MINISTERE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL
ET DU RAVITAILLEMENT

ADMINISTRATION DES MINES

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

[622 05]

ANNÉE 1921

TOME XXII. — 1re LIVRAISON

BRUXELLES
IMPRIMERIE GASTON LOUIS
Chaussée d'Ixelles, 349

Téléphone Linthout 27.84

1921

Pl 1335/1339

Joseph JULIN

L'Administration des Mines et le Comité Directeur des *Annales des Mines de Belgique* viennent d'être cruellement éprouvés par la mort de M. Joseph Julin, Inspecteur Général des Mines à Liége.

M. Joseph Julin est décédé, le 10 janvier 1921, à la suite d'une courte maladie, entouré du respect, de l'estime et de l'affection de tous.

Son intelligence vive, son jugement sûr, sa grande probité, la juste conception qu'il se faisait de ses fonctions, la façon distinguée dont il les accomplissait, son caractère aimable, accueillant, sa délicatesse et son urbanité bien connues lui avaient acquis la considération et la sympathie de tous ceux qui ont eu l'occasion de l'approcher.

Travailleur infatigable, fidèle à la tâche, plaçant l'accomplissement de son devoir avant toute chose, M. Julin ne sollicita un congé, pour la première fois peut-être de toute sa carrière, que lorsque la maladie qui devait l'emporter, lui rendit tout travail impossible. C'était le fonctionnaire modèle dans toute l'acception du terme : intègre, droit, loyal, irréprochable.

Tous les industriels, avec lesquels il s'est trouvé en rapport, rendent hommage à son obligeance en même temps qu'à sa fermeté faite de tact et de modération.

Plein de modestie, il avait exprimé le désir que ses funérailles fussent toutes simples.

Il n'a donc pas été possible au Directeur Général des Mines, Président du Comité Directeur des *Annales des Mines*, d'adresser son dernier adieu au disparu, au moment où sa dernière demeure allait le recevoir.

La carrière administrative de M. Julin fut bien remplie.

Né à Liége, le 25 mai 1853, M. Julin sort de l'École des Mines de Liége, le 7 novembre 1876, porteur du diplôme d'ingénieur honoraire des mines.

Le 15 novembre de la même année, il est nommé sous-ingénieur des mines et attaché au service du 2e arrondissement à Charleroi. Promu au grade d'ingénieur de 2e classe, le 24 novembre 1881, il exerce ces fonctions successivement au 4e arrondissement à Charleroi, jusqu'en 1882; au 10e arrondissement à Liége, jusqu'en 1884; au 6e arrondissement dans la même ville, jusqu'en 1885, puis au 1er arrondissement à Mons, jusqu'en 1888.

Nommé ingénieur de première classe, le 27 mars 1888, il revient dans sa ville natale où il est attaché au service du 5e arrondissement des mines.

Cependant la façon distinguée dont il avait toujours accompli ses fonctions, son esprit lucide, tout d'observation, ses connaissances techniques avaient attiré sur lui l'attention de ses supérieurs. Aussi, lorsque l'Administration des Mines créa un laboratoire d'études dans une dépendance du Charbonnage du Horloz à Tilleur, M. Julin fut-il désigné, par un arrêté du 1er mai 1893, pour collaborer aux expériences projetées.

Promu ingénieur principal de 2e classe le 17 juin 1895, au 4e arrondissement à Charleroi, il passe dès le 17 août de la même année, au service du 7e arrondissement à Liége.

Ingénieur principal de 1re classe le 12 décembre 1897, M. Julin est, le 29 avril 1899, attaché au service général de la 2e Inspection Générale à Liége.

Un arrêté royal du 14 janvier 1903 l'ayant appelé aux fonctions d'ingénieur en chef, il est chargé d'abord de la direction du 4e arrondissement à Charleroi, de celle du 5e arrondissement à Namur, ensuite. Le 30 juin 1905, il revient à Liége pour diriger le 8e arrondissement.

Après avoir dû, par nécessité de service, changer tant de fois de résidence, M. Julin put enfin achever sa carrière dans sa ville natale, qu'il aimait tant.

Il conserva, en effet, la direction du 8e arrondissement jusqu'au 23 février 1919, date à laquelle il fut appelé aux hautes fonctions d'Inspecteur Général à Liége.

Le Gouvernement avait reconnu les brillantes qualités du disparu et les nombreux services qu'il a rendus à la chose publique, en le nommant Chevalier de l'Ordre de Léopold en 1897 et en le promouvant Officier, puis Commandeur du même ordre, respectivement les 30 octobre 1905 et 15 septembre 1919.

M. Julin avait obtenu en 1902, la médaille civique de 1re classe; en 1905, la médaille commémorative du règne de Sa Majesté Léopold II et en 1912 la croix civique de 1re classe.

M. Julin fut un collaborateur actif des *Annales des Mines*.

Attentif à tous les perfectionnements apportés dans l'industrie, il discernait, avec un rare esprit d'à-propos et signalait tout ce qui était de nature à développer, à perfectionner l'outillage ou les méthodes de travail de nos Charbonnages, de nos Usines.

C'est ainsi que de très nombreux extraits de ses rapports, tous rédigés avec cette méthode, qui était le propre de son caractère, ont été publiés dans nos *Annales*.

Il était membre de notre Comité Directeur depuis deux ans environ.

M. Julin nous est enlevé; mais son souvenir restera parmi nous. Nous nous rappellerons toujours le fonctionnaire d'élite et le grand cœur qu'il a toujours été.

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

ÉTUDES SUR LES ACCIDENTS

LES ACCIDENTS DU ROULAGE SOUTERRAIN sur les Voies HORIZONTALES ou à FAIBLE PENTE

survenus de 1904 à 1913

dans les Mines de Houille de Belgique.

PAR

VICTOR WATTEYNE

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

ET

LÉON LEBENS

Ingénieur principal des Mines, à Liége

2me *suite* (1)

SÉRIE XI

Moteur animal. — Accident en marche normale. Ouvrier précédant le cheval.

PRÉAMBULE

Il y a eu, dans cette catégorie, 3 accidents dont chacun a occasionné la mort d'un ouvrier.

Dans les deux premiers, il y avait eu décrochement

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, tome XXI (1920) 3e et 4e livraisons.

d'une partie de la rame; les wagonnets enrayés étant à l'arrière de la rame, l'accélération de vitesse de l'avant a pu se produire de ce fait.

Dans le 3me, il y avait, en un endroit, une pente plus forte; l'accélération était empêchée par un enrayeur, mais celui-ci s'est brisé.

Les victimes ont été les conducteurs eux-mêmes.

RÉSUMÉS

N° 1. — *Liége. — Charbonnages Cockerill. — Puits Colard à Seraing. — Etage de 580 mètres. — 29 mars 1905 à minuit. — Un tué. — P.-V. Ing. A. Hallet.*

Conducteur pris entre son cheval et un montant de boisage.

Résumé.

En allant prendre une rame de 10 berlaines de terres au bout d'une bacnure, un conducteur avait laissé, près d'une ancienne voie de niveau, un chariot de bêles qui devait y être déchargé et garé à son retour.

Dans l'évitement, situé à 46 mètres de la dite costresse, il forma sa rame, enraya la dernière berlaine et partit en précédant son cheval.

L'ouvrier, qui finissait de décharger les bêles, cria au conducteur de s'arrêter et vit celui-ci se jeter à la tête de son cheval, mais la rame continua d'avancer et le conducteur fut pris entre un montant du boisage et le corps du cheval lequel était emprisonné entre la première berlaine et le chariot. La victime succomba à ses blessures.

Les quatre dernières berlaines s'étaient décrochées et arrêtées à 20 mètres du niveau. L'attache est figurée ci-contre (fig. 18).

A partir de l'évitement, la voie était en pente régulière de $10^{m}/^{m}$ par mètre, puis en pente irrégulière avec maximum de $15\ ^{m}/^{m}$.

Le Comité à préconisé l'emploi de signaux, au moyen de lampes, par exemple, lorsque la circulation dans une voie n'est pas libre.

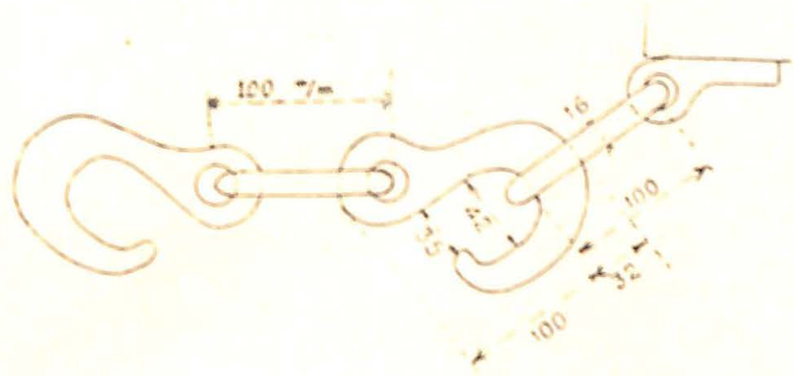


Fig. 18

N° 2. — *Liége. — Charbonnage de Marihaye. — Puits de Vieille-Marihaye à Seraing. — Etage de 572 mètres. — 2 avril 1908, vers 2 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. A. Renier.*

Conducteur trouvé sous le premier chariot d'une rame pleine, scindée.

Résumé.

Le corps du conducteur d'une rame de 6 berlaines de pierres a été trouvé sous l'avant du premier wagonnet, qui avait déraillé, et sous les chaines d'attelage du cheval qui était immobile. Les 2me et 3me berlaines, sur rails, étaient accrochées à la première. Sur la voie voisine de la bacnure se trouvaient des berlaines vides.

La seconde moitié de la rame s'était détachée et on la trouva à 170 mètres de la première et à $2^{m},50$ en amont de l'aiguillage précédant la double voie. Les trois berlaines étaient sur rails; à l'avant de la berlaine n° 4 pendait la chaînette d'attelage, esquissée fig. 19, qui était intacte; les roues des deux dernières berlaines étaient enrayées.

La voie et le wagonnet ne présentaient rien d'anormal.

A l'endroit où commence la double voie, les conducteurs avaient l'habitnde d'ajouter des cales parce que la pente s'y accentuait. Les roues des trois premières berlaines étaient libres.

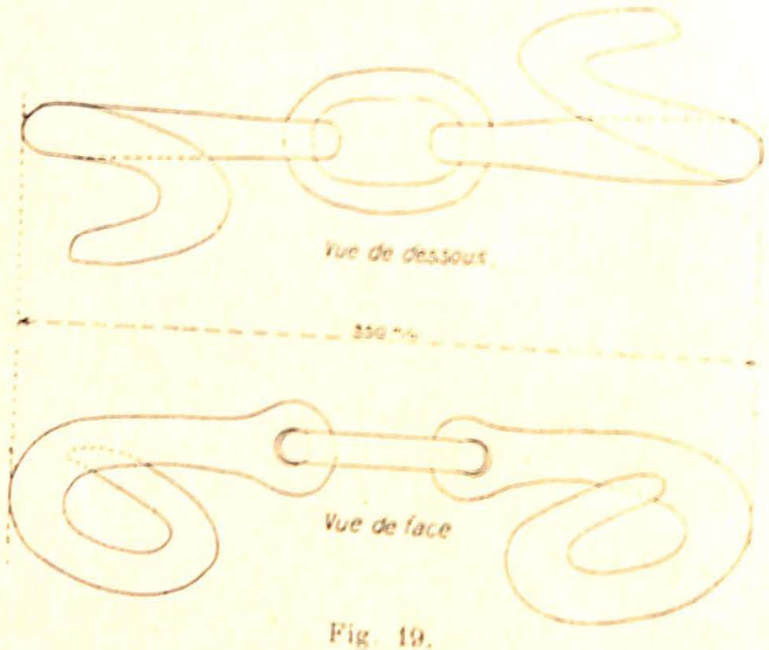


Fig. 19.

N° 3. — *Namur. — Charbonnage de Ham-sur-Sambre. — Puits n° 2 à Arsimont. — Etage de 390 mètres. — 1 avril 1911, à 9 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Ch. Jadoul.*

Conducteur atteint par sa rame dont l'enrayoir s'était brisé.

Résumé

Dans un niveau de retour d'air, un surveillant conduisait une rame de 4 chariots de terres en précédant le cheval. Une roue était enrayée à cause d'une pente de 5° que présentait la voie en un endroit.

Un recarreur, qui suivait la rame et qui s'était laissé distancer par elle, la trouva arrêtée à 100 mètres au delà de cet endroit. Le surveillant était étendu en travers de la voie, la tête comprimée par l'avant du premier chariot qui était déraillé.

L'enrayoir, composé d'une tige de fer de 27 m/m de diamètre, fut découvert, à 70 mètres en arrière. Il était brisé et la cassure montrent l'existence d'une paille dans l'axe de la pièce.

La section de la galerie était petite mais il y avait des niches dans l'une des parois à 32 mètres et à 60 mètres en arrière.

SÉRIE XII

Moteur animal. — Accidents en marche normale ; conducteur placé entre l'animal et la rame.

—

PRÉAMBULE

Neuf accidents, ayant fait chacun une victime : deux tués et 7 blessés.

La victime a été chaque fois le conducteur lui-même.

Dans chacun des accidents n^os^ 1 et 2, le conducteur se plaçait habituellement devant l'animal (dans l'un, un cheval, dans l'autre, un âne). Pour l'exciter, il se mit derrière celui-ci, mais il glissa et fut atteint par le wagonnets.

L'accident n° 6 (mortel) a été causé par un coup de pied du cheval.

Au n°, 7 le conducteur avait arrêté la bête (un âne) pour enrayer le 1^er^ chariot au sommet d'une pente locale, mais l'animal se remit brusquement en marche.

Le n° 9 a eu pour victime un jeune conducteur de 13 ans qui conduisait en suivant la rame. L'âne s'étant arrêté, le conducteur se glissa le long des wagonnets, dans la galerie étroite, pour aller faire avancer l'animal ; mais celui-ci se remit spontanément en marche et l'ouvrier eut le pied écrasé.

Les quatre autres accidents ne présentent d'autre particularité instructive que la position même du conducteur entre l'animal et le train de wagonnets.

RÉSUMÉS

N° 1. — *Charleroi. — Charbonnage de Beaulieusart. — Puits n° 2 a Fontaine-l'Evêque. — Etage de 728 mètres. — 18 mars 1904 vers midi. — Un blessé. — P. V. Ing. I. Velings.*

Conducteur, marchant entre le cheval et la rame, blessé en retenant le chariot d'avant.

Résumé

Un conducteur marchait devant une rame de six wagonnets pleins. Comme le cheval, déjà vieux, n'avançait plus, il se plaça entre la rame et la bête pour la frapper de la main. On continua ainsi à faible vitesse. Mais le conducteur cogna alors contre une bêle de la galerie, perdit son chapeau, cria « hô » au cheval et voulut arrêter la rame en s'appuyant du dos contre le premier chariot. Il glissa, tomba et le wagonnet lui fractura la cuisse.

La voie était en bon état et la galerie spacieuse.

N° 2. — *Centre. — Charbonnage de Ressaix. — Puits de Leval à Leval-Trahegnies. — Etage de 225 mètres. — 12 juillet 1904 vers 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. M. Hallet.*

Conducteur, marchant entre l'âne et la rame, trébuche et tombe.

Résumé.

Une rame de trois wagonnets pleins, trainés par un âne à allure normale, descendait un niveau spacieux, mais de pente irrégulière. Le conducteur, qui marchait derrière l'animal parce que celui-ci refusait parfois d'avancer, trébucha et tomba de telle façon que son corps fut serré entre le wagonnet d'avant et un montant du boisage de la galerie.

N° 3. — *Charleroi. — Charbonnage du Nord de Charleroi. — Puits n° 4 à Courcelles. — Etage de 165 mètres. — 5 février 1906 vers midi. — Un blessé. — P.-V. Ing. P. Defalque.*

Conducteur atteint par la chaine d'attelage du cheval.

Résumé.

Un conducteur avait attelé un cheval à une rame au moyen d'une chaine de 3m,60 de longueur passant dans l'anneau du premier chariot et accrochée sur le bord d'avant. Au démarrage, la chaine, qui trainait probablement en dehors de la voie, se mit brusquement sous tension et atteignit le conducteur, lequel fut renversé et se fractura une jambe.

N° 4. — *Charleroi. — Charbonnage de Marcinelle Nord. — Puits n° 11 a Marcinelle. — Etage de 890 mètres. — 20 juillet 1906 vers 11 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. H. Dandois.*

Conducteur blessé à l'œil par une projection de boue.

Résumé.

Pour amener une rame pleine jusqu'au puits, le conducteur avait accroché la chaine du cheval au bord d'avant du dernier chariot et il se tenait près de ce wagonnet afin de le guider. Une éclaboussure de boue et d'urine, provoquée par les pas du cheval, atteignit l'ouvrier à l'œil droit. Celui-ci s'enflamma et fut perdu.

N° 5. — *Centre. — Charbonnage d'Havre. — Puits n° 1 à Havré. — Etage de 470 mètres. — 20 septembre 1906 vers 18 heures. — Un blessé. — P. V. Ing. G. Lemaire.*

Conducteur blessé au pouce par l'affilet de son cheval.

Résumé.

L'affilet, avec lequel un conducteur maintenait le cheval trainant une rame pleine, lui échappa des mains et tomba sur le sol. En reprenant la corde, celle-ci forma une boucle autour de son pouce droit en même temps que l'extrémité s'embarrassait dans les traits d'un cheval circulant, en sens inverse, sur la voie voisine. La corde se tendit et pénétra dans les chairs.

N° 6. — *Charleroi. — Charbonnage de Marcinelle-Nord. — Puits n° 1 à Couillet. — Etage de 850 mètres. — 5 avril 1911 vers 17 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. L. Hardy.*

Conducteur atteint d'un coup de pied de cheval.

Résumé.

Un conducteur, âgé de 15 ans, avait quitté une station avec une rame de wagonnets pleins en tenant son cheval par la bride. Un autre

conducteur, qui le suivait à 30 mètres de distance environ, l'entendit crier : « J'ai reçu un coup de pied du cheval » et le trouva étendu sous les 2e et 3e chariots de sa rame.

Le cheval n'était pas décroché; aucun wagonnet n'était déraillé.

La victime portait une fracture du crâne et une fracture de la jambe gauche.

D'après certains témoins, les conducteurs, auxquels il est interdit de prendre place sur les chariots, tiennent souvent en main la chaîne de traction.

N° 7. — *Centre. — Charbonnage de Mariemont. — Puits Saint-Eloi à Carnières. — Etage de 346 mètres. — 30 octobre 1911 vers 9 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur Ed. Molinghen.*

Conducteur blessé par la chaîne de l'animal.

Résumé.

Au sommet d'un raccord de 6 mètres de longueur, situé à l'endroit du recarrage d'un bouveau, un conducteur venait d'enrayer le premier chariot de sa rame pleine, en se tenant devant, lorsque l'âne, attelé à la rame, se remit subitement en route.

Le conducteur fut forcé de suivre l'animal qui se mit à courir dans la descente. La chaîne d'attelage, s'étant détachée du premier wagonnet, entoura la jambe droite de l'ouvrier puis accrocha une traverse. Il en résulta un à-coup qui brisa la jambe. La rame s'était arrêtée sans toucher la victime.

Le crochet d'attelage avait 65 millimètres d'ouverture et 30 millimètres de profondeur seulement. On l'accrochait, par le dessous, à un œillet fixé au fond d'avant du premier chariot, à mi-hauteur.

Dans la descente, le conducteur aurait dû précéder l'âne. Celui-ci était muni d'un cordeau.

N° 8. — *Charleroi. — Charbonnages Réunis de Charleroi. — Puits n° 7 à Lodelinsart. — Etage de 282 mètres. — 22 novembre, vers 15 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. H. Dandois.*

Conducteur trouvé mort à côté du premier chariot, déraillé.

Résumé.

Un réparateur, qui devait conduire au puits une rame de deux chariots de terre traînée par un petit cheval, s'était placé entre

l'animal et le 1er wagonnet lorsqu'il quitta son compagnon de travail dans une voie de retour d'air. Il fut trouvé, à une quarantaine de mètres de cet endroit, entre la paroi Nord de la galerie et le premier chariot déraillé des roues d'arrière, vers le Nord. Il était agenouillé vers l'amont, avec la face contre le sol. Il avait la colonne vertébrale fracturée et portait quelques contusions au haut du corps. Sa lampe éteinte gisait à côté de lui.

Le cheval était accroché. Le premier chariot avait avancé encore de 0,m40 après avoir déraillé. La voie était en pente de 2e et le second chariot avait une roue enrayée. La galerie était trop basse pour prendre place sur les wagonnets.

—

La cause de l'accident n'est pas connue. Il est probable que le conducteur s'est agenouillé le long de la paroi Nord pour se laisser dépasser par la rame dont le premier chariot aura déraillé en le frôlant.

N° 9. — *Centre. — Charbonnage de Strépy-Thieu. — Puits Saint-Alphonse à Strépy. — Etage de 460 mètres. — 12 octobre 1911, vers 10 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Lemaire.*

Conducteur atteint par le chariot le long duquel il se glissait pour atteindre l'âne qui y était attelé.

Résumé

Un conducteur, âgé de 13 ans, suivait un chariot de charbon tiré par son âne qui s'arrêta et refusa d'avancer. Il se glissa le long du wagonnet pour se rendre à la tête de l'animal qui se remit brusquement en marche. Le conducteur glissa et eut le pied gauche écrasé par une roue.

C'était le premier jour que ce gamin conduisait l'âne. Il n'avait jamais fait cette besogne auparavant. Il prétend, mais un témoin conteste, que l'animal n'avait pas d' « attilet ».

La galerie, où l'âne remplaçait des scloneurs, avait 1m,42 de hauteur et 1m,25 de largeur à la base. Le sol était en pente vers les rails.

—

Le Comité à émis l'avis qu'on ne devrait faire usage de la traction animale que dans les voies de dimensions telles qu'il soit toujours possible de passer sans danger entre les parois et les wagonnets.

SÉRIE XIII

Moteur animal. — Accidents en marche normale. Victime : Ouvrier placé sur un wagonnet.

PRÉAMBULE

Les accidents de cette série, au nombre de trente-huit, ont fait chacun une victime, dont neuf tués et vingt-neuf blessés.

Ils mettent en lumière les dangers divers auxquels les ouvriers sont exposés lorsqu'ils prennent place sur les wagonnets.

Les accidents les plus fréquents (ils sont au nombre de quatorze : les nos 2, 6, 8, 15, 16, 19, 20, 21, 26, 27, 29, 32, 35, 36), ont été causés par le heurt de l'ouvrier contre le toit ou les boisages en saillie. Dans le Hainaut, où l'usage est très répandu que le conducteur prenne place sur les chariots, des Comités ont émis l'avis que cette pratique ne devait être admise que lorsque la galerie présente au-dessus du chariot un espace libre d'au moins 0m,50, dit le comité du n° 26, d'au moins 0m,60 à 0m,70, dit le comité du n° 32. — D'autres Comités ont condamné carrément la dite pratique.

D'autres accidents, les nos 1, 24, 25, 34, 37 et 38, ont consisté dans la chute d'ouvriers en bas du chariot. — Des Comités ont préconisé l'emploi de siéges spéciaux pour les conducteurs qui prennent place sur les chariots.

Les nos 5, 7, 17, 28, 33 sont survenus par le fait que l'ouvrier a sauté de son chariot pour l'aiguillage ou pour tout autre motif.

