir	8.50	160.00	
id. gris	104.00	264.00	
id. noir	13.70	277.70	
id. blanc	7.60	285.30	
id. gris	2.00	287.30	
id. blanc	2.00	289.30	
id. bleu	14.20	303.50	

Terrain houiller.

Schiste houiller	0.48	303.98	
Calcaire noir	1.02	305.00	
Schiste houiller	0.80	305.80	Inclin. 35°
Calcaire noir	10.20	316.00	
Calcaire gris	2.00	318.00	
Psammite houiller	60.60	378.60	
Grès houiller	1.40	380.00	
Schiste	1.00	381.00	
Grès	1.40	382.40	

(1) Sondage terminé le 31 décembre 1912.

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste	1.20	383.60	
Grès houiller	63.40	447.00	
Schiste	3.10	450.10	
Veinette	0.20	450.30	
Schiste	13.70	464.00	
Grès	7.00	471.00	
Schiste	18.20	489.20	
Grès	8.20	497.40	
Schiste	4.70	502.10	
Couche.	0.92	503.02	Mat. vol. 15.25 Cendres 5.05 coke dur un peu boursouffé
Schiste	16.53	519.55	Inclin. 60°
Grès	0.75	520.30	20°
Schiste	0.65	520.95	
Couche.	0.51	521.46	Mat. vol. 15.95 Cendres 6.55 coke dur un peu boursouffé
Grès	2.84	524.30	
Schiste	3.50	527.80	
Grès	1.10	528.90	
Schiste	1.00	529.90	
Grès	0.40	530.30	
Schiste	33.70	564.00	
Grès	4.50	568.50	
Schiste	5.30	573.80	
Grès	1.40	575.20	
Schiste	1.10	576.30	
Grès	0.60	576.90	
Schiste	15.70	592.60	
Grès	0.60	593.20	
Schiste	2.50	595.70	
Schiste	4.50	600.20	
Schiste	6.60	606.80	
Veinette	0.15	606.95	
Schiste	1.25	608.20	
Grès	1.20	609.40	
Schiste	7.80	617.20	
Grès	2.30	619.50	
Schiste	0.20	619.70	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Grès	2.90	622.60	
Schiste	0.90	623.50	
Couche.	0.88	624.38	Mat. vol. 15.34 Cendres 4.95
Schiste	1.22	625.60	Inclin. 20°
Grès	2.60	628.20	
Schiste	2.60	630.80	
Grès	0.40	631.20	
Schiste	37.15	668.35	
Couche.	0.82	669.17	Mat. vol. 16.15 Cendres 9.69
Schiste	6.03	675.20	
Grès	6.40	681.60	
Schiste	0.87	682.47	
Grès	20.23	702.70	
Schiste	1.65	704.35	
Couche.	0.68	705.03	Mat. vol. 15.40 Cendres 4.55 coke dur compact
Schiste	16.07	721.10	Inclin. 10°
Veinette	0.22	721.32	
Schiste	12.83	734.15	
Schiste	9.30	743.45	dressant renv. 30°
Veinette	0.35	743.80	Mat. vol. 14.90 Cendres 7.70 coke dur compact
Schiste	25.30	769.10	dressant renv. 70°
Veinette	0.30	769.40	
Schiste	30.85	800.25	
Grès	4.25	804.50	
Schiste	0.25	804.75	
Grès	1.30	806.05	
Schiste	1.05	807.10	Inclin. 38°
Couche.	0.63	807.73	Mat. vol. 16.35 Cendres 8.45 coke dur un peu boursouffé
Schiste	0.45	808.18	
Veinette	0.33	808.51	Mat. vol. 15.40 Cendres 7.95 coke dur un peu boursouffé
Schiste	5.94	814.45	Inclin. 30°

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Veinette	0.34	814.79	Mat. vol. 16.15 Cendres 8.35
Schiste	2.46	817.25	coke dur un peu boursofflé
Couche.	0.68	817.93	Mat. vol. 15.25 Cendres 5.30
Schiste	7.07	825.00	coke très dur compact
Grès	2.60	827.60	
Schiste	44.35	871.95	
Grès	2.40	874.35	
Schiste	6.85	881.20	
Veinette	0.10	881.30	
Schiste	7.20	888.50	
Grès	5.25	893.75	Inclin. 30°
Schiste	3.00	896.75	
Couche.	0.80	897.55	Mat. vol. 14.70 Cendres 7.40
Escaillage	0.15	897.70	
Veinette	0.42	898.12	
Schiste	29.43	927.55	Inclin. 4° au toit
Couche.	0.70	928.25	Mat. vol. 14.55 Cendres 4.50
Schiste	9.55	937.80	
Grès	2.35	940.15	
Schiste	4.05	944.20	Horizontale
Couche.	0.52	944.72	Mat. vol. 14.30 Cendres 9.55
Schiste	5.58	950.30	Horizontale
Couche.	0.80	951.10	Mat. vol. 14.70 Cendres 8.05
Schiste	29.90	981.00	
Grès	17.70	998.70	
Schiste	29.85	1028.55	Inclin. 4°
Couche.	0.65	1029.20	Mat. vol. 15.50 Cendres 7.55
Escaille	6.00	1035.20	Incl. presque nulle
Couche.	0.50	1035.70	Mat. vol. 15.55 Cendres 7.70
Escaille	0.50	1036.20	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Couche.	0.54	1036.74	
Schiste	3.46	1040.20	
Grès	0.70	1040.90	
Schiste	8.10	1049.00	
Grès	2.20	1051.20	
Schiste	28.10	1079.30	
Grès	1.60	1080.90	
Schiste	34.20	1115.10	
Couche.	0.57	1115.67	Mat. vol. 14.65 Cendres 8.31
Escaille	0.15	1115.82	
Veinette	0.05	1115.87	Inclin. 4°-5°
Schiste	1.13	1117.00	
Grès	11.00	1128.00	
Schiste	11.00	1139.00	
Grès	2.60	1141.60	
Schiste	4.40	1146.00	très faible
Couche.	0.50	1146.50	Mat. vol. 12.90 Cendres 11.00 Soufre 0.96 coke friable
Schiste	4.10	1150.60	Dressant.
Grès blanc grossier, très dur	7.40	1158.00	
Psammite zonaire passant au schiste micacé	5.30	1163.30	
Veinette	0.34	1163.64	Mat. vol. 13.80 Cendres 6.00 Soufre 1.40 coke noyau dur dans contour friable
Schiste	49.76	1213.40	Incl. très faible
Couche.	0.55	1213.95	Mat. vol. 14.20 Cendres 4.80 coke très dur, compact
Escaille	0.05	1214.00	
Veinette	0.02	1214.02	
Schiste	7.28	1221.30	Incl. très faible
Couche	0.72	1222.02	Mat. vol. 13.55 Cendres 5.15 coke noyau dur dans contour friable
Schiste	19.48	1241.50	Incl. très faible

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Veinette	0.35	1241.85	Mat. vol. 13.45 Cendres 9.00 coke noyau dur dans contour friable
Schiste	0.03	1241.88	
Veinette	0.14	1242.02	
Faux mur	0.48	1242.50	
Grès	14.50	1257.00	
Schiste	11.00	1268.00	
Grès	2.40	1270.40	

N° 52. — SONDAGE D'ESTINNES-AU-VAL (1).

Société anonyme du Levant de Mons

Cote de l'orifice : + 94 mètres.

Détermination géologique (2)	NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte
Moderne	Terre végétale	0.40	0.40
Quaternaire	Argile et argile sableuse jaunâtre	3.60	4.00
	Marnes à silex	1.10	5.10
Crétacé.	Craies (d'Obourg, de Trivières, de Saint-Vaast et de Maisières)	111.10	116.20
	Rabots et fortes toises	3.10	119.30
	Dièves et tourtia	4.35	123.65

Terrain houiller

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gréseux altéré, broyé, sidérifère	2.60	129.25	
Schiste escailleux, pourri, sidérifère, passant au schiste gréseux, avec pholélite	4.10	133.35	Inclin 20° — 30°
Veinette	0.15	133.50	mat. vol. 16.01 cendres 15.30
Schiste broyé, pourri, sidérifère, renfermant quelques radicules (mur)	2.00	135.50	
Couche (pyriteuse)	0.50	136.00	— 30° mat. vol. 16.20 cendres 17.40
Schiste sidérifère, broyé, pourri	1.25	137.25	
Couche.	0.70	137.95	— 30° mat. vol. 19.80 cendres 9.52

(1) Une coupe résumée de ce sondage a été publiée dans la 1^{re} livraison de ce tome des *Annales des Mines*, p. 127. — Dans les morts-terrains, forage au trépan avec injection d'eau; dans le houiller, forage au diamant; les carottes obtenues représentent plus de 75 % de la longueur forée.

(2) Les analyses des charbons ont été faites par l'Institut Meurice, à Bruxelles. Les déterminations géologiques et paléontologiques du Houiller ont été faites au laboratoire de Géologie de l'École des Mines du Hainaut, par M. F. Mathieu, ingénieur géologue, et sous la direction de M. Cornet.

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
rose pyritifère et est traversé de filets de calcite blanche			
Schiste gréseux sidérifère, moucheté de pyrite, miroir de pholélite; quelques radicelles (mur)	2.55	140.50	
Couche.	0.55	141.05	Inclin. 25° mat. vol. 20.45 cendres 9 04
Schiste escailleux, dérangé	2.35	143.40	
Schiste compact, parfois légèrement gréseux, micacé, traversé de filonnets de calcite, moucheté de pyrite, enduits de pholélite; passe vers le bas à un schiste escailleux, broyé; quelques pistes de vers	2.75	146.15	— 35°
Schiste légèrement gréseux, sidérifère	1.10	147.25	— 35°
Veinette.	0.15	147.40	mat. vol. 13.80 cendres 32.85
Schiste gréseux, passant parfois à un véritable grès micacé, dérangé	3.25	150.65	
Schiste escailleux broyé pourri; passage de faille ?	3.95	154.60	
Couche.	0.50	155.10	— 25° mat. vol. 17.85 cendres 12.90
Schiste gréseux à grain fin, micacé, traversé de cassures à pholélite, pyrite abondante	2.10	157.20	
Schiste gris finement micacé, renfermant des débris d' <i>Anthracomya sp.</i>	1.10	158.30	— 25°
Schiste gréseux sidérifère, feutré de radicelles.	0.45	158.75	— 20°
Veinette	0.20	158.95	mat. vol. 19.40 cendres 12 25
Schiste de mur, raboteux, avec nombreuses radicelles de <i>Stigmaria</i>	0.75	159.70	
Veinette	0.25	159.95	— 20° mat. vol. 17.80 cendres 17.60
Schiste gris, parfois gréseux, feutré de radicelles; filonnet de quartz	3.35	163.30	
Schiste argileux, compact, passant à un schiste escailleux, avec pholélite	2.00	165.30	
Schiste gréseux, parfois escailleux, très dérangé, avec pholélite et sidérose	7.55	172.85	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste pourri, broyé, sidérose et pholélite	2.65	175.50	terrain très dérangé
Psammite dur, passant à un schiste psammitique micacé; miroir	5.30	180.80	passage de faille; crochon. Inclin. 40°
Schiste fortement gréseux, dur, à grain fin, parfois un peu micacé et zonaire.	3.50	184.30	
Schiste gris, zonaire, sidérifère.	1.20	185.50	— 40°
Schiste pourri, broyé en une masse argileuse ou escailleuse; enduits de pholélite; rognons de sidérose;	10.45	195.95	terrain très dérangé
Pas d'échantillons	2.30	198.25	
Schiste légèrement micacé, passant à un schiste escailleux	1.75	200.00	— 50°
Schiste gris compact finement micacé, pholélite	1.70	201.70	— 60°
Schiste escailleux, sidérifère	1.20	202.90	terrain dérangé; à 203m50, crochon.
Schiste gréseux zonaire; quelques miroirs de glissement avec pholélite	4.40	207.30	
Schiste gris, à cassure irrégulière; sidérose et pholélite	2.05	209.35	— 40°
Schiste gris, doux au toucher avec intercalations de schiste gréseux, débris végétaux peu déterminable; <i>Asterophyllites Roehli</i> Stur.	2.95	212.30	
Psammite micacé, limets charbonneux	3.95	216.25	
Schiste gréseux dur, micacé, sidérifère, <i>Calamites sp.</i> et rachis de fougères	2.60	218.85	— 50°
Grès psammitique, micacé, dur;	2.65	221.60	terrain dérangé
Schiste gréseux, micacé, zonaire, finement straticulé, passant ensuite à un schiste gréseux, compact, dur, se cassant difficilement; rognons de sidérose; quelques tiges et radicelles; fragment de <i>Calamites</i>	3.25	224.75	
Schiste gris, à grain moyen, pénétré de radicelles	0.75	225.50	— 46°
Schiste gréseux micacé, miroir de glissement avec pholélite;	2.10	227.60	à 227m25, crochon — 40 - 45°
Schiste légèrement gréseux, zonaire, se divisant facilement en feuillets de 5 à 10 millimètres séparés par des surfaces brillantes; <i>Cordaites sp.</i> , <i>Cordaicarpus sp.</i>	1.20	228.80	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gris, parfois gréseux; nombreuses cassures et miroirs, avec enduits de pholérite; quelques lits et concrétions sidérisés.	2.95	231.75	Inclin. 60°
Schiste gris, cassuré; enduits de pholérite; <i>Calamites</i> , <i>Lycopodites carbonaceus</i> Feist.	1.00	232.75	
Schiste fortement gréseux, avec rognons de sidérose nettement calcarifère.	1.50	234.25	
Schiste gris passant à un schiste gréseux, micacé, lits de sidérose; miroirs avec pholérite; <i>Calamites Cisti</i> .	2.60	236.85	— 50°
Schiste gris sidérisé, renfermant de nombreux débris végétaux; pinnule isolée de <i>Sphenopteris</i> cf. <i>trifoliolata</i> Artis sp.; <i>Neuropteris</i> ; <i>Asterophyllites Roehli</i> Stur.; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb.; <i>Lepidostrobus variabilis</i> Hut. et Lind.	2.65	239.50	
Schiste plus ou moins gréseux et micacé traversé de joints verticaux.	1.70	241.20	
Schiste gras au toucher, escailleux, dérangé.	1.65	242.85	— 50°
Schiste gréseux, assez dur, avec intercalations de bancs de grès grossier dur; à 249 ^m 50, ce schiste prend les caractères de mur; <i>Stigmaria ficoïdes</i> Sternb. sp.; pinnule isolée de <i>Neuropteris</i> .	4.25	247.10	— 45°
Schiste gréseux et micacé, passant à un véritable schiste; cassure miroitante à pholérite; sidérose; <i>Neuropteris</i> sp.; <i>Calamites</i> sp.; <i>Sigillaria scutellata</i> Brong.	1.80	248.90	
Schiste légèrement gréseux, avec intercalation vers 249 ^m 50, d'un banc de schiste escailleux à sidérose; ce schiste est parfois traversé de minces filonnets de quartz s'entrecroisant; <i>Neuropteris</i> .	2.10	251.00	
Schiste gréseux micacé, dur; une pinnule isolée de <i>Neuropteris tenuifolia</i> Schlot.	1.30	252.30	
Schiste escailleux, brillant, pénétré d'appendices de <i>Stigmaria</i> , passant vers le bas à un schiste plus compact, renfermant de gros rognons de sidérose; dérangé.	6.30	258.60	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gris noir, doux au toucher, renfermant des débris végétaux indéterminables; <i>Calamites</i> ; schiste gréseux à grain fin, dur, se débitant difficilement par suite de la présence de nombreux joints; <i>Trigonocarpus sporites</i> Weiss; quelques pinnules de <i>Neuropteris</i> .	3.60	262.70	Inclin. 30°
Schiste gris à grain fin, se cassant en fragment sub-polyédriques par suite de la présence de nombreux joints; passant vers le bas à un schiste gréseux. <i>Annularia stellata</i> Schlot.	2.60	266.30	
Schiste finement gréseux, gris, avec intercalations de schiste gris. <i>Mariopteris acuta</i> , Brong.; <i>Neuropteris</i> .	2.60	267.90	
Schiste gris à grain fin, doux au toucher, renfermant des débris de coquilles.	0.75	268.65	— 25°
Schiste gréseux feutré de radicules; miroir de glissement à pholérite.	1.70	270.35	
Schiste gris à grain moyen se débitant mal, cassuré. <i>Calamites</i> et <i>Cordaites</i> .	3.80	274.15	
Schiste gris, sidérisé; coquilles?	0.35	274.50	
Schiste bistre à grain moyen.	0.50	275.00	— 30°
Schiste noir, charbonneux, renfermant des débris de végétaux fortement désintégrés; <i>Neuropteris obliqua</i> Brong.; <i>Calamites</i> ; <i>Asterophyllites</i> .	0.40	275.40	
Grès gris micacé, dur, passant à un psammite.	1.30	276.70	
Schiste gris noir, souvent escailleux, renfermant des débris végétaux indéterminables; rognons de sidérose.	6.40	283.10	— 35°
Schiste psammitique, micacé; une pinnule isolée de <i>Neuropteris gigantea</i> Sternb.	4.15	287.25	
Grès gris assez dur, micacé.	1.50	288.75	
Schiste psammitique, à grain fin, dur. <i>Neuropteris</i> , <i>Samaropsis</i> , <i>Asterophyllites</i> , <i>Anthracomya</i> .	2.75	291.50	
Schiste gréseux, micacé, avec miroirs de glissement, sidérose et pholérite; <i>Neuropteris heterophylla</i> Brong.; <i>Pecopteris Miltoni</i> Artis.			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
<i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb.; <i>Calamites</i>	3.50	295.00	Inclin. 20°
Schiste gréseux, à grain assez fin, micacé; quelques lits de <i>Calamites</i> sp.; <i>Cordaites</i> sp. posées à plat; <i>Neuropteris gigantea</i> Sternb.; rachis de fougères	5.40	300.40	
Schiste parfois gréseux, lits intercalaires escailleux; <i>Neuropteris</i> sp.; <i>Palmatopteris furcata</i> ; <i>Mariopteris muricata</i> Schlot.; rachis de fougères; à certains niveaux, nombreux rognons de sidérose	0.90	301.30	
Schiste gréseux, d'abord à grain fin, passant ensuite à un psammite gris, micacé, très dur; rognons de sidérose et miroir de glissement; <i>Calamites Cisti</i> Brong.; <i>Artisia</i> sp.	3.70	305.00	— 26°
Schiste gris, à grain fin, à cassure irrégulière, renfermant sur toute sa hauteur des coquilles d' <i>Anthracomya</i>	1.40	306.40	
Schiste gréseux gris, micacé; <i>Cordaites</i> sp.; <i>Cordiocrarpus</i> sp.; à 306 ^m 50, <i>Carbonicola</i> sp.; débris de crustacés ?	1.00	307.40	— 30°
Schiste gris, doux au toucher se cassant irrégulièrement; <i>Neuropteris heterophylla</i> Brongt.; <i>Lepidodendron lycopodioides</i> Sternb.; <i>Cordaites</i> sp.	1.50	308.90	
Schiste gris légèrement gréseux, passant à un schiste escailleux, dérangé; petit <i>crochon</i> vers 312 ^m 00; miroir de glissement	3.35	312.25	
Schiste gris, cassuré, feutré de radicelles (mur) <i>Pecopteris Miltoni</i> , <i>Artis</i>	1.05	313.30	
Couche	0.65	313.95	— 20° mat. vol. 21.15 cendres 2.60
Schiste gris un peu gréseux, renfermant des lits et rognons de sidérose; <i>Sphenopteris obtusiloba</i> Brong.; <i>Neuropteris heterophylla</i> Brong.; un coussinet de <i>Lepidodendron aculeatum</i> Sternb.; <i>Neuropteris gigantea</i> Sternb.; schiste gréseux, gris, micacé,			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
dérangé, très sidérifère, <i>Neuropteris gigantea</i> Sternb.; à 317 ^m 50, débris d' <i>Anthracomya</i> ; petit <i>crochon</i> vers 316 ^m 00	5.40	321.20	Inclin. 45°
Schiste gris, passant à un schiste escailleux; lit de sidérose; <i>Neuropteris gigantea</i> Sternb.; <i>Sigillaria</i> sp.; <i>Lycopodites carbonaceus</i> Feistmantel; <i>Calamites</i> sp.; <i>Cordaites</i> sp.; <i>Cordaicarpus</i> sp.; <i>Cordaianthus Pitcairniae</i> Lind. et Hutt.; <i>Samaropsis</i>	5.20	326.40	
Grès psammitique micacé dur, renfermant de nombreux rognons de sidérose	2.40	328.80	
Schiste gréseux, raboteux, pénétré de radicelles (mur); <i>Sphenophyllum</i>	1.80	330.60	
Couche	0.90	331.50	mat. vol. 20.40 cendres 6.90
Schiste gris assez fin, passant à un schiste légèrement gréseux, miroir de glissement avec pholélite, empreinte indéterminable (crustacé ?)	1.30	332.80	
Schiste gréseux dur, avec lit de sidérose, passant à un mur schisteux gras à cassure irrégulière; débris végétaux hachés comme paille; cicatrice bothrodendroïde	1.70	334.50	
Couche	1.80	336.30	— 30° mat. vol. 19.00 cendres 6.80
Schiste gris zonaire, passant ensuite à un schiste compact légèrement gréseux, <i>Lonchopteris Bricei</i> Brong.; <i>Cordaites</i> sp.; débris d' <i>Anthracomya</i>	2.70	339.00	
Schiste psammitique zonaire	2.80	341.80	— 58°
Schiste escailleux passant à un schiste gris noir à grain fin à rayures brunes, renfermant quelques débris de coquilles	2.20	344.00	
Schiste gris sidérifère se cassant irrégulièrement (coquilles ?)	0.60	344.60	
Schiste gréseux sidérifère passant à un schiste broyé escailleux, miroir de glissement; vers 346 ^m 00, entomostracés (?); à 351 ^m 00, débris d' <i>Anthracomya</i>	6.40	351.00	— 28°