Le n° 30 est arrivé lors de la remonte de l'ouvrier sur le chariot.

Les accidents 4, 12 et 14 ont eu pour cause un éboulement provoqué par le heurt contre des pièces de boisage, du chariot ou du cheval.

Dans les accidents nos 3, 13, 18 et 23, le conducteur est blessé, soit par le choc du chariot contre le cheval, soit par les chaînes d'attelage.

Les nos 9, 10 et 11 ont été causés par le mouvement du chariot où était installé le conducteur.

Enfin, le n° 22 a consisté en un heurt contre un chariot décroché d'une rame précédente. Et le n° 31, dans l'atteinte par un bois transporté par une rame marchant en sens inverse, d'un ouvrier qui s'était placé sur le dernier chariot d'un train.

Huit accidents de cette série sont attribuables à la nature même du moteur.

On remarquera qu'aucun accident de cette catégorie n'a eu lieu dans la région de Liége, ce qui s'explique aisément ; la pratique de prendre place sur les chariots n'existe guère dans cette région minière.

RÉSUMÉS

N° 1 — *Charleroi. — Charbonnage de Bonne-Espérance. — Puits n° 1 à Lambusart. — Étage de 558 mètres. — 11 février 1904, vers 8 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. A. Bertiaux.*

Un conducteur d'une rame tombe du premier chariot sur lequel il était assis.

Résumé.

Un conducteur, assis sur le premier chariot d'une rame chargée, voulut imprimer, à l'aide des pieds, une secousse à la chaîne d'attelage afin d'inciter le cheval à accélérer sa marche. Il perdit l'équilibre et tomba devant le véhicule qui lui fractura une jambe.

La galerie, à grande section et en ligne droite, était horizontale.

Les conducteurs pouvaient s'asseoir sur le premier chariot. Ils

refusaient de se servir de chaises portatives pouvant s'adapter à l'avant du premier chariot.

On avait renoncé à remplacer les cordelles, servant à conduire les chevaux, parce que des ouvriers les coupaient et les volaient.

N° 2. — *Charleroi. — Charbonnages Réunis de Charleroi. — Puits n° 2 à Charleroi. — Etage de 580 mètres. — 7 mars 1904, vers midi. — P.-V. Ing. J. Vranken.*

Conducteur, monté sur le premier chariot d'une rame pleine, comprimé contre une bêle de la galerie.

Résumé.

Un surveillant, remplaçant le conducteur absent, accompagnait une rame de 6 chariots de charbon. Arrivé au sommet d'une descente, il enraya les roues des deux derniers wagonnets. Le cheval s'étant arrêté un peu plus loin, puis étant reparti brusquement, le surveillant, qui était monté sur le premier chariot, fut comprimé contre une bêle de la galerie. Il fallut reculer le véhicule pour le dégager.

A ce charbonnage, les conducteurs peuvent prendre place sur les chariots pleins mais cela avait été défendu dans le niveau en question à cause de son exiguité : des pressions de terrains avaient réduit sa section, à l'endroit de l'accident, à 1m,27 de hauteur, 0m,87 de largeur, laissant un espace libre de 0m,30 à 0m,40 au-dessus des véhicules.

Le surveillant, qui n'ignorait pas cette défense, a déclaré qu'il était monté sur la rame parce que le cheval refusait d'avancer quand il le précédait.

N° 3. — *Centre. — Charbonnage de La Louvière et Sars Longchamp. — Puits n° 5 à La Louvière. — Etage de 600 mètres. — 18 mars 1904 vers 22 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. M. Hallet.*

Conducteur pris entre le cheval et le premier chariot d'une rame pleine sur lequel il était assis.

Résumé.

Un conducteur s'était assis sur l'avant du premier chariot d'une rame pleine qui allait au puits. Soudain le cheval s'abattit et l'ouvrier eut la jambe gauche prise et fracturée, entre le corps de la bête et le véhicule qui n'avait pas déraillé.

N° 4 — *Couchant de Mons. — Charbonnage du Bois de Boussu. — Puits n° 10 à Boussu. — Etage de 360 mètres. — 23 juin 1904 vers 16 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Dehasse.*

Eboulement atteignant le conducteur qui se trouvait sur une rame.

Résumé.

Une rame de chariots pleins traînée par un cheval, descendait un niveau à allure normale. Le conducteur s'était assis sur le deuxième chariot qui, heurtant le montant M (fig. 20), fit tomber quelques pierres. Comme le cheval, effrayé, continuait de tirer, le montant se renversa et entraîna la chute d'une grande pierre, de 2 mètres × 1m,50 environ, hachuré au croquis, qui atteignit le conducteur et lui lui fractura la colonne vertébrale.

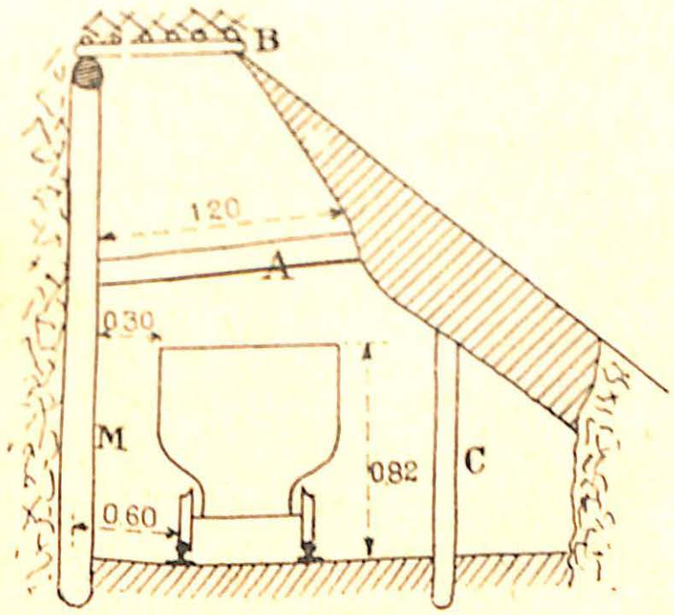


Fig. 20.

Les bois M et C, cassés près du sol, allaient être remplacés.

L'auteur du procès-verbal ayant déclaré, au Comité, qu'il eut été préférable de boiser par cadres complets à l'endroit de l'accident, on lui répondit que le système employé est fréquent dans le Borinage, que le boisage par cadres exige une section régulière, souvent diffi-

cile à obtenir sans le secours d'explosifs, et que l'irrégularité de la section n'est pas un obstacle à l'emploi d'un soutènement convenable malgré le manque de liaison des pièces.

N° 5. — *Charleroi — Charbonnage du Bois de La Haye. — Puits n° 5 a Anderlues. — Etage de 380 mètres. — 22 juillet 1904, vers 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. I. Velinge.*

Conducteur blessé en sautant du wagonnet sur lequel il se trouvait.

Résumé

Un cheval traînant une rame de 10 chariots pleins, marchait d'un pas rapide dans un bouveau à grande section, de faible pente. Le conducteur, monté sur le premier wagonnet, s'apprêtait à sauter à terre pour aller manœuvrer un aiguillage, lorsque le déraillement d'un wagonnet d'arrière occasionna un brusque ralentissement qui le fit sauter plus tôt qu'il ne pensait. Il trébucha et se fractura une jambe en tombant.

La voie était en bon état.

Le Comité a reconnu que, s'il est désirable que les conducteurs de chevaux ne montent pas sur les chariots, ce désidératum est difficile à réaliser en pratique à cause de la difficulté du recrutement de ces agents.

N° 6. — *Couchant de Mons. — Charbonnage du Grand Buisson. — Puits n° 3 a Wasmes. — Etage de 660 mètres. — 18 octobre 1904 vers 4 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Em. Lemaire.*

Conducteur, monté sur le premier chariot d'une rame pleine, heurtant le toit de la galerie.

Résumé.

Un rameneur-terres suivait une rame de 5 chariots de terre. A la demande du conducteur, qui souffrait des reins, il remit sur rails le premier chariot déraillé puis il monta sur ce chariot pour conduire la rame pendant que le conducteur allait se placer derrière. An démarrage, le rameneur donna de la tête contre une pierre et le cheval s'arrêta aussitôt.

La galerie, non boisée, avait 1m,62 de hauteur en cet endroit qui allait être recarré. La hauteur libre au-dessus des chariots était de 0m,70.

N° 7. — *Charleroi. — Charbonnage de Noel. — Puits St Xavier a Gilly. — Etage 525 mètres. — 21 mars 1905 vers 7 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Ch. Gillet.*

Chute du conducteur en sautant du premier chariot d'une rame pleine.

Résumé.

Le conducteur, qui faisait le service entre deux évitements, avait l'habitude de sauter du premier chariot des rames pleines dans une courbe, où le cheval ralentit naturellement sa marche, à quelques mètres de l'aiguille d'un évitement afin de s'assurer que celle-ci était restée en bonne place.

Ce conducteur expliqua la manœuvre à son successeur mais celui-ci, à son premier voyage, sauta trop tard, tout près de l'aiguille où la pente s'accentue. Il glissa sur un rail et tomba devant le premier chariot qui lui fractura des côtes.

Il put arrêter promptement le cheval; aucun chariot n'avait déraillé.

N° 8. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de l'Agrappe. — Puits n° 2 à Frameries. — Etage de 520 mètres. — 9 mai 1905 vers 10 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Nibelle.*

Conducteur, placé dans le premier chariot d'une rame vide, atteint par un bois.

Résumé.

Un conducteur, âgé de 15 ans, placé dans le premier chariot d'une rame vide, a eu la main gauche écrasée entre le bord d'avant, sur lequel elle était posée, et un bois. Le choc fut tel que le cheval s'arrêta et que s'éteignit la lampe de l'ouvrier lequel n'a pu se rendre compte comment l'accident est arrivé.

On trouva dans le chariot un vieux bois de 1m,20 de long que personne n'y avait mis, mais on ne découvrit pas l'endroit d'où il provenait.

La galerie en dressant, est de petite section ; le garnissage du toit est très fourni et déjà ancien.

N° 9. — *Namur. — Charbonnage de Ham sur Sambre — Puits n° 2 à Arsimont. — Etage de 390 mètres. — 4 août 1905 à 7 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Ad. Breyre.*

Déraillement du premier chariot d'une rame pleine sur lequel se trouvait le conducteur.

Résumé.

Le conducteur du cheval d'une rame pleine était assis sur le premier chariot qui dérailla en passant sur un aiguillage et se renversa sur l'ouvrier.

L'aiguille, qui n'était pas faite dans le sens du transport à charge, devait être manœuvrée par le conducteur lui-même avant 8 heures, c'est-à-dire jusqu'à l'arrivée du gamin chargé de cette besogne.

L'aiguille se composait d'une barre de 2m,75 de longueur. Dans le sens du transport à charge l'écartement de l'aiguille et du rail correspondant était de 0m,520, et dans l'autre sens où la voie obliquait, il n'était que de 0m,490.

Les roues, écartées de 0m,470, avaient des bourrelets de 10 millimètres d'épaisseur.

N° 10. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de Grande Chevalière et Midi de Dour. — Puits n° 2 à Dour. — Etage de 810 mètres. — 18 septembre 1905 vers 11 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. L. Dehasse.*

Déraillement du premier chariot d'une rame pleine sur lequel se trouvait le conducteur.

Résumé.

Un conducteur de cheval, qui conduisait une rame de quatre chariots pleins et était assis sur le premier, a été trouvé écrasé par ce wagonnet qui s'était renversé du côté de la rigole du bouveau.

Un peu en amont et de l'autre côté, se trouvait un dépôt de bois maintenu par des montants situés très près de la voie. La voie était en bon état et avait 1° de pente. Une roue du dernier chariot était enrayée.

N° 11 — *Couchant de Mons. — Charbonnage du Grand Bouillon. — Puits n° 1 à Pâturages. — Etage de 562 mètres. — 5 octobre 1905 vers 16 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. G. Desenfans.*

Déraillement du premier chariot d'une rame pleine.

Résumé

Une rame de cinq chariots pleins descendait une costresse rectiligne et spacieuse quand le premier wagonnet dérailla, et, après avoir parcouru encore 6 mètres, se renversa sur le conducteur qui était assis dessus.

La voie, en bon état, avait 1 1/2° de pente. Deux roues du chariot d'arrière étaient enrayées.

N° 12. — *Charleroi. — Charbonnage de Charleroi. — Puits n° 2 à Charleroi. — Etage de 520 mètres. — 13 octobre 1905 vers 14 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. A. Renier.*

Conducteur pris entre deux chariots d'une rame pleine.

Résumé.

Le conducteur était assis sur l'avant du premier chariot d'une rame pleine lorsque le cheval, dont l'allure était rapide, buta par son collier contre une bêle du toit de la galerie. La chute de la bête provoqua un petit éboulement de pierres qui tombèrent entre le cheval et le premier chariot. L'ouvrier déclare qu'il voulut se sauver en passant sur les wagonnets, mais qu'il tomba entre le deuxième et le troisième où il fut écrasé quand les derniers se massèrent vers l'avant.

On trouva les trois premiers chariots déraillés.

La bêle tombée appartenait à un cadre, un peu plus bas que les autres, situé à l'endroit d'un ancien niveau. Un boiseur avait été chargé de la remplacer.

—

Le Comité a été d'avis que laisser s'asseoir le conducteursur un des chariots d'un train en marche constitue une pratique dangereuse.

N° 13. — *Charleroi. — Charbonnages réunis de Charleroi. — Puits n° 1 à Charleroi. — Etage de 620 mètres. — 18 juillet 1906 vers 16 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. J. Lahaye.*

Jambe du conducteur prise entre le cheval et le premier chariot d'une rame sur lequel il était assis.

Résumé

Un conducteur, assis sur le premier chariot d'une rame pleine, faisait le second voyage avec un cheval nouveau, descendu la veille dans la mine. Le cheval, qui marchait à 2 mètres en avant de la rame, s'arrêta brusquement et l'ouvrier eut la jambe gauche prise entre la caisse du véhicule et le palonnier en bois auquel sont attelés les traits de l'animal.

—

M. l'Ingénieur en chef directeur du 4e arrondissement des mines a prié la direction du charbonnage de tenter, tout au moins, de déraciner la dangereuse habitude, prise par les conducteurs, de s'asseoir sur le premier chariot de la rame.

N° 14. — *Centre. — Charbonnages de Ressaix. — Puits St-Albert à Péronnes-lez-Binche. — Etage de 204 mètres. — 9 janvier 1907, vers midi. — Un blessé. — P.-V. Ing. M. Hallet.*

Conducteur, monté sur un chariot, blessé à la main par un éboulement.

Résumé.

Un conducteur était assis sur le premier chariot d'une rame pleine.

Arrivé dans un tournant à angle droit, le cheval sortit de la voie vers l'extérieur de la courbe et accrocha, avec son palonnier, un étançon qui tomba sur le côté de la galerie. Un éboulement s'en suivit et une pierre atteignit la main gauche de l'ouvrier, lui écrasant les doigts sur le bord du chariot.

Le cheval, qui faisait sa première journée dans cette voie, n'avait pas d'affilet, aussi ne put-il être arrêté immédiatement.

—

Le Comité a estimé que la conduite des chevaux doit être assurée par une corde ou un affilet et que l'on doit en imposer l'emploi aux conducteurs.

N° 15 — *Charleroi. — Charbonnage du Petit Try. — Puits Sainte-Marie, à Lambusart. — Etage de 350 mètres. — 7 juin 1907, vers 9 heures. — Un blessé — P.-V. Ing. Ch. Gillet.*

Conducteur, assis sur le premier chariot d'une rame, blessé à la tête.

Résumé

Un conducteur était assis sur le premier chariot d'une rame vide lequel était rempli de bois. Arrivé dans une partie d'un niveau où la hauteur est irrégulière, il donna de la tête contre une bêle du toit située au-delà d'une brèche de recarrage et où la hauteur libre, au-dessus du chariot, était réduite à 0m,58.

Lorsque la victime conduisait des rames pleines, elle avait l'habitude de se coucher sur le premier ou le deuxième chariot afin de ne pas se cogner aux bêles de la galerie qui subit de fortes pressions!

—

Le Comité a été d'avis qu'il y a lieu de défendre aux ouvriers de prendre place sur les wagonnets dans les voies ne présentant pas partout une hauteur suffisante. Cette pratique ne pourrait être tolérée que dans les bouveaux ou galeries à grande section.

N° 16. — *Charleroi. — Charbonnage de Marchienne. — Puits Providence à Marchienne. — Etage de 912 mètres. — 22 août 1907, vers 16 heure. — Un tué. — P.-V. Ing. H. Dandois.*

Conducteur trouvé mort devant sa rame pleine.

Résumé

Un conducteur, qui faisait sa première journée dans le bouveau où l'accident s'est produit, a été trouvé mort devant le premier chariot de la rame pleine qu'il conduisait. Les roues d'avant du chariot étaient contre le cadavre sur lequel se trouvait la chaîne d'attache du cheval. Les 4e et 5e chariots de la rame étaient, seuls, déraillés.

A l'endroit de l'accident, la hauteur libre au-dessus des chariots, qui est normalement de 50 à 60 centimètres, était réduite à 35 centimètres environ par l'abaissement du toit de la galerie et même à 24 centimètres, sur le côté, sous une bêle sciée. La voie monte légèrement.

Le surveillant avait défendu de prendre place sur les chariots. D'après un témoin on ne tient pas compte de cette défense.

L'examen médical n'a fait découvrir aucune lésion ayant pu déterminer la mort.

N° 17. — *Charleroi. — Charbonnages Reunis de Charleroi. — Puits n° 2 à Lodelinsart. — Etage de 600 mètres. — 14 novembre 1907, vers 14 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Hardy.*

Un conducteur tombe du chariot sur lequel il se trouvait.

Résumé.

Un conducteur, agenouillé sur le premier chariot d'une rame pleine, voulut sauter à terre pour aller stimuler son cheval. Un de ses pieds s'accrocha au bord de la caisse et il tomba dans la rigole, longeant la voie, en se fracturant une cuisse.

—

Le Comité émet, de nouveau, l'avis que les conducteurs devraient marcher à la tête de leurs chevaux et qu'il devrait leur être défendu de monter sur le premier chariot de la rame.

N° 18. — *Centre. — Charbonnage de Mariemont. — Puits de la Réunion à Morlanwelz. — Etage de 600 mètres. — 26 décembre 1907 vers 13 heures. — Un blessé. — P. V. Ing. M. Hallet*

Conducteur, assis sur le premier chariot d'une rame pleine, blessé par la chaîne d'attelage de son cheval.

Résumé.

Un conducteur était assis sur le premier chariot d'une rame pleine, les jambes pendant de part et d'autre de la chaîne du cheval, longue de 1m,40 et accrochée à un anneau spécial situé au milieu de la face du wagonnet à 10 cm. sous le bord supérieur et à 70 cm. au-dessus des rails.

Le cheval, allant au pas, imprima un léger balancement à la chaîne qui entoura l'extrémité d'une lambourde placée derrière un montant qu'elle dépassait de 15 cm., et située à même hauteur que l'anneau mais à 60 cm. de distance.

La lambourde n'ayant pas cédé, le cheval et la rame furent arrêtés brusquement et le conducteur eut la jambe gauche écrasée entre la chaîne et le premier chariot.

N° 19. — *Centre. — Charbonnage de La Louvière et Sars Longchamps. — Etage de 375 mètres. — 9 janvier 1908 vers 8 heures. — Un blessé. — P. V. Ing. P. Defalque.*

Le conducteur heurte une bêle de la galerie.

Résumé.

En passant sous la première bêle située à 2m,50 au-delà d'un évitement, le conducteur d'une rame pleine, assis sur le premier chariot courba la tête mais heurta du dos contre ce bois et eut la colonne vertébrale fracturée.

La hauteur libre entre cette bêle et le chariot était de 0m,60. Dans la partie recarrée du bouveau, en amont de l'évitement, cette hauteur atteignait 1 mètre.

—

Le Comité a fait remarquer que cet accident eut été évité si le conducteur avait été assis sur un siège volant accroché à l'avant du véhicule mais que ce système, non utilisé dans le Centre, présente certains inconvénients qui rendent ses avantages fort discutables.

N° 20. — *Couchant de Mons. — Charbonnage du Grand Bouillon. — Puits n° 2 à Wasmes. — Etage de 584 mètres. — 6 juin 1908 vers 7 heures. — Un blessé. — P. V. Ing. G. Desenfans.*

Le conducteur heurte un soufflet de cheminée.

Résumé.

Un conducteur, occupé pour la première fois dans un chantier, était monté vers les tailles en marchant derrière la première rame vide et avait passé ainsi sous un soufflet de cheminée sans s'apercevoir de sa présence. En descendant, il s'était assis sur le premier chariot de la rame pleine ; il vit trop tard le danger que présentait le soufflet et eut la colonne vertébrale brisée par la barre inférieure du soufflet.

La hauteur libre entre cette barre et le chariot n'était que de 0m,25. Le sol avait été creusé entre les traverses sur 0m,20 de profondeur pour permettre le passage du cheval.

—

Monsieur l'Ingénieur en chef-Directeur du 1er arrondissement a invité la direction de ce charbonnage à interdire la traction par

cheval dans les galeries munies de cheminées lorsque la hauteur libre entre le soufflet et les chariots est moindre que 0m,50.

N° 21. — *Couchant de Mons. — Charbonnage du Rieu du Cœur. — Puits St-Florent a Quaregnon. — Etage de 186 mètres. — 1er août 1908 vers 7 heures. — Un blessé. — P. V. Ing. Ed. Liagre.*

Le conducteur heurte le soufflet d'une cheminée.

Résumé.

Un conducteur avait rempli une rame de 6 chariots pleins aux soufflets des cheminées nos 23, 22 et 21 d'un chantier en dressant. A l'endroit du n° 19, il monta sur le premier wagonnet et fit avancer le cheval. Il négligea de se pencher en passant sous le soufflet n° 18 et donna de la tête contre la barre inférieure, située à 1m,35 de hauteur au-dessus des rails. La hauteur du chariot était de 0m,82.

La victime faisait cette besogne depuis deux ans.

—

Le Comité a émis l'avis que, dans des voies de l'espèce, le conducteur ne devrait pas prendre place sur la rame et devrait marcher devant celle-ci.

N° 22. — *Couchant de Mons. — Charbonnages d'Hornu-Wasmes. — Puits n° 4 à Hornu. — Etage de 539 mètres. — 4 août 1908, vers 10 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Lemaire.*

Rencontre d'un cheval, attelé à une rame pleine, et d'un chariot détaché d'une rame vide.

Résumé.

Le dernier chariot d'une rame vide s'était détaché et était resté dans une costresse à l'insu du conducteur qui revint bientôt, assis sur le premier chariot d'une rame pleine. Une collision se produisit entre le wagonnet vide et le cheval qui se cabra et écrasa l'ouvrier sur son chariot. La galerie était spacieuse.

Le conducteur avait négligé de vérifier le nombre de wagonnets de la rame vide en arrivant à destination.

L'attache des chariots entr'eux se compose d'une chainette attachée à l'un des véhicules et terminée par un anneau que l'on place dans crochet fixé sous la caisse du voisin.

—

Le Comité a été d'avis que des « accrochures » de sûreté devaient être employées pour relier les chariots entr'eux, depuis que les suiveurs de rames ont été supprimés.

N° 23. — *Centre. — Charbonnages de Mariemont. — Puits Saint-Arthur a Morlanwelz. — Etage de 681 mètres. — 17 septembre 1908, vers 14 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. A. Delree.*

Conducteur blessé par la chaine du cheval.