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gréseux compact, pailleté de mica ; sidérose et pholélite	4.85	355.85	
Mur schisteux, escailleux ; radicules de <i>Stigmaria</i>	0.20	356.05	
Veinette	0.35	356.40	Inclin. 40° mat. vol. 18.95 cendres 7.50
Schiste à grain fin renfermant quelques débris de coquilles	0.30	356.70	
Couche	1.30	358.00	— 40° mat. vol. 18.90 cendres 8.90
Schiste de toit noir, à grain très fin, renfer- mant quelques débris de poissons et d' <i>An-</i> <i>thracomya</i>	0.60	358.60	
Schiste gris micacé, passant à un schiste escail- leux, sidérifère	7.20	365.80	— 46°
Mur schisteux à <i>Stigmaria ficoïdes</i> Sternb. et radicules	0.50	366.30	
Couche	1.20	367.50	— 42° mat. vol. 18.46 cendres 8.25
Schiste gris avec intercalations gréseuses ; filonnets de quartz ; rognons de sidérose pyri- tifère ; <i>Lonchopteris</i> sp. ; <i>Asterophyllites</i> ; <i>Lepidodendron obovatum</i> Sternb. ; <i>Cordaites</i> .	1.50	369.00	
Psammite noirâtre à joints charbonneux.	1.30	370.30	
Schiste gréseux, dur, renfermant quelques débris végétaux indéterminables ; <i>Sigillaria</i> ; <i>Calam-</i> <i>mites</i> ; radicules ; caractère de mur	1.80	372.10	
Veinette	0.30	372.40	— 25° mat. vol. 18.40 cendres 8.00
Schiste gréseux, parfois micacé ; miroir de glis- sement ; lits de <i>Cordaites principalis</i> Germar. posées à plat	3.50	375.90	
Schiste gras escailleux, sidérifère (mur)	1.80	377.75	
Couche	1.05	377.80	— 22° mat. vol. 18.50 cendres 8.45
Schiste escailleux, passant à un schiste légè- rement gréseux zonaire	2.05	380.95	
Grès gris à grain moyen, à points charbonneux, sidérose, pholélite	2.10	382.95	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste compact micacé, passant à un schiste gréseux, puis à un mur schisteux escailleux avec radicules ; miroir de glissement	7.25	390.20	
Couche	0.60	390.80	mat. vol. 21.40 cendres 4.30
Schiste légèrement gréseux, passant à un mur escailleux ; sidérose ; pholélite ; filonnets de quartz ; miroir de glissement ; <i>Neuropteris</i> <i>heterophylla</i> Brong. ; <i>Alethopteris lonchitica</i> Schlot. ; <i>Annularia</i>	3.05	393.85	
Couche	0.48	394.33	Inclin. 22° mat. vol. 21.90 cendres 7.85
Schiste plus ou moins gréseux, sidérifère, par- fois micacé ; vers 401 ^m 70, la roche est feutrée d'appendices de <i>Stigmaria</i> ; <i>Neuropteris</i> <i>heterophylla</i> Brong. ; <i>Cyclopteris orbicularis</i> Brong. ; <i>Annularia radiata</i> Brong. ; <i>Spiror-</i> <i>bis carbonarius</i> Murchison ; <i>Neuropteris</i> <i>pseudo-gigantea</i> Sternb.	8.57	402.90	— 32°
Schiste gris noir à grain fin, micacé ; <i>Cordaites</i> sp. ; quelques pinnules isolées de <i>Neurop-</i> <i>teris</i>	3.00	405.90	
Schiste gréseux, avec intercalation de schiste gris ordinaire ; <i>Cordaites</i> ; débris de coquilles dans un schiste noir ; à 406 ^m 40 et 407 ^m 50, pinnules isolées de <i>Neuropteris</i> et <i>Pecopteris</i> ; <i>Asterophyllites equisetiformis</i> Schlot. ; pistes de ver	10.05	415.95	— 40-50°
Schiste gréseux dur, feutré de radicules (mur).	1.35	417.30	
Veinette	0.15	417.45	— 38° mat. vol. 21.60 cendres 3.80
Schiste gris à grain fin, à cassure irrégulière, avec intercalation d'un lit de schiste noir à rayure brune ; <i>Anthracomya minima</i> ; dé- bris de poissons ; <i>Trigonocarpus Noeggerathi</i> Sternb.	1.95	419.40	
Schiste gréseux, assez dur, renfermant quelques rognons de sidérose calcarifère à 421 ^m 95 ;			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
quelques lits sidérifères donnant parfois à la roche une apparence zonaire; <i>Stigmaria ficoïdes</i> Sternb., <i>in situ</i> ; vers 402 ^m 00, pinnules isolées de <i>Neuropteris</i>	6.50	425.90	Inclin. 38 - 40°
Schiste noirâtre, un peu charbonneux, nombreuses tiges posées à plat; <i>Sigillaria</i> ; <i>Lepidodendron</i> ; <i>Bothrodendron</i> (cicatrice raméale)	1.00	426.90	
Schiste plus ou moins gréseux, sidérifère, se cassant difficilement par suite de la présence de nombreux joints; intercalation de schiste gris micacé, quelques pinnules isolées de <i>Sphenopteris</i> sp., <i>Pecopteris</i> sp. et <i>Neuropteris</i> ; <i>Sigillaria ovata</i> Sauvœur; <i>Calamites</i> sp.; <i>Cordaites</i> , <i>Cordaicarpus</i> et radicules	4.55	431.45	— 30°
Mur schisteux, avec <i>Stigmaria ficoïdes</i> Sternb. en place	1.80	433.25	
Veinette	0.10	433.35	— 25°
Schiste gris, passant à un schiste gréseux, lits et rognons de sidérose, miroir de glissement avec pholélite	4.05	437.40	— 30°
Schiste de mur avec radicules	0.65	433.05	
Veinette	0.30	438.35	— 20°
Schiste plus ou moins gréseux, sidérifère, renfermant de nombreuses empreintes bien conservées; <i>Sphenopteris obtusiloba</i> Brong.; <i>Neuropteris</i> sp.; <i>Mariopteris muricata</i> Schlot.; <i>Leuchopteris rugosa</i> Brong.; <i>Lepidodendron</i> ; <i>Lepidostrobos variabilis</i> Lind. et Hutt.; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb.; <i>Calamites ramosus</i> Artis; <i>Sigillaria</i> , <i>Cordaites</i> ; rachis et pinnules	4.10	442.45	
Schiste argileux raboteux, passant à un schiste escailleux; <i>Mariopteris muricata</i> , Schlot.	2.55	445.00	à 444 ^m 90, crochon — 25°
Schiste légèrement gréseux, micacé, sidérifère, prenant à certains niveaux des caractères de mur, <i>Stigmaria ficoïdes</i> Sternb.; <i>Sphenopteris</i> cf. <i>Gilkineti</i> Stur.; <i>Mariopteris</i> ; <i>Aste-</i>			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
<i>rophyllites equisetiformis</i> Schlot.; <i>Lepidophyllum triangulare</i> ? Zeiller	9.80	454.80	Inclin. 20°
Psammite gris noir, micacé, zonaire	4.20	459.00	
Grès psammitique, micacé, passant parfois à un véritable grès compact	4.60	463.60	
Psammite micacé, charbonneux sur les feuillettes, parfois zonaire; pseudo ripple-marks, débris de végétaux indéterminables	8.90	472.50	— 26 - 30°
Schiste fortement gréseux, dur, zonaire, sidérifère	3.80	476.30	
Alternance de minces lits de schistes gréseux et de grès, donnant à la roche un aspect zonaire nettement caractérisé	2.70	479.00	
Grès gris à grain moyen à points charbonneux; vers 480 ^m 80, la présence de nombreux rognons de sidérose donne à la roche un aspect de poudingue; pholélite	5.65	484.65	Crochon
Grès gris micacé, à points charbonneux, parfois feldspathique; sidérose et pholélite	35.85	520.50	Inclin. varie 72° vers 498 ^m
Schiste légèrement gréseux et micacé; miroir de glissement; pholélite et sidérose; débris végétaux indéterminables	3.85	524.35	
Schiste gris, escailleux, dérangé	1.05	525.40	
Schiste gréseux, très dérangé, nombreux miroirs; passage de faille; pholélite et sidérose.	6.50	531.90	
Schiste gréseux à cassure irrégulière, renfermant de nombreux rognons volumineux de sidérose avec quartz (géodes et filonnets); quelques pinnules isolées de <i>Neuropteris</i> sp.	2.35	534.25	
Schiste compact, légèrement gréseux, avec intercalation d'un lit gréseux plus dur vers 336 ^m 85; sidérose; miroirs de glissement; <i>Calamites</i>	3.75	538.00	— 35°
Schiste noir, charbonneux, renfermant de nombreux végétaux posés à plat; <i>Cordaites</i> ; <i>Calamites</i> ; <i>Samaropsis</i>	2.45	540.45	
Schiste gréseux à grain fin, micacé; quelques pinnules de <i>Neuropteris</i> ; <i>Stigmaria</i> et radicules; une piste de ver.	4.35	544.80	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gris, légèrement gréseux; <i>Neuropteris</i> ; <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> Crépin	1.05	545.85	
Couche	0.47	546.32	Inclin. 15° mat. vol. 25.30 cendres 5.00
Mur, schiste légèrement gréseux à <i>Stigmara</i> .	0.78	547.10	
Schiste plus ou moins gréseux, micacé, passant à un psammite assez dur; <i>Calamites Suckowi</i> Brong.; <i>Sphenophyllum</i>	3.60	550.70	— 22°
Schiste noirâtre très fissile, renfermant de nombreux débris végétaux hachés comme paille; quelques pinnules de <i>Neuropteris</i>	0.40	551.10	
Schiste gris noir, compact: <i>Sigillaria scutellata</i> Brong.; <i>Lepidodendron</i> ; <i>Calamites</i> ; <i>Stigma-</i> <i>ria ficoïdes</i> Sternb.	1.90	553.00	— 22°
Schiste gréseux, finement micacé, sidérifère, miroir avec stries indiquant un déplacement horizontal	1.65	554.65	
Schiste gris assez fin, sidérifère, avec interca- lation de schiste noirâtre, un peu charbon- neux; une pinnule de <i>Neuropteris</i> ; <i>Lygi-</i> <i>nopteris</i> ; <i>Cardiocarpus</i> cf. <i>Boulayi</i> , Zeiller; <i>Stigmara ficoïdes</i> Sternb.	3.55	558.20	— 20°
Schiste gris, avec intercalation de schiste gréseux; <i>Sphenopteris obtusiloba</i> Brong.; <i>Neuropteris tenuifolia</i> Schloth.; <i>Mariopteris</i> <i>acuta</i> Brong.; <i>Lonchopteris rugosa</i> Brong.; <i>Calamites</i> ; <i>Asterophyllites equisetiformis</i> Schloth.; <i>Cordaites</i> (Sp.) et nombreuses graines de <i>Cordaicarpus</i>	2.75	560.85	
Psammite gris, dur, micacé, avec intercalations gréseuses; <i>Sigillaria</i> , <i>Calamites</i>	4.55	565.50	— 20°
Schiste plus ou moins gréseux, parfois micacé, avec lit de sidérose, <i>Sphenopteris obtusiloba</i> Brong.; <i>Sphenopteris Sauveuri</i> Crépin; <i>Cordaites</i> ; <i>Cordaicarpus</i> ; <i>Calamites</i>	4.50	570.00	
Schiste psammitique dur renfermant des débris de végétaux hachés?	1.50	571.50	— 22°