Résumé.

Le conducteur d'une rame pleine était assis sur le premier chariot, ses jambes pendant de part et d'autre de l'anneau d'accrochage, fixé au fond d'avant du véhicule.

Arrivé dans la courbe qui raccorde, vers la droite, un niveau à un bouveau, le cheval glissa des sabots d'arrière, s'effraya, et, au lieu de se diriger vers le puits, s'engagea, à ganche, dans la partie du bouveau où se trouve son écurie.

La jambe gauche du conducteur reçut un coup violent de la chaine d'attelage, longue de 1m,60 et le premier chariot dérailla ensuite mais sans atteindre la victime.

N° 24. — *Centre. — Charbonnage de Ressaix. — Puits Saint-Albert a Péronnes. — Etage de 204 mètres. — 24 septembre 1908, vers 15 heures — Un tué. — P.-V. Ing. P. Defalque.*

Conducteur tombé de sa rame.

Résumé.

Un conduteur, âgé de 15 ans, a été trouvé sur le sol d'une galerie, la tête prise sous l'arrière du 4me chariot de sa rame pleine qui était arrêtée à 25 mètres au delà d'un évitement.

La victime a déclaré, avant de mourir, que son cheval s'arrêta en cours de route, puis repartit brusquement en provoquant la chute du premier chariot sur lequel elle était assise.

Des témoins indirects de l'accident pensent que le conducteur a voulu gagner le premier chariot en circulant sur la rame après avoir manœuvré l'aiguille de l'évitement.

—

Le Comité a estimé que, le conducteur ne pouvant quitter la tête du transport en marche, chaque convoi devrait être accompagné d'un « suiveur » pour les manœuvres des aiguillages à moins que celles-ci ne soient faites directement par les conducteurs précédant les trains ou par un aiguilleur posté à chaque aiguille.

N° 25. — *Centre. — Charbonnage de La Louvière et Sars Longchamps. — Puits n° 1 à La Louvière. — Etage de 256 mètres. — 26 septembre 1908 vers 10 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. P. Defalque.*

Conducteur, circulant sur une rame en marche, tombe entre deux chariots.

Résumé.

Un conducteur suivait une rame de six chariots pleins parce que le cheval était parti alors qu'il se trouvait à l'arrière. Il voulut gagner le premier chariot, pour s'y asseoir, en passant sur la rame, mais il tomba entre le cinquième et le quatrième, distants de 0m,60, à la suite d'un choc donné par le cheval qui marchait au pas et qui s'arrêta aussitôt.

Le cheval était muni d'un affilet. La voie et la galerie ne présentaient rien d'anormal.

N° 26. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de l'Escouffiaux. — Puits n° 8 à Wasmes. — Etage de 735 mètres. — 2 octobre 1908 vers 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Dehasse.*

Conducteur atteint par une bêle trop basse.

Résumé

Un conducteur, assis sur le premier chariot d'une rame pleine, s'était baissé pour passer sous une bêle située à faible hauteur. En se redressant, ses épaules donnèrent contre cette bêle et le choc lui fractura la colonne vertébrale.

La hauteur libre, entre le chariot et cette bêle, était de 0m,35 environ. Il avait fallu creuser le sol de la voie, à cet endroit, pour permettre le passage du cheval. Le recarrage de la galerie était commencé.

—

A la suite de cet accident, M. l'Ingénieur en chef directeur du premier arrondissement des Mines a invité les exploitants de son arrondissement à interdire aux conducteurs de prendre place sur un chariot plein lorsque la distance verticale entre le bord supérieur du chariot et les bêles de la galerie est inférieure à 0m,50.

—

M. l'Ingénieur principal L. Demaret a fait remarquer, au Comité, que trop souvent on supprime toute réparation urgente isolée, telle que le remplacement d'une bêle affaissée, sous prétexte qu'un recarrage de la galerie est en train.

N° 27. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de l'Agrappe. — Puits n° 5 à La Bouverie. — Etage de 380 mètres. — 26 août 1909 vers 14 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. O. Verbouce.*

Conducteur, assis sur le premier chariot d'une rame, blessé à l'œil.

Résumé.

Un conducteur, assis sur le premier chariot d'une rame pleine, a été blessé à l'œil par l'extrémité d'un fil de fer servant à attacher, au boisage de la galerie, une conduite d'air comprimé placée contre l'une des parois à 1 mètre à 1m,50 de hauteur. La hauteur des chariots était de 0m,84 et celle de la galerie 1m,60 à 1m,80.

N° 28. — *Charleroi. — Charbonnages réunis de Charleroi. — Puits n° 1 a Charleroi. — Etage de 700 mètres. — 24 février 1910 vers 17 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. H. Dandois.*

Conducteur, qui était assis sur le premier chariot, trouvé mort à côté de sa rame.

Résumé

Deux conducteurs faisaient le service entre le puits et la première station d'un niveau à double voie, rectiligne et de faible pente.

Avant que le premier quittât la station avec une rame pleine, le second lui signala qu'un chariot s'était détaché de la rame pleine précédente et était resté en route. Quand le premier partit, il était assis sur le chariot d'avant. Son corps fut trouvé à côté du dernier chariot de sa rame dont les wagonnets se touchaient et n'étaient pas déraillés. A 1 mètre en avant de la rame, se trouvait le chariot

abandonné et le cheval, non accroché, s'était arrêté un peu plus loin sur la voie à charge.

D'habitude, la chaine du cheval, longue de 3m,50, est accrochée au bord supérieur du premier chariot et passe dans l'anneau d'avant. Quand un wagonnet reste en route, ce qui arrive une ou deux fois par jour, on accroche la chaine au bord supérieur du premier chariot; on refoule ainsi le chariot abandonné jusqu'au puits quand on juge inutile de le relier à la rame et d'y atteler le cheval.

Les chainettes d'attache, terminées par deux crochets ordinaires, ont 75 centimètres de longueur. Les deux crochets sont posés dans l'anneau du chariot d'avant et la chainette passe dans celui du chariot d'arrière. La chainette détachée fut trouvée sur la voie à charge près de l'endroit où était la victime.

La victime était atteinte d'une fracture de la base du crâne.

—

Il est probable que le conducteur est tombé en sautant de son chariot tout en décrochant le cheval et qu'il aura donné de la tête contre le chariot abandonné.

N° 29. — *Charleroi. — Charbonnage de Bois de Cazier. — Puits St-Charles à Marcinelle. — Etage de 907 mètres. — 31 mars 1910 vers 13 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Hardy.*

Conducteur, assis sur le premier chariot d'une rame pleine, heurte une bêle basse.

Résumé

Un conducteur, descendant un niveau où il était défendu de monter sur les chariots pleins, s'était assis sur l'avant d'une rame pleine. Au passage d'une bêle un peu plus basse que les autres, il ne se pencha pas suffisamment et fut blessé gravement à la colonne vertébrale.

La hauteur du niveau était, en général, de 1m,45 à 1m,60. La bêle qui a causé l'accident, devait se trouver à 1m,30 au dessus des rails, soit à 0m,40 au dessus des chariots.

Il était permis, aux conducteurs, de monter sur les chariots dans les galeries principales, à grande section.

N° 30. — *Centre. — Charbonnage de Ressaix. — Puits Sainte-Marie à Peronnes. — Etage de 250 mètres. — 6 avril 1910 vers 14 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. P. Defalque.*

Conducteur trouvé sous le chariot d'avant d'une rame pleine.

Résumé.

Le conducteur d'une rame pleine a été trouvé étendu en travers de la voie, sous le premier chariot qui était déraillé à 2m,60 au-delà de l'aiguillage d'aval d'un évitement. Les chainettes, reliant les wagonnets, étaient tendues : la chaine du cheval, longue de 2m,85, n'était pas décrochée. La galerie était spacieuse, la voie ne présentait rien d'anormal.

La victime, âgée de 15 ans, était conducteur depuis 15 à 20 jours. Elle pouvait prendre place dans le premier chariot des rames vides mais non sur celui des rames pleines.

—

Il est probable que le conducteur, après avoir fait l'aiguille d'aval derrière la rame montante, aura voulu sauter sur le premier chariot de sa rame au passage de celle-ci. Ce wagonnet aura déraillé en heurtant la victime.

N° 31. — *Centre. — Charbonnage d'Havré. — Siège d'Havré à Havré. — Etage de 540 mètres. — 15 mai 1910, vers 15 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. G. Lemaire.*

Ouvrier assis sur l'arrière d'une rame atteint par un bois placé sur une rame vide.

Résumé.

Une rame vide, dont les deux derniers chariots portaient une bêle de 3m,60 de longueur et deux bois de voie de 2m,50, montait un niveau à double voie. En croisant une rame pleine, la bêle, qui s'était déplacée, atteignit un boute-feu qui devait avoir pris place sur un des derniers wagonnets pleins car il fut blessé au bas-ventre. On le trouva sur le sol, derrière la rame pleine. La bêle était engagée entre les deux derniers wagonnets chargés.

Les conducteurs, dont les chevaux allaient au pas, étaient assis sur l'avant de leurs rames.

D'ordinaire, les bois trop longs pour être mis dans les chariots, sont placés sur des trucks spéciaux.

—

Le Comité a été d'avis qu'il y a lieu d'interdire de mettre des bois sur les wagonnets à moins qu'il n'y soient attachés solidement, de façon à ne pouvoir se déplacer en cours de route.

N° 32. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de Ghlin. — Puits n° 1 à Ghlin. — Etage de 515 mètres. — 27 juin 1910, vers 9 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Lemaire.*

Conducteur laminé entre une bêle basse et la charge du chariot sur lequel il s'était placé.

Résumé.

Le conducteur d'une rame pleine s'était placé sur le deuxième chariot après avoir remis un wagonnet sur rails ; il ne se pencha pas suffisamment pour se garer d'une bêle plus basse que les autres et fut laminé entre le bois et la charge de son chariot.

La hauteur libre au-dessus des chariots, généralement de 50 à 80 centimètres dans cette galerie, était réduite de 30 à 40 centimètres à l'endroit de l'accident.

—

Le Comité a été d'avis que l'on ne devrait pas autoriser la circulation sur les rames dans les galeries où la hauteur libre au-dessus des chariots ne serait pas de 60 à 70 centimètres au minimum.

N° 33. — *Centre. — Charbonnage du Bois du-Luc. — Puits Saint-Patrice à Trivières. — Etage de 540 mètres. — 16 août 1911, vers 11 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Lemaire.*

Un conducteur tombe en sautant d'une rame pleine.

Résumé.

Un gamin de 14 ans conduisait un cheval depuis 2 mois, en s'asseyant sur les rames pleines. Il a été trouvé dans un évitement sous le deuxième chariot d'une rame pleine; le cheval et le premier chariot étaient arrêtés un peu plus loin. Sa lampe gisait à 4 mètres en amont de l'aiguillage et sa calotte près de l'aiguillage.

La galerie était spacieuse. La voie, en bon état, avait une pente légère.

On suppose que le conducteur a voulu sauter de la rame en approchant de l'aiguillage. Il aurait pu y rester car l'aiguillage était fixe.

—

Le Comité a été d'avis qu'il serait bon d'interdire aux conducteurs de sauter, sans nécessité, à bas des rames en marche.

N° 34. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de Blaton. — Puits n° 3 à Bernissart. — Etage de 415 mètres. — 23 août 1910, vers 13 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. L. Debasse.*

Chute du conducteur assis sur le 1er chariot d'une rame pleine.

Résumé.

Un gamin de 13 ans faisait, seul, sa 2me journée en qualité de conducteur après avoir été accompagné la veille par le chef de trait qui le mit au courant de sa besogne.

Son corps fut trouvé devant le premier chariot de sa rame pleine, dont aucun wagonnet n'était déraillé, à 35 mètres en aval d'un évitement. La galerie était spacieuse et la voie en bon état. Le dernier chariot de la rame était enrayé. Le conducteur pouvait prendre place sur l'avant de la rame.

—

La chute de ce gamin doit être attribuée à son inexpérience.

N° 35. — *Charleroi. — Charbonnage de Courcelles. — Puits n° 8 à Courcelles. — Etage de 176 mètres. — 28 août 1911, vers 8 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Ed. Molinghen.*

Conducteur, assis sur le 1er chariot d'une rame, blessé parce que le cheval s'est remis brusquement en marche.

Résumé.

Une voie de niveau, haute de 1m,50 à 1m,90, se poursuit au delà de la taille inférieure d'une plateure pour desservir un dressant. Dans cette partie, elle est beaucoup plus basse.

Un conducteur menait, vers le dressaut, une rame de 4 chariots, à fonds amovibles, portant des bois, et s'était assis sur le premier,

malgré la défense de monter sur les wagonnets, parce que ce chario se soulevait de l'avant.

Il arréta la rame au pied de la plateure afin de descendre de son wagonnet et de refouler sa charge vers l'avant, mais le cheval se remit brusquement en marche. L'ouvrier se pencha à l'entrée de la partie basse de la galerie mais ses épaules butèrent contre une bèle et il fut jeté à terre.

N° 36. — *Charleroi. — Charbonnage du Nord de Charleroi. — Puits n° 6 à Souvret. — Etage de 460 mètres. — 25 mai 1912, vers 8 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Legrand.*

Conducteur, assis sur le premier chariot d'une rame pleine, atteint par le linteau du cadre d'une porte d'aérage.

Résumé

En passant dans le cadre d'une porte laissée ouverte, le conducteur ne se baissa pas suffisamment et heurta, du cou, contre l'encadrement.

La voie montait légèrement. La hauteur libre au-dessus du chariot était de 0m,47 à l'endroit de la porte; elle n'était pas beaucoup plus grande dans la galerie.

—

Le Comité a renouvelé l'avis exprimé à propos de l'accident du 31 janvier 1912, concernant l'emploi de chaises volantes accrochées à l'avant du premier chariot des trains.

N° 37. — *Centre. — Charbonnage de Mariemont. — Puits Sainte-Henriette à Morlanwelz. — Etage de 645 mètres. — 28 novembre 1912, vers 7 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Ed. Molinghen,*

Un conducteur tombe du chariot sur lequel il était assis.

Résumé.

Un conducteur était assis sur le premier chariot d'une rame pleine, avec les talons de ses sabots appuyés sur la traverse-buttoir située à 30 centimètres sous le bord supérieur du véhicule.

Par suite d'un choc, dont la cause n'a pu être déterminée, cet ouvrier glissa dans la voie et fut culbuté par le premier chariot.

La voie était en bon état et la galerie était spacieuse mais, de chaque côté de la voie, le sol était en pente accentuée vers les rails.

—

Le Comité a été d'avis que, dans les charbonnages où il est impossible d'empêcher les conducteurs de monter sur les wagonnets, il y aurait lieu de leur ménager un siège soit à l'avant du premier chariot, soit à l'intérieur de celui-ci, laissé vide.

—

M. l'Inspecteur général Jacquet a fait remarquer qu'un ouvrier, tombant d'un chariot, était fatalement ramené sous les roues a cause de la disposition des à-côtés de la voie. Les galeries devraient être coupées moins économiquement de façon à avoir, de chaque côté de la voie, un espace libre horizontal.

N° 38. — *Charleroi. — Charbonnage de Bonne Espérance. — Puits Sainte-Zoé à Montigny-sur-Sambre. — Etage de 937 mètres. — 19 février 1913, vers 15 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Ch. Gillet.*

Hiercheur trouvé entre les deux premiers chariots d'une rame pleine.

Résumé.

Dans un bouveau à double voie, un hiercheur, qui marchait à côté d'une rame pleine, a été trouvé entre les deux premiers chariots et sous la chaîne d'attelage qui les reliait. Le premier wagonnet était déraillé, le second soulevé de l'avant.

La victime est morte sans avoir expliqué l'accident. Son corps ne portait que des blessures légères.

Le conducteur, qui était assis sur le premier chariot, n'a pas pu, ou n'a pas voulu dire comment l'accident s'est produit. Il est probable que le hiercheur s'était placé sur le premier wagonnet.

SÉRIE XIV

Moteur animal. — Accidents en marche normale. Victimes : Ouvriers se trouvant dans la galerie.

PREAMBULE

Les accidents de cette série ont été au nombre de vingt-cinq. Ils ont fait chacun une victime : quatre tués et vingt et un blessés.

Ils apportent généralement avec eux peu d'enseignements importants. Beaucoup sont dûs à des imprudences ou des maladresses, quelquefois à des gamineries de jeunes ouvriers.

A remarquer qu'il y a, parmi les victimes, plusieurs ouvriers de 12 à 13 ans.

Six accidents (les nos 1, 6, 10, 11, 14, 20), n'ayant d'ailleurs occasionné que des blessures à la main, ont atteint des ouvriers qui guidaient les wagonnets sur des taques, à des aiguillages, ou qui se livraient à une opération de ce genre.

Quatre autres (les nos 12, 13, 15 et 21) sont survenus pendant l'opération de l'enraiement. Dans le dernier de ceux-ci le mode d'enraiement était défectueux.

Trois ou quatre sont dûs à la nature du moteur : mise en marche spontanée, ruade.

Douze accidents ont pour victimes des ouvriers insuffisamment garés alors que l'état des lieux permettait de le faire dans des meilleures conditions. Toutefois, dans quelques un d'entre-eux, les dimensions restreintes de la galerie ont leur part de responsabilité.

RESUMES

N° 1. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de Bonne Veine. — Puits Le Bief à Quaregnon. — Etage de 240 mètres. — 28 mai 1904 vers 10 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Nibelle.*

Surveillant blessé en guidant les chariots d'une rame.

Résumé.

Un surveillant de transport guidait, en les poussant latéralement, les chariots d'une rame pleine au passage d'un joint de la voie qu'il était occupé à réparer dans une costresse, près d'un bouveau. Un tamponnement s'étant produit par suite de l'arrêt brusque du cheval, il eut un doigt écrasé entre deux wagonnet.

N° 2. — *Charleroi. — Charbonnage du Carabinier. — Puits n° 2 à Pont de Loup. — Etage de 364 mètres. — 31 août 1904, vers 16 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. A. Hardy.*

Hiercheur entraîné contre une trémie par une rame de chariots pleins.

Résumé.

Après avoir chargé quatre wagonnets à la trémie d'une cheminée, un hiercheur les avait refoulés vers le cul-de-sac de la voie et les avait accrochés. Le conducteur attela ensuite son cheval à la rame ainsi formée et partit sur le signal du hiercheur.

Celui-ci prétend qu'il se trouvait en amont de la trémie, avec les mains appuyées au toit de la galerie et qu'il glissa sur le mur humide lequel est en pente vers la voie. Il tomba ainsi entre les deux derniers chariots, parvint à se hisser sur celui d'arrière mais fut atteint par les tôles de la trémie. Le conducteur arrêta le cheval aux cris de la victime.

D'après des témoins, le hiercheur, qui s'était placé en face de la trémie, aurait voulu passer entre les deux derniers wagonnets, croyant que le troisième était le dernier.

La galerie était fort étroite ; cependant les emplacements convenables pour se mettre en sûreté, lors du passage des trains, n'y faisaient pas défaut.

N° 3. — *Couchant de Mons. — Charbonnage des Produits. — Puits n° 21 à Flénu. — Etage de 504 mètres. — 20 juillet 1905 vers 7 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Ch. Niederau.*

Ouvrier écrasé par un cheval qu'il voulait arrêter.

Résumé.

Pour réparer un aiguillage, le conducteur d'une rame montante avait confié celle-ci à un porteur de bois. Plus loin, un manœuvre en avait détaché un chariot de cendres et s'était mis à remblayer la voie. Arrivé au bout du trajet, le porteur abandonna le cheval à un scloneur qui forma une rame pleine et la fit avancer pour la garer. Il retourna ensuite à sa besogne, en amont de l'évitement, sans s'assurer que le cheval s'était arrêté, mais celui-ci continua d'avancer. Entendant venir la rame, le manœuvre, qui n'avait pas terminé le déchargement des cendres, saisit le cheval à la bride et fut renversé par l'animal, qui s'était embarrassé dans ses traits et s'affaissa sur l'ouvrier.

Le cheval était muni d'un « affilet » dont le crochet était fixé au bord d'avant du premier chariot. La galerie était spacieuse.

—

Au Comité, l'auteur du procès-verbal a émis l'avis que l' « affilet », placé comme il l'était, ne peut retenir un cheval qui se met en marche intempestivement. Les « affilets » des chevaux au repos devraient être fixés en un point indépendant de la rame.

M. l'Ingénieur Dandois a fait remarquer que l' « affilet » attaché au premier chariot, peut retenir le cheval s'il est suffisamment court.

N° 4. — *Centre. — Charbonnage de Ressaix. — Puits de Leval. — Etage de 400 mètres. — 7 août 1905 vers 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. M. Hallet.*

Un porteur de lampes se jette sur le cheval d'une rame vide.

Résumé.

Un porteur de lampes, âgé de 12 ans, s'était garé dans l'espace situé entre les deux voies d'un bouveau qui s'éloignent l'une de l'autre au voisinage d'un plan incliné, endroit où l'on forme les rames pleines.

Une rame pleine, à laquelle le gamin tournait le dos, ayant démarré, il prit peur et se lança sur le cheval d'une rame vide qui arrivait au même moment. Atteint par le palonnier, il tomba entre ce cheval et le premier chariot de cette rame dont le conducteur était resté en arrière pour partir avec la rame pleine. Le cheval devait s'arrêter, seul, un peu plus loin.

N° 5. — *Centre. — Charbonnages de Marlemont. — Puits Sainte Henriette. — Etage de 530 mètres. — 29 mai 1906 vers 13 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. P. Broquet.*

Un ouvrier glisse au passage d'une rame de chariots pleins et est entraîné par l'un d'eux.

Résumé.

Dans un croisement, le conducteur, âgé de 15 ans, d'une rame vide se tenait à la tête de son âne pendant le passage de la rame pleine lorsqu'il glissa sur une traverse métallique, tomba et eut la jambe gauche prise par le 3e chariot plein qui l'entraîna sur 2 mètres de longueur environ.

Les voies, à écartement de 0m,625, sont distantes de 0m,300.

N° 6. — *Charleroi. — Charbonnages d'Aiseau-Presles. — Puits de Roselies. — Etage de 560 mètres. — 1er août 1906, vers 8 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Ch. Gillet.*

Main prise entre deux chariots d'une rame.

Résumé.

Près d'un puits intérieur, le sol d'un bouveau, à double voie, est recouvert de taques en fonte mais seul le rail de la voie à charge, situé du côté du puits, est interrompu à l'endroit de ce dallage.

Un cheval arrivant avec une rame pleine, deux hiercheurs se placèrent sur les taques pour guider les chariots. L'un d'eux, un gamin de 13 ans qui faisait cette besogne depuis deux jours, eut la main prise entre deux chariots qui s'étaient rejoints.

Ce gamin avait l'habitude de guider les chariots par leur bord latéral.

N° 7. — *Centre. —Charbonnage de Marlemont. — Puits Saint-Arthur à Morlanwelz. — Etage de 683 mètres. — 10 juillet 1907, vers 6 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. M. Hallet*

Gamin entraîné par une rame pleine.

Résumé

Des porteurs de lampes jouaient dans une niche située le long d'un bouveau, près du puits, lorsque l'un d'eux, âgé de 13 ans, glissa et poussa, vers l'extérieur, sa jambe gauche qui fut prise entre deux chariots d'une rame pleine tirée par un cheval.

La victime fut traînée sur 2 mètres de longueur avant que le conducteur eût pu arrêter la rame.