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gris, passant à un schiste légèrement gréseux; <i>Sphenopteris trifoliolata</i> Artis.; <i>Palmatopteris furcata</i> Brong.; <i>Mariopteris</i> <i>muricata</i> Schloth.; <i>Lonchopteris rugosa</i> Brong. (grande pinnule); <i>Calamites</i>	2.50	574.00	
Schiste gréseux, dur, sidérifère, avec interca- lation de psammite micacé dur, <i>Alethopteris</i> <i>decurrens</i> Artis.; <i>Lepidodendron</i> (Sp.); <i>Calamites ramosus</i> Artis.; <i>Annularia ra-</i> <i>diata</i> Brong.	6.10	580.10	Inclin. 22°
Schiste gris parfois légèrement gréseux et mi- cacé; quelques pinnules de <i>Sphenopteris</i> et <i>Neuropteris</i> ; <i>Calamites undulatus</i> Sternb.; <i>Radicites columaris</i> Artis.; <i>Asterophyllites</i> , <i>Sigillaria</i>	2.15	582.25	— 12°
Couche : charbon 0.30; terre 0.35; charbon 0.20	0.85	583.10	— 15° mat. vol. 22.25 cendres 5.20
Schiste gréseux, à cassure irrégulière (mur) <i>Mariopteris muricata</i> Schloth.; <i>Calamites</i> ; <i>Stigmara ficoïdes</i> Sternb. et radicules	1.40	584.50	
Grès gris, passant à un psammite, miroir de glissement à pholélite, débris végétaux indéterminables	2.50	587.00	
Grès gris à grain moyen, assez dur, parfois micacé	8.40	595.40	varie — 58°
Grès grossier dur, très sidérifère	3.00	598.40	
Schiste gris, avec intercalations de bancs escai- leux; terrain dérangé (faille); <i>Neuropteris</i> <i>gigantea</i> Sternb.; <i>Sphenophyllum cuneifo-</i> <i>lium</i> Sternb.; débris indéterminables	5.15	603.55	
Grès gris, à grain moyen, parfois psammitique, micacé, à joints charbonneux	4.25	607.80	— 20°
Grès gris, assez dur, compact, filonnet de quartz Schiste gréseux, finement micacé, sidérifère, passant vers le bas à un schiste gris à cassure irrégulière; <i>Asterophyllites equisetiformis</i> Schloth.; radicules	2.85	610.56	
	1.60	612.25	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Couche : charbon 0.34; terre 0.45; charbon 0.55; terre 0.50; charbon 2.10	3.95	616.20	Inclin. 20° 1er sillon m.v. 24.00 cendres 2.00 3e sillon m.v. 22.55 cendres 2.56
Schiste de mur, schisteux, raboteux, feutré de radicelles de <i>Stigmaria</i>	1.10	617.30	
Schiste gréseux, dur, pailleté de mica; une portion de <i>Calamites</i>	1.45	618.75	
Grès gris assez dur, passant à une psammite micacé	2.90	621.65	— 30°
Grès gris, dur, à joints charbonneux	3.75	625.40	
Psammite gris, micacé, dur	0.50	625.90	— 20°
Grès compact, dur	0.90	626.80	
Psammite zonaire, dur, à grain fin	0.90	627.70	
Schiste gréseux, micacé, miroir de glissement; <i>Calamites</i>	2.65	630.35	— 20°
Schiste gris, à grain moyen, assez dur; <i>Neuropteris sp.</i> ; <i>Neuropteris heterophylla</i> Brong.; <i>Mariopteris muricata</i> Schloth.; <i>Alethopteris sp.</i> ; <i>Cyclopteris orbicularis</i> Brong.; <i>Asterophyllites</i> ; feuilles de <i>Lepidodendron</i> ; <i>Cordaites</i> ; <i>Cardiocarpus</i> ; vers le bas, intercalation d'un petit lit de schiste noir, fissile, charbonneux, renfermant de nombreux débris végétaux indéterminables	3.65	634.00	
Schiste gréseux micacé, assez dur; lit de rognons de sidérose; <i>Calamites</i> ; <i>Annularia radiata</i> Brong.; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb.; <i>Sigillaria</i>	4.55	638.55	— 22°
Schiste gris, parfois noir brunâtre, renfermant des débris végétaux; <i>Neuropteris cf. tenuifolia</i> Schloth.; <i>Cordaites</i> ; <i>Cordaicarpus</i>	2.05	640.60	
Veinette	0.30	640.90	mat. vol. 24.10 cendres 6.64
Schiste noirâtre, tendre; <i>Samaropsis cf.</i>	1.75	642.65	
Schiste gréseux, avec radicelles de <i>Stigmaria</i> ; <i>Sphenopteris cf. delicatula</i> Sternb.; <i>Lycopodites carbonaceus</i> Feist	2.75	645.40	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Grès gris assez dur, parfois passant à un grès psammitique et micacé	4.15	649.55	vers 646m20, petit crochon
Schiste gréseux avec rares débris végétaux, passant vers le bas, à un schiste noir à grain fin, à rayure brune, renfermant quelques débris de poissons et de coquilles	4.80	653.35	
Couche	0.55	653.90	— 15° mat. vol. 23.40 cendres 5.30
Mur légèrement gréseux; nombreuses radicelles; sidérose	2.60	656.50	
Schiste noir, passant à un schiste gréseux puis à un schiste gris à cassure irrégulière; miroir de glissement; pinnules isolées de <i>Sphenopteris</i> et <i>Neuropteris</i> ; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb.; <i>Annularia</i>	1.70	658.20	— 28°
Grès, grossier, gris, pénétré de filonnets de quartz	0.40	658.60	
Schiste gris assez dur, sidérifère, présentant vers 659m00 des caractères de mur; sidérose en rognons et en lits; <i>Stigmaria ficoïdes</i> Sternb.; pinnules de <i>Neuropteris</i> et <i>Pecopteris Miltoni</i> Artis	4.10	662.70	
Veinette	0.40	663.10	— 25° mat. vol. 23.80 cendres 5.20
Schiste gréseux, micacé, sidérifère; mur; <i>Stigmaria ficoïdes</i> Sternb.	1.25	664.35	
Schiste gréseux, souvent pailleté de mica, avec intercalation de bancs de psammite à plusieurs niveaux; à 668m50, piste de vers; <i>Stigmaria ficoïdes</i> Sternb.	9.25	673.60	— 26°
Psammite zonaire, avec intercalation de véritables bancs gréseux; sidérose	2.50	676.10	
Schiste, gréseux, micacé, sidérifère; miroir de glissement avec pholélite	4.40	680.50	
Schiste gris, devenant de plus en plus gréseux; <i>Neuropteris heterophylla</i> Brong.	2.10	682.60	
Grès argileux dur, compact, micacé; géode et filonnets de quartz	0.45	683.05	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Couche : charbon 0.35 ; terre 0.60 ; charbon 0.15	1.10	684.15	Inclin. 40° 1 ^{er} sil.: m. v. 21.45 cendres 2.50 2 ^e — m. v. 23.85 cendres 2.10
Schiste gris, parfois escailleux, radicales (mur)	4.35	688.50	
Psammite avec intercalations de lits plus durs véritablement gréseux ; débris végétaux indé- terminables	2.50	691.00	— 35°
Schiste gris, gréseux, passant à un schiste noirâtre ; à 692 ^m 50, passage d'un banc calca- reux de 0 ^m 08 ; empreintes de toit, végétaux fortement désintégrés, <i>Neuropteris</i> ; <i>Alethop-</i> <i>teris</i> ; <i>Pecopteris Miltoni</i> Artis	4.50	695.50	
Couche	0.60	696.10	— 30° mat. vol. 23.80 cendres 2.30
Schiste gris, d'abord irrégulier et escailleux ; <i>Stigmaria</i>	0.60	696.70	
Schiste gris à grain fin, passant à un schiste plus grossier, sidérifère ; quelques débris vé- gétaux, dont une tige sous forme de charbon fusain ; <i>Lepidostrobus</i> ; débris de coquilles et de poissons	2.80	699.50	— 26°
Alternance de psammite et de grès	3.95	703.45	
Schiste gris avec intercalation de schiste gréseux ; <i>Sphenopteris trifoliolata</i> Artis. ; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb. ; <i>Aste-</i> <i>rophyllites</i> (épis) ; <i>Calamites ramosus</i> Artis.	4.55	708.00	— 42°
Grès gris, passant à un schiste noir charbon- neux ; <i>Neuropteris heterophylla</i> Brong. ; <i>Calamites</i> ; <i>Asterophyllites</i> ; <i>Lepidostrobus</i> ; <i>Cordaites</i> ; <i>Cordaianthus Pitcairni</i> Lind. et Hut. ; <i>Samaropsis</i>	3.95	713.45	
Couche	0.70	714.20	— 18° mat. vol. 22.80 cendres 4.60
Schiste gris, avec quelques intercalations gré- seuses ; sidérose ; <i>Mariopteris muricata</i> Schloth. ; <i>Neuropteris sp.</i> ; <i>Alethopteris cf.</i> <i>lonchitica</i> Schloth. ; <i>Mariopteris muricata</i>			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schloth. ; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb. ; <i>Asterophyllites</i> ; <i>Calamites</i> ; <i>Radi-</i> <i>cites columnaris</i> Artis.	7.10	721.30	Inclin 30°
Schiste gréseux, sidérifère, renfermant quelques radicales	3.10	724.40	
Couche	0.65	725.05	— 25° mat. vol. 25.04 cendres 3.06
Schiste gréseux, raboteux, sidérifère (mur ?) .	1.30	726.35	
Schiste gréseux et micacé, dur, sonore, sidé- rifère ; <i>Pecopteris sp.</i> ; <i>Sphenophyllum</i> <i>myriophyllum</i> , Crépin ; <i>Cordaites</i> ; <i>Cordai-</i> <i>carpus</i>	5.80	732.15	
Schiste légèrement gréseux, passant à un schiste gris noir, zonaire ; sidérose ; <i>Sphenopteris</i> <i>sp.</i> ; <i>Neuropteris obliqua</i> Brong. ; <i>Linopte-</i> <i>ris ? Calamites, Radicites ; Cordaicarpus</i> .	4.85	737.00	
Alternance de schiste gréseux et de schiste psammitique, dur, radicales de <i>Stigmaria</i> ; vers 740 ^m 00, quelques pinnules isolées de <i>Neuropteris</i> et d' <i>Alethopteris</i> ; <i>Calamites</i> .	8.90	745.90	— 32°
Grès micacé, dur, passant à un psammite zonaire ; pholélite	3.75	749.65	
Schiste gréseux à cassure irrégulière ; quelques pinnules de <i>Neuropteris</i> ; <i>Calamostachya</i> ; débris de coquilles	4.35	754.00	— 30°
Schiste gris ou bistre, avec intercalations escail- leuses ; vers 756 ^m 00, banc de schiste très sidérifère ; <i>Sigillaria</i>	5.00	759.00	
Schiste gréseux gris, sidérifère, débris végétaux peu déterminables ; <i>Sigillaria cf. rugosa</i> Brong. ; radicales	8.50	767.50	— 24°
Schiste gris, avec quelques intercalations gré- seuses ; miroir de glissement ; <i>Neuropteris</i> ; <i>Sphenopteris</i> ; <i>Lepidodendron obovatum</i> Sternb. ; <i>Sigillaria</i> ; <i>Calamites Cisti</i> Brong. ; <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> Crépin ; <i>Annularia radiata</i> Brong.	7.50	775.00	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gréseux, sidérifère; géode avec quartz et pyrite	5.15	780.15	
Grès psammitique, dur	1.20	781.35	Inclin. 12°
Schiste psammitique micacé, débris végétaux hachés comme paille; une pinnule de <i>Neuropteris</i>	1.85	783.20	
Schiste gris, zonaire, <i>Cordaites</i> , <i>Calamites</i> , <i>Linopteris</i> sp. ? <i>Sigillaria</i> ; vers 785 ^m 60, débris de coquilles (<i>Anthracomya</i>)	3.00	786.20	— 20°
Schiste légèrement gréseux, feutré de radicelles; vers 788 ^m 55, <i>Calamites</i> , <i>Syringodendron</i> ; à 786 ^m 50, niveau à <i>Anthracomya</i>	3.30	789.50	
Alternance de grès et de schiste gréseux micacé; <i>Asterophyllites equisetiformis</i> Schloth.; <i>Cordaites</i> ; <i>Calamites</i>	6.50	796.00	
Schiste plus ou moins gréseux, feutré de radicelles; <i>Stigmaria ficoides</i> Sternb.; caractères de mur	1.50	797.50	— 15°
Schiste gréseux, passant à un véritable psammitique zonaire; <i>Sphenopteris</i> sp.	2.70	800.20	
Schiste gris, passant à un schiste gréseux, puis à un schiste gris, ordinaire; quelques pinnules de <i>Neuropteris</i> ; <i>Lepidodendron</i> , <i>Lepidostrobus</i> , <i>Pinakodendron</i>	1.85	802.05	— 20°
Schiste gris, sidérifère, renfermant de nombreux végétaux. <i>Neuropteris</i> cf. <i>heterophylla</i> Brong.; <i>Alethopteris</i> sp., <i>Calamites undulatus</i> Sternb., <i>Asterophyllites Roehli</i> Stur., <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb., <i>Trigonocarpus Noeggerathi</i> Sternb.	1.50	803.55	
Schiste gréseux, micacé; minces lits charbonneux, miroir, pholélite, sidérose, filonnet de quartz	3.70	807.25	
Schiste gris à grain fin	1.20	808.45	
Schiste noirâtre, charbonneux, nombreux débris végétaux indéterminables	1.05	809.50	— 12°
Schiste gris, passant à un schiste finement gréseux, dur; <i>Neuropteris</i> ; <i>Calamites</i> , <i>Cordaites</i> <i>Boulayi</i> Zeiller; radicelles	3.85	813.35	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gris à grain fin, renfermant des débris végétaux indéterminables; <i>Calamites</i> ; à 814 ^m 35, banc de grès calcareux à grain fin, de 10 centimètres d'épaisseur	1.60	814.85	
Schiste gréseux, passant à un véritable grès très dur	1.50	816.35	
Schiste gris, devenant légèrement gréseux vers le bas	1.60	817.95	Inclin. 16 à 20°
Schiste gris à grain fin, passant à un schiste noir, très fissile, à couleur brunâtre	1.45	819.40	
Couche.	0.50	819.90	— 12° mat. vol. 23.75 cendres 4.7.
Schiste escailleux, noir, passant à un schiste gréseux renfermant quelques débris végétaux et <i>Stigmaria</i>	1.45	821.35	
Schiste gris, parfois légèrement gréseux et micacé; <i>Sphenopteris obtusiloba</i> Brong.; <i>Sphenopteris (Corynopteris) coralloides</i> Gutbier.; <i>Lepidodendron obovatum</i> Sternb.; <i>Lepidostrobus variabilis</i> Lind. et Hut.; <i>Lepidophyllum triangulare</i> , Zeiller; <i>Lycopodites carbonaceus</i> Feist.; <i>Calamites</i> , <i>Stigmaria ficoides</i> Sternb.	3.45	824.80	
Schiste psammitique, passant à un grès argileux feutré de radicelles vers 826 ^m 40	3.05	827.85	— 10°
Schiste gris à grain fin; vers 828 ^m 40, passage d'un lit calcareux, compact, dense; à 828 ^m 90, lit de schiste noir, très fissile à rayure brune renfermant des débris d' <i>Anthracomya</i> ; près du banc calcaire, passage de faille (miroir); <i>Cardiocarpus</i> sp.	2.00	829.85	
Veinette	0.30	830.15	mat. vol. 24.12 cendres 4.10
Schiste de mur feutré de radicelles; <i>Stigmaria ficoides</i> Sternb.	0.85	831.00	
Schiste gréseux, micacé, passant à un grès psammitique; <i>Lepidodendron</i> et <i>Lepidostrobus</i>	3.85	834.85	— 20°