N° 8. — *Couchant de Mons. — Charbonnage du Levant du Flenu. Puits n° 19 à Cuesmes. — Etage de 582 mètres. — 8 août 1907, vers 9 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Ed. Liagre.*

Ouvrier atteint par une rame pleine.

Résumé.

S'étant blessé à la bouche en manœuvrant une pompe, un journalier retourna seul au puits sans avertir le surveillant. Dans un bouveau, il dépassa une rame pleine au moment où le conducteur plaçait les enrayoirs. Ce dernier continua ensuite sa course; arrivé à l'évitement suivant, il vit le journalier accroupi sur la voie des pleins, près de sa lampe allumée et, vers le milieu de la rame vide qui y stationnait. Vainement il lui cria de se garer. Il ne put arrêter son cheval à temps car celui-ci ne devait pas s'arrêter en cet endroit. Le journalier fut atteint d'abord par le cheval et ensuite par le premier chariot de la rame qui dérailla.

Le cheval était muni d'un affilet et les deux derniers chariots de la rame étaient enrayés.

La pente moyenne du bouveau était de 1° 1/2 avec maximum de 3°. La pente était de 1° 3/4 dans l'évitement.

N° 9. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de Belle Vue. — Puits n° 4 à Elouges. — Etage de 532 mètres. — 26 mars 1908 vers 16 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Sottiaux.*

Ouvrier, garé, entraîné par une rame.

Résumé.

Des ouvriers s'étaient garés le long des parois d'un niveau, pour laisser passer une rame de chariots pleins qui roulait à vitesse normale mais dont les chariots étaient animés d'un mouvement de lacet. L'un deux accrocha la veste de l'un des ouvriers qui fut entraîné sous ce chariot lequel avait déraillé.

La voie était en bon état et la victime avait choisi, pour se garer, un endroit présentant une largeur suffisante.

N° 10. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de la Grande Machine à four de Dour. — Puits n° 1 à Dour. — Etage de 690 mètres. — 25 février 1909 vers 13 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Dehasse.*

Résumé.

Le conducteur d'une rame de trois chariots vides guidait ceux-ci à une bifurcation de la voie lorsqu'un des bois placés dans le deuxième chariot et qui étaient un peu plus long que celui-ci, buta contre le paroi et écrasa la main de l'ouvrier contre le bord du véhicule.

N° 11. — *Liège. — Charbonnage Cockerill. — Puits Colard à Seraing. — Etage de 523 mètres. — 5 mai 1909 à 7 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. V. Brien.*

Main blessée en rangeant des outils placés sur la dernière berlaine d'une rame en marche.

Résumé.

Un haveur, se rendant à son poste, avait consenti, sur la demande du conducteur, à fermer les portes d'une baenure au fur et à mesure du passage d'une rame de trois berlaines, chargées de bois, qu'il suivait.

En cours de route, il voulut ranger les outils qu'il avait déposés sur le dernier véhicule afin qu'ils ne vinssent à heurter les aspérités

de la galerie. Il eut ainsi les doigts de la main gauche écrasés entre le manche d'un outil et le bord du wagonnet ou une pierre du toit.

La hauteur libre au-dessus des berlaines était, en cet endroit, de 7 à 30 centimètres.

D'habitude, le conducteur ferme lui-même les portes car il n'y a pas de suiveur de rames.

N° 12. — *Liège. — Charbonnage de Sclessin. — Val Benoit. — Siège du Bois d'Avroy à Liège. — Etage de 248 mètres. — 10 juillet 1909, à 7 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. A. Hallet.*

Suiveur blessé en enrayant le dernier chariot d'une rame.

Résumé.

Le suiveur d'une rame de 10 berlaines pleines devait enrayer la dernière dans un évitement. Il procéda à cette opération dès que ce chariot fut arrêté mais celui-ci fit encore un brusque mouvement et l'ouvrier eut l'annulaire droit pris entre la roue et l'anneau de l'enrayure.

Celle-ci consiste en une broche en fer, de 3 centimètres de diamètre et de 10 à 15 centimètres de longueur, fixée à un anneau muni d'une chaînette avec crochet pour suspendre l'appareil à l'arrière de la dernière berlaine.

N° 13. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de Blaton. — Puits d'Horchies. — Etage de 380 mètres. — 15 juillet 1919, vers 12 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Dehasse.*

Main prise en enrayant à la volée.

Résumé.

A cause de l'encombrement, le hiercheur de service dans une station ne put enrayer le dernier chariot d'une rame pleine qui allait partir et le chef de trait se chargea de placer l'enrayoir lorsque le wagonnet passerait devant lui. En procédant à cette opération, il ne put retirer assez vite la main gauche qui fut prise entre la pièce de bois servant d'enrayoir et un rail de la voie à vide.

N° 14. — *Liège. — Charbonnage Cockerill. — Puits Marie à Seraing. — Etage de 232 mètres. — 14 août 1909, vers 9 heures. — Un blessé. P.-V. Ing. V. Brien.*

Conducteur blessé en arrêtant une rame vide.

Résumé.

Arrivé à l'évitement où la rame vide devait s'arrêter, un conducteur fit tourner son cheval avant de le décrocher et avant l'arrêt des berlaines. Afin que celles-ci ne dépassent pas l'évitement, il mit la main droite sur le bord d'avant de la deuxième berlaine qui fut heurtée par les suivantes. L'ouvrier eut ainsi l'index droit écrasé entre les deux premiers véhicules. Il avait cru saisir l'arrière du premier chariot.

L'évitement, sensiblement de niveau, était assez long pour la rame en question.

N° 15. — *Couchant de Mons. — Charbonnages de l'Agrappe. — Puits n° 12 à Noirchain. — Etage de 495 mètres. — 27 août 1909, vers 23 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. O. Verbouwe.*

Conducteur atteint à la main en plaçant un enrayoir.

Résumé.

Un conducteur avait arrêté une rame pleine en tête d'un « grippé » et passait un enrayoir en fer dans une roue d'arrière du dernier chariot lorsque le cheval se remit en marche inopinément. L'ouvrier eut un doigt pris entre la tête de l'enrayoir et le longeron du véhicule.

N° 16. — *Liège. — Charbonnage de Wandre. — Nouveau Siège à Wandre. — Etage de 320 mètres. — 13 novembre 1909, vers 1 heure. — Un blessé. — P.-V. Ing. N. Orban.*

Hiercheur atteint par le palonnier d'un cheval.

Résumé

Un hiercheur tenait ouverte la porte d'aérage d'une bacnure au passage d'une rame de berlaines de pierres qui roulait à allure ordinaire et que suivait le conducteur.

Le palonnier du cheval atteignit, dans le côté, le hiercheur qui tomba et roula devant la première berlaine. Il fut blessé à la jambe gauche qui dut être amputée.

Un crochet, formé d'un fil de fer, permettait de tenir la porte ouverte.

Le palonnier mesure 0m,80 de longueur ; la largeur des berlaines est de 0m,90 et celle de la bacnure de 2 mètres environ.

Le transport se faisait habituellement par hiercheurs dans cette bacnure.

N° 17. — *Charleroi. — Charbonnages de Courcelles. — Puits n° 3 à Courcelles. — Etage de 140 mètres. — 9 décembre 1909, vers 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Legrand.*

Aiguilleur blessé par la ruade d'un cheval.

Résumé

Un gamin de 14 ans se tenait sur la voie sud d'une galerie de roulage après avoir fait l'aiguille pour la voie nord lorsque le cheval, traînant une rame pleine, s'arrêta brusquement devant lui et se mit à ruer. Il fut atteint à la tête par un coup de sabot de l'animal qui était très difficile.

Le conducteur était au nord du convoi et tenait en main la cordelle du cheval.

N° 18. — *Liége. — Charbonnage du Hasard. — Puits Charles à Fléron. — Etage de 263 mètres. — 15 juin 1910, à 7 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. A. Repriels.*

Ouvrier marchant devant une rame pleine, atteint par celle-ci.

Résumé

Un maréchal-ferrant était allé à la rencontre du cheval qu'il devait ferrer et qui n'était pas à l'écurie. L'ayant trouvé dans une bacnure il retourna vers le puits : il marchait à 10 mètres en avant du conducteur que suivait le cheval traînant 4 berlaines de pierres dont la dernière avait 2 roues enrayées.

La pente de la bacnure, très faible en moyenne, atteignait 2° environ dans la partie où la vitesse de la rame s'accéléra. Le conducteur

rejoignit le maréchal et lui dit d'accélérer le pas ou de se garer. Celui-ci se jeta d'abord le long de la paroi ouest, puis de la paroi est où il fut atteint et blessé mortellement par les premières berlaines.

La bacnure n'est pas boisée. A l'ouest, l'espace entre le bord des berlaines et la paroi n'est que de 10 à 22 centimètres, tandis qu'il s'élève de 63 à 80 centimètres à l'est. Mais, de ce côté, se trouvent des tuyaux, à 37 centimètres des wagonnets et à 20 centimètres au dessus de leur bord supérieur, c'est-à-dire à 1m,10 au-dessus du sol. A 3 mètres en aval du lieu de l'accident, se trouve un évitement où il est facile de se garer.

N° 19. — *Liége. — Charbonnage des Kessales. — Puits du Bon Buveur à Jemeppe-sur-Meuse — Etage de 304 mètres. — 3 février 1911 vers 10 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. A. Massin.*

Manœuvre, quittant son abri, entraîné par le dernier chariot d'une rame vide.

Résumé.

Le manœuvre, chargé du déhourdage d'une trémie, s'était garé entre les deux montants situés à l'aval de cette trémie, pour laisser passer une rame de quatorze berlaines vides. Sa lampe allumée était pendue au col de sa veste.

Au passage de l'avant-dernier chariot, il quitta son abri, croyant que la rame était passée, mais il fut pris par l'avant de la dernière berlaine qui l'écrasa contre la trémie. La victime, qui mourut le surlendemain, s'était placée en un endroit où régnait un espace de 0m,72 entre les berlaines et les parois de la galerie.

Le conducteur se tenait accroupi dans la dernière berlaine.

N° 20. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de Belle-Vue. — Puits n° 8 à Elouges. — Etage de 645 mètres. — 18 mai 1911 vers 14 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Van Herckenrode.*

Main prise en guidant une rame pleine sur une bifurcation.

Résumé.

Un conducteur guidait, des deux mains, les chariots d'une rame pleine à leur passage sur une plaque de bifurcation située à l'entrée d'un évitement. Le cheval s'étant arrêté brusquement, il eut un doigt écrasé entre le 2e et 3e wagonnet.

N° 21. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de Bois de Boussu. Puits n° 5 à Boussu. — Etage de 604 mètres. — 3 juillet 1911, vers 22 heures. — Un blessé. — P. V. Ing. Van Herckenrode.*

Conducteur blessé en remettant un enrayoir en place.

Résumé

Le cheval d'une rame pleine s'étant mis en marche intempestivement dans un évitement à pente très faible, le conducteur eut le pouce droit écrasé entre une roue et la tête de l'enrayoir qu'il voulait remettre en place.

On employait, comme enrayoirs, quelques vieux boulons de 225 millimètres de longueur et de 28 millimètres de diamètre avec tête de 56 millimètres de diamètre.

—

L'exploitant a été invité à ne se servir que d'enrayoirs ordinaires dont une extrémité est recourbée et forme œillet.

N° 22. — *Namur. — Charbonnage de Falisolle. — Puits de la Réunion à Falisolle. — Etage de 400 mètres. — 3 mai 1912, vers 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. principal A. Repriels.*

Ouvrier, garé au passage d'une rame, glisse et tombe sur celle-ci.

Résumé.

Trois hommes, retournant au puits, furent rejoints par une rame pleine et se garèrent contre l'une des parois de la galerie. L'un d'eux se tenait entre deux montants et sur une traverse en bois remisée le long de la voie; celle-ci bascula et l'ouvrier tomba entre le 4me et le 5me chariot.

La galerie était assez large pour se garer. Les ouvriers auraient pu se placer dans un ancien évitement, à quelques mètres de l'endroit de l'accident.

N° 23. — *Charleroi. — Charbonnage de Marcinelle-Nord. — Puits n° 11 à Marcinelle. — Étage de 845 mètres. — 11 avril 1913, vers midi. — Un tué. — P.-V. Ing. L. Hardy.*

Gamin renversé par le cheval d'une rame pleine.

Résumé

Le hiercheur de service au pied du burquin, indiqué fig. 21, étant absent, un ouvrier à veine avait été chargé de le remplacer. Pendant la matinée, on lui adjoignit un gamin de 12 ans pour décrocher les chariots vides destinés au burquin et porter les chainettes devant servir à accrocher les pleins.

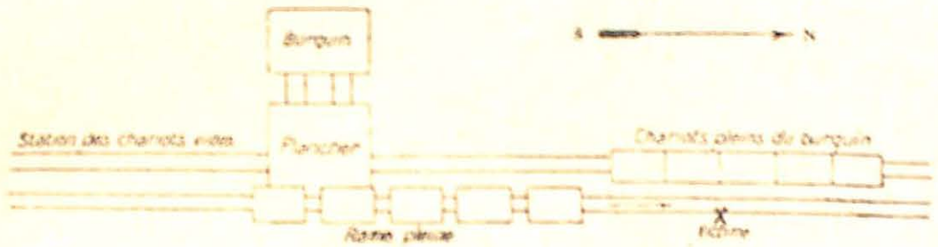


Fig. 21.

Un conducteur, descendant la voie longeant le plancher, arrêta sa rame près de celui-ci pour enrayer le 1er chariot, puis continua en marchant derrière le cheval. Tout à coup, il vit le corps inerte du gamin entre les pattes du cheval qui, en reculant, piétina encore la victime. Celle-ci n'avait poussé aucun cri. On trouva près d'elle sa lampe éteinte.

Les 5 wagonnets pleins, provenant du burquin, n'étaient pas accrochés.

L'ouvrier à veine avait vu le gamin près de lui au moment de l'arrivée de la rame, puis, ayant encagé un chariot vide, ne l'avait plus aperçu.

Le cheval devait tirez assez fort à l'endroit de l'accident.

N° 24. — *Charleroi. — Charbonnage du Nord de Charleroi. — Puits n° 6 à Souvret. — Etage de 125 mètres. — 14 août 1913, vers 7 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. P. Thonnart.*

Ouvreur de portes atteint par le dernier chariot d'une rame vide.

Résumé.

Un recarreur remplaçait le gamin chargé d'ouvrir une porte, à deux battants, située dans la partie à simple voie d'un bouveau. L'avant-dernier chariot d'une rame vide franchissait la porte, lorsque

cet ouvrier s'avança sur la voie pour fermer le battant qu'il tenait en main, croyant que ce wagonnet était le dernier. Il fut heurté dans le dos par le chariot d'arrière et écrasé contre la porte.

La distance entre les véhicules était de 38 centimètres et ceux-ci passaient à 18 centimètres des montants du cadre de la porte.

N° 25. — *Couchant de Mons. — Charbonnage de l'Agrappe. — Puits n° 12 à Frameries. — Etage de 550 mètres. — 7 novembre 1913, à 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Sottiaux.*

Conducteur, garé derrière son cheval, comprimé par celui-ci contre un montant.

Résumé.

Un conducteur, retournant aux puits avec son cheval, rencontra une rame vide dont un chariot était déraillé. Il se gara derrière son cheval, le long d'une des parois de la galerie, malgré l'avis de son collègue qui lui conseillait de retourner jusqu'à l'évitement situé à 25 mètres en arrière.

La rame vide se remit en marche. Son deuxième chariot accrocha le harnais du cheval garé qui recula, fit dérailler ce véhicule et écrassa le premier conducteur contre un montant du boisage. A l'endroit où se trouvait le cheval, le bord supérieur des chariots passait à 50 centimètres des montants.

Il était interdit de garer les chevaux au passage des rames, dans les galeries à une seule voie.

(*A suivre*).

MÉMOIRES

LES

GISEMENTS HOUILLERS

DE LA BELGIQUE

PAR

ARMAND RENIER

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

(*7me Suite*) (1)

CHAPITRE XVIII (2). — Considérations générales sur les phénomènes actuels.

1. Cette esquisse serait incomplète, si nous n'y comprenions pas les activités géologiques, dont les gisements houillers de la Belgique sont, présentement encore, le théâtre.

(1) Voir chapitres I-V, *Annales des Mines de Belgique*, t. XVIII, pp. 755-779, pl. I-IV.

Id.	VI-VII	*id.*	t. XIX, pp. 3-36.
Id.	VIII	*id.*	t. XX, pp. 227-258.
Id.	IX	*id.*	t. XX, pp. 433-540.
Id.	X-XI (pars)	*id.*	t. XX, pp. 871-975, pl. V-VI.
Id.	XXIV	*id.*	t. XXI, pp. 923-951.
Annexe I. Liste bibliographique		*id.*	t. XXI, pp. 423-680.

(2) La série des chapitres XVIII-XXIII forme un ensemble assez indépendant du reste du travail. C'est pourquoi je crois pouvoir la publier dès à présent. La mise au point de la description tectonique du bassin de Liége n'est malheureusement pas encore assez avancée pour me permettre de donner actuellement la suite et fin du chapitre XI. A. R.

MÉMOIRES

LES

GISEMENTS HOUILLERS

DE LA BELGIQUE

PAR

ARMAND RENIER

Ingénieur principal au Corps des Mines
Chef du Service géologique de Belgique
Chargé de cours à l'Université de Liége.

(7me Suite) (1)

CHAPITRE XVIII (2). — Considérations générales sur les phénomènes actuels.

1. Cette esquisse serait incomplète, si nous n'y comprenions pas les activités géologiques, dont les gisements houillers de la Belgique sont, présentement encore, le théâtre.

(1) Voir chapitres I-V, *Annales des Mines de Belgique*, t. XVIII, pp. 755-779, pl. I-IV.

Id.	VI-VII	*id.*	t. XIX, pp. 3-36.
Id.	VIII	*id.*	t. XX, pp. 227-258.
Id.	IX	*id.*	t. XX, pp. 433-540.
Id.	X-XI (pars)	*id.*	t. XX, pp. 871-975, pl. V-VI.
Id.	XXIV	*id.*	t. XXI, pp. 923-951.
Annexe I.	Liste bibliographique	*id.*	t. XXI, pp. 423-680.

(2) La série des chapitres XVIII-XXIII forme un ensemble assez indépendant du reste du travail. C'est pourquoi je crois pouvoir la publier dès à présent. La mise au point de la description tectonique du bassin de Liége n'est malheureusement pas encore assez avancée pour me permettre de donner actuellement la suite et fin du chapitre XI. A. R.

Comparés aux phénomènes du passé, ces faits peuvent paraître insignifiants, dans l'instant même où l'on s'y arrête. Seule, l'actualité semble leur faire mériter quelque considération. Cette impression disparaît toutefois rapidement lorsqu'on approfondit la question.

2. Les phénomènes actuels sont assez complexes.

La plus grande partie des gisements houillers de la Belgique est, en effet, depuis une époque déjà lointaine, l'objet d'exploitations minières. Durant le siècle dernier, l'exploitation est même devenue intensive de façon générale.

De cette intervention prolongée de l'homme résultent des modifications d'allure des phénomènes géologiques dans des directions diverses, qu'il n'est pas toujours possible de préciser exactement.

3. Les phénomènes actuels présentent aussi une plus grande difficulté d'étude en raison de leur fugacité.

Il faut les saisir au passage, lorsque la chance veut qu'on en soit témoin, tandis que, quand il se décide à aborder l'étude des faits exposés dans les chapitres précédents, le chercheur a souvent le libre choix du moment, tout au moins dans des limites assez larges.

On ne s'étonnera donc pas de l'imperfection de nos connaissances dans diverses directions, encore que l'on reconnaîtra l'importance des efforts tentés en Belgique.

4. Comme phénomènes géologiques actuels, je ne crois devoir retenir ici que les faits relatifs à l'instabilité spontanée du sol, aux anomalies magnétiques résultant de la structure géologique, aux phénomènes de circulation des eaux et des gaz, enfin à la température des roches.

J'étudierai donc, dans une série de chapitres, la sismi-

cité, le magnétisme, l'hydrologie, la pneumatologie et la géothermique du terrain houiller.

Chapitre XIX. — **Sismicité.**

1. Les tremblements de terre, quoiques rares, ont, dans les bassins houillers de la Belgique, une importance suffisante pour faire ici l'objet d'une mention spéciale.

Au point de vue scientifique, ils fournissent des indications intéressantes sur l'activité tectonique et ses directrices.

Au point de vue technique, ils méritent de retenir l'attention en raison des dégâts qu'ils provoquent et qui pourraient, à tort, être imputés aux mouvements du sol consécutifs à l'exploitation minière.

2. Les faits d'observation sont d'ordres divers.

La plupart résultent des impressions perçues sans l'intervention d'instruments spéciaux. Pour être assez nombreuses, les données relatives aux macrosismes n'en sont pas moins très fragmentaires et souvent lacunaires. Avant l'invention de l'imprimerie, les documents sont exceptionnels. Ainsi en est-il pratiquement jusqu'au dix-huitième siècle. Dans la suite, malgré la densité de la population, les témoins qualifiés restent peu nombreux ; si le nombre des initiés va croissant, la rareté des phénomènes a toujours comme conséquence un défaut d'entraînement.

Des catalogues de ces observations ont été dressés à diverses reprises qui, pour ne pas avoir vraisemblablement épuisé toutes les sources, souvent très disséminées, n'en sont pas moins intéressants. Il faut citer (1): Perrey (1884) ; Torfs (1862), surtout Lancaster (1887, 1901), et encore Villette (1905) et Douxami (1911). Pour les faits postérieurs aux travaux de M. Lancaster, consultez: de Munck (1905) ; Lohest et de Rauw (1909) ; Cornet J. (1911*b*); Lagrange (1911); Cambier (1911), Somville (1918), et encore van Baren (1910, p. 145) et Reinhold (1920). Pour certains ouvrages rares, relatifs à des faits déjà anciens, voyez les récentes listes bibliographiques de M. de Montessus de Ballore (1915, 1917).

(1) Voir la liste bibliographique. Ann Mines Belgique, t. XXI, p. 423.

La question de l'organisation méthodique des recherches avait été agitée à diverses reprises au sein des societés scientifiques, mais sans succès (cf. DEWALQUE, G., 1878*c*, 1881*b*, 1904*b*). L'établissement des homoséistes, longtemps proposé comme but principal des recherches, présente, en effet, dans l'application, de sérieuses difficultés.

Finalement, (cf. DE MUNCK, 1896), diverses initiatives, guidées surtout par M. Lagrange, aboutirent à la création de stations dotées d'appareils enregistreurs des derniers modèles, à Uccle tout d'abord, en 1898-1899, (cf. LAGRANGE 1901*c*, p. 249), puis à Quenast (LAGRANGE, 1902, 1907), et enfin à Frameries (Mons), en plein massif du Borinage, en 1901-1904 (LAGRANGE, 1901, 1907).

Ces trois stations ont eu une activité assez intermittente. Les deux dernières ont même dû être assez négligées, faute de ressources (cf. LAGRANGE, 1906). La ruine de la station de Quenast est complète depuis l'occupation allemande. Au contraire, l'Observatoire royal d'Uccle a perfectionné continuellement ses installations (cf. SOMVILLE, 1907*a*, 1918; LECOINTE, 1911, p. 99).

A en juger par les publications, d'ailleurs incomplètes, les stations sismométriques n'ont enregistré durant longtemps que des microsismes, frémissements de l'écorce à partir de centres éloignés (LANCASTER 1801, p. 219; SOMVILLE, 1907*b*; LECOINTE, 1902, 1909, 1911; LAGRANGE 1901, 1904, 1906, 1907, p. 439). De plus récentes observations (SOMVILLE, 1918; LECOINTE, 1920) ont cependant enregistré des secousses provenant de centres proches.

Le petit nombre des stations installées sur le territoire du Royaume et l'irrégularité de leur fonctionnement conduisent évidemment à considérer ces données comme encore très lacunaires. Les catalogues de l'Observatoire royal ne sont notamment pas, dans le cas de secousses importantes, complétés par des enquêtes.

Enfin, appel a été fait à la géologie expérimentale pour élucider le le mécanisme de certains phénomènes (LOHEST, 1908*a*).

3. De façon générale, les tremblements de terre sont en Belgique très peu fréquents. Encore, certains mouvements du sol ne peuvent-ils être considérés comme de réels tremblements de terre. D'autre part, certains de ces vrais sismes n'intéressent pas la zone des gisements houillers.

En moyenne, le sol de la Belgique est ébranlé une fois tous les trois ans ; mais l'ébranlement n'est notable qu'une

fois tous les dix ans (LANCASTER, 1887*a*, p. 39 ; 1901, p. 221). C'est même là un maximum.

Aussi, la Belgique est-elle pratiquement rangée parmi les contrées asismiques (CORNET, J., 1910*c*, p. 243).

4. La durée des tremblements est, en général, très faible : une ou quelques secondes.

Parfois, une série de chocs sont perçus à la suite l'un de l'autre. Dans certains cas, on en a compté jusqu'à cinq.

5. Les manifestations sont diverses et les dégats généralement faibles, malgré les dires d'anciens chroniqueurs (cf. LANCASTER, 1887*a*, p. 26 : 1901). On note fréquemment les termes III à VIII de l'échelle dite de Rossi-Forel, exceptionnellement le terme IX.

Le tremblement de terre se manifeste souvent par un bruit sourd, un roulement analogue à celui d'un véhicule lourdement chargé ou d'une masse qu'on laisserait choir, et généralement par une oscillation nette, percue surtout par les personnes au repos, et qui agite les objets, les déplace, parfois les renverse, brise la vaiselle, arrête les pendules, secoue les portes, met en branle sonnettes et cloches, fait vibrer les murs, produit des lézardes ou abat quelques cheminées branlantes ou des sommets de pignons (cf. LANCASTER, 1901, p. 202 ; CAMBIER, 1911, photo). L'écroulement de maisons en 1755, à Chênée (Liége) (PERREY, 1844, p. 42), est tout à fait exceptionnel.

Comme phénomènes météorologiques concomittants, on signale fréquemment un violent coup de vent, une légère baisse barométrique brusque ou une perturbation magnétique. Mais ces deux dernières manifestations pourraient bien ne résulter que de l'effet de masse passive d'instruments enregistreurs.

Dans deux cas, on a constaté une agitation ou un trouble de l'eau de la Meuse (PERREY, 1844, p. 42 ; LOHEST et DE RAUW, 1908), ou encore une diminution du débit des sources, à Spa, en 1692.

Le phénomène a fréquemment été perçu dans les travaux souterrains des charbonnages, sous forme de bruit. Exceptionnellement, il est accompagné de chute de pierres (cf. DEWALQUE, 1881*a* ; LANCASTER, 1896 ; CORNET, 1911*b*, p. 93, et ? DEPAUW, 1902, p. 6).

L'influence sur le dégagement du grisou a été mise en question (cf. VAN DEN BROECK, 1898*a* ; MONTESSUS, 1907, p. 272). La réponse semble délicate à faire, en raison de la complexité de l'organisation nécessaire (LAGRANGE, 1906, p. 48). Certains auteurs, tout en penchant pour la négative, admettant la possibilité d'une influence des microsismes (MONTESSUS, 1906, p. 73 ; 1907, p. 276 ; LAGRANGE, 1911). Les recherches exécutées conduisent cependant à nier toute corrélation (cf. HARZÉ, 1899*b*, 1900, p. 27).

Les ingénieurs considéraient *a priori* cette hypothèse comme invraisemblable, en raison des modes de gisement et de dégagement du grisou (cf. HARZÉ, 1898*a*, *b*,; 1899*b*, p. 17 ; STASSART et LEMAIRE, 1910, p. 1757, et ci-après Chap. XXII),

6. La zone affectée par les tremblements de terre est très variable. Certains sont locaux, d'autres régionaux, d'autres enfin affectent la plus grande partie du territoire national.

Cette localisation permet d'exclure certains sismes qui n'affectent pas les régions houillères ou leur voisinage immédiat. Tels sont, parmi les tremblements locaux, ceux de Folx-les-Caves (1755-1756), et parmi les tremblements régionaux, ceux qui n'affectent que la cote belge (exemple : celui de 1776), et qui, vraisemblablement, se rattachent au district instable de la Manche (DELÉPINE, 1912, p. 311 ; cf. MONTESSUS, 1906, p. 55).

Quant aux régions houillères, on ne signale de tremblements réellement locaux qu'à Havré (de Munck). Les dernières manifestations étudiées en détail étaient régionales : environs de Liége (LOHEST et DE RAUW, 1908), de Mons (1) (CORNET, J., 1911*b*) et de Ransart (2) (CAMBIER, 1911). Le bassin houiller de Haine-Sambre-Meuse a souvent été secoué dans son ensemble, avec répercussion jusqu'à Anvers (CORNET, 1910*c*, p. 243). La province de Limbourg et la Campine doivent aussi être mentionnées.

(1) Non perçue à Uccle (cf. SOMVILLE, 1918, p. 200).

(2) Partiellement enregistrées à Uccle, avec mouvement Est-Ouest (cf. SOMVILLE, 1918, pp. 201-205).

7. La cause des tremblements de terre véritables ou réels *sismes* étant considérée comme d'ordre volcanique ou d'ordre tectonique, il faut exclure les tremblements de terre qui ont une cause autre : tassement interne consécutif à des phénomènes de dissolution (sel gemme, gypse, calcaire), glissements de massifs rocheux dans les montagnes ou modifications d'origine humaine (exploitations minières) (CORNET, 1910*c*, p. 233 note). Ce sont des pseudosismes (MONTESSUS, 1906, p. 461).

Sismes et pseudosismes sont connus dans les bassins houillers de la Belgique. De l'avis de certains auteurs, les pseudosismes sont prédominants (cf. LANCASTER, 1901, p. 223 ; LAGRANGE, 1911). Il semble bien qu'il n'en soit rien (CORNET, J., 1896 ; MONTESSUS, 1906, p. 71).

L'exemple le plus typique de pseudosismes est celui d'Havré (de Munck) où les phénomènes sont absolument locaux. L'explication définitive n'en a pas été donnée ; mais les éléments d'appréciation sont aujourd'hui suffisants pour conclure qu'il ne peut s'agir de sismes (cf. CORNET, J., 1896, p. 131 ; 1903*a*, p. 112 ; 1910*c*, p. 233 note ; LANCASTER, 1901, p. 218 note (1) ; *contra* DE MUNCK 1895 ; SIMOENS, 1907*a*). Il en est vraisemblablement de même des tremblements de Folx-les-Caves, dont la toponymie est, à elle seule, suffisamment suggestive (*contra* MONTESSUS, 1906, p. 75).

Tous les autres tremblements sont trop étendus pour qu'il puisse être question de pseudosismes. Leurs relations avec des traits tectoniques semblent d'ailleurs être manifestes.

L'ignorance du détail de la structure intime du sol belge a certes pu et peut encore conduire à une méconnaissance de ces relations. Les progrès ont toutefois été tels qu'actuellement la question semble élucidée dans ses grandes lignes.

8. Certains tremblements se propagent suivant une direction Sud-Est-Nord-Ouest, c'est-à-dire suivant l'orientation des failles transversales, d'autres suivant une direction Nord-Est-Sud-Ouest, ou parallèlement aux plis hercyniens.

Cette conclusion formulée en 1877 par von Lasaulx, au sujet de la région frontière d'Herzogenrath, est admise, en ce qui concerne la Belgique, par la plupart des auteurs.

Le rôle des failles transversales semble prépondérant, quoique non exclusif (cf. SIMOENS, 1907*c*, p. 263 ; GREINDL, 1909, p. 10).

La région épicentrale du tremblement de terre de 1908 pourrait bien coïncider avec une zone de failles transversales (LOHEST, 1909*b*, p. 193 ; GREINDL, 1909, p. 10). Dans le bassin houiller, ce sisme n'a affecté que la zone d'Engis où les cassures radiales sont nombreuses (cf. LESPINEUX, 1905, pl. III, fig. 1 ; FOURMARIER, 1909*b*). C'est le seul cas de ce type qui ait fait en Belgique l'objet d'une étude détaillée.

Pour le surplus, les coïncidences sont remarquables. Ainsi, la région orientale du pays, plus spécialement le bassin de la Campine, est souvent affectée. Les relations mentionnent fréquemment Liége, Lanaeken, Munsterbilsen (1), Tongres (2), Malines et Anvers. Or, on sait que le développement des travaux miniers a bien mis en évidence l'importance et l'activité des failles radiales de cette région (cf. LANCASTER, 1873 ; LOHEST, 1908*a*, p. 108).

---

(1) Sur la faille du Demer, ou, mieux encore, sur un nœud de failles.

(2) M. van den Broeck (1901, p. 300) a déjà attiré l'attention sur la plus grande fréquence des tremblements de terre aux environs de Tongres, et y a vu la confirmation de l'existence d'un accident tectonique, au sujet duquel, il a d'ailleurs fourni des indications circonstanciées. M. Kraentzel (*Le bassin du Geer, études de géographie physique*, A. S. G. B., 1905, t. XXXII, p. M 35, pl. I) a dénommé cet accident *faille de Tongres*.

Que d'autres tremblements se propagent suivant la direction des plis hercyniens, la question n'est également pas douteuse (MONTESSUS, 1906, p. 71 ; CORNET, J., 1910*c*, p. 243).

L'influence des failles serait, d'après divers auteurs, absolument manifeste. Telle serait celle de la grande faille (faille eifelienne et faille du Midi) (SUESS, 1897, p. 229 ; 1907, p. V; cf. VINCENT, 1882, p. 432 ; DEWALQUE, 1881*a*). La région ébranlée au Sud du bassin houiller de Liége en 1908, paraît avoir été tout au moins limitée par elle (cf. LOHEST et DE RAUW, 1909, carte), de même que la zone intéressée s'élargit au Nord et au delà de la faille de Hozémont, dont l'existence est, cependant, aujourd'hui des plus discutées.

Il faudrait y rattacher, dans l'état actuel de nos connaissances (MONTESSUS, 1906, p. 74), les régions souvent ébranlées de Theux (FAYN, 1867), de Polleur et de Spa.

Quoi qu'il en soit, deux des cas, étudiés en détail durant ces dernières années, ont une région épicentrale nettement allongée suivant la direction du bassin de Haine-Sambre-Meuse ; elles paraissent avoir pour axes, à Mons, la zone failleuse du Borinage (CORNET, 1911*b*), et, à Ransart (Charleroi), la faille du Centre (GAMBIER, 1908) (1).

L'idée a été émise qu'il en serait de même, à Liége, de la faille Saint-Gilles (LOHEST, 1908*a*, p. 111; FOURMARIER, 1908*c*).

9. Cette localisation n'implique cependant pas nécessairement une relation de cause à effet (cf. CORNET, 1911, p. 95).

(1) De recherches encore inédites de M. Cambier, il résulte que la faille du Centre ne se poursuit pas suivant une direction Ouest-Est à l'Est de Baulet (cf. pl. V), mais se dirige vers Auvelais, localité atteinte par les sismes de 1911. — Dans la région épicentrale, la faille intéressée serait plutôt une dérivée de la faille du Centre, dite faille de cent mètres.

Le tremblement de terre peut n'être plus distinctement sensible en un endroit qu'en raison de l'hétérogénéité de son sol. Tel serait le cas, par exemple, des lambeaux mésozoïques profondément encastrés dans le socle ardennais à Stavelot et à Malmedy, où quelques sismes ont été particulièrement remarqués. Tel pourrait aussi être celui des lèvres d'une faille.

Le jeu des divers traits tectoniques n'est d'ailleurs pas considéré comme également probable par les divers auteurs, et l'on distingue entre *a*) plissements, *b*) failles de plissements et *c*) failles de tassement.

Les auteurs se divisent, en effet, plus ou moins nettement sur le point de savoir si le sisme est la conséquence directe d'une compression ou l'effet d'une décompression brusque provoquée par une disjonction suivant une faille transversale (cf. LOHEST, 1908*a*, p. 106; FOURMARIER, 1908*c*).

a) L'accentuation du plissement au cours des temps posthercyniens est certaine, tout au moins régionalement (cf. chap. XVI).

b) Divers auteurs (SUESS, 1897, p. 229 ou 1912, p. 226) considèrent les tremblements le long de la grande faille du Midi comme des mouvements posthumes. Ce seraient des *tremblements de terre par chevauchement*. D'autres (cf. CORNET, 1896, p. 131) admettent seulement que le phénomène d'accentuation des plis peut entraîner un jeu des failles produites par compression. Ces failles joueraient à la façon des joints d'un meuble qui craque. Tel serait le cas de la faille du Midi. D'autres enfin (MONTESSUS, 1906, p. 73), quoique ralliés à l'idée des plissements posthumes, nient toute action de cette faille qu'ils qualifient d'« éteinte » ou de fossile (MONTESSUS, 1907).

La forme courbe de nombreuses surfaces de charriage ne s'accomode guère avec l'hypothèse d'une accentuation de

chevauchement proprement dit. Les faits acquis récemment au sujet des plis de la faille du Midi sont des plus nets (cf. pl. V). Il en est de même de la zone failleuse du Borinage et encore, d'après des études inédites de M. Cambier, de la faille du Centre, aux environs de Ransart. Les mouvements actuels consisteraient donc en une accentuation de plissement.

c) Pour beaucoup, le simple jeu des failles transversales serait la seule cause efficiente des tremblements de terre ressentis en Belgique.

Le principal argument de fait est que le plus grand nombre des tremblements de terre, qui agitent le sol belge, prennent naissance dans la plaine du Rhin, dont les multiples cassures radiales ont un jeu incessant. Ils se propagent ensuite de l'Est vers l'Ouest (Lohest, 1908*a*; cf. Lancaster, 1873, 1878; Lemonnier, 1877; Montessus, 1906, p. 74). L'asismiscité du bassin de la Campine, en relation étroite par sa stucture géologique avec la plaine du Rhin, pourrait certes être invoquée comme base d'objection (cf. Montessus, 1906, p. 71). Cette asismiscité semble bien n'être qu'apparente et ne résulter que de la faible densité de population dans cette région jusqu'ici couvertes de bruyères et de marécages. Toutes les localités de sa bordure sont, en effet, fréquemment signalées comme ébranlées, ainsi que je l'ai rappelé ci-dessus. Anvers et Malines doivent être considéré comme appartenant à cette zone bordière, de même que Louvain et Bruxelles (cf, Lancaster, 1878, p. 230). Le linéament Bruxelles-Malines-Anvers (Montessus, 1906, p. 71; Simoens, 1907, p. 262), considéré comme indépendant, est toutefois inexistant, puisque l'hypothèse d'une faille suivant la vallée de la Senne est tenue aujourd'hui pour invraisemblable.

Il est, d'autre part, incontestable que divers sismes prennent naissance dans les environs de Douai et se propagent

de l'Ouest vers l'Est (LANCASTER, 1896, p. 129). Encore que la région de Douai présente des anomalies (cf. MONTESSUS, 1906, p. 461), il me suffit d'y constater l'existence de décrochements dans la région épicentrale (GOSSELET, 1904; BARROIS, 1912, carte).

Malgré tout, il est hors conteste que nos tremblements régionaux de 1911 (CORNET, CAMBIER) apparaissent également indépendants des semblables fractures. Ce système d'explication par le jeu de failles transversales ne peut donc être considéré comme absolu.

Je ferai enfin observer qu'il n'y pas incomptabilité, qu'il peut même exister une relation directe entre le jeu des décrochements et l'accentuation légère des plis hercyniens; d'ailleurs, les uns et les autres ont, d'après divers auteurs, une origine commune.

10. A propos d'un bassin houiller contigu aux gisements belges, celui du Limbourg hollandais, où de nombreux bâtiments s'affaissent lentement, M. Reinhold (1920) émet l'avis que les petits tremblements de terre, qui s'y produisent certainement, bien qu'ils y passent inaperçus, sont néanmoins très suffisants pour provoquer des affaissements du sol.

Cependant, dans le cas du tremblement de terre des 27 et 28 mai 1918, qu'étudie plus spécialement M. Reinhold, rien de semblable n'a été constaté. Venant de Belgique, ce mouvement ondulatoire aurait écorné la cheminée d'une maison à Smeermaes, renversé notamment une cheminée d'usine à Maestricht. et, surtout, provoqué à la carrière de lignite de Graetheide, lez-Sittard, bien en dehors de la zone des exploitations minières souterraines, la rupture bruyante d'un tubage à la profondeur d'environ 100 mètres. M. Reinhold pense qu'il est possible d'expliquer cette rupture par un jeu de terrain. Mais il rapporte explicitement que, aux environs, peu bâtis, il est vrai, de ce forage, le mouvement souterrain, dont l'amplitude n'aurait été pas inférieure à $1^m,50$, ne s'est pas marqué, à la surface du sol, de façon appréciable. Il aurait été compensé, pour la plus grande part, par d'autres mouvements.

Que des macrosismes puissent produire des dégats aux constructions, c'est incontestable ; qu'il en soit même des microsismes, à mon avis, la question reste ouverte.

Chapitre XX. — Magnétisme.

1. L'étude du magnétisme terrestre n'appartient pas en propre au géologue.

Mineurs et géologues, faisant un emploi constant de la boussole, se trouvent certes dans l'obligation d'être exactement informés à ce sujet. Il se trouve même que, occasionnellement, surtout en certains pays, le levé magnétique complète, appuie ou prépare le levé géologique. En Belgique, les mesures de précision, bases d'une étude réellement scientifique, ont été exclusivement entreprises par des collaborateurs d'instituts d'astronomie ou de météréologie, à qui incombe, officiellement, le soin d'assurer la périodicité des observations à poste fixe relatives à la variation des éléments magnétiques.

Les résultats de ces études pourraient cependant réclamer, pour leur interprétation, une connaissance approfondie de la constitution du sol, ou encore, la part d'influence de l'écorce terrestre étant mise en évidence, conduire réciproquement à la définition de particularités locales d'ordre structural.

C'est à ce point de vue que la question est envisagée ici.

2. Au dire de M. Niesten (1900, pp. 125-128; 1901, p. 285), les observations furent, durant longtemps, sporadiques; puis des réseaux extrêmement lâches furent ébauchés à diverses reprises.

Certaines données, telles celles recueillies de 1878 à 1882 par d'Estourgies sur les indications de Houzeau, sont restées inédites (Cf. Prinz, 1901, p. 8), malgré leur intérêt pratique dans une région où les levés à la boussole sont quotidiens.

Un levé d'ensemble, comportant 17 stations réparties sur l'ensemble du pays, fut exécuté en 1899 par M. Niesten (1900, pp. 128-180).

Réduit à la date du 1er janvier 1899 sur la base des données du magnétographe de l'Observatoire d'Uccle, ce levé a été figuré (Niesten, 1901*a*, pl.) et discuté (Niesten, 1901*b*). Un second levé général, comprenant 135 stations, a été pratiqué de 1911 à 1914 par M. Hermant (1920), et semblablement réduit au 1er janvier 1913. Les résultats en ont été cartographiés; mais leur commentaire (Hermant, 1920, p. 20) est encore sommaire et purement descriptif.

Un levé spécial du bassin houiller de Haine-Sambre-Meuse, au total 111 stations, a été fait par M. Dehalu (1903; 1905*a*), qui en a fait connaître sommairement les conclusions (Dehalu, 1906*b*).

3. Si la carte des isogones au 1er janvier 1913 (Hermant, 1920, pl. VII) reflète celle probable au 1er janvier 1899 (Niesten, 1901*a*), elle est, de loin, beaucoup plus complexe.

De direction moyennement Sud-Nord, les isogones y subissent encore une inflexion brusque vers l'Est, mais à partir d'une ligne reliant Nieuport à Philippeville, c'est-à-dire qui ne se trouve pas « à l'extrémité de la longue bande... où le Silurien et les roches éruptives viennent affleurer au sol », ainsi qu'il avait été annoncé (Niesten, 1901*b*). Cette déviation ne se marque donc pas « là où commence la partie accidentée et ancienne du pays, où les dislocations se multiplient » (cf. Prinz, 1900; Deladrier, 1904, p. 134).

D'autant moins que cette inflexion s'accentue profondément en Flandre et dans le Nord du Brabant suivant l'alignement Beernem-Weert-Saint-Georges (Hermant, 1920, p. 20), dont la signification géologique est encore inconnue.

Quoiqu'il en soit, le mémoire de M. Hermant (1920) ne renferme pas de données bien nombreuses au sujet des zones charbonnières.

D'après M. Dehalu (1905*b*, p. 452), la région du bassin houiller du Hainaut serait légèrement irrégulière, tandis que le bassin liégeois est plus troublé.

Bien que considérant comme trop hasardeuse une recher-

che des centres et lignes d'attraction, (cf. DEHALU, 1905*b*, p. 47), cet auteur (DEHALU, 1905*a*, p. 43) signale aux environs de Liége une anomalie des isogones sur le trajet de la grande faille ou faille eifelienne. Une autre anomalie affecte les environs de Herve et se poursuit dans la région de Verviers à Spa (cf. HERMANT, 1920, pl. VII). Peut-être s'agit-il du prolongement de la zone anormale signalée en Hollande suivant la vallée de la Meuse. L'opinion a été émise (CORNET, J., 1910*c*, p. 160), que ces dernières anomalies pourraient être en relation avec les failles transversales, qui découpent cette région. Les observations de M. Hermant (1920), aux environs de Mechelen-Opœteren, paraissent confirmer cette manière de voir.

Au total, les réseaux les plus serrés semblent ne pas l'être assez, aujourd'hui encore, pour que soient déjà apparentes les relations des anomalies magnétiques avec la structure si compliquée du sol belge. Il faudrait pousser plus loin les investigations et, surtout, explorer à fond quelques coins typiques, de manière à mettre en évidence le rôle des divers facteurs, même accidentels ou subgéologiques, tels les « terrils brûlés », dont M. Dehalu (1903) a signalé l'influence. Celle-ci s'explique d'ailleurs aisément : l'incendie de ces amas, parfois gigantesques, de roches houillères a pour conséquence la transformation des pyrites et sidéroses en oxydes ferriques éminemment magnétiques.

4. Au sujet des variations de l'intensité magnétique en profondeur, je citerai la tentative de Houzeau (1844), qui l'a porté à conclure à une augmentation d'un millième de l'intensité horizontale par $27^{m},60$.

5. La station sismométrique de Frameries avait été équipée en vue de l'étude comparée des phénomènes magnétiques à la surface et en profondeur (cf. LAGRANGE, 1906, p. 44). Il n'est pas à ma connaissance que des résultats aient été publiés.

Chapitre XXI. — **Hydrologie.**

1. Les manifestations superficielles du régime hydrologique des gisements houillers ont, généralement, été bouleversées par l'exploitation minière de façon telle, qu'il ne peut guère en être question à propos du bassin de Haine-Sambre-Meuse.