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gris, criblé de radicelles ; caractères de mur	1.00	835.85	
Schiste gréseux passant à un véritable psammitite ; <i>Artisia</i> ; <i>Calamites</i>	1.50	837.35	
Schiste gréseux, avec intercalation de schiste ordinaire, tendre, renfermant <i>Neuropteris heterophylla</i> Brong. ; <i>Sphenophyllum</i> ; <i>Cordaites</i> ; <i>Calamites</i>	2.40	839.75	Inclin. 15°
Psammitite micacé dur	0.45	840.20	
Schiste gris, gréseux, passant à un schiste fin charbonneux, nombreux végétaux : <i>Pecopteris</i> cf. <i>Miltoni</i> Artis. ; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb. ; <i>Annularia radiata</i> , Brong. ; <i>Sigillaria</i> décortiquée, nombreuses graines de <i>Cardiocarpus</i>	3.70	843.70	
Veinette	0.27	843.97	— 15° mat. vol. 25.06 cendres 2.20
Schiste bistre à <i>Stigmaria</i> et radicelles, passant à un schiste gréseux ; sidérose abondante ; caractères de mur	1.53	845.50	
Schiste gris noir gréseux, sidérophère ; <i>Neuropteris</i> ; <i>Calamites Cisti</i> Brong.	3.50	849.00	
Grès calcaireux, dolomitique, compact, très dense ; 0 ^m 10	0.10	849.10	
Schiste gris, passant bientôt à un schiste gréseux, miroir de glissement	2.80	851.90	— 25°
Schiste gris, plus ou moins gréseux et micacé, sidérophère ; <i>Sphenopteris Sauveuri</i> ? Crépin ; <i>Radicites columnaris</i> , Artis ; <i>Paleostachya</i> ? <i>Asterophyllites equisetiformis</i> Schloth.	2.75	854.65	— 40°
Schiste gréseux, dur, pyritifère ; pholérite ; <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> , Crépin ; <i>Cardiocarpus Boulayi</i> , Zeiller ; vers 855 ^m , passage de mur, avec radicelles et <i>Stigmaria</i>	1.50	856.15	
Schiste charbonneux à rayure brune ; débris de végétaux charbonneux ; <i>Sigillaria ovata</i> , Sauveur	0.45	856.60	
Schiste psammitique micacé ; pinnule de <i>Neuropteris</i> ; <i>Trigonocarpus</i> ; <i>Cordaites</i>	4.15	860.75	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Grès gris, assez dur, micacé, à joints charbonneux.	0.85	861.60	
Alternance de lit de grès et schiste gréseux noirâtre ; sidérose ; <i>Sigillaria ovata</i> , Sauveur	2.25	863.85	Inclin. 28°
Schiste gris charbonneux renfermant quelques radicelles	0.75	864.60	
Veinette	0.25	864.85	— 30° mat. vol. 22.70 cendres 3.90
Schiste escailleux, passant à un schiste gris à grain fin, bien régulier, <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> , Crépin	3.15	868.00	— 36°
Schiste gris, passant à un schiste gréseux, zonaire, sidérophère ; <i>Stigmaria ficoides</i> , Sternb. ; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb. ; <i>Lepidodendron</i>	6.00	874.00	— 28°
Schiste gris, parfois gréseux, intercalation de lits charbonneux ; à 875 ^m 50, banc d'un grès calcaireux compact, sidérophère (0 ^m 10) ; <i>Neuropteris heterophylla</i> Brong.	3.00	877.00	
Schiste gris noirâtre, sidérophère, renfermant quelques radicelles ; <i>Neuropteris gigantea</i> Sternb.	0.35	877.35	
Couche.	0.50	877.85	mat. vol. 24.10 cendres 3.40
Schiste gris, gréseux, avec radicelles ; à 879 ^m , lit de schiste noir ; coquilles ; <i>Lepidostrobos</i> sp. ; <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb.	4.15	882.00	— 28°
Schiste gris à grain fin, bien fissile, avec quelques intercalations gréseuses. <i>Cordaites</i>	4.10	886.10	
Grès gris, dur, limets charbonneux.	0.80	886.90	
Schiste noirâtre, grossier, sidérophère ; une pinnule isolée de <i>Neuropteris</i>	1.20	888.10	— 34°
Schiste gris noir, charbonneux, renfermant de nombreux débris végétaux hachés comme paille	0.50	888.60	
Schiste gréseux ; <i>Cordacarpus</i> ; <i>Cordaites</i> , <i>Calamites</i>	0.90	889.50	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Schiste gris, riche en végétaux, <i>Cordaites</i> ; <i>Cordaianthus Pitcairniae</i> , Lind. et Hut. ; <i>Neuropteris</i> ; schiste noir, escailleux, <i>Stigmaria ficoides</i> Sternb.	3.50	893.00	
Veinette	0.30	893.30	Inclin. 32° mat. vol. 23.00 cendres 2.90
Grès gris, micacé, à limets charbonneux, dur ; pholérîte, filonet de quartz ; pyrite	3.95	897.25	
Schiste gréseux, assez dur, homogène ; <i>Sphenopteris</i> (<i>Corynopteris</i>) <i>coralloides</i> Guthier. ; <i>Calamites</i>	6.60	903.85	
Schiste gris, finement micacé, légèrement gréseux ; lit de sidérose ; <i>Neuropteris</i> ; <i>Mariopteris muricata</i> Schloth. ; <i>Sphenopteris obtusiloba</i> Brong.	4.45	908.30	— 25°
Grès gris, assez dur, à joints charbonneux ; quelques rognons de sidérose	6.70	915.00	
Grès psammitique, micacé, zonaire	0.90	916.90	
Schiste gréseux, micacé, sidérifère	1.05	917.95	— 20 à 25°
Schiste gras au toucher, escailleux, miroitant.	1.80	919.75	
Schiste gris, parfois un peu gréseux, dérangé.	3.95	923.70	
Schiste psammitique micacé, assez dur, géode avec cristaux de quartz ; quelques passages de mur, avec <i>Stigmaria ficoides</i> et radicelles.	1.65	925.35	
Grès gris grossier, micacé, à points charbonneux ; à plusieurs niveaux, l'abondance de rognons de sidérose donne à la roche un aspect de poudingue.	10.00	935.35	
Veinette	0.30	935.65	— 18° mat. vol. 22.00 cendres 12.00
Schiste gris, présentant d'abord les caractères de mur, passant ensuite à un schiste plus fin, sidérifère	2.15	937.80	
Schiste gris, avec lit de schiste noir charbon- neux ; végétaux posés à plat, <i>Sigillaria</i>	1.90	939.70	
Schiste légèrement gréseux, à grain fin ; pin- nules isolées de <i>Neuropteris</i> ; <i>Sphenopteris Laurenti</i> Andræ ; <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> , Crépin ; <i>Calamites</i> , <i>Asterophyllites</i> , <i>Cordaicarpus</i>			

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
<i>phyllum</i> , Crépin ; <i>Calamites</i> , <i>Asterophyllites</i> , <i>Cordaicarpus</i>	3.85	943.50	Inclin. 20°
Schiste gris soyeux, à grain fin ; <i>Neuropteris gigantea</i> Sternb. ; rachis de fougères	1.55	945.10	
Schiste gréseux, micacé ; <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> Crépin ; <i>Sphenopteris</i> (<i>Corynopteris</i>) <i>coralloides</i>	4.20	949.30	
Grès psammitique micacé	0.80	950.10	
Schiste gris un peu gréseux ; lits de schiste noir avec débris d' <i>Anthracomya</i> ; à 951 ^m 60 et 953 ^m 00, <i>Lepidostrobus</i> et <i>Cordaites</i>	3.50	953.60	— 20°
Schiste gris à grain fin, bien régulier ; <i>Neuropteris heterophylla</i> Brong. ; <i>Neuropteris obliqua</i> Brong. ; <i>Pecopteris cf. plumosa</i> Artis. ; <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> Crépin, <i>Sphenopteris</i> , <i>Annularia</i> et <i>Lepidodendron</i>	6.30	959.90	
Couche	0.50	960.40	— 12° mat. vol. 23.20 cendres 6.50
Schiste pénétré de radicelles, passant ensuite à un schiste gréseux, dur, micacé ; <i>Calamites</i>	7.20	966.60	— 18°
Grès gris, micacé, charbonneux, sidérifère	4.45	972.05	
Schiste gris, raboteux, débris de végétaux	1.15	973.20	
Couche	0.70	973.90	— 18° mat. vol. 23.00 cendres 5.76
Schiste gris, raboteux, sidérifère, avec <i>Stigmaria</i> et radicelles	2.50	975.40	
Schiste plus ou moins gréseux, finement micacé ; <i>Lepidodendron aculeatum</i> Sternb. ; <i>Mariopteris muricata</i> Schloth. ; <i>Calamites</i>	1.60	978.00	— 12 à 15°
Schiste gris avec intercalation d'un lit de schiste noir un peu charbonneux ; vers 979 ^m , <i>Stigmaria ficoides</i> Sternb. ; <i>Lepidodendron obovatum</i> Sternb.	2.60	980.60	— 15°
Schiste gris, doux au toucher, à grain fin ; <i>Stigmaria</i>	0.65	981.25	
Schiste gréseux, passant à un schiste à grain fin, renfermant quelques débris d' <i>Anthracomya</i> et de <i>Cardiocarpus</i>	2.25	983.50	

NATURE DES TERRAINS	Épaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Psammite gris à grain fin, micacé	4.00	987.50	
Schiste gris, plus ou moins gréseux, passant à un schiste noir renfermant des débris de coquilles	0.95	988.45	
Veinette	0.25	988.70	Inclin. 15° mot. vol 23.60 cendres 9.30
Schiste noir avec radicelles, caractères de mur	0.80	989.50	
Couche.	0.50	990.00	— 15° mat. vol 22.60 cendres 9.60
Schiste gris plus ou moins gréseux; quelques <i>Stigmaria</i> ; <i>Neuropteris</i> et <i>Asterophyllites</i> .	3.00	993.00	
Schiste gris, à grain fin, <i>Annularia radiata</i> Brongt.; vers 994 ^m 00, passage de mur à <i>Stigmaria</i>	2.00	995.00	
Schiste fortement gréseux, très dur, avec intercalation d'un schiste gris noir un peu escailleux	2.00	997.00	— 14°
Schiste à grain fin, doux au toucher, se débitant facilement	1.50	998.50	
Schiste gréseux, micacé.	0.50	999.00	
Schiste gris à grain très fin, très fissile, à <i>Stigmaria</i>	1.50	1000.50	— 12°

DEUX COUPES

DANS LES

BASSINS DU CENTRE ET DU BORINAGE

PAR

M. DELBROUCK,

Ingénieur en chef Directeur du 2^{me} arrondissement des Mines, à Mons

NOTICE EXPLICATIVE

L'étude des plans des travaux d'exploitation et des résultats des sondages effectués récemment dans les environs de Mons, m'a amené à me faire une idée de la structure générale des bassins houillers du Centre et du Borinage, assez différente de celles exposées, d'une part, par M. Stainier, dans la 2^{me} livraison du tome XVIII des *Annales des Mines de Belgique*, et, d'autre part, par M. Fourmarier, dans le 1^{er} numéro du tome II de la *Revue universelle des Mines*.

Cette structure, suivant ma conception, est figurée sur les deux coupes Nord-Sud jointes à cette note; l'une d'elles passe par le puits n° 3 du charbonnage de l'Agrappe et la seconde par les sondages n° 4 et n° 5 de la carte qui a paru dans la 1^{re} livraison du tome XVIII des *Annales des Mines de Belgique*.

La première de ces coupes n'est autre que celle publiée par feu S. Stassart et M. Em. Lemaire, Ingénieur des mines, dans la 4^{me} livraison du tome XV de ces *Annales*: je l'ai

simplement modifiée ou complétée d'après quelques renseignements récents et suivant mes idées personnelles sur la tectonique du gisement.

L'ensemble de ce gisement, ainsi que cela est visible sur les coupes, est sectionné par trois plans de fracture importants dénommés *faille du Midi*, *faille du Centre* et *faille du Placard*.

I. — Gisements situés sous la faille du Placard et entre cette faille et la faille du Centre.

Les travaux récents effectués au charbonnage de Strépy-Bracquagnies et du Nord du Rieu du Cœur ont démontré que les couches de charbon comprises entre la faille du Centre et celle du Placard ont une allure plissée. Il est bien certain que ces veines ne sont autres que le prolongement de celles dites du Centre Nord, exploitées au Nord de la faille du Placard et qui doivent elles-mêmes être plissées en profondeur. C'est ce que j'ai figuré hypothétiquement sur les deux coupes. La paléontologie nous aidera sans doute un jour à identifier ces couches.

D'après leur composition, ainsi que d'après la nature et l'épaisseur des terrains encaissants, je pense que les veines n^{os} 6 et 5 exploitées à la profondeur de 1.150 mètres du puits n^o 18 des Produits pourraient bien correspondre aux veines Goret et Albert du charbonnage de Ghlin.

II. — Gisement situé au dessus de la faille du Centre.

Un des points de mon étude, auquel j'attache la plus grande importance, c'est que s'il est indiscutable que les failles du Placard et du Midi sont des failles inverses, c'est-à-dire des plans de cassure au-dessus desquels les terrains ont été charriés par poussée, du Midi vers le Nord, la faille du Centre est au contraire une faille directe.

La conception de la faille du Centre comme une faille inverse est incompatible avec ce fait que les couches de houille situées au Nord de cette faille sont de qualité demi-grasse ou quart-grasse, tandis qu'au Midi on a affaire, au même niveau, à des couches de houille à haute teneur en matières volatiles. Si cette conception était exacte, ce serait le contraire que l'on devrait constater.

La faille du Centre s'est manifestée, à mon avis, par retrait, sous la forme d'une crevasse inclinée vers le Midi : sous l'influence de ce retrait et de l'action de la pesanteur, le massif de roches surincombant, charrié à deux reprises vers le Nord par les failles du Placard et du Midi, a reculé vers le Sud en s'enfonçant plus ou moins profondément.

Ce mouvement de recul a été accompagné :

1° D'un mouvement de flexion et de bascule vers le Nord, des terrains qui se sont trouvés en porte à faux au voisinage de la crevasse ;

2° De la production de cassures secondaires au Midi de la crevasse initiale et s'y rattachant en profondeur ; ces cassures ont été déterminées par les efforts de friction énergiques développés par le glissement du massif de roches surincombant. Les lambeaux de terrain ainsi détachés ont cessé dès lors de participer au mouvement de recul et d'affaissement, mais, ainsi qu'on le conçoit aisément, ont été plus ou moins broyés pendant que ce mouvement continuait à s'accomplir. La faille du Centre, ou plutôt la zone failleuse ainsi dénommée, consiste donc en quelque sorte en une gerbe de cassures s'épanouissant vers le haut, et entre lesquelles une même couche de charbon constitue les marches d'un escalier descendant du Nord vers le Sud. Il s'ensuit que si l'on traverse horizontalement la zone failleuse du Centre en allant du Nord au Midi, on rencontre successivement des lambeaux de veines à teneurs croissantes en matières volatiles, supérieures d'une part à celles des

couches du faisceau du Placard et inférieures d'autre part à celles du gisement reposant sur la faille du Centre.

Le nouveau Midi, au niveau de 400 mètres du charbonnage d'Havré, a certainement pénétré dans la faille du Centre sur une très grande longueur; elle a, d'autre part, été traversée récemment, de part en part, par un nouveau de recherche au niveau de 528 mètres, au charbonnage de Maurage; son épaisseur, suivant l'horizontale, est d'environ 350 mètres dans ce dernier nouveau.

Au voisinage de la faille du Centre, la faille du Midi, dans la partie qui s'étendait au Nord de son affleurement actuel, a naturellement participé au mouvement de flexion et de bascule vers le Nord des terrains recouvrant la faille du Centre; c'est la raison de la forme incurvée que j'assigne à la faille du Midi. Dans le deuxième plan de coupe, ce mouvement de bascule a été si accentué que la faille du Midi est descendue avec le paquet de terrains qui la surmontait, sous le niveau actuel de la surface du sol. Je me rends compte ainsi de l'existence du massif de calcaire carbonifère reconnu par le sondage de Saint-Symphorien, ainsi que de ceux de Boussu, dans le Borinage, et de Fontaine-l'Évêque, dans le bassin de Charleroi. Il ne me semble pas douteux que les failles de Boussu, de Saint-Symphorien et de la Tombe ne sont que les prolongements de la faille du Midi.

Le massif de roches charrié au-dessus de cette faille, au-delà de son affleurement actuel, est, ainsi que cela résulte de mes coupes, un anticlinal très important; j'ai renoncé à faire le tracé aérien des assises devoniennes comprises entre l'affleurement de la faille du Midi et la branche Nord de cette faille, parce qu'il paraît bien démontré par l'étude géologique des terrains recouvrant le massif de calcaire carbonifère à Boussu, que l'épaisseur de ces assises n'est pas constante sur cette étendue, qu'elle diminue vers le

Nord et que, pour plusieurs d'entre elles, elle se réduit à zéro.

En prolongeant en ligne droite le tracé de la faille du Midi, tel que je l'ai figuré sous son affleurement Sud d'après les données connues, jusqu'à la rencontre de la lèvre Sud de la faille du Centre supposée prolongée vers le haut, j'en déduis que le glissement et le mouvement de bascule des terrains surmontant la faille du Centre s'est opéré suivant la pente de cette crevasse, sur une longueur d'environ 2,500 mètres.

J'ai indiqué sur le plan de coupe passant par les sondages n^{os} 4 et 5 des *Annales des Mines*, la position du puits de l'ancienne houillère d'Harmignies et les deux nouveaux Nord et Sud creusés à partir de ce puits à la profondeur de 244^m50.

Ce puits, qui a atteint la profondeur de 398 mètres, a traversé le poudingue houiller au niveau de 379 mètres. Les terrains rencontrés dans le puits et les nouveaux étaient extrêmement dérangés et constitués par du houiller inférieur.

Je m'explique la présence du houiller inférieur en cette région par l'existence d'une faille inverse située sous la faille du Midi et ayant la même forme incurvée que celle-ci.

Si cette hypothèse est exacte, le fait que le sondage d'Harmignies (n^o 5 de la carte des mines) a pénétré directement dans le houiller supérieur au sortir des roches dévoniennes recouvrant la faille du Midi, prouverait l'existence d'un nouveau bassin houiller au Midi du bassin connu; ces bassins seraient séparés par un anticlinal dont le sommet aurait été emporté par la faille inverse située immédiatement en-dessous de la faille du Midi. Il s'en suivrait évidemment que le massif de calcaire de Saint-Symphorien proviendrait du bord méridional du bassin houiller inconnu.

Je pense donc que l'on peut bien augurer des travaux de recherche en cours d'exécution dans la région méridionale du Borinage et du Centre. Je crains seulement, tout en souhaitant de me tromper dans mes prévisions, que l'on n'atteigne le nouveau gisement qu'à une profondeur assez considérable (1).

Mons, mai 1913.

P.-S. — Ces coupes étaient gravées lorsque, le 3 juin 1913, en lisant un mémoire de mon collègue M. P. Fourmarier dans le tome XL des *Annales* de la Société Géologique de Belgique, j'eus la surprise et aussi la satisfaction de constater que sur de nombreux points de la structure du Bassin houiller dans la région occidentale du Hainaut, j'étais d'accord avec M. Ch. Barrois, dont j'ignorais les travaux.

(1) Dans le courant de juin, on a atteint le houiller au sondage de Sars-la-Bruyère, vers 500 mètres de profondeur, c'est-à-dire beaucoup plus tôt que je ne le prévoyais sur une de mes coupes. — Cette constatation prouve que la faille du Midi s'aplatit sensiblement en profondeur.

LE BASSIN HOUILLER

DU NORD DE LA BELGIQUE

MÉMOIRES, NOTES ET DOCUMENTS

La situation au 1^{er} juillet 1913 (1)

par M. V. FIRKET

Ingénieur principal,
Délégué à la Direction de la région campinoise du 7^{me} arrondissement
des Mines, à Liège.

1. Concession André Dumont sous Asch. — Siège de Waterschei à Genck (houiller à 505 mètres). — A. — *Fonçage des puits* : Le puits n° 1 ayant pénétré dans le tuffeau au début de janvier, une trousse a été picotée à la tête de ce terrain, à la cote de 288^m30 ; le creusement a été ensuite repris et poursuivi, en une passe, jusqu'à la cote de 363^m40, où une nouvelle trousse a été posée dans les premiers jours du mois de mars.

L'avancement journalier moyen réalisé pendant cette passe est de 1^m50, dimanches compris. A l'état congelé, le tuffeau constitue une roche très résistante ; on y rencontre d'ailleurs des bancs durs de calcaire cristallin qui rendent malaisé le forage des trous de mines.

Pour ce forage, on a fait usage de marteaux à air comprimé dont le fonctionnement a été contrarié par des obstructions des canalisa-

(1) Voir la situation au 1^{er} janvier 1913, dans les *Annales des Mines de Belgique*, t. XVIII, 1^{re} liv., pp. 223 et suivantes.

tions dues à des condensations de givre. On éviterait ces obstructions, en plaçant le tuyau d'aspiration du compresseur dans le puits, à une profondeur suffisante pour que ce compresseur soit alimenté au moyen d'air froid et sec. Toutefois, l'expérience a démontré qu'il ne suffit pas de prendre cet air dans l'avant-puits, où la condensation de l'humidité est encore très incomplète.

Après mise en place du cuvelage de la passe de 363^m40 à 288^m30, on a recommencé, le 28 avril, le creusement dans les craies à silice, où l'on a assis, à 380 mètres environ, la dernière trousse posée dans les terrains congelés.

Ultérieurement, on compte reprendre le fonçage à niveau vide, sans le secours de la congélation, dont les effets ne doivent pas s'être fait sentir beaucoup en dessous de la cote de 380 mètres.

Après avoir complété le cuvelage et posé divers raccords, on a procédé, pendant les dernières semaines du semestre, à un matage soigné des joints de plomb, sur toute la hauteur du puits.

Prochainement, un sondage de reconnaissance d'une dizaine de mètres sera creusé au fond de ce puits, afin d'atteindre les terrains non congelés, qui ont été cimentés précédemment. S'il est constaté que ces terrains ne donnent que peu ou pas d'eau, le fonçage sera repris immédiatement; dans le cas contraire, on procédera, au préalable, à la décongélation. Au surplus, le montage de l'installation d'épuisement par pompes électriques suspendues était achevé à la date du 30 juin.

A cette date, le nombre des sondages supplémentaires du puits n° 2 était de 12; on a foré, en outre, un sondage central qui a été poussé à la profondeur de 300 mètres. La mesure des déviations, qui avait été effectuée au moyen de l'appareil Erlinghagen, a été recommencée pour tous les sondages du puits n° 2, par le procédé Gebhardt. Les résultats obtenus par ces deux méthodes sont absolument discordants.

J'ai relevé pour quelques sondages, l'amplitude et la direction des déviations mesurées, ainsi que l'écart en plan des positions assignées à leur extrémité. Le tableau suivant, dans lequel j'ai consigné les indications ainsi obtenues, permet de se rendre compte de l'importance des différences constatées. Ces différences sont dues surtout à l'indécision qui subsiste quant à la direction des déviations, dont l'amplitude n'est d'ailleurs pas déterminée avec une bien grande précision.

Nos d'ordre des sondages	Appareil Erlinghagen		Appareil Gebhardt		Ecart en plan des positions obtenues à 380 mètres
	Amplitude de la déviation	Direction de la déviation	Amplitude de la déviation	Direction de la déviation	
	mètres		mètres		mètres
2bis	2.40	Sud-Ouest	4.80	Ouest	3.90
8	2.44	Est	3.56	Ouest	6.00
11	3.00	Est	1.90	Est-Sud-Est	1.70
28	2.50	Nord-Nord-Est	2.70	Est	2.70
31	3.80	Nord-Ouest	4.10	Nord-Est	5.90
34	3.80	Sud	4.00	Ouest-Sud-Ouest	4.60
34bis	3.80	Sud-Ouest	4.36	Ouest-Sud-Ouest	1.10

En mesurant la distance entre les extrémités de deux sondages choisis à titre d'exemple, on trouve :

	Avec l'appareil Erlinghagen	Avec l'appareil Gebhardt
	mètres	mètres
Entre les numéros 2bis et 31.	0.48	10.00
Id. 31 et 28	6.23	3.90
Id. 34 et 34bis	4.13	0.76

D'autre part, l'inexactitude des résultats fournis par le procédé de mesure des déviations d'Erlinghagen a été démontrée d'une façon indiscutable, par les constatations faites au cours des travaux de fonçage du puits n° 1.

La position des six tubes congélateurs, repris dans le tableau ci-après, a été déterminée directement au niveau de 335 mètres; ce tableau renseigne, pour chacun d'eux, la nature et l'importance de l'erreur commise; il montre que les erreurs d'orientation sont particulièrement graves et qu'il peut en résulter des écarts en plan

supérieurs à l'amplitude des déviations mesurées. Les déterminations faites au moyen de l'appareil Erlinghagen ne méritent donc aucune confiance.

Numéros d'ordre des sondages	Amplitude de la déviation		Erreur d'orientation	Ecart en plan des positions à 335 mètres
	mesurée	constatée		
	mètres	mètres	degrés	mètres
7	3.68	4.28	4	0.64
14	1.80	1.96	52	1.66
15bis	2.43	2.96	60	2.70
16	2.44	2.42	10	0.44
18	1.76	2.06	35	1.16
31	3.50	2.70	58	3.10
Moyennes pour les six sondages.	2.60	2.73	36 1/2	1.61

B. — *Travaux divers.* — La construction de douze maisons d'employés vient d'être commencée.

2. **Concession charbonnière des Liégeois en Campine.** — **Siège du Zwartberg, à Genck** (houiller à 560 mètres). — A. — *Fonçage des puits.* — Au 30 juin, on avait terminé et mesuré les trente-huit sondages de congélation prévus au puits n° 1. Ces sondages sont placés sur deux couronnes concentriques de 10 et de 12 mètres de diamètre.

La *Société Gewerkschaft Deutscher Kaiser* fait usage, pour la détermination des déviations, d'un appareil nouveau dont la disposition et les résultats sont tenus secrets.

Deux sondages supplémentaires sont également achevés au puits n° 1 et quatre autres sont en cours d'exécution.

Les bâtiments d'extraction sont construits et on a monté pour le puits n° 1, la machine de réserve et le treuil du palier de travail.

Enfin, cinq des six groupes de l'installation frigorifique sont prêts à fonctionner.

B. — *Centrale électrique.* — En vue d'éviter le fonctionnement à faible charge d'un des groupes turbo-alternateur, on a installé provisoirement une station de transformation alimentée sous la tension de 10,000 volts par la Société d'Electricité de Genck, qui reçoit elle-même le courant de Waterschei.

L'agrandissement déjà annoncé de la centrale du Zwartberg a été poursuivi; dans la partie nouvelle du bâtiment des chaudières, on a commencé le montage de deux nouvelles unités de 300 mètres carrés de surface de chauffe et d'un économiseur.

C. — *Services accessoires.* — Une briqueterie mécanique utilisant de l'argile de Maeseyck permet de fabriquer de 20 à 25,000 briques par jour.

D. — *Personnel ouvrier.* — La Société concessionnaire a occupé en moyenne 45 ouvriers pendant le semestre écoulé.

3. **Concession de Helchteren.** — **Siège de Voort, à Zolder** (houiller à environ 600 mètres) — A. — *Fonçage des puits.* — Après l'achèvement des tours de fonçage, on a creusé et maçonné l'avant-puits au n° 1. — 38 sondages, primaires répartis sur une circonférence de 12^m25 de diamètre, ont été prévus pour la congélation des terrains de ce puits. Au 30 juin, cinq de ces sondages avaient atteint ou dépassé la cote de 330 mètres; deux d'entre eux servent à l'étude des morts-terrains et à des essais d'épuisement dont on attendra les résultats pour fixer la limite inférieure de la congélation.

B. — *Installations de surface.* — Les entrepreneurs du fonçage disposent de trois chaudières installées à titre provisoire sous un hangar, pour l'alimentation des appareils de sondage. Ils ont construit en outre des bureaux, magasins et ateliers.

Un chemin pavé donne accès au siège; on a achevé le nivellement de la plate-forme du chantier.

4. **Concession de Winterslag.** — **Siège de Winterslag, à Genck** (houiller à 486^m80). — A. — *Fonçage des puits.* — Le creusement du puits n° 1 dans le tuffeau congelé s'est poursuivi sans incident jusqu'au 28 février; à cette date, une trousse a été posée à la base de ce terrain, à la cote de 337^m85, puis on a procédé à la pose du cuvelage en remontant.

Le 1^{er} avril, on a repris le creusement dans les craies à silex, dont la dureté a réduit l'avancement journalier à moins de 1 mètre;

des essais d'abatage au marteau piqueur ne paraissent pas avoir abouti.

A 393 mètres, les silex ayant disparu, on a rencontré des marnes glauconifères; puis on a traversé, entre 413 et 414 mètres, un banc de poudingue à cailloux de quartz contenant de nombreux fossiles tels que des belemnites et des dents de poissons.

Au 30 juin, le puits n° 1 avait atteint la cote de 420^m25; on procédait à la pose du cuvelage au dessus de ce niveau.

Les coordonnées de neuf congélateurs rencontrés pendant les travaux de creusement de ce puits ont été déterminés avec précision, à différentes profondeurs, par rapport aux trois plombs disposés en ligne droite, suivant une direction Est-Ousst. qui servent de repères pour toutes les opérations du fonçage.

Les résultats ainsi obtenus ont montré que les déterminations faites précédemment, au moyen du téléclinographe de Denis, pour tous les sondages et jusqu'à la profondeur de 425 mètres, comportent un degré d'exactitude très satisfaisant.

En général, l'erreur n'atteint pas 15 centimètres; c'est ainsi qu'à 255 mètres, la position assignée au sondage central était exacte à 4 centimètres près; le sondage 15*bis* a suivi la paroi du puits à partir de 315 mètres; à la profondeur de 338 mètres, l'écart entre la position réelle du congélateur et le résultat des mesures de verticalité n'était que de 0^m21; enfin le sondage n° 27, qui devait traverser le puits, d'après ces mesures, entre 238 mètres et 358 mètres, y a été effectivement rencontré de 239 mètres à 358 mètres.

Les travaux de creusement du puits n° 2, commencés le 10 février, ont été quelque peu contrariés à leurs débuts par le maintien du tube central. Une première trousse a été posée dans l'argile le 26 avril et le creusement a été repris le 13 juin. Entretemps, on avait dû boucher et couper le tube central sans avoir acquis la preuve certaine de la fermeture du mur de glace dans le crétaé. Un essai effectué le 19 mai, dont la nature exacte ne m'a pas été indiquée, a paraît-il démontré que cette fermeture est actuellement réalisée.

B. — *Installations de surface.* — Les travaux d'installation de la centrale électrique ont été poussés activement; le bâtiment est terminé; on a établi les fondations des groupes électrogènes et achevé la cheminée des chaudières; celles-ci sont en montage de même que le réfrigérant.

Pendant le semestre écoulé, on a édifié un bâtiment devant servir

de magasins et de remise et on a commencé la construction de l'atelier de réparation.

C. — *Personnel.* — A la fin de juin, le personnel total du siège de Winterslag était voisin de 500 ouvriers se répartissant approximativement comme suit :

Personnel de la Société concessionnaire	200.
Personnel des entrepreneurs de fonçage	200.
Personnel des entrepreneurs des maisons ouvrières.	100.

5. *Concession de Beeringen-Coursel.* — *Siège de Kleine-Heide, à Coursel* (houiller à 620 mètres). — A. — *Puits n° 1.* — Par suite des poussées qui se sont produites pendant la traversée des lignites, il a été nécessaire de poser le cuvelage en descendant, entre les niveaux de 273^m78 et de 282^m87; pour la même raison, on a cuvelé sans retard, en remontant, la petite passe suivante, dont la base se trouve à 294^m37 dans des sables. Ceux-ci sont homogènes et très résistants à l'état congelé; ils ont été traversés sans difficulté. Le 24 février, une nouvelle trousse a été assise à 318^m07 dans les marnes grises; le creusement repris le 4 mars, a été poursuivi dans ces marnes, jusqu'à la tête du tuffeau, atteinte au milieu d'avril, à la cote de 375 mètres environ.

Malgré la pose du cuvelage, effectuée en descendant, et la cimentation immédiate des vides existant entre les anneaux et le terrain, des mouvements de ce terrain ont amené la rupture de deux tubes congélateurs, qu'il a été possible heureusement de munir ultérieurement de colonnes de secours, ce qui a permis de les maintenir en circuit.

Dans le tuffeau maestrichtien, les travaux de fonçage d'une première passe, allant de 375 mètres à 398^m50, ont été effectués sans incident, pendant la seconde quinzaine d'avril.

Les marteaux perforateurs Flottman, utilisés pour le forage des mines, étaient alimentés, à l'origine, par une conduite de 50 millimètres de diamètre intérieur; le tuyau d'aspiration du compresseur plongeait dans le puits, à la profondeur de 25 mètres environ; des dépôts de givre ont cependant amené l'obstruction de la conduite de 50 millimètres. Le remplacement de cette conduite par un tuyau de 70 millimètres n'a pas donné la solution de cette question; on a alors fait passer l'air froid aspiré dans le puits par une chambre en béton, dans laquelle sont placés des radiateurs parcourus par du liquide froid des congélateurs.