Certaines sources ont cependant fait l'objet d'observations intéressantes (cf. Poskin, 1888).

Au sujet des bassins du Condroz, les plus importants du synclinal de Dinant, Purves (1883*b*, p. 20) a signalé la possibilité d'une relation entre la présence de sources sur les pentes des collines et l'existence de lignes de cassure.

La Campine se trouve évidemment hors cause, puisque le terrain houiller y est recouvert en discordance par un épais manteau de formations transgressives du Nord vers le Sud, et sensiblement horizontales. Mais il convient de noter que la zone du houiller située immédiatement au dessous des « morts-terrains » est plus ou moins altérée et aquifère. Ainsi en est-il d'ailleurs de la surface entière du socle paléozoïque, qui constitue le sous-sol profond de la basse Belgique. En Campine, cette nappe est captive et sous forte pression (cf. Renier, 1920*c*).

2. L'hydrologie du Houiller s'étudie surtout dans les travaux souterrains. En raison de sa constitution lithologique (cf. Chap. VI), le terrain houiller n'est perméable qu'en grand. L'eau y circule, non pas dans la masse des roches, mais dans leurs joints ou leurs fissures.

Jusqu'aux plus grandes profondeurs atteintes en Belgique (environ 1250 mètres), les grès sont, de loin, les roches les plus aquifères. Viennent en seconde ligne les psammites et les schistes siliceux (phtanites) ou bitumineux. Parfois, la fissuration est telle que l'eau s'échappe

en jet, ou encore un banc est disloqué de façon si intime qu'on peut le qualifier de nappe aquifère. Certains grès sont cependant pratiquement secs. Mais ce peut n'être là qu'une apparence, une mine plus ou moins voisine ayant asséché le niveau en question (cf. MALHERBE, 1865, p. 47, note; CORNET, F.-L., 1873, p. 210; CORNET, J., 1909*a*, pp. 245, 249).

L'exploitation minière a d'ailleurs pour effet de provoquer une dislocation des roches surincombantes. Toutes deviennent ainsi plus aquifères ou mieux susceptibles d'admettre une circulation d'eau (cf. BRIEN, 1906; LOHEST, 1906*b*). Cependant, surtout en profondeur, où la température et la pression sont plus élevées, les schistes nettement argileux ne tardent pas à s'hydrater au contact de l'eau. Le taux élevé du gonflement, dont ils sont ainsi susceptibles (cf. SPRING, 1901; STAINIER, 1908), a pour conséquence une fermeture souvent rapide des fissures.

Les zones de dérangement du terrain houiller, failles et puits naturels, présentent fréquemment une perméabilité accentuée.

3. L'importance et le régime des venues sont très variables et dépendent d'une foule de circonstances accessoires, surtout s'il s'agit de l'ensemble d'une mine en exploitation. Ce sont l'influence des terrains de recouvrement d'une part, et la disposition des travaux miniers, d'autre part qui jouent les rôles principaux (cf. BUSTIN, 1874 et encore Ponson, 1853, p. 84).

Ce n'est guère qu'au cours de l'attaque d'un gisement vierge, approfondissement de puits ou creusement de galerie à travers bancs pour la préparation d'un nouvel étage, que les situations présentent des analogies suffisantes.

Dans le cas de grès, la venue est généralement subite et très forte. C'est un véritable « coup d'eau ». On cite le

cas de 2,000 mètres cubes par jour, voire davantage. Généralement, il y a ensuite diminution, quoique de façon irrégulière, et même, finalement, tarissement (cf. MALHERBE, 1869, p. 104; LIBERT, 1893, p. 65; BLANCHAERT, 1894, pp. 133, 135; KERSTEN, J., 1902*b*, p. 643, fig. p. 647; CORNET, J., 1909*a*, p. 253). Le réservoir étant vidé, il ne reste, en effet, à épuiser que son alimentation, sa « nourriture » ordinaire, qui peut être pratiquement insignifiante.

Il en est de même dans le cas de failles (cf. JACQUET, 1906, 1907).

Quant aux puits naturels, contrairement à l'opinion émise par divers auteurs (KUKUK, 1913, p. 55; STUTZER, 1914, p. 239), la plupart sont secs. On cite deux ou trois cas de « coups d'eau » lors de leur rencontre (cf. CORNET et BRIART, 1870, p. 480; OLRY, 1887, p. 387; CORNET, J., 1914). Mais une venue permanente ne subsiste que si le puits recoupe, dans sa partie démergée, un niveau gréseux du terrain houiller, ou encore, ce qui est très rare, si, par suite du manque d'imperméabilité de son remplissage, il se trouve en communication avec des couches aquifères recouvrant le Houiller (cf. ARNOULD, 1878, p. 183).

4. Les eaux du terrain houiller sont de qualité diverse. Leur composition et leur température sont très variées.

On peut ainsi distinguer entre eaux froides et eaux thermales, et, encore entre eaux douces ou carbonatées, eaux salées ou chlorurées, eaux sulfatées ou séliniteuses, et eaux sulfureuses. Mais, il semble impossible d'établir, sur ces bases, une classification naturelle : toutes les transitions paraissent se rencontrer.

Des analyses chimiques ont été publiées à diverses reprises. On consultera à leur sujet :

Couchant de Mons : Laloy (1874); Arnould (1878, p. 153); Libert (1893, p. 65); Kersten, J. (1902*b*, p. 643); Cornet, J. (1903*b*, pp, 58, 77; 1909*a*, p 253; 1910, p. 337); Jacquet (1903, 1906, 1907); Racheneur (1914*d*); Bernard (1916, p. 323).

Centre : Cornet. J. (1903*b*, p. 77); Bernard (1916, p. 323).

Charleroi : Stoclet (1865, p. 339); de Koninck, L. L. (1879*a*, p. 81; 1897, p. 60); Ghysen (1904); Cornet, J. (1909*a*, p. 254); Kersten, J. (1907); cf. Stainier (1901, nos 9, 31, 35, 57, 61).

Andenne : Firket, V. (1914, p. 408).

Liége : Davreux (1833, pp. 46, 115); Stévart (1865, p. 334); Dewalque (1868, p. 269; 1881*a* p. 303); Malherbe (1869, p. 105); Kupfferschlaeger (1879); de Koninck, L. L. (1893); Lohest (1894*c*, p. 94); Poskin (1888, p. 364); André (1902, p. 121; 1906, p. 226); Gevers (1903).

Herve : Malherbe (1875*a*, p. 17); André (1902, p. 105).

Campine : Forir, Habets et Lohest (1906, p. 615); Forir (1906*a*, p. 736); Firket, V. (1920*a*, p. 714); Renier (1920*c*); cf. Schoofs (1903) et Vreven (1903).

Il faut toutefois observer que les analyses complètes, faites par des chimistes notoires, sont rares (cf. Cornet, 1903*b*, p. 59), et, encore, que, dans la plupart des cas, la situation géologique, dans laquelle a été faite la prise d'essai, n'est pas bien déterminée.

5. Au sujet de la répartition, on signale quelques faits intéressants.

Les eaux carbonatées existent surtout dans les régions superficielles des gisements.

Les eaux chlorurées sont particulièrement abondantes en profondeur, sans que, toutefois, il existe une progression régulière de la teneur en chlore. Mais il est à remarquer que l'évaluation de la profondeur est souvent rendue très difficile du fait de l'inclinaison des bancs, de l'intervention de cassures redressées et, encore, le plus fréquemment, par suite du mélange d'une série de venues.

Les eaux sulfatées se rencontrent surtout dans les assises

inférieures. (Gosselet, 1899; Cornet 1903*b*, p. 61; Firket, V., 1914).

Les eaux sulfureuses seraient, de l'avis de certains auteurs, en quelque sorte artificielles, par suite de leurs relations avec d'anciens travaux de mine (cf. Swedenborg, 1722, (1907, p. 86); Davreux, 1853, p. 41 ; Dewalque, 1864, p. 152; 1868, p. 265; Malherbe, 1869, p. 104, et Laussedat, 1873, pp. 625 et 648). Cependant, ce n'est pas toujours le cas (cf. Stainier, 1901, p. 29; Jacquet, 1906, p. 244).

On signale quatre ou cinq sources thermales (1) : deux aux environs de Liége (14° C.), l'une à Saint-Maur (Liége), l'autre à Grivegnée (cf. Poskin, 1888), situées dans la zone des travaux d'exploitation, et dont l'origine ne laisse pas d'être douteuse (cf. Dewalque, 1864, p. 152) ; la troisième à Jemeppe (Basse Sambre), au sujet de laquelle aucun détail n'a été publié (cf. Stainier, 1907*b*, p. 87); la quatrième à Sirault (Couchant de Mons), dont le griffon a depuis longtemps disparu (Witry, 1779 ; Cornet, J., 1899, 1909*a*, p. 185) Cette dernière source (31° C.) pourrait bien avoir été recoupée et poursuivie en profondeur par les travaux du charbonnage de Beaudour (cf. Cornet, J., 1909*a*, p. 252; 1910*c*, p. 337 ; Jacquet, 1907, p. 424.) Sa température était de 53° à 371 mètres de profondeur, et son débit a atteint 7,400 mètres cubes par vingt-quatre heures. Elle se rattache manifestement au groupe de sources chaudes connues sur la bordure septentrionale du bassin houiller, dans les départements français du Nord et du Pas-de-Calais (cf. Cornet, J., 1910*c*, p. 336.)

(1) Au cours de la session extraordinaire de 1920 de la Société belge de Géologie, M. F. Kaisin a attiré l'attention sur la source de la Chapelle Saint-Pierre, à Franière (Basse Sambre). Elle paraît être en relation avec la faille d'Ormont. Sourdant du massif houiller inférieur à cette faille, elle a une température constante (10°,5 C.), d'après les observations de M. Kaisin, et légèrement supérieure à la température moyenne du lieu.

Beaucoup d'entre les venues d'eau recoupées dans les travaux profonds ont une température élevée, mais nullement anormale (cf. LIBERT, 1893, p. 61).

Peut-être, faut-il ranger encore, parmi les sources thermales, celle du sondage d'Op-Grimby (Campine, n° 49), aujourd'hui disparue, et dont l'origine était douteuse.

Quant à la source thermale de Chaudfontaine (cf. DAVREUX, 1833, p. 16 ; DEWALQUE, 1868, p. 263 ; 1880, p. 295; CORNET, J., 1910*c*, p. 335), elle ne jaillit pas du terrain houiller; mais la région se trouve être celle du bord méridional du bassin houiller, si profondément disloqué (cf. FOURMARIER, 1910*f*).

Enfin, deux sources qui, à Juslenville (Theux) sourdent du calcaire dinantien et ont une certaine thermalité (DAVREUX, 1833, p. 16; DEWALQUE, 1868, pp. 262, 269; 1881, p. 295), pourraient être rapprochées de celles de Sirault-Baudour.

6. La question de l'origine des eaux n'a guère été débattue qu'en ce qui concerne leur composition. Encore, les eaux carbonatées et sulfatées sont-elles unaniment considérées comme résultant d'infiltrations des eaux de surface. Tout au contraire, l'incertitude la plus grande règne au sujet des eaux salées (chlorurées) en dépit des nombreuses études, dont elles ont fait l'objet (cf. CORNET, J., 1903*b*). On leur attribue le plus souvent une origine en quelque sorte fossile. Elles ne sont toutefois pas spéciales au terrain houiller, mais plutôt aux nappes profondes.

Tout d'abord, il est avéré que la présence de chlorures résulte de phénomènes purement naturels et non d'infiltrations d'eaux résiduaires ou ménagères. Certaines nappes salées sont sans communication avec la surface,

La possibilité d'expliquer certaines compositions à l'aide de réactions chimiques des eaux carbonatées de surface (cf. DE KONINCK, L.-L., 1893, p, 71 ; CORNET, J., 1903*b*, p. 61) est d'ailleurs sans

intérêt. Le point capital est la haute teneur en chlore, voire les traces de brome, d'iode ou d'autres éléments (cf. LALOY, 1874 ; CORNET, J., 1903*b*, p. 62).

Une pénétration actuelle des eaux de la mer, dans l'intérieur des terres, est démontrée pour les formations sableuses du littoral. Mais elle est inadmissible dans le cas de nos bassins houillers qui, sans communication directe avec la mer, en sont séparés par des massifs pratiquement imperméables (cf. GOSSELET, 1899, p. 61 ; D'ANDRIMONT, 1905*a*, p. 38).

Il faut donc admettre que ces chlorures ont leur source dans les mers anciennes.

L'idée, que ces eaux auraient été conservées telles quelles, a été émise. Ce seraient de véritables *eaux fossiles* (LALOY, 1874, 1875 ; cf. GOSSELET, 1880*b*, p. 148 ; 1899, p. 63). A l'appui de cette théorie, on cite la découverte d'eaux salées dans des poches mises à nu par l'exploitation en carrière du calcaire dinantien (CORNET, F.-L., *in* MALHERBE, 1875*a* ; STAINIER, 1902*j*). C'est plutôt là une complication du problème. Encore, les teneurs constatées dans certains cas dépassant de beaucoup la normale, faudrait-il admettre qu'il s'agit d'eaux préalablement concentrées dans des lagunes ou des bassins fermés. (CORNET, J., 1903*b*, p, 64). Nos connaissances sur le mode de formation des dépôts westphaliens de la Belgique ne sont pas en opposition avec cette hypothèse. On constate même que plusieurs grès à sources salées se trouvent en relation assez directe avec des niveaux à faune marine. (Grès de Maton dans le Borinage ; grès de Stenaye et grès de Lairesse dans le bassin de Seraing : Cf. pl. III).

Au lieu de cette origine directe, on peut supposer une origine indirecte.

Ces eaux proviendraient d'infiltrations, mais se seraient saturées au contact de roches salifères et, plus denses, se seraient accumulées.

Ces roches salifères pourraient être les grès houillers eux-mêmes qui, à l'analyse, décèleraient une teneur appréciable en chlorure sodique, tout au moins dans le cas du mur de la couche Stenaye, seul étudié tant dans le bassin de Liége-Seraing qu'aux plateaux de Herve (MALHERBE, 1869, 1875*a*), et dont le toit immédiat renferme des *Lingula*. Ces grès pourraient, en outre, par l'altération de leurs feldspaths et micas, fournir des alcalis (STÉVART, 1865, p. 316 ; *contra* DE KONINCK, L.-L., 1893, p, 72).

Le gisement salin primitif pourrait également se trouver dans les terrains de recouvrement. En Campine, ce pourrait être ceux d'âge permien ou triasique. (CORNET, 1903*b*, p. 73 ; STAINIER, 1911*a*, p. 162). Ces formations sont, il est vrai, aujourd'hui disparues au Sud de la faille de Rothem. Au Nord de cette faille, on n'y connait jusqu'ici aucun dépôt de chlorures (cf. STAINIER, 1911*a*). Mais elles en renferment dans des contrées voisines. Les roches rouges formant remplissage d'une faille recoupée par le sondage de Beeringen n° 28 étaient nettement salifères (LOHEST, HABETS et FORIR, 1903 ; FORIR, 1906*a*, p. 731). Dans le prolongement français du bassin houiller du Hainaut, on connait également des lambeaux de roches rouges rapportées au Triasique (cf. par ex. CORNET, 1903*b*, p. 76).

Ces dépôts auraient fourni le sel qui aurait pénétré par diffusion à l'état de solution jusque dans les profondeurs des gisements houillers.

Enfin, le gisement salin primitif pourrait se trouver au-dessous du Westphalien, notamment dans le calcaire dinantien, qui renferme encore des poches d'eau salée, ainsi qu'il vient d'être rappelé. L'eau salée aurait ainsi gagné le terrain houiller.

Cette dernière théorie parait inadmissible, car les eaux provenant des assises inférieures du Houiller, notamment de l'assise de Chokier, sont avant tout sulfatées.

Pour le surplus, il est possible, ainsi qu'il arrive souvent, que chacune des trois autres théories renferme un fonds de vérité, c'est-à-dire soit applicable à certains cas, aucune théorie n'étant universellement fondée.

En général, les éléments d'observation sont trop sommaires pour permettre de décider. La décroissance et le tarissement des venues (cf. LALOY, 1875) ne prouvent rien de plus que le fait de l'accumulation des eaux dans les vides des roches au cours de longues périodes de l'Histoire de la Terre. Il faudrait, pour trancher définitivement la question, procéder à une analyse plus minutieuse d'observations, appuyées d'essais chimiques effectués en série.

Dans un des cas le mieux décrits (KERSTEN, J., 1902*b* ; CORNET, J., 1903*b*, p. 54), il semble bien que l'influence des morts-terrains soit nulle. L'hypothèse de l'intervention de gisements triasiques se trouve exclue. La nappe en question est, en effet, entièrement aveugle, étant située au Sud de la zone failleuse du Borinage et sous le Grand Transport (cf. Chapitre XI, n° 13), plates failles qui interrompent la continuité physique du gisement. La salure serait donc ici spéciale aux *propres eaux* du terrain houiller.

En définitive, quel que soit celle des deux théories pour laquelle on opte, la conclusion est également significative au point de vue du mode de formation de nos gisements houillers, si tant est qu'il soit besoin de cette confirmation : l'idée de la conservation d'eaux fossiles, de prime abord assez choquante, paraît néanmoins admissible, étant données nos connaissances et sur la capacité d'absorption des sables, voire des argiles, vis-à-vis de l'eau (cf. SPRING, 1901, 1902), et sur la production hâtive des diaclases des roches (cf. Chapitre X et XIII). La théorie proposée par Malherbe serait plus aisée à accepter, à la condition que des recherches nouvelles sur la teneur en chlorures des roches westphaliennes fournissent à cet égard des précisions satisfaisantes.

7. La cause de la thermalité, considérée comme propre aux eaux sulfatées (GOSSELET, 1899), a été attribuée à l'oxydation même des pyrites des schistes ampélitiques (GOSSELET, 1899; STAINIER, 1907*b*). Mais la démonstration (BRIEN, 1907) a été faite de l'impossibilité matérielle de cette théorie. Aussi, admet-on actuellement qu'il s'agit de sources thermales errantes ou géothermales, c'est-à-dire d'eaux d'infiltration, qui ne doivent leur échauffement qu'à une descente à grande profondeur, et qui remontent à la surface par une zone de perméabilité accentuée, soit naturelle, dislocation ou faille, soit artificielle, puits ou sondage (CORNET, 1909*a*, p. 336).

D'après les données sur la température des roches en profondeur (cf. ci-aprés chap. XXIII), il faut admettre que les eaux de Baudour (53° C) proviennent d'environ 1,300 mètres. C'est évidemment là un minimum, puisque ces eaux se refroidissent au cours de leur ascension. Toutefois, le pompage ayant été, à Baudour, énergique et prolongé, la circulation a dû être particulièrement active. Ce nombre de 1,300 mètres pourrait justifier l'idée que les eaux se minéraliseraient dans des formations bien antérieures au Westphalien (CORNET, J., 1907*f*).

8. L'utilisation des eaux du terrain houiller est généralement restreinte, surtout en ce qui concerne l'alimentation humaine.

Aux siècles passés, la fourniture d'eau potable, à une notable partie de la cité liégeoise, était assurée par des galeries d'assèchement des houillères, et la peine de mort était édictée contre qui viendrait à en troubler le fonctionnement. Néanmoins, ces arènes se sont progressivement taries, et, à l'heure actuelle, leur importance est minime. (Cf. DUMONT, G., 1856; BROUHON, 1898, p. 7; DETIENNE, 1906, p. 797; ANDRÉ, 1906, p. 72; GOBERT, 1910).

Seuls, les habitants des régions situées en dehors des zones productives, ou, momentanément inexploitées, utilisent des eaux relativement superficielles (PURVES, 1883*b*, p. 20; RUTOT, 1889, p. 102; ANDRÉ, 1906, pp. 71-73; BERNARD, 1916. p. 322). Ailleurs, cependant, on se sert d'eaux provenant de l'épuisement de certains travaux de houillères en activité (cf. ANDRÉ, 1906, pp. 71-73), ou, plus exceptionnellement encore, d'eaux sortant des travaux de mines abandonnées (ANDRÉ, 1906, p. 72).

Ainsi qu'il a été dit ci-dessus, les eaux de profondeur sont généralement trop salines pour être utilisables. De façon générale, les eaux du houiller sont séléniteuses et ferrugineuses (cf. SCHWERS, 1910, p. 8). Aussi, sont-elles considérées comme étant de qualité, pour le moins, médiocre. Dans sa plus récente étude, M. André (1919) paraît les avoir totalement négligées, peut être à tort.

9. A l'étude de l'hydrologie du terrain houiller, qui englobe celle de sa perméabilité, se rattache l'examen des principes qui doivent orienter la détermination de l'épaisseur des sots ou massifs de protection des travaux souterrains contre les nappes aquifères, tels les stots de plafond contre les eaux des terrains de recouvrement ou celles qui circulent dans la zone d'altération superficielle du Houiller.

Le but poursuivi est de réduire au minimum les dimensions des stots, dont dépendent l'importance des massifs abandonnés et, dans le cas de stot de plafond, l'exagération de la profondeur d'extraction.

Ces principes posés, il faut noter que le rôle des stots de protection est ordinairement d'empêcher, non pas tout afflux, mais un afflux brusque des eaux.

Les affaissements de terrains consécutifs à l'exploitation, qu'ils se propagent ou non jusqu'au sol, provoquent en effet la formation de fissures qui, à la longue, mettent les travaux souterrains en commu-

nication avec le niveau aquifère. Une protection absolue contre l'afflux est donc irréalisable, à moins d'assurer, par piliers, un soutènement du stot de plafond, ainsi qu'il se pratique, par exemple, dans les mines de sel.

La fissuration des terrains corrélative à leur affaissement en masse, livrera passage à une quantité d'eau d'autant moindre et d'autant moins soutenue que le stot comportera une plus grande épaisseur de schistes argileux,

Toutes choses étant égales par ailleurs, les chances de drainage naturel par les strates particulièrement perméables (cf. n° 2) seront d'ailleurs d'autant plus grandes que leur inclinaison sera moins parallèle au stot désiré, c'est-à-dire, dans le cas d'un stot de plafond, qu'elle sera plus forte.

Enfin dans la protection contre l'affiux brusque, l'attention doit se porter tout spécialement sur les couches de houille, — les béziers sont surtout dangereux, — sur le mode de remplissage des failles et enfin sur l'existence de puits naturels. Ce dernier point se rattache à la connaissance de la morphologie de la surface du Houiller (cf. chap. XV) qui est, d'autre part, indispensable.

Chapitre XXII. — **Pneumatologie.**

1. Les gaz naturels des gisements houillers de la Belgique sont des complexes dans lesquels dominent généralement des composés combustibles, principalement le méthane, et que l'on désigne globalement sous le nom de grisou. On disait aussi aux temps jadis : terou, brisou, brison, feu grieux ou grilleux (cf. Cauchy, 1840, p. 346).

Il se rencontre également dans les exploitations minières, des accumulations d'anhydride carbonique (puteu ou pouteure). Mais, du point de vue géologique, leur origine semble toujours, en Belgique, devoir être considérée comme artificielle.

2. La circulation du grisou consiste exclusivement en un dégagement spontané de tendance ascensionnelle.

Bien qu'aucune détermination de son poids spécifique n'ait, à ma connaissance, été faite en Belgique, — de Vaux (1865, p. 66, note) cite comme moyenne le chiffre de 0,625, mais sans préciser la source, — l'expérience courante conduit, en effet, à conclure que le grisou est toujours plus léger que l'air.