Pendant les trois premières semaines de mai, le creusement a été suspendu; on a procédé à la pose du cuvelage de la dernière passe et au placement de trois raccords sous les trousses de 171^m40, 282^m87 et 294^m37.

Au moment de la reprise du travail de fonçage, le 22 mai, il ne restait qu'un seul raccord à poser à la tête du tuffeau.

Le 6 juin, on avait atteint dans ce terrain la profondeur de 417^m50; depuis l'avant-veille, on constatait au fond du puits, l'existence d'une faible venue d'eau dont la température était de 0°. L'importance de cette venue pouvait alors être évaluée à 150 litres environ par heure; elle n'empêchait pas la continuation des travaux et on espérait encore qu'elle était due à une poche d'eau non congelée, isolée de la nappe aquifère crétacée.

Cet espoir a malheureusement été déçu; dès le lendemain 7 juin, on a décidé de suspendre le creusement et de remplir le puits d'eau, afin de diminuer la venue qui passe à travers la brèche du mur de glace.

La partie non cuvelée ayant été comblée au moyen de sable, on compte établir à la base du cuvelage un bouchon en ciment de 1^m50 d'épaisseur.

Au 30 juin, le puits était fermé à la surface par une dalle en béton; un trop plein de 0^m200 de diamètre laissait écouler à 2 mètres au-dessus du niveau du sol, une venue d'eau de 1 mètre cube environ par heure.

La congélation, actuellement poursuivie dans les mêmes conditions que précédemment, sera éventuellement renforcée, afin d'ame-ner la fermeture complète du mur de glace dans le crétacé.

La preuve de cette fermeture n'a jamais été obtenue pour le puits n° 1 de Kleine Heide, par suite de la congélation prématurée du tube central dans les assises tertiaires.

De plus, les mesures de déviation des sondages de congélation n'ont été effectués pour ce puits, que jusqu'à la profondeur de 330 mètres, limite primitivement assignée à la congélation (1).

Ces mesures ont été faites au moyen de l'appareil d'Erlinghagen,

(1) Les résultats de ces mesures ont été donnés par M. A. Breyre dans son mémoire sur *le développement récent du procédé de creusement des puits par congélation*. (Annales des Mines de Belgique, t. XVI, 2^e liv., 1911.)

le seul dont disposait à cette époque la Société « Foraky », à laquelle le creusement des sondages de congélation était confié (1).

Quoique peu nombreuses, les constatations faites pendant le creusement ont démontré, d'autre part, la flagrante inexactitude des indications données par cet appareil, dont l'insuffisance a été recon-nue également à Waterschei.

Tout d'abord, six sondages qui, d'après les mesures, semblaient avoir dévié vers l'intérieur du puits et auraient dû y être rencon-trés, n'ont jamais été aperçus. A la profondeur de 297 mètres, le sondage central se trouvait à 1^m40 au sud et 0^m88 à l'ouest de l'axe du puits, alors qu'on avait admis une déviation notablement plus grande correspondant aux coordonnées de 2^m68 au sud et 1^m16 à l'ouest. Enfin, le sondage n° 28, qu'on supposait très éloigné de la paroi, possédait à 322 mètres de profondeur, les coordonnées 2^m92 Nord et 1^m12 Ouest, par rapport au centre du puits, au lieu de 2^m96 Nord et 4^m56 Ouest, position indiquée par l'appareil Erlinghagen.

Pour ce sondage, l'amplitude de la déviation était donc de 6^m20 au lieu de 4^m90 et on avait commis une erreur d'orientation de plus de 30°.

B. — Puits n° 2. — La congélation des terrains du puits n° 2 jusqu'à 494 mètres, a été effectuée, à partir du 5 février, au moyen de quatre systèmes frigorifiques d'une puissance totale de 1,100,000 frigories.

Le relèvement du niveau de l'eau dans les tubages du sondage central, ayant donné l'indication de la fermeture du mur de glace dans les assises aquifères du tertiaire et du crétacé, on a commencé le creusement le 6 avril.

Dans les sables tertiaires, l'enlèvement du noyau non congelé a permis un avancement très rapide et il n'a pas été nécessaire d'enta-mer le mur de glace. Aussi a-t-on posé, dès le 26 avril, une pre-mière trousse dans les argiles rupéliennes à 109^m42, ce qui corres-pond à un avancement journalier de $\frac{109.42 - 2.25}{20} = 5^m36$.

Le creusement a été repris dans ces argiles le 28 mai, après

(1) Lorsque l'échec des essais de cimentation du tuffeau a démontré la nécessité de porter la congélation jusqu'à 485 mètres, il n'a plus été possible de vérifier la verticalité des sondages sous 330 mètres, leur partie inférieure n'ayant pas un diamètre suffisant.

achèvement du cuvelage de la première passe ; ce travail est poursuivi avec pose des anneaux en descendant ; il a atteint la cote de 142 mètres au 30 juin.

C. — *Personnel ouvrier.* — Le siège de Kleine-Heide a occupé pendant le premier semestre de 1913, 321 ouvriers répartis comme suit : 139 ouvriers du fond, 7 maçons, 105 manœuvres, 11 chauffeurs, 24 machinistes et 35 ouvriers d'atelier.

6. **Concession Sainte-Barbe. — Siège d'Eysden.** — A. — *Fonçage des puits.* — Les 38 sondages primaires du puits n° 1 ont la profondeur prévue de 505 mètres et sont pourvus de tubes congélateurs, à l'exception de deux d'entre-eux, qui doivent être rectifiés, parce que leur déviation est trop considérable.

On a décidé d'exécuter six sondages supplémentaires ; deux de ceux-ci étaient achevés et tubés au 30 juin. A cette date, la longueur totale des 44 sondages de congélation du puits n° 1 atteignait 21,800 mètres. Au puits n° 2, 27 des 38 sondages primaires sont terminés ; tous les autres ont dépassé la profondeur de 240 mètres et la longueur totale de tous ces sondages est de 17,700 mètres.

B. — *Installation frigorifique.* — Les six compresseurs doubles à ammoniac, d'une puissance totale de 1,800,000 frigories à -20° centigrades, sont montés, ainsi que leurs accessoires.

C. — *Centrale électrique.* — L'installation de la centrale électrique du siège d'Eysden a été parachevée.

D. — *Services accessoires.* — On a commencé la construction, au sud des puits, d'un bâtiment long de 100 mètres et large de 12, qui réunira les ateliers mécaniques, les forges, magasins, garage à autos, remise à locomotives, etc.

E. — *Cité ouvrière.* — Sur 100 habitations construites, 46 sont occupées par une population de 180 personnes. La maison de la direction, édifiée près des bureaux, est achevée, ainsi que trois habitations d'ingénieurs et un groupe de deux maisons d'employés.

F. — *Centrage des puits.* — Les axes des deux puits du siège d'Eysden ont été repérés une fois pour toutes, d'une façon précise, avant le commencement des travaux. Ils sont déterminés par l'intersection de droites Est-Ouest et Nord-Sud, dont la position exacte est donnée par des bornes métalliques enserrées dans de solides blocs de béton, toujours accessibles, installés aux quatre points cardinaux, à quelque distance des tours de fonçage.

Cette disposition, très recommandable, fournira en tous temps un moyen de détermination simple et rigoureux du centre des puits. Elle a été utilisée ailleurs qu'au siège d'Eysden, notamment à Waterschei et au Zwartberg ; son usage n'est cependant pas absolument général en Campine.

G. — *Mesures de verticalité.* — Les déviations de tous les sondages de congélation ont été relevées jusqu'à 480 mètres ou 500 mètres, par le personnel des entrepreneurs du fonçage, sous le contrôle des agents des charbonnages Limbourg-Meuse, au moyen du téléclinographe Denis (1).

Généralement, les mesures sont effectuées lorsque le sondage a atteint ou est près d'atteindre sa profondeur finale, après descente d'un tubage auxiliaire de six pouces. Parfois cependant, on détermine l'allure du sondage pendant son exécution ; lorsque l'importance de la déviation est trop grande, on remplit de ciment le fond du trou et on recommence ensuite le forage.

Cette méthode de travail est particulièrement intéressante pour les sondages supplémentaires, pour lesquels elle doit être parfois appliquée quatre ou cinq fois, afin d'obtenir une verticalité suffisante.

Pour les sondages terminés, les mesures s'effectuent de la façon suivante : l'appareil, soigneusement orienté, est descendu d'abord aussi bas que le permet le tubage auxiliaire ; les déterminations effectuées de 10 en 10 mètres pendant la descente, donnent les lectures directes. Parvenu au fond du sondage, l'appareil subit une rotation de 180° sur lui-même et est ensuite remonté par étapes de 10 mètres, en vue d'obtenir de nouvelles lectures dites inverses. La moyenne des lectures directes et inverses est utilisée pour le tracé des déviations.

A titre de vérification, quelques sondages ont été mesurés contradictoirement, au moyen des appareils Denis et Gebhardt ; les résultats obtenus concordent d'une façon presque parfaite.

Toutefois, il ne sera tenu compte que des indications fournies par le téléclinographe de Denis.

8 juillet 1913.

(1) Cet appareil, qui a été utilisé pour la première fois en Campine, à Winterslag, a été décrit par M. Ad. Breyre dans son mémoire déjà cité.

STATISTIQUE

MINES. — Production semestrielle

1^{er} SEMESTRE 1913

Tonnes de 1000 kilogrammes

PROVINCES	Charbonnages		Ouvriers	
	Production nette	Stocks à la fin du semestre	Fond et surface réunis	
	Tonnes	Tonnes	NOMBRE	
HAINAUT	Couchant de Mons . . .	2,147,000	106,040	32,664
	Centre	1,691,030	113,660	21,756
	Charleroi	4,001,800	288,150	49,169
Namur	402,800	32,740	4,911	
LIÈGE	Liège-Seraing	2,396,420	182,980	32,688
	Plateaux de Herve . .	582,500	18,620	5,859
Autres provinces	»	»	»	
Le Royaume	1 ^{er} semestre 1913	11,221,550	742,190	147,047
	1 ^{er} semestre 1912	11,135,290	627,220	142,850
En plus pour 1913	86,260	114,970	4,197	
En moins pour 1913	»	»	»	

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Application de la loi sur les mines du 5 juin 1911.
Demandes en concession. — Instruction. — Délais.

Circulaire ministérielle du 31 mai 1913

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

J'ai eu l'occasion de constater que l'instruction des demandes en concession ou en extension de concession de mines de houille subissait fréquemment des retards parfois considérables, notamment pour le motif que l'Ingénieur des mines, chargé d'émettre son avis sur ces demandes, entendait réserver son appréciation jusqu'au moment où des renseignements complémentaires au sujet tant de l'existence et de l'étendue du gisement que de sa richesse présumée, lui aient été fournis.

J'estime que cette manière d'agir, ainsi que la prolongation des délais d'instruction qui en résulte, est inconciliable avec les dispositions de la loi du 5 juin 1911 sur les mines. En augmentant la durée des délais ouverts par la loi du 21 avril 1910 pour l'accomplissement des diverses formalités que comporte l'instruction des demandes en concession, le législateur de 1911 a entendu que les nouveaux délais impartis soient respectés, et ce en vue d'assurer à ces demandes une prompte solution. En suite de cette interprétation, il apparaît indispensable qu'en général toute demande, du moment qu'elle est introduite, renferme en elle-même les éléments nécessaires à son instruction complète. C'est en conséquence dans les indications que le demandeur aura fournies dès le début, relativement à l'allure des couches et à la richesse présumée du gisement que l'Ingénieur compétent devra puiser les données qui lui permettront d'émettre en connaissance de cause son avis sur la recevabilité de la demande, sur l'étendue qu'il convient d'assigner à la concession, etc. S'il doit être permis au requérant de compléter, au cours de l'ins-

truction, les renseignements qu'il a le devoir de fournir, il ne peut être admis que les lacunes au point de vue de la connaissance de la mine que présenterait sa demande, aient pour effet d'en tenir la solution en suspens, au mépris des prescriptions formelles de la loi.

Sous l'empire des considérations qui précèdent, j'ai prié MM. les Gouverneurs de province de poursuivre l'instruction des demandes de concession qui sont en suspens, et d'inviter éventuellement les Ingénieurs qui s'en trouvent saisis, à transmettre sans retard leurs rapports à la Députation permanente compétente.

Je ne doute pas, Monsieur l'Ingénieur en chef, que vous n'apportiez toute votre activité et votre dévouement à l'observation des présentes instructions.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

ARM. HUBERT.

POLICE DES MINES

Utilisation des puits de retour d'air pour l'extraction des produits et la translation du personnel.

Circulaire à MM. les Ingénieurs en chef Directeurs des neuf arrondissements des Mines.

BRUXELLES, le 15 mai 1913.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

Les nécessités actuelles de l'exploitation des mines tendent de plus en plus à faire utiliser les puits de retour d'air, non seulement pour l'installation des services accessoires de la mine, mais également pour la translation du personnel et l'extraction des produits.

Des instructions m'ont été demandées à ce sujet; elles visaient notamment le point de savoir si la translation du personnel pouvait être autorisée dans les puits de retour d'air des mines à grisou, classées en 3^e catégorie. Il est donc nécessaire, en vue de maintenir l'unité de direction dans les divers arrondissements, de préciser la portée de l'article 34 de l'arrêté royal du 28 avril 1884, en ce qui concerne l'utilisation générale des puits de retour d'air, ainsi que

celle des articles 19 du même arrêté et 26 *bis* de l'arrêté royal du 5 septembre 1901, en ce qui touche à l'utilisation de ces puits pour la translation du personnel dans les mines à grisou.

La question a été soumise à l'examen du Comité permanent des mines; celui-ci a émis à ce sujet l'avis suivant, auquel je me rallie :

Tel qu'il est libellé, l'article 34 de l'arrêté royal du 28 avril 1884 permet aux exploitants d'installer, sans autorisation aucune, des engins quelconques dans les puits de retour d'air, à la condition que ces engins ne puissent rendre la ventilation insuffisante.

Il a été admis de tout temps qu'on pouvait installer, sans autorisation, dans ces puits, des échelles pour la translation du personnel, des pompes, etc.

En ce qui concerne l'utilisation de ces puits pour l'extraction des produits ou pour la translation du personnel, si la pratique suivie jusqu'ici dans certains arrondissements a été de la soumettre à une autorisation préalable, il faut pourtant remarquer que cette utilisation des puits de retour d'air, qui est justifiée par les conditions actuelles de l'exploitation dans notre pays, n'a, en général, pas présenté des inconvénients tels qu'il faille considérer les cages d'extraction comme des appareils capables de rendre la ventilation insuffisante.

On peut donc, dans la plupart des cas, utiliser le puits d'air de la sorte, sans déroger à l'article 34 et sans qu'il y ait lieu à autorisation préalable.

Il peut néanmoins se faire que, par suite de circonstances spéciales, telles qu'un encombrement déjà considérable de la section du puits, une ventilation réduite, etc., il y ait des présomptions sérieuses de croire que l'installation de cages, ou d'autres engins, serait de nature à rendre la ventilation insuffisante. Dans des cas semblables, l'Administration trouvera dans les articles 34, 76 et 77 combinés de l'arrêté royal du 28 avril 1884, le moyen de parer à cette situation défectueuse.

En ce qui concerne la translation du personnel dans les puits de retour d'air des mines à grisou, le Comité est d'avis que, *quelque soit le classement du siège*, aucun article de règlement ne l'interdit.

La circulaire de 1886, rédigée par un des auteurs principaux de l'arrêté royal du 28 avril 1884, indique d'une manière explicite que l'article 19 de cet arrêté ne peut être invoqué dans l'espèce, *qu'à la condition que l'air soit réellement vicié*.

Quant à l'article 26 bis, qui définit ce qu'il faut entendre par « air vicié » dans les mines à grisou, il résulte à l'évidence de la discussion dont il a été l'objet à la Commission pour la révision des règlements miniers, que ses auteurs n'ont nullement eu en vue ou d'interdire, ou de soumettre à une autorisation préalable, la translation du personnel dans les puits de retour d'air des mines à grisou, quelqu'en soit le classement.

Vous voudrez bien, Monsieur l'Ingénieur en chef, vous inspirer des considérations qui précèdent pour la solution des questions de l'espèce qui seraient soumises à votre examen.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

AR. HUBERT.

Application aux installations Koepe des articles 16 § 4, 39, 42 et 43 de l'arrêté royal du 10 décembre 1910.

Circulaire à MM. les Ingénieurs en chef Directeurs des neuf arrondissements des Mines.