3. Des manifestations superficielles de dégagement naturel de grisou sont connues dans le bassin de Haine-Sambre-Meuse. Elles n'ont guère retenu l'attention, si ce n'est lorsqu'elles étaient désastreuses (cf. DEWALQUE, 1863*c*; MALHERBE, 1865, p. 47, note).

Les études se sont concentrées sur les phénomènes souterrains, les seuls d'un intérêt constant.

4. La littérature est assez dispersée. De façon générale, les auteurs traitent simultanément des faits d'ordre géologique et des problèmes de sécurité minière. Aussi ne sera-t-il fait mention que des principales sources.

Un essai de revue analytique (VAN DEN BROECK, 1900) a été entrepris, mais est resté inachevé.

Comme exposés généraux de la question, je signalerai, outre divers traités d'exploitation des mines : PONSON (1853, t. II, p. 9) ; DEMANET (1898, p. 72), quelques mémoires : MALHERBE (1865) ; LE HARDY (1867, p. 35) ; PAQUET (1881) ; GHYSEN (1902) ; RENIER (1907*e*), et une note : CORNET, F.-L. (1879).

Les indications relatives aux points spéciaux trouveront leur place dans le cours des développements.

5. Le grisou se dégage de la houille et des roches stériles qui l'encaissent.

Il se dégage de la masse de la houille et, même, de tout morceau de houille. Les couches de houille sont donc des nappes gazéifères continues, ou, pour ainsi dire, perméables en petit.

Les roches stériles ne sont, au contraire, que perméables

en grand. Le grisou ne se dégage que par leurs fissures. Les venues d'eau des grès sont souvent accompagnées d'irruptions de grisou. Les cassures des schistes, qu'elles soient naturelles ou provoquées par les mouvements des roches consécutifs à l'exploitation, peuvent également « souffler » du grisou. D'où le nom de « soufflards » *(soffleu)*, donné à ce mode de dégagement.

Il se rencontre parfois du grisou dans les puits naturels (cf. chap. XVII, n° 5).

6. L'allure du dégagement est variable.

Dans le cas de la houille, elle est ordinairement lente. Le dégagement commence dès l'instant où le point considéré se trouve en relation assez directe avec l'atmosphère. Souvent, il se poursuit longtemps encore après l'abatage et l'extraction, créant ainsi un danger sérieux, si la houille se trouve emmagasinée dans un endroit mal ventilé. Dans les travaux souterrains, le dégagement de grisou est généralement accompagné d'un bruissement. Le mineur dit que « la veine chante » (cf. Arnould, 1879, p. 17).

Les quelques chiffres que l'on possède sur l'allure du dégagement permettent d'affirmer que la perméabilité de la houille est excessivement faible (Stassart et Lemaire, 1910, p. 1762).

La libération totale du grisou ne peut être obtenue rapidement que par broyage de la houille et pour autant qu'on opère à pression constante (Fontenelle et Lecocq, 1902, p. 665).

Occassionnellement, le dégagement affecte une allure explosive. Il se produit ainsi un « dégagement instantané », phénomène durant longtemps considéré comme spécial aux gisements belges, et qui a fait l'objet d'études suivies (de Vaux, 1865; Arnould, 1879; Roberti-Lintermans, 1895; Stassart et Lemaire, 1910). Typiquement, un

massif de la couche de houille, quoique de texture normale (cf. Macquet *in* ROBERTI LINTERMANS, 1895, p. 32; *in* RENIER, 1907*e*, p. 32; STASSART et LEMAIRE, 1910, p. 1769), est projeté ou tout au moins déplacé, en même temps que sa masse est réduite à l'état de poussier : c'est « un volcan ». Tout au moins, le massif se distend-t-il (*buquoi*) (cf. STASSART et LEMAIRE, 1910, p. 1768). La pulvérisation entraîne la mise rapide en liberté de volumes énormes de grisou. Lors d'une catastrophe, le torrent grisouteux ainsi dégagé a été estimé à plus de 100,000 mètres cubes; d'aucuns disent même 600,000 mètres cubes.

Un éboulement de charbon friable peut avoir une conséquence analogue (cf. Hubert *in* ARNOULD, 1881, p. 52)

Le dégagement par les fissures des roches est, lui aussi, plus ou moins actif.

Lorsque la fissure vient à être mise à découvert, le jet de gaz peut être très violent. Il arrive qu'il persiste durant des mois, voire des années; mais il est de règle qu'il se tarisse progressivement.

On ne signale guère de mouvements de roches stériles provoqués par le grisou (cf. MALHERBE, 1865, pp. 75-78). Il en est autrement des clivages ou limets de la houille. Souvent le gaz y renfermé fait sauter la masse par petits morceaux (cf. STASSART et LEMAIRE, 1910, p. 406), et même, dans les gisements à dégagements instantanés, provoque parfois l'avancée en masse de la couche de houille par glissement plus ou moins brusque entre toit et mur (buquoi).

Ici se placent deux remarques incidentes.

a) L'allure du dégagement dans les exploitations souterraines ne dépend pas seulement de la situation géologique, mais encore de divers facteurs qui sont du ressort de l'art des mines.

Cette remarque s'applique principalement au mode rapide connu

sous le nom de dégagement instantané (MACQUET, 1887*a*, p. 436; cf. E. de Jaer *in* HARZÉ, 1885, p. 16, voir aussi p. 19; GHYSEN, 1902; STASSART et LEMAIRE, 1910, pp. 1766-1777). Ce sont ces facteurs extra géologiques qui jouent le rôle prépondérant dans la production de ce phénomène. Aussi, les ingénieurs ont-ils toujours estimé que les relations entre les microsismes et les dégagements instantanés étaient, pour le moins, improbables (cf. chap. XIX, n° 5).

b) L'influence des variations de la pression barométrique sur l'activité des dégagements naturels du grisou est très restreinte, sinon nulle (cf. HARZÉ, 1882; DEMANET, 1898, p. 88; FIRKET, A., 1898).

Puisque la pression du grisou au sein de la houille est considérable (cf. ci-après n^{os} 7 et 8), le raisonnement suffit à prouver que les dépressions les plus accentuées ne peuvent avoir qu'une répercussion très limitée (BISCHOF, 1840, p. 221).

L'expérience permet d'ailleurs de démontrer que la houille, placée dans le vide, n'abandonne qu'une très minime quantité de gaz (FONTENELLE et LECOCQ, 1902, p. 662).

L'observation, enfin, porte à conclure que l'influence n'est sensible que dans le cas d'exploitations où du grisou, à faible pression, remplit les vides créés par l'exploitation.

7. Tant le bruissement de la couche de houille que, dans certains cas, son explosion brutale, la violence de certains soufflards, ou, encore, le mouvement de massifs de roches, tous ces faits témoignent de ce que le dégagement du grisou ne résulte pas seulement de son faible poids spécifique, mais est surtout favorisé par la tension du gaz.

Il est d'ailleurs évident que les travaux d'excavation, venant à mettre, en contact avec l'atmosphère, une couche de houille, ou une fissure de terrain, troublent brusquement un équilibre séculaire.

Des sondages pratiqués dans les chantiers d'exploitation ont permis de constater que la pression du grisou au sein de la houille était considérable et atteignait, dans les gisements à dégagements instantanés, seize kilogs par centimètre carré, et même, dans certains cas, quarante quatre

kilogs par centimimètre carré (CORNET, F. L., 1879 ; ARNOULD, 1879, p. 460 ; SCHORN, 1887 ; WATTEYNE, 1887*a*, *b* ; MACQUET, 1887*a*, *b*).

Malgré les difficultés des expériences de ce genre, leurs résultats permettent de conclure, en outre, que la répartition des pressions dans une même couche est très irrégulière. On observe, en effet, entre des points sensiblement contigus des différences notables et indépendantes.

D'autre part, la rencontre de fissures dans la houille facilite l'obtention de résultats plus nets.

Contrairement à une hypothèse formulée, ces pressions sont d'ailleurs sans relation avec les phénomènes hydrologiques (SCHORN, 1887, p. 365; cf. MALHERBE, 1865, p. 14; *non* BISCHOF, 1840, p. 231).

8. Il y a lieu de rapprocher des observations sur la pression du grisou celles qui ont trait à la mesure de la quantité de gaz que peut dégager un même volume de houille (ARNOULD, 1879, p. 91; FONTENELLE et LECOCQ, 1902).

Un décimètre cube (volume apparent) de houille est susceptible de dégager par broyage jusqu'à 4,5 litres de gaz, abstraction faite du drainage de l'exploitation. On cite même le chiffre de 16 litres dans le cas d'une houille à 14 % de matières volatiles, mais qui a donné lieu à des dégagements instantanés (SMEYSTERS, 1900, p. 383).

La teneur en grisou, d'ailleurs variable dans une même couche, est, en général, inférieure à ce chiffre. (FONTENELLE et LECOCQ, 1902.)

Si l'on cherche à se faire une idée du rapport du vide au plein dans un décimètre cube de houille, on conçoit aisément que la pression du grisou dans la houille doive certainement dépasser les valeurs renseignées par les sondages. (ARNOULD, 1879, p. 6; GHYSEN, 1902, p. 50.)

9. Les relations entre le caractère grisouteux et la qualité des houilles ne sont pas connues de façon précise et à un point de vue absolu.

Les variations constatées dans une même couche sont d'ailleurs telles, que MM. Fontenelle et Lecocq (1902, p. 668) en sont arrivés à considérer cette question comme insoluble.

Au reste, elle n'est intéressante qu'au point de vue scientifique.

Pour le mineur, toute houille est réputée grisouteuse, dès qu'elle dégage son grisou assez vivement pour infester les exploitations.

En théorie, toutes les qualités de houilles des gisements belges doivent être considérées comme grisouteuses, car localement téroulle, houilles maigres, demi-grasses, grasses ou flénus (cf. Chap. VI, nos 17 et 24) dégagent du grisou (cf. Malherbe, 1865, p. 66; Arnould, 1878, p. 167; *non* Stassart et Lemaire, 1910, p. 1742).

Les exceptions trouveront leur explication dans la suite.

On ne possède aucune donnée au sujet du *cannel coal* et du *pseudo cannel coal* (cf. Chap. VI, n° 17).

10. Les gisements grisouteux, au sens minier du mot, sont, avant tout, ceux qui se trouvent en allure dérangée. La région méridionale du bassin de Haine-Sambre-Meuse est particulièrement dangereuse (cf. Stassart et Lemaire, 1910, fig. 247-249).

Les dégagements instantanés sont inconnus dans la région des grandes plateures du nord des bassins, c'est-à-dire dans le gisement autotochtone ou resté en place. Ils sont, au contraire, fréquents dans les zones profondes des nappes de charriage du bassin hennuyer (Stassart et Lemaire, p. 1743).

En outre, dans ces nappes elles-mêmes, ils se produisent de préférence aux environs des déformations mécaniques des couches : crochons, étreintes, relais de mur ou de toit, ainsi que l'on peut s'en convaincre par les descriptions détaillées dont ces phénomènes ont fait l'objet.

11. Enfin, les données sur la composition du grisou des gisements belges sont très rares.

Le prélèvement des prises d'essai dans les travaux souterrains rend dès l'abord ces études délicates.

Il n'existe guère, à ma connaissance, qu'une analyse de grisou provenant d'un soufflard (Monseu, 1887; cf. Smeyters, 1900, p. 381). Les soufflards de minime importance, créés artificiellement par les sondages en veine, n'ont également été examinés que dans un cas (Delacuvellerie, 1907).

Une méthode, dans laquelle la libération du grisou est provoquée par pulvérisation de blocs de houille dans un broyeur à boulets, a été inaugurée et mise au point par MM. Fontenelle et Lecocq (1902); mais elle n'a pas jusqu'ici été appliquée sur une échelle assez vaste pour fournir des conclusions d'ensemble. Elle a exceptionnellement été utilisée pour l'étude d'une sidérose pétrolifère (Lecocq *in* Delacuvellerie, 1907).

Quant au procédé qui consiste à provoquer le dégagement par chauffage à 100°, bien qu'il ait été parfois adopté à l'étranger, il semble n'avoir, à juste titre, séduit aucun chimiste belge.

Pour mémoire, on peut noter les indications de Stassart (1902, p. 1086) relatives au grisou provenant d'exploitations abandonnées,

L'analyse chimique présente, d'autre part, de grosses difficultés. Jusqu'ici, sauf dans un cas, (Delacuvellerie, 1907), on s'en est tenu à des dosages sommaires, considérant ainsi qu'il n'existait qu'un seul gaz combustible. L'examen des résultats permet de tenir cette pratique pour satisfaisante, quoique n'étant pas d'une exactitude absolue (cf. Fontenelle et Lecocq, 1902, p. 663).

Au total, si l'on doit déplorer que les appels adressés aux chercheurs aient été peu entendus (cf. Melsens, 1879; Arnould, 1881 ;

MALHERBE, 1881), il faut remarquer que la même pénurie des données précises se retrouve à l'étranger, parce que, à tort ou à raison, ces recherches sont considérées comme étant sans portée utilitaire.

Au point de vue général qui nous intéresse, les connaissances, que nous possédons, peuvent être tenues pour satisfaisantes.

Le principal d'entre les éléments combustibles, que renferme le grisou des gisements belges, est le méthane (CH_4), également connu sous le nom de gaz des marais. Il y interviendrait au maximum pour 87 %. La teneur de 75 % est une moyenne.

L'existence d'hydrogène libre (jusqu'à 7,60 %) paraît démontrée dans certains cas, de même que, dans d'autres cas, de faibles teneurs en gaz plus carburés que le méthane sont probables.

Le reste du complexe est constitué surtout d'azote, accompagné d'argon (?) (jusqu'à 88 %, dans certains cas), d'oxygène (0.5 — 2.5 %), et d'anhydride carbonique (0.02 %) (FONTENELLE et LECOCQ, 1902 ; Fontenelle *in* DELACUVELLERIE, 1907).

A côté de ces composés que décèle l'analyse, il en est d'ailleurs d'autres qui, bien que vraisemblablement à l'état de traces, sont perceptibles à l'adorat.

Souvent le grisou possède une odeur éthérée, rappelant celle des pommes de rainette (cf. MALHERBE, 1865, p. 10), ou, suivant les anciens mineurs liégeois, celle de fleurs de pois. Ailleurs, notamment dans les couches de l'assise de Châtelet, avec toit à faune marine, l'odeur est fétide et analogue à celle de l'acide butyrique.

Ce sont là des indices de la variabilité de composition du grisou.

Peut-être faudrait-il en rapprocher le fait que certain grisou brûle avec flamme blanche, alors que la couleur ordinaire est le bleu (HARZÉ, 1906, p. 63).

Quoi qu'il en soit, ces variations semblent bien ne porter que sur des constituants accessoires.

12. Le grisou est un gaz fossile.

Il résulte de la putréfaction des végétaux terrestres qui ont constitué la houille. N'ayant pu s'échapper complètement de la pulpe végétale, soit en raison de la compacité de celle-ci, soit à cause de l'imperméabilité des sédiments terrigènes qui l'ont recouverte, il y est demeuré emprisonné.

Cette théorie, unanimement acceptée aujourd'hui, est en concordance avec celle de la formation des couches de houille (cf. Chap. IX), et, d'autre part, avec les données que nous possédons sur les phénomènes actuels. Le méthane est, en effet, par excellence le gaz des marais, et si l'existence des feux follets est sérieusement mise en doute, il n'en reste pas moins avéré que ce gaz s'accumule dans les végétaux en putréfaction et se dégage abondamment, lorsque l'on remue ces détritus. (Pour analyse, cf. Stevenson, 1911, p. 156.)

La fermentation entraîne également la production d'eau et d'anhydride carbonique, qui ne se retrouvent pas dans le grisou, tout au moins dans des proportions rationnelles. Pour l'eau, on n'entrevoit pas de difficulté spéciale. Elle s'est mêlée à celle d'imbibition. Quant à l'anhydride carbonique, une partie a pu passer en solution dans l'eau, le reste a pu se fixer à l'état de carbonates, minéraux si abondants dans les roches houillères (cf. Bischof, 1840, p. 240).

Les autres théories proposées, et qui considèrent le grisou comme de formation récente ou actuelle, sont toutes en opposition formelle avec les faits d'observation (cf. Ponson, 1853, t. II, p. 25 ; surtout Malherbe, 1865, pp. 12-28 ; Le Hardy, 1867, p. 57).

On ne peut d'ailleurs guère s'arrêter à l'hypothèse, émise dubitativement, (E. de Jaer *in* Harzé, 1885, p. 14 ; Macquet, 1887*a*, p. 408), que le grisou résulterait de la dissociation d'un composé plus complexe se trouvant à l'état instable dans la houille.

La présence du pétrole est exceptionnelle et paraît liée à celle de schistes bitumineux. Dans un cas étudié en détail, ce pétrole n'émettait d'ailleurs pas, à la température ordinaire, de vapeurs inflammables (cf. Delacuvellerie, 1907, p. 1121).

13. Si la théorie générale est ainsi bien établie, on ne possède qu'un très petit nombre d'éléments d'appréciation au sujet des causes de variations d'allure du phénomène.

Le grisou d'une même couche semble renfermer, comme gaz combustibles, ici exclusivement du méthane, là du méthane et de l'hydrogène, ailleurs du méthane et des composés plus carburés. (Fontenelle et Lecocq, 1902). Ce serait uniquement là le résultat de l'action de micro-organismes. (Stassart et Lemaire, 1910, p. 1748.)

Divers auteurs semblent cependant enclins à signaler une relation entre le caractère grisouteux des houilles et leur constitution chimique, c'est-à-dire leur teneur en matières volatiles (Smeysters, 1900, p. 380). Le grisou serait particulièrement abondant dans les houilles grasses (cf. Demanet, 1898, p. 72). La plupart déclarent, au contraire, que les deux caractères sont originellement distincts (cf. Malherbe, 1865, p. 107), si même l'effet du dégagement du grisou est une réduction de la teneur en matières volatiles. (Exemple, *in* Stassart et Lemaire, 1910, p. 233), ou, encore, si l'effet de l'oxydation lente du charbon est, tout à la fois, un départ presque total du grisou (cf. Fontenelle et Lecocq, 1902, p. 666) et une baisse plus sensible encore de la teneur en matières volatiles,

le tout accompagné d'une diminution du pouvoir agglutinant (cf. MALHERBE, 1865, p. 54).

Il est, en effet, pour le moins probable que le pouvoir agglutinant, en relation assez directe avec la teneur en matières volatiles, est, au contraire, dans certains cas, en relation inverse avec la teneur en grisou (cf. DUBAR, P., 1881, p. 75).

Quant à la relation entre la présence de grisou et celle de fusain dans une houille (MELSENS, 1879), elle serait purement d'ordre physique et ne se rattacherait donc pas aux phénomènes de putréfaction.

En définitive, l'odeur du grisou semble seule fournir une indication sur une des causes de variation de composition en rapport avec le facies. La présence des eaux marines favoriserait le développement d'une fermentation butyrique.

14. Sous quel état le grisou se trouve-t-il dans la houille ? La question a vivement préoccupé les chercheurs.

On ne peut, en ce qui concerne les gisements belges, faire état des études microscopiques (cf. Chap. VI. n° 12). Les faits cités par Arnould (1879, p. 6) se rapportent à un cannel coal anglais, dont le caractère grisouteux n'est d'ailleurs pas établi.

L'observation directe étant impuissante, reste l'induction.

La houille, en raison même de la nature végétale de ses constituants, était, de l'avis unanime, originellement celluleuse, ou, plus correctement peut-être, cellulaire. Le frétillement qui accompagne le dégagement lent de grisou, ne serait autre chose que le bruit de la rupture des cellules dans lesquelles le grisou est emprisonné.

S'y trouve-t-il encore à l'état gazeux ? Dès 1863 (cf. LE HARDY, 1867, p. 36, note), Arnould (1879, p. 71 ; cf.

Cornet, F.-L., 1879), estimait que la quantité de gaz, dégagée par certaines houilles (cf. n° 8 ci-dessus), est telle qu'il faut admettre que le grisou s'y trouve à l'état liquide, voire à l'état solide. L'argument le plus sérieux en faveur de cette thèse est l'aspect huileux des charbons grisouteux au moment de l'abatage (Arnould, 1879, p. 8 ; Malherbe, 1881*c*, p. 109). On pourrait encore citer certaines particularités du mode de dégagement (Fontenelle et Lecocq, 1902, p. 666). Néanmoins, cette opinion ne peut être admise sans réserve (Hubert *in* Arnould, 1881), car la température critique du méthane est de + 28° C., sous 350 atmosphères. (Pictet *in* Arnould, 1881, p. 62). Il en résulte que le principal constituant du grisou ne peut se trouver qu'à l'état gazeux, dès que la température de la roche dépasse la température critique, ce qui est le cas pour la majorité des gisements belges situés à 800 mètres de profondeur ou même moins (cf. Chap. XXIII). Encore, resterait-il à préciser le rôle de l'azote et des autres constituants du complexe sur la température critique de liquéfaction du grisou.

Quoi qu'il en soit, la relation entre le caractère grisouteux de la houille et sa teneur en houille daloïde pourrait bien résulter du pouvoir d'adsorption de ce fusain fossile, car celui du charbon de bois vis-à-vis des gaz est des plus remarquables. (Arnould, 1879, p. 461 ; Malherbe, 1881*c*, p. 110 ; Demanet, 1898, p. 85 ; *contra* Smeysters, 1900, p. 383). Essentiellement poreux, le fusain fossile abandonnerait, en outre, plus aisément le grisou.

15. Le tassement de la pulpe végétale, qui a constitué la houille, a eu nécessairement pour conséquence une réduction des vides de la masse et une compression du grisou.

Il semble toutefois que cette cause soit insuffisante pour

expliquer les pressions si élevées relevées de ci de là au sein des couches de houille, car, tous les autres facteurs étant identiques, semblables pressions n'ont été relevées que dans les gisements à dégagements instantanés.

La plupart des auteurs admettent d'ailleurs qu'il existe, dans les gisements de ces zones, où le grisou s'est concentré, des nœuds ou des poches de grisou (DE VAUX, 1865, p. 17; MACQUET, 1887*a*; STASSART et LEMAIRE, 1910, pp. 1748 et 1759; *contra* GHYSEN, 1902), qu'on a même été jusqu'à comparer aux larmes bataviques (HARZÉ, 1885, p. 18).

Il se pourrait que ces concentrations résultent des différences de compacité de la pulpe végétale, mère de la houille, voire de la rapidité de recouvrement et de tassement (STASSART et LEMAIRE, 1910, pp. 1761 et 1765).

Mais, étant données les relations constantes des dégagements instantanés et des dérangements tectoniques (cf. ci-dessus n° 10), il semble plus logique de considérer la concentration du grisou et l'accentuation conséquente de sa pression comme un phénomène dynamométamorphique au sens le plus large, quoique exact, du mot (cf. HARZÉ, 1885, p. 18; LOHEST, 1892*a*, 1905*a*, *in* BOULENGER, 1899; GHYSEN, 1902, p. 14).

16. De tous les faits d'observation, il résulte à l'évidence que le gisement originel ou primaire du grisou est, avant tout, la houille.

Mais, tant en raison de son faible poids spécifique qu'en suite de sa tension, le grisou a progressivement rempli tous les vides des roches du terrain houiller.