BRUXELLES, le 15 mai 1913.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

Des instructions m'ont été demandées à différentes reprises sur la manière dont il y avait lieu d'appliquer certains articles de l'arrêté royal du 10 décembre 1910, en ce qui concerne les puits équipés par le système Koepe.

Cette question a été soumise à l'examen du Comité permanent des mines et, d'accord avec ce Collège, j'ai l'honneur de vous indiquer ci-dessous la ligne de conduite que vous voudrez bien observer pour l'application aux installations de l'espèce, des articles 16 § 4, 39, 42 et 43 de l'arrêté précité.

ART. 16 § 4.

L'emploi d'un dispositif Koepe pour l'outillage des puits d'extraction ne justifie pas lui-même l'octroi d'une dérogation générale aux prescriptions de cet article, les mises à molettes étant possibles dans certains cas. Toutefois cette dérogation peut être accordée moyennant l'observation des conditions suivantes :

1° Les machines d'extraction seront pourvues des dispositifs ci-après :

a) un appareil automatique limitant, à tout moment, la vitesse des cages, de façon à ce qu'elle ne puisse en aucun cas dépasser un maximum déterminé ;

b) un appareil automatique réduisant à 1 mètre au maximum, la vitesse des cages à leur arrivée au jour ;

c) un frein automatique, à action progressive, commandé par un appareil placé dans le châssis à molettes, et combiné de façon à arrêter la poulie Koepe dès que la cage dépasse un point déterminé.

2° S'il est fait usage d'un contre-câble d'équilibre, celui-ci sera constitué par un câble plat, de longueur telle que la cage montante puisse atteindre le point où se fait l'arrêt automatique, sans que ce câble soit mis en tension.

3° Un solide plancher sera établi sous le niveau de la recette inférieure du fond et disposé de façon à ce que la cage descendante vienne s'y reposer, dès que celle du jour dépasse un point déterminé situé à distance convenable des molettes. Ce plancher pourra utilement, si rien ne s'y oppose, être précédé par des guides rapprochés de manière à empêcher la cage de venir s'y poser avec un choc violent ; éventuellement, des tampons amortisseurs pourront tenir lieu de guides rapprochés.

4° Sous ce plancher, la partie de la potelle dans laquelle se trouve la réserve du contre-câble, sera maintenue libre et les mesures seront prises pour que ce câble ne plonge pas dans l'eau.

5° Les prescriptions de l'article 40 de l'arrêté royal du 10 décembre 1910 seront appliquées aux contre-câbles d'équilibre.

ART. 39.

Cet article prescrit la visite hebdomadaire de tous les engins relatifs à la translation du personnel.

Dans cette catégorie rentrent évidemment les câbles d'équilibre des installations Koepe et tout ce qui s'y rapporte, comme leurs attaches, les rouleaux-guides du fond, etc.

ART. 42 et 43.

Il paraît avéré que les prescriptions de l'article 42 ne sont pas réalisables avec les câbles Koepe. Comme, d'autre part, ceux-ci travaillent dans des conditions telles que la fatigue à la patte n'est pas supérieure à celle qui existe en un point quelconque de leur longueur,

il n'y a pas lieu d'exiger des recoupes périodiques à la patte de ces câbles.

Quant à l'article 43, 3^e alinéa, dispense de ses prescriptions, en ce qui concerne la durée des câbles métalliques, pourra être accordée, une fois pour toutes, à la demande des exploitants, pour chacun des puits ou sièges outillés par système Koepe. Les arrêtés de dérogation pourront porter à 24 mois le terme de l'expiration duquel les câbles Koepe en métal devront, à défaut d'essais, être mis hors service.

Bien qu'il ne soit pas nécessaire d'introduire dans ces arrêtés une clause spéciale relativement à ce qui suit, j'attire néanmoins votre attention sur l'utilité qu'il y a de contrôler plus spécialement le service effectué par les câbles dont la durée sera ainsi prolongée. A titre d'indication, je vous signale le moyen de contrôle qui consiste à évaluer la *fatigue à la flexion* de la corde.

Cette fatigue peut se calculer en multipliant les charges moyennes supportées à l'enlèvement pendant le trait au charbon à la pierre et pendant la translation du personnel, par le nombre de cordées correspondant, et en additionnant les résultats. Une statistique publiée récemment en Allemagne a démontré que la plupart des câbles Koepe ne dépassait pas une « fatigue à la flexion » évaluée à 2,000,000. Il serait intéressant de recueillir des données sur cette question dans les mines de notre pays.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

AR. HUBERT.

**Épissures. — Interprétation des articles 43 et 44
de l'arrêté royal du 10 décembre 1910.**

*Circulaire à MM. les Ingénieurs en chef Directeurs
des neuf arrondissements des mines.*

BRUXELLES, le 15 mai 1913.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

Les essais qui ont été effectués sur des câbles épissés, depuis la mise en vigueur de l'arrêté royal du 10 décembre 1910, ont démontré que la résistance des épissures peut être notablement inférieure à celle des bouts contigus. Il s'en suit que, si on calcule la charge

admissible à l'endroit de l'épissure, en divisant par le coefficient réglementaire de 4.5, la charge de rupture du bout contigu le moins résistant, cette charge, ainsi calculée, est trop forte et ferait travailler le câble à l'endroit de l'épissure avec un coefficient de sécurité inférieure au coefficient réglementaire. Rappelons qu'en effet le règlement exige de ne descendre, en aucune section du câble, en dessous du coefficient minimum de 4.5. Il convient dès lors de tenir compte de la diminution de résistance des épissures pour le calcul de la charge que les câbles de l'espèce peuvent supporter.

En conséquence, et de l'avis conforme du Comité permanent des mines, j'ai décidé qu'il y avait lieu de fixer le coefficient de sécurité du câble, en affectant au préalable la charge de rupture du bout le moins résistant contigu à l'épissure, d'un coefficient de réduction tenant compte de la diminution de résistance de celle-ci.

Les visiteurs agréés apprécieront, dans chaque cas, la valeur de ce coefficient, suivant le soin apporté à la confection de l'épissure; toutefois, en cette section, la charge admissible C ne sera jamais supérieure à celle donnée par les formules ci-après :

$$C \leq \frac{0.80 R}{4.5} \quad (1)$$

s'il s'agit de câbles en textiles, et

$$C \leq \frac{0.95 R}{6} \quad (2)$$

s'il s'agit de câbles métalliques.

Dans ces formules, R représente la charge de rupture du bout le moins résistant contigu à l'épissure.

En ce qui concerne cette charge de rupture R, des essais récents ont démontré que pour les câbles en textiles, sa détermination en se basant sur la résistance des fils de caret, donnait des résultats incomparablement plus élevés que ceux révélés par l'essai direct au banc d'épreuve, des échantillons coupés.

L'article 44 de l'arrêté royal du 10 décembre 1910 donne aux visiteurs agréés la latitude d'exiger, s'ils le jugent nécessaire, un essai complet des bouts contigus à l'épissure. D'accord avec le Comité permanent des mines, j'estime qu'à défaut d'autres raisons, des essais complets doivent être exigés pour les câbles en textiles, toutes les fois que la charge de rupture d'un des bouts à réunir,

calculée d'après la résistance des fils de caret, sera inférieure à cinq fois celle qui serait nécessaire pour que le câble puisse continuer son service. En d'autres termes, la charge de rupture, déduite de l'essai des fils de caret, doit être au moins égale à cinq fois la charge R déduite de la formule (1) précédente.

Vous voudrez bien, Monsieur l'Ingénieur en chef, faire parvenir pour direction une expédition de la présente circulaire aux visiteurs agréés domiciliés dans votre ressort, vous assurer que les instructions y contenues sont strictement observées et me signaler éventuellement les cas où elles ne l'auraient pas été et les motifs invoqués à l'appui de cette manière de faire.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,
ARM. HUBERT.

Explosifs S. G. P.

Circulaires à MM. les Ingénieurs en chef Directeurs
des neuf arrondissements des mines

Bruxelles, le 3 avril 1913

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

J'ai l'honneur de vous informer que l'explosif dénommé « Pulvérite », tel qu'il est défini ci-dessous, ayant satisfait aux épreuves au Siège d'expériences de Frameries, et, d'autre part, ayant été reconnu officiellement et rangé dans la classe III (*Explosifs difficilement inflammables*), par arrêté ministériel du 19 mars 1913, peut être ajouté à la liste des explosifs S. G. P. annexée à ma circulaire du 14 décembre 1910 et complétée par celles du 31 août 1911 et du 7 mars 1912.

La **Pulvérite**, fabriquée par la firme *Société anonyme de Dynamite de Matagne*, à Matagne-la-Grande, est ainsi composée :

Coton collodion.	0.50
Sulfate de Baryum	2.00
Farine	5.00
Nitroglycérine	6.00
Sulfate d'ammonium	7.00
Trinitrotoluol	7.00
Chlorure de sodium	18.00
Perchlorate de potassium	24.00
Nitrate d'ammonium	30.50
	<hr/>
	100.00

Charge maximum : 0^k850.

Poids équivalent en dynamite n° 1 : 0^k504.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,
AR. HUBERT.

BRUXELLES, le 17 avril 1913.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

J'ai l'honneur de vous faire savoir que l'explosif dénommé et défini ci-dessous, ayant satisfait aux épreuves du Siège d'expériences de Frameries et, d'autre part, ayant été reconnu officiellement et rangé dans la classe III (*Explosifs difficilement inflammables*), par arrêté ministériel du 3 avril 1913, peut être ajouté à la liste des explosifs S. G. P., annexée à ma circulaire du 14 décembre 1910 et complétée par mes circulaires du 31 août 1911, du 7 mars 1912 et du 3 avril 1913.

L'**Alsilite S. G. P.**, fabriquée par la firme *E. Ghinijonet et Ghinijonet et C^{ie}*, à Ougrée, est ainsi composée :

Nitrate d'ammonium	62
Chlorure de sodium	22
Trinitrotoluène	11
Ferro-Silicium-Aluminium	5
	<hr/>
	100

Charge maximum : 0^k900.

Poids équivalent en dynamite n° 1 : 0^k594.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,
ARM. HUBERT.

Explosifs S. G. P. — Essais de contrôle

*Circulaire à MM. les Ingénieurs en chef Directeurs
des neuf arrondissements des mines*

BRUXELLES, le 9 juin 1913.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

J'ai l'honneur de vous rappeler mes circulaires des 18 juin 1907 et 18 octobre 1909 relatives aux essais de contrôle des explosifs de sûreté.

Il importe de ne pas perdre de vue la nécessité d'effectuer de temps à autre, des prélèvements en vue de ces essais, si l'on veut éviter qu'il ne se produise dans la fabrication des explosifs S. G. P. quelque relâchement funeste à la sécurité des ouvriers mineurs.

J'attire tout spécialement votre attention sur les explosifs admis le plus récemment, qui n'ont jusqu'ici donné lieu qu'à peu d'essais de contrôle.

Pour le Ministre :
Le Directeur Général des Mines,
LOUIS DEJARDIN.

TABLEAU

indiquant par circonscription

LES NOMS ET LIEUX DE RESIDENCE

DES

DÉLÉGUÉS

à l'inspection des mines

(Période 1913-1916)



Tableau indiquant par circonscription les noms et lieux
(Période

de résidence des délégués à l'inspection des mines.
1913-1916).

NUMÉROS DES CIRCONSCRIPTIONS	DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES		NOMBRE DES SIÈGES D'EXTRACTION	CONSEILS DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL COMPÉTENTS	CHEFS-LIEUX DES CIRCONSCRIPTIONS	NOMS ET RÉSIDENCES DES DÉLÉGUÉS
	NOMS	LOCALITÉS				
PREMIÈRE INSPECTION GÉNÉRALE (Hainaut)						
Premier arrondissement						
1	Blaton	Bernissart	4 } 4 } 8	Bernissart.	Boussu.	Ruelle, Henri, à Boussu.
	Bois de Boussu	Boussu				
2	Belle-Vue	Elouges	4 } 1 } » } » } 5	Boussu. Quaregnon. — —	Dour.	Harmegnies, Augustin, dit Marguenne, à Dour.
	Bonne-Veine	Quaregnon				
	Hensies-Pommerœul	Hensies				
	Nord de Quiévrain	Id.				
3	Grande Chevalière et Midi de Dour	Dour	2 } 2 } 2 } 6	Dour Id. Id.	Dour.	Velut, Renaud, à Boussu
	Bois de Saint-Ghislain	Id.				
	Grande Machine à feu de Dour	Id.				
4	Escouffiaux	Wasmes	3 } 2 } 1 } 6	Frameries Id. —	Wasmes.	Caufriez, Victor, à Pâturages.
	Agrappe (Crachet)	Frameries				
	Ciply	Ciply				
5	Agrappe (Puits du Midi)	Frameries	5 } 1 } 6	Frameries. —	Frameries.	Charles, Jean-Baptiste, à La Bouverie.
	Genly	Id.				
6	Grand-Bouillon	Pâturages	2 } 3 } 2 } 7	Pâturages. Wasmes. —	Wasmes.	Denis, Augustin, à Wasmes.
	Buisson	Wasmes				
	Espérance et Hautrage	Hautrage				

NUMÉROS DES CIRCONSCRIPTIONS	DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES		NOMBRE DES SIÈGES D'EXTRACTION	CONSEILS DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL COMPÉTENTS	CHEFS-LIEUX DES CIRCONSCRIPTIONS	NOMS ET RÉSIDENCES DES DÉLÉGUÉS
	NOMS	LOCALITÉS				
Deuxième arrondissement						
1	Grand Hornu Couchant du Flénu	Hornu Quaregnon	3 } 2 } 5	Hornu Quaregnon	Saint-Ghislain	Labuche, Antoine, à Hornu.
2	Hornu et Wasmes	Wasmes	4 } 4	Wasmes	Wasmes	Lefebvre, Castule, à Wasmes.
3	Rieu-du-Cœur Nord du Rieu-du-Cœur.	Quaregnon Quaregnon	5 } 1 } 6	Quaregnon Quaregnon	Quaregnon	Honoré, Désiré, à Quaregnon.
4	Produits	Flénu	7 } 7	Flénu	Flénu	Plumat, Jean-Baptiste, à Jemappes.
5	Ghlin Levant du Flénu	Ghlin Cuesmes	1 } 5 } 6	Ghlin Cuesmes	Cuesmes	Delsaut, Victor, à Cuesmes.
6	Saint-Denis-Obourg-Havré Bois-du-Luc et La Barette	Havré Houdeng-Aimeries.	1 } 5 } 6	Havré Houdeng-Aimeries	Houdeng- Aimeries	Brichant, Léon, à Houdeng-Gœgnies.
7	Maurage et Boussoit Strépy et Thieu Bray	Maurage Strépy Bray	2 } 3 } 1 } 6	Havré Houdeng-Aimeries —	Haine-Saint- Pierre	Fontaine, Alfred, à Havré.

NUMÉROS DES CIRCONSCRIPTIONS	DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES	
	NOMS	LOCALITÉS

Troisième

1	La Louvière et Sars-Longchamps Ressaix (Division de Houssu)	La Louvière Haine-Saint-Paul
2	Mariemont.	Morlanwelz
3	Bascoup	Chapelle-lez-Herlaimont
4	Ressaix (Divisions de Ressaix et de Péronnes)	Ressaix
5	Bois de La Haye Beaulieusart	Anderlues Fontaine-l'Evêque
6	Courcelles-Nord. Nord de Charleroi	Courcelles Id.

NOMBRE DES SIÈGES D'EXTRACTION	CONSEILS	CHEFS-LIEUX	NOMS
	DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL COMPÉTENTS	DES CIRCONSCRIPTIONS	ET RÉSIDENCES DES DÉLÉGUÉS

arrondissement

5 2	} 7	La Louvière	La Louvière	Lejour, Constant, à Strépy.
		Id.		
6	} 6	Morlanwelz	Morlanwelz	Baudoux, Jean-Baptiste, à Carnières.
5		Chapelle-lez-Herlaimont.	Bascoup	
5 6	} 6	Anderlues	Ressaix	Dauge, Joseph, à Péronnes.
2		Id.	Fontaine-l'Evêque	
3 4	} 7	Roux	Courcelles	Dept, Nicolas, à Souvret.
		Id.		

NUMÉROS DES CIRCONSCRIPTIONS	DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES	
	NOMS	LOCALITÉS

Quatrième

1	Grand-Conty-Spinois	Gosselies
	Amercœur	Jumet
	Centre de Jumet	Id.
	Masse-Diarbois	Ransart
2	Monceau-Fontaine, Martinet et Marchienne	Monceau-sur-Sambre
3	Sacré-Madame	Dampremy
	Bayemont	Marchienne-au-Pont
4	Marcinelle-Nord	Marcinelle
	Bois de Casier, Marcinelle et du Prince	Id.
	Forte-Taille	Montigny-le-Tilleul
5	Charbonnages réunis de Charleroi	Charleroi

NOMBRE DES SIÈGES D'EXTRACTION	CONSEILS DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL COMPÉTENTS	CHEFS-LIEUX DES CIRCONSCRIPTIONS	NOMS ET RÉSIDENCES DES DÉLÉGUÉS
2 3 2 2	9	Jumet	Jumet Colson, Clément, à Courcelles.
		Id.	
		Id.	
		Ransart	
6	6	Marchienne-au-Pont	Monceau-sur-Sambre Marcelle, Dieudonné, à Forchies-la-Marche.
4 3	7	Charleroi	Dampremy Desplats, Alexandre, à Dampremy.
		Marchienne-au-Pont	
3 1 1	5	Charleroi et Châtelet	Marcinelle Nérinckx, Dominique, à Marcinelle.
		Id.	
		Marchienne-au-Pont	
6	6	Charleroi	Charleroi Bastin, Benjamin, à Charleroi.

arrondissement

NUMÉROS DES CIRCONSCRIPTIONS	DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES	
	NOMS	LOCALITÉS

Cinquième

1	Grand-Mambourg-Liége	Montigny-sur-Sambre
	Poirier	Id.
	Bonne-Espérance à Montigny-s.-Sambre	Id.
	Centre de Gilly	Gilly
2	Trieu-Kaisin	Châtelineau
	Noël-Sart-Culpart	Gilly
3	Gouffre	Châtelineau
	Boubier	Châtelet
	Nord de Gilly	Fleurus
4	Appaumée-Ransart	Ransart
	Bois communal de Fleurus	Fleurus
	Petit-Try	Lambusart
5	Baulet	Wanfercée-Baulet
	Bonne-Espérance à Lambusart	Lambusart
	Roton-Sainte-Catherine	Farciennes
	Masse-Saint-François	Id.
6	Aiseau-Oignies	Aiseau
	Aiseau-Presles	Farciennes
	Carabinier-Pont-de-Loup	Châtelet
	Ormont	Id.

NOMBRE DES SIÈGES D'EXTRACTION	CONSEILS	CHEFS-LIEUX	NOMS
	DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL COMPÉTENTS	DES CIRCONSCRIPTIONS	ET RÉSIDENCES DES DÉLÉGUÉS

arrondissement.

2 2 1 2	} 7	Charleroi	Montigny-sur-Sambre	Jeanquart, Dieudonné-Joseph, à Montigny-sur-Sambre
		Id.		
		Gilly		
		Id.		
4 1	} 5	Châtelet et Gilly	Gilly	Plaquet, Ferdinand, à Gilly
		Gilly		
3 2 1	} 6	Châtelet	Châtelineau	Franc, Emile, à Châtelet
		Id.		
		Ransart		
4 1 1	} 6	Ransart	Ransart	Verleuw, Henri, à Gilly.
		Id.		
		Farciennes		
1 1 2 2	} 6	Farciennes	Farciennes	Dumont, Alexis, à Wanfercée-Baulet.
		Id.		
		Id.		
		Id.		
2 2 2 2	} 8	Farciennes.	Châtelet	Fauville, Jules, à Fleurus
		Id.		
		Châtelet		
		Id.		

NUMÉROS DES CIRCONSCRIPTIONS	DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES	
	NOMS	LOCALITÉS

DEUXIÈME INSPECTION

Sixième arron

1	Charbonnages de la province de Namur	de Tamines à Namur . de Namur à Andenne .
---	--------------------------------------	--

NOMBRE DES SIÈGES D'EXTRACTION	CONSEILS DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL COMPÉTENTS	CHEFS-LIEUX DES CIRCONSCRIPTIONS	NOMS ET RÉSIDENCES DES DÉLÉGUÉS
--------------------------------------	--	--	--

GÉNÉRALE NAMUR-(LIÈGE)

dissement

10 } 7 }	17	Auvelais. —	Auvelais	N...
-------------	----	----------------	----------	------

NUMÉROS DES CIRCONSCRIPTIONS	DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES	
	NOMS	LOCALITÉS

NOMBRE DES SIÈGES D'EXTRACTION	CONSEILS DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL COMPÉTENTS	CHEFS-LIEUX DES CIRCONSCRIPTIONS	NOMS ET RÉSIDENCES DES DÉLÉGUÉS
--------------------------------------	--	--	--

Septième arron

1	Marihayé	Seraing
		Flémalle-Grande
		Les Awirs
	Nouvelle-Montagne	Engis
		Saint-Georges
	Halbosart	Villers-le-Bouillet
	Ben	Ben-Ahin
	Bois de Gives et Saint Paul	Id.
	Sart d'Avette et Bois des Moines	Horion-Hozémont
	Couthuin	Couthuin
Espérance	Wanze	
2	Kessales-Artistes	Flémalle-Grande
		Jemeppe-sur-Meuse
	Concorde	Id.
	Sarts-au-Berleur	Mons
	Arbre-Saint-Michel	Grâce-Berleur
	Mons	
3	Bonnier	Grâce-Berleur
	Gosson Lagasse	Montegnée
		Saint-Nicolas
	Horloz	Tilleur
4	Charbonnages des provinces d'Anvers et de Limbourg	

dissement

4 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1	15	Seraing	Flémalle-Grande	Grandry, Martin-Joseph, à Seraing
		Jemeppe-s.-Meuse.		
		Jemeppe-s.-Meuse.		
		Id.		
		—		
		—		
		Huy		
		Id.		
		—		
		—		
—				
2 2 1 1 1 1	8	Jemeppe-s.-Meuse.	Jemeppe s/Meuse	Mannoy, Albert, à Jemeppe-sur-Meuse
		Id.		
		Id.		
		Id.		
		Montegnée		
Jemeppe-s.-Meuse.				
1 2 1 1	5	Montegnée	Montegnée	Wasseige, Joseph, à Ans.
		Id.		
		Jemeppe-s.-Meuse.		
		Tilleur.		

NUMÉROS DES CIRCONSCRIPTIONS	DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES		NOMBRE DES SIÈGES D'EXTRACTION	CONSEILS DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL COMPÉTENTS	CHEFS-LIEUX DES CIRCONSCRIPTIONS	NOMS ET RÉSIDENCES DES DÉLÉGUÉS
	NOMS	LOCALITÉS				
Huitième arrondissement						
1	Sclessin-Val-Benoit Batterie	{ Liège Ougrée. Liège	2 } 2 } 5 1 }	Liège Seraing Liège	Liège	Malcorps, Henri, à Ougrée.
2	La Haye Espérance et Bonne-Fortune	{ Liège Saint-Nicolas Montegnée Ans Liège	1 } 1 } 5 1 } 1 }	Liège Jemeppe-s.-Meuse. Montegnée Id. Liège.	Glain	Lardinois, Jean, à Ans.
3	Bonne Fin-Bâneux Patience et Beaujone Ans et Glain	{ Liège Glain Ans Id. Rocour.	3 } 1 } 8 2 } 1 }	Liège. Montegnée Id. Id. Id.	Montegnee.	Spineux, Jules-Joseph, à Glain.
4	Bicquet-Gorée Abhoos et Bonne Foi-Hareng Petite-Bacnure Grande Bacnure. Espérance et Violette Belle-Vue et Bien-Venue	{ Oupeye. Herstal. Milmort Herstal. Liège Herstal. Jupille Herstal.	1 } 1 } 8 1 } 1 } 1 } 1 }	Herstal Id. Id. Id. Liège Herstal Jupille. Herstal.	Herstal	Martens, Louis-Joseph, à Herstal.

NUMÉROS DES CIRCONSCRIPTIONS	DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES		NOMBRE DES SIÈGES D'EXTRACTION	CONSEILS DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL COMPÉTENTS	CHEFS-LIEUX DES CIRCONSCRIPTIONS	NOMS ET RÉSIDENCES DES DÉLÉGUÉS
	NOMS	LOCALITÉS				
Neuvième arron-						
dissement						
1	Cockerill	Seraing	1 1 1	Seraing	Seraing	Schmitz, Pierre-Joseph, à Seraing.
	Six-Bonnières	Id.				
	Ougrée	Ougrée.				
2	Wérister	Romsée.	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Fléron.	Beyne-Heusay.	Lallemand, Jean-Joseph, à Romsée
	Steppes	Fléron				
	Trou-Souris, Houlleux-Homvent.	Romsée.				
	Cowette-Rufin	Beyne-Heusay				
	Lonette	Id.				
	Quatre-Jean	Rétinne.				
	Wandre	Queue-du-Bois				
	Cheratte	Wandre				
	Basse-Ransy	Cheratte				
		Vaux-sous-Chèvremont				
3	Hasard-Fléron	Micheroux	1 1 1 3 1 1 1	Fléron	Micheroux	Pirotte, Michel-Gilles- Joseph, à Ayeneux.
	Micheroux.	Fléron				
	Crahay	Soumagne				
		Id.				
	Herve-Wergifosse	Xhendelesse				
		Battice				
	Minerie	Id.				

POLICE DES APPAREILS A VAPEUR

INSTRUCTION N° 63.

La soudure autogène.

CIRCULAIRE

à MM. les Ingénieurs en chef, Chefs de Service pour la surveillance
des Appareils à vapeur.

BRUXELLES, le 10 juillet 1913.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

Depuis un certain temps, il est fait usage dans la construction et la réparation des appareils à vapeur, du procédé de la soudure autogène. Il m'a été demandé si ce mode d'assemblage des tôles pouvait être toléré.

J'ai consulté à ce sujet la Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur.

Différents accidents survenus dans notre pays ont eu pour cause l'emploi de la soudure autogène. Diverses associations pour la surveillance des appareils à vapeur, des congrès pour la résistance des matériaux se sont prononcés contre ce mode d'assemblage pour le motif qu'il n'offre pas des garanties suffisantes de sécurité.

Tenant compte de ces faits et eu égard à ces observations, je décide, conformément à l'avis de la Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur, que l'emploi de la soudure autogène est dorénavant interdit dans la construction et dans les réparations essentielles des chaudières.

Cette règle pourra toutefois être l'objet de dérogations dans certains cas particuliers qui seront soumis à mon appréciation.

Vous voudrez bien, Monsieur l'Ingénieur en Chef, porter l'instruction qui précède à la connaissance des fonctionnaires placés sous vos ordres et, en ce qui vous concerne, veiller à son exécution.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

ARM. HUBERT.

INSTRUCTION N° 64.

**Chaudières à vapeur d'origine étrangère établies
à bord des bateaux destinés à la navigation maritime.
Marque des tôles. — Dérogation.**

CIRCULAIRE

à MM. les Ingénieurs en chef, Chefs de Service pour la surveillance
des Appareils à vapeur.

BRUXELLES, le 10 juillet 1913.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

Aux termes de la circulaire du 20 janvier 1908 (Instruction n° 58), les chaudières d'origine étrangère installées à bord des navires de mer, sont dispensées des prescriptions de l'article 35 de l'arrêté royal du 15 décembre 1906, s'il est établi que le navire est classé par une société maritime de classification.

Jusqu'à présent, les seules sociétés agréées à cet effet étaient le *Lloyd's Register*, le *Bureau Veritas* et le *Lloyd allemand*.

Eu égard à l'avis de la Commission permanente pour les appareils à vapeur, j'ai décidé qu'il y a lieu d'y adjoindre la *British Corporation for the Survey and Registry of Shipping*.

Je vous prie de bien vouloir prendre note de la présente décision.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

ARM. HUBERT.

SOMMAIRE DE LA 3^{me} LIVRAISON, TOME XVIII

MÉMOIRES

Les installations, dans les puits de mines, de signaux pouvant être manœuvrés des cages en mouvement	J. Kersten	697
Etude critique des guides rapprochés placés comme évite-molette	N. Dessard	729
Les Gisements houillers de la Belgique	A. Renier	755

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERES ET DU GRISOU

Le bourrage extérieur en poussières incombustibles (2 ^{me} note)	V. Watteyne et E. Lemaire	781
---	---------------------------	-----

EXTRAITS DE RAPPORTS ADMINISTRATIFS

2^{me} SEMESTRE 1912.

3 ^{me} arrondissement. — Charbonnage de Masse et-Diarbois : Décagement automatique système Henry. — Charbonnage de Marcinelle-Nord : Evite-molette F. Durez. — Charbonnage de Masse et-Diarbois : Signalisation électrique. — Immobilisation des chariots lors de la remise à rails sur les plans inclinés. — Charbonnages de Monceau-Fontaine-Martinet et Marchienne : Prix de revient du transport de la tonne-kilométrique par locomotives à benzine ou par chevaux. — Charbonnage de Monceau-Fontaine : Renforcement du boisage. — Mines métalliques : Recherches effectuées dans la concession de Barbençon	O. Ledouble	817
---	-------------	-----

NOTES DIVERSES

Note sur le fonçage des nouveaux puits de l'Héribus, du Levant du Flénu	M. Guérin	835
Etude comparative entre la locomotive à benzine et la locomotive à air comprimé	L. Dehez	863
La détermination de la teneur des mélanges grisouteux à l'aide de l'interféromètre	A. Breyre	868
La nouvelle galerie d'essais de Derne, près Dortmund	V. Watteyne	873
Le coefficient de sécurité des câbles d'extraction (traduit par G. W.)	A. D. F. Baumann	883
Le charbon dans le monde	E. Lozé	889
Le minerai de fer dans le monde	—	913
<i>Bibliographie</i> : Traité de chimie minérale, par H. ERDMANN (traduit sur la 5 ^{me} édition allemande par A. CORVISY). — Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels, par J. POST et B. NEUMANN (2 ^{me} édition française, entièrement refondue, traduite d'après la 3 ^{me} édition allemande et augmentée de nombreuses additions), par G. CHENU et M. PELLET. — Cours de physique générale à l'usage des candidats au certificat de physique générale, au diplôme d'ingénieur électricien et à l'agrégation des sciences physiques, par H. OLLIVIER. — La question du moteur sans soupape : le moteur Knight ; ce qu'il est, ce qu'il faut en penser, par A. COUTET. — Le développement minier et métallurgique et les problèmes qui s'y rattachent dans l'Est français, le Luxembourg, l'Alsace-Lorraine et la Belgique, par A. PAWLOWSKI. — La <i>Revue universelle des Mines et de la Métallurgie</i>	—	929

LES SONDAGES ET TRAVAUX DE RECHERCHE DANS LA PARTIE MÉRIDIIONALE DU BASSIN HOULLER DU HAINAUT

Les sondages (suite) :

N ^o 8. — Sondage de Trivières	937
— 26. — — de Jamioux	971
— 28. — — de Nalines	977
— 76. — — de Longbois	983
— 52. — — d'Estinnes-au-Val.	989
Deux coupes dans les bassins du Centre et du Borinage : Notice explicative	M. Delbrouck 1013

LE BASSIN HOULLER DU NORD DE LA BELGIQUE

La situation au 1 ^{er} juillet 1913	V. Firket	1019
--	-----------	------

STATISTIQUE

Mines : Production du 1 ^{er} semestre 1913	1030
---	------

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Application de la loi sur les mines du 5 juin 1911. — Demandes en concession. — Instruction. — Délais. — Circulaire ministérielle du 31 mai 1913	1031
--	------

Police des mines :

Utilisation des puits de retour d'air pour l'extraction des produits et la translation du personnel. — Circulaire ministérielle du 15 mai 1913	1032
Application aux installations Koepe des articles 16 § 4, 39, 42 et 43 de l'arrêté royal du 10 décembre 1910. — Circulaire ministérielle du 15 mai 1913	1034
Épissures. — Interprétation des articles 43 et 44 de l'arrêté royal du 10 décembre 1910. — Circulaire ministérielle du 15 mai 1913.	1036
Explosifs S. G. P. — Circulaire ministérielle du 3 avril 1913 admettant la <i>Pulvérite</i>	1038
— — — — — du 17 avril 1913 admettant l' <i>Alsilite</i>	1039
— — — — — Essais de contrôle. — Circulaire ministérielle du 9 juin 1913	1040
Tableau indiquant par circonscription les noms et lieux de résidence des délégués à l'inspection des mines (période 1813-1816).	1041

Appareils à vapeur :

Instruction ministérielle n ^o 63, du 10 juillet 1913. — La soudure autogène	1060
— — — — — 64, du 10 juillet 1913. — Chaudières à vapeur d'origine étrangère établies à bord des bateaux destinés à la navigation maritime ; marque des tôles : dérogations	1061