Dès l'instant de la production des clivages, il s'est répandu dans ceux de la houille, où il s'est mêlé à l'eau de carrière, aux « pleurs », à la « sève » ou au « sang » de la *veine* (cf. MALHERBE, 1865, p. 49, note; MACQUET, 1887*a*,

p. 420). Puis, ce fut le tour des fissures de la houille, particulièrement nombreuses dans les zones disloquées (cf. STASSART et LEMAIRE, 1910, p. 1758). Ensuite, le grisou a gagné les fissures des roches, largement baillantes dans les zones de failles.

Par après, il a également envahi les puits naturels, au fur et à mesure de leur formation (cf. chap. XVII).

Ce sont là autant de types de gisements secondaires du grisou. A la longue, et si les circonstances, notamment la descente des eaux, contrariaient son échappement, il a acquis une pression voisine de celle qu'il possède dans la houille.

Ainsi s'expliquent les modes divers du gisement géologique du grisou.

On pourrait y rattacher encore les vides créés par l'exploitation et qui, faute de ventilation, se remplissent de gaz inflammable à des pressions variées. Mais ces gisements « tertiaires » du grisou, étant artificiels, ne nous intéressent pas.

17. Le dégagement du grisou a commencé aussitôt après la formation, ou, mieux, dès les premières dislocations de la couche de houille. Il s'est poursuivi de façon plus ou moins active, suivant les circonstances, jusqu'à la phase hercynienne, durant cette phase et surtout après elle, notamment durant la période continentale, qui suivit la surrection de la chaîne de montagnes.

Le drainage du grisou se fit par toute cassure en communication telle avec l'atmosphère, que la circulation ascensionnelle y était possible.

C'est pourquoi la teneur du grisou augmente depuis la surface jusqu'à une profondeur variable avec les situations.

Les couches de houille en allure régulière du comble nord du bassin hennuyer purent ainsi être « saignées » jus-

qu'à des profondeurs si considérables, que le grisou y est presque totalement inconnu, même lorsque le charbon est gras ou flambant (cf. MALHERBE, 1865, p. 64; CORNET, F. L., 1867; ARNOULD, 1877, p. 169).

L'allure en zig-zag gênant le dégagement, le grisou se retrouve, au contraire, et pour ainsi dire à toute profondeur, même dans les houilles maigres, dans la région méridionale du gisement de Haine-Sambre-Meuse.

La présence de nappes aquifères d'assez grande extension, telles celles des alluvions de la vallée de la Meuse, a suffi pour empêcher le dégagement total du gaz, si bien que celui-ci fut, à Liége, rencontré pour la première fois dans les exploitations situées sous la plaine alluviale.

C'est au drainage séculaire, ou mieux à son impossibilité dans le cas de fissuration insuffisante ou d'allure très compliquée, qu'il faut attribuer les anomalies que l'on relève dans la répartition du caractère grisouteux des gisements belges (cf. STASSART et LEMAIRE, 1910, fig. 247-249).

18. Le grisou a été utilisé, mais si exceptionnellement que je ne crois pas pouvoir le ranger parmi les substances utiles des gisements houillers (Chap. XXIV).

Capté dans d'anciens travaux, il est utilisé au siège d'expériences de l'État à Frameries (STASSART, 1909).

Jadis, on a alimenté, à l'aide de grisou de soufflards, des reverbères; mais on n'a pas, que je sache, été jusqu'à chauffer au gaz naturel du terrain houiller des batteries de chaudières, ainsi qu'il se pratique à l'étranger. La rareté croissante des combustibles conduirait peut être à envisager occasionnellement semblable utilisation, si la crise ne s'accompagnait pas d'un renchérissement du coût des installations.

Chapitre XXIII. — Géothermique.
(Planche IX) (1).

1. L'élévation de la température dans la profondeur de l'écorce terrestre est un phénomène d'importance primordiale, non seulement pour les sciences pures, particulièrement la physique du Globe, mais encore pour l'application, principalement l'art des mines.

En effet, l'intervention personnelle de l'homme étant indispensable pour l'extraction de la plupart des substances minérales, notamment de la houille, et, d'autre part, les exigences de l'organisme humain ayant un caractère d'absolu en ce qui concerne la température ambiante, surtout la température maximum, il en résulte que ce sont les conditions thermiques, et non l'insuffisance des moyens mécaniques, qui fixent et fixeront toujours l'ultime limite du développement en profondeur des exploitations (Stassart, 1900, p. 388).

Dans le cas des gisements houillers de la Belgique, la limite effective pourrait certes être inférieure à celle assignée par les conditions thermiques. De l'avis d'ingénieurs (cf. Kersten, 1920), ce seraient en effet les difficultés de soutènement des excavations, qui interviendraient le plus directement dans cette limitation. En conséquence, la considération des situations géothermiques perdrait beaucoup de son intérêt. Il n'est cependant pas douteux que, favorisant l'hydratation des roches argileuses, et par voie de

(1) Les diagrammes, groupés par régions, ont, dans chaque série, été décalés par abaissement régulier de l'origine des coordonnées. De la sorte, les superpositions, et les confusions qui pourraient en résulter, ont pu être évitées. Qui voudrait mesurer une ordonnée sur l'un de ces diagrammes, devrait préalablement restituer l'axe horizontal correspondant au diagramme considéré. Les amorces des divers axes, avec notation d'origine, se trouvent d'ailleurs reproduites.

conséquence (SPRING, 1901), leur foisonnement, l'élévation de la température intervienne comme facteur de l'intensité des poussées de terrains. La question mérite donc, en tout état de cause, certaine considération.

La géothermique pourrait encore intéresser le mineur à l'occasion du creusement de puits par congélation. Les études ne paraissent cependant pas encore actuellement assez poussées pour fournir des données utilisables.

Les recherches sur la question présentent d'ailleurs un intérêt spécial dans le cas de gisements de combustibles, car, d'après certaine opinion, ceux-ci posséderaient une productivité calorifique spontanée, dont l'existence réclame explication.

2. Les données, dont nous disposons actuellement, sont encore peu nombreuses. Dans certains cas cependant, les faisceaux d'observations sont assez serrés et surtout concordants.

Les mesures géothermiques, exécutées dans les gisements houillers de la Belgique, n'ont, durant longtemps, été pratiquées que dans des exploitations souterraines. On consultera à leur sujet : STAS (1841); HOUZEAU (1844); SMYTH (1868); PRESTWICH (1886, 1895); LIBERT (1893); STASSART (1900); cf. CORNET, J. (1903*a*, p. 217; 1910*c*, p. 7).

Au cours des travaux préalables à la mise en exploitation du district de la Campine, des températures ont été relevées dans trois sondages. Ces résultats sont encore inédits; mais comme ils m'ont été aimablement communiqués, je les reproduis dans une annexe à ce chapitre.

Des mesures analogues ont été exécutées dans l'un des forages effectués pour la recherche du prolongement méridional du gisement houiller du Hainaut. Les résultats en ont été publiés (CAMBIER, 1920*b*).

A l'initiative du Service géologique, des observations ont, en outre, été faites à Liége dans le prolongement méridional du bassin; en Campine, à l'occasion de l'ouverture de nouvelles fosses d'extraction; enfin, aux environs de Charleroi, à titre de comparaison, dans des

mines profondes. Les détails s'en trouvent également consignés en annexe.

Pour compléter, par comparaison, la documentation concernant le territoire belge, il faudrait joindre à ces données celles relatives au sondage d'Ostende (DEWALQUE, 1862*b*, *in* PRESTWICH, 1886, 1895), et encore à un grand nombre de puits et sondages de quelque profondeur, entrepris pour recherche d'eau (cf. PRESTWICH, 1895).

L'exploration des territoires contigus a, d'autre part, fourni des éléments dont il convient de faire état.

D'un côté, le Corps des Mines de France a effectué des mesures géothermiques dans certains sondages exécutés pour la recherche du prolongement méridional du bassin houiller du Pas-de-Calais sous le massif du Midi, et les a complétées par quelques études dans les mines en exploitation (LEPRINCE RINGUET, 1907*a*, *b*).

D'un autre côté, le *Rijksopsporing van Delfstoffen* des Pays-Bas (cf. VAN DER GRACHT et TESCH, 1911, 1912, 1913, 1914 ; TESCH, 1915), a fait connaître les conclusions de mesures sériées entreprises et au sondage de Woensdrecht, à l'extrémité occidentale du gisement de la Campine (cf. pl. I), et à divers sondages du bassin du Peel, prolongement septentrional du gisement campinois au delà du Graben médian des Pays-Bas.

La planche IX groupe, sous forme graphique, les résultats obtenus, et dans le gisement de Haine-Sambre-Meuse, y compris son prolongement occidental, et en Campine belge et dans les territoires hollandais avoisinants.

3. La connaissance de l'épaisseur de la zone indifférente, ou zone superficielle de l'écorce terrestre, soumise à des variations journalières, annuelles ou même séculaires de la température, et encore celle de la température constante, qui règne à sa limite inférieure, sont indispensables pour certains calculs.

Des recherches poursuivies à l'Observatoire royal de Belgique, d'abord à Bruxelles (altitude 56 mètres) jusqu'à $7^{m},80$ de profondeur, puis à Uccle (altitude 100 mètres) jusqu'à $1^{m},50$ seulement, de part et d'autre dans des terrains sableux et bien au-dessus de la nappe phréatique, la première série présente seule quelque intérêt pour le sujet qui nous occupe. Elle a d'ailleurs seule fait l'objet d'une analyse critique (QUETELET, 1841).

Faute d'éléments suffisants, on a admis, dans le Hainaut, que la

couche de température uniforme était située à 25 mètres de profondeur et que sa température était de 10°C. (Cornet *in* PRESTWICH, 1886; LIBERT, 1893; STASSART, 1900, p. 393). D'aucuns adoptent 20 mètres, et 10°,3C. (HOUZEAU, 1844). Ce sont à peu près les conclusions de Quetelet (1841, p. 39; 1872).

4. Grande est la méfiance que beaucoup d'ingénieurs témoignent à l'endroit des mesures géothermiques (cf. KERSTEN, 1920).

Toute mesure n'a, en effet, de signification que si on peut en préciser l'approximation ou, de façon plus générale, l'interpréter.

Il convient donc, avant que de tenter d'en faire état, de passer rapidement en revue les données dont nous disposons.

Rappelons d'abord que la géothermique a, pour objet général, l'étude du flux de chaleur qui traverse l'écorce terrestre, et qui, dans l'ensemble, se déverse dans l'atmosphère pour gagner de là les espaces interplanétaires. Par ailleurs, ce flux est, avant tout, fonction de la différence de potentiel. Enfin, le potentiel calorifique est défini par la température.

La mesure géothermique idéale est celle qui, pour un instant déterminé, fournit l'indication du potentiel calorifique, c'est-à-dire de la température naturelle d'un point de l'écorce terrestre, défini en longitude, latitude et profondeur, ou plus exactement en distance à l'atmosphère. Or, il est de toute évidence que l'ouverture d'une excavation et l'exécution d'une mesure ont pour conséquence une perturbation du régime existant. Cette perturbation devra être aussi faible que possible.

a) Tout instinctivement, on est porté à accorder une plus grande confiance aux mesures exécutées en sondages : l'excavation est de volume minimum ; elle se fait directectement en pleine masse. Mais il convient qu'il n'existe de circulation ni de liquides, ni de gaz. C'est pourquoi il est délicat de faire état des sondages hydrologiques. L'examen des graphiques de la planche IX permet de saisir du premier coup d'œil qu'au forage d'Oploo, l'influence de la nappe jaillissante du sommet du Crétacique (498 mètres) est importante. La température ne redevient normale à 572 mètres, qu'après aveuglement de cette source. (Cf. VAN DER GRACHT et TESCH, 1913, p. 24). Il en est de même à Woensdrecht, où la nappe a été recoupée à la profondeur de 680 mètres (VAN DER GRACHT et TESCH, 1914, p. 15).

Mais beaucoup de rapports sont muets à ce sujet. Les courants de

convexion doivent également être minimes. Ils peuvent être considérés comme insignifiants quand la sonde ou bombe géothermique a un diamètre peu différent de celui du tubage, est munie de clapets obturateurs, ou bien, quand la mesure est faite à fond de trou

Dans les travaux miniers, la situation est le plus fréquemment complètement modifiée par la circulation de l'eau ou de gaz, notamment par le courant ventilateur. L'exploitation par tranches prises successivement en descendant est, du point de vue géothermique, absolument rationnelle. Elle provoque progressivement une saignée calorifique, c'est-à-dire un abaissement continuel de la température des zones plus profondes. Ce ne peut donc être qu'à l'occasion de l'ouverture d'une nouvelle fosse d'exploitation ou lors de la pénétration dans une partie encore vierge, de fond en comble, du champ d'exploitation qu'il peut être fait des mesures comparables à celles des sondages. De cette remarque découle l'explication de ce fait, en apparence anormal, que, malgré l'importance des exploitations houillères en Belgique et leur profondeur parfois très considérable, le nombre des mesures géothermiques, qui y ont été effectuées, soit des plus modestes. Les situations favorables y sont exceptionnelles. L'expérience prouve d'ailleurs qu'on ne peut accorder qu'un crédit très limité aux mesures faites dans les puits creusés de haut en bas. Il existe, dans ce cas, un courant d'air ascensionnel qui refroidit fortement les parois. Il faut, de règle, opérer dans des galeries et à l'abri du courant ventilateur. La mesure ne peut être tenue pour vraiment satisfaisante que quand la température mesurée et, dans un trou de sonde de quelque profondeur, et dans l'atmosphère, à proximité de la paroi sondée, se trouve être sensiblement la même de part et d'antre. La possession d'une seule de ces deux températures est insuffisante. Elle ne permet de juger ni du sens des échanges de chaleur, ni de leur importance. Nous sommes ainsi amenés à considérer comme n'ayant qu'un intérêt historique les données d'ailleurs toutes sommaires de Stas (1841), celles déjà plus détaillées de Houzeau (1844), et surtout celles de Gernaert utilisées par Smyth (1868). Il ne semble que, dans aucun cas, il ait été pratiqué des sondages. Les mesures de F.-L. Cornet citées par Prestwich (1886, 1895), sont déjà plus détaillées. Il en est de même de celles rapportées par Stassart (1900), et surtout de celles effectuées par J. Libert.

Ce n'est pas à dire qu'au point de vue minier, il faille considérer comme sans intérêt les données relatives à la température prise à la

longue par les roches sous l'influence de l'exploitation. Mais ces données n'ont qu'une valeur relative. Elles ne peuvent, en aucun cas, être comparées aux mesures faites en sondages profonds. Pour être comparables entre elles, elles devraient être également erronées, ce qu'il est souvent délicat de rechercher.

b) En outre, pour que le régime calorifique soit réalisé, il convient qu'il s'écoule un certain temps entre le forage et la mesure, et, enfin, que le thermomètre soit laissé en station durant un temps suffisant. Les rapports relatifs aux constatations faites en sondage sont, pour la plupart, assez explicites à ce sujet. Ce n'est cependant pas le cas en Campine pour le sondage 74 et, d'autre part, pour tous les sondages hollandais. Quant aux mesures faites dans les mines belges, seuls F. L. Cornet (*in* Prestwich 1886) et Libert, (1893, p. 60). fournissent des précisions sur ce point.

D'autre part, il y a la question de l'appareillage et du mode opératoire. Les mesures faites en sondage semblent avoir été toutes bien soignées à cet égard. Le *Rijksopsporing van Delfstoffen*, utilisant finalement des thermomètres à déversement, ne renseigne toutefois qu'une seule température, qui serait la température minimum (cf. Van der Gracht et Tesch, 1912, pp. 26-27). Les thermomètres utilisés étant cependant des plus sensibles, l'erreur par défaut serait minime. Quant aux observations faites dans les mines, seul, Libert (1893, p. 60) a fourni, au sujet de ses mesures, des renseignements très circonstanciés. Les données inédites que j'apporte en annexe sont, la plupart, appuyées d'explications assez complètes.

5. Les conclusions de ces observations s'expriment à l'aide d'une unité spéciale : le degré ou, plus correctement, le *gradient géothermique*. Quelques mots d'explication à son sujet pourraient bien ne pas être inutiles (cf. Leprince Ringuet, 1907*b*, p. 68).

a) Le gradient géothermique N est la dérivée, par rapport au potentiel (température, T), de la distance L mesurée suivant la ligne de force ou normale aux surfaces isogéothermes :

$$N = \frac{d\,L.}{d\,T}$$

En première approximation, les surfaces équipotentielles peuvent

être considérées comme horizontales. Les lignes de force sont ainsi des verticales (H). On a donc :

$$N = \frac{d\,H}{d\,T.}$$

En terrain accidenté, on ne manquera d'ailleurs pas de rectifier et de pousser plus avant, en tenant compte de la surface libre. (Voir, en annexe, le cas du Val Benoît.) Mais on substituera toujours aux lignes de force, dont l'allure curviligne est bien établie en électricité ou en hydraulique, un trajet rectiligne facile à mesurer.

Pratiquement, le gradient géothermique s'exprime en mètres par degré centigrade (1). C'est, en mètres, l'écartement « minimum » entre deux surfaces isogéothermes dont la température diffère de 1° C. L'approximation du mètre implique une erreur presque toujours inférieure à 5 %.

b) Que représente le gradient géothermique?

On suppose que le régime des échanges de chaleur au sein de l'écorce terrestre ne varie pas durant la durée des mesures, car il est rare, même en sondages, de pouvoir les effectuer simultanément toutes sur une même verticale. D'autre part, on admet que, dans la tranche considérée, il n'existe aucun apport de chaleur par circulation d'eau ou productivité calorifique des roches. Enfin, on considère que la section du flux de chaleur reste très sensiblement constante, le calcul démontrant qu'elle ne varie que d'une quantité négligeable par rapport aux autres erreurs ou approximations.

Dans ces conditions, le gradient géothermique mesure la conductibilité calorifique globale de la roche. Plus cette conductibilité est grande, plus élevé est le gradient géothermique.

Il faut dire conductibilité globale, car il est prouvé expérimentalement qu'elle dépend non seulement de la nature de la roche, mais encore de son état d'imbibition par l'eau et surtout de l'orientation des strates.

Pratiquement, faute d'éléments suffisants, c'est-à-dire de mesures assez nombreuses et assez serrées, on considère d'ailleurs dans la

(1) Ailleurs en pieds par degré Fahrenheit. Pour convertir, on notera que : N (pieds par °F) $\times$ 0,549 = N (mètres par °C).

plupart des cas, non pas une roche déterminée, mais une formation, un « terrain » déterminé, et même des ensembles de « terrains ».

c) A quelles fins utilise-t-on le gradient géothermique?

La température d'un point de l'écorce terrestre étant définie, il est possible de déterminer la température probable d'un autre point situé sur la même ligne de force, le plus souvent sur la même verticale, si l'on connaît le gradient géothermique du ou des « terrains » situés dans l'intervalle.

En ce qui concerne la limite d'exploitabilité des gisements miniers, le problème consiste à définir la profondeur de l'écorce terrestre à laquelle règne telle température considérée comme prohibitive, 55° C. d'après certains auteurs. Cette limite variera de région à région, suivant leur température moyenne annuelle superficielle et, surtout, suivant la constitution de leur sous-sol.

Le calcul se fera par échelons, en considérant chacune des tranches de gradient variable, rencontrées successivement en descendant.

6. Le gradient géothermique varie dans des limites assez larges tant en ce qui concerne le terrain houiller que les terrains qui le recouvrent dans certaines régions.

Il convient d'élucider d'abord ce dernier point, puisque, de lui, dépend la température minimum ou de surface du gisement houiller.

a) Morts terrains. — Il en est de deux types bien différents. Ici, comme dans le bassin de la Haine ou en Campine, le recouvrement est constitué de formations cénozoïques et mésozoïques, en couches sensiblement horizontales et faites d'alternances de sables, d'argiles, de marnes, de craies ou de calcaires, voire de grès. Ailleurs, comme dans l'extension méridionale du gisement de Haine-Sambre-Meuse, sous la grande faille, ce sont des grès, des phyllades et des schistes, plissés et disloqués, d'âge dévonien inférieur.

1) En Campine et dans le Peel, les formations cénozoïques et mézozoïques ne possèdent pas un gradient géothermique constant, ainsi que le montrent clairement les graphiques de la planche IX. Mais certains détails

réclameraient une discussion approfondie pour pouvoir être mis au point.

Je me contenterai de noter que les mesures faites aux sondages n° 74,76 et 81 du réseau de la Campine belge fournissent respectivement comme moyennes : 34,7, 35,8 et 41,4, tandis que les températures relevées à Genck (Winterslag) et à Beeringen (Kleine Heide) conduisent à 33,0 et 33,3, dans l'hypothèse d'une température de 10° à 25 mètres de profondeur. En Campine hollandaise, le sondage de Wœnsdrecht n° 17 donne moyennement 33 (VAN DER GRACHT et TESCH, 1914, p. 15). Dans le Peel, le forage d'Oploo n° 16 fournit 33,3 (VAN DER GRACHT et TESCH, 1913). Les n^{os} 18, 19 et 20 sont concordants.

Globalement le gradient géothermique des morts terrains de la Campine est donc légèrement supérieur à 33 mètres par °C, bien que les nombres relatifs à Genck (Winterslag) et à Beeringen (Kleine Heide) soient trop élevés, la température de fond mesurée dans une venue d'eau descendante est trop basse. D'autre part, le sondage n° 81 à Eysden est anormal, parce que la température mesurée à la profondeur de 82 mètres est manifestement trop élevée (15°1).

Dans le Pas de Calais, M. Leprince-Ringuet (1907*b*, p. 76) a obtenu, pour le Crétacique, 37 (Vimy), 39 (Fresnoy) et 29 mètres (Liévin), en calculant la température moyenne probable du sol.

2) Le Dévonien inférieur du massif du Midi a, en Hainaut, à Quévy, un gradient géothermique moyen de 59^{m},60 (Cambier 1920, p. 98), et à Liége, au Val Benoit, de 63 mètres environ (1), dans l'hypothèse que la température de la zone indifférente est de 10°,5 à 33 mètres, à Quévy et de 10° à 25 mètres, dans la vallée de l'Ourthe, aux environs de Streupas.

(1) J'ai dit ailleurs (RENIER, 1919*f*, p. 1439) 67 m., par suite d'une évaluation inexacte de la distance au sol. La mesure I (voir annexe), douteuse ne donne, dans la même hypothèse, que 54 environ.

Pour le Pas-de-Calais, M. Leprince-Ringuet (1907*b*, p. 76) conclut, de ses mesures directes, à un gradient compris entre 50 et 60, ici 56^{m}60, là 63^{m}00 ou même davantage.

L'ensemble est donc concordant.

b) Houiller. On admet souvent que la moyenne est de 30 mètres par °C (Cornet J., 1903*a*, p. 217; 1910*c*, p. 7).

Dans le Borinage, F.-L. Cornet (*in* Prestwich 1886) a, en effet, obtenu 29,65 jusqu'à la profondeur de 512 mètres, et Libert (1893, p. 62) 29,61 jusqu'à celle de 1150 mètres. Toutefois Libert (1893, p. 63) n'a trouvé que 22,62 entre les profondeurs de 675 et 1150 mètres.

A Charleroi, Stassart (1900) a indiqué 44. A Seraing, Prestwich (1886) renseigne 43,9. Mais des observations, faites récemment aux environs de Liége, concluent à 30^{m},6 ou 33.

En Campine, d'après les mesures directes faites à la mine de Winterslag, le gradient géothermique serait de 23^{m}5 (1), nombre comparable à celui obtenu par Libert en gisement houiller vierge, à Mons. Ce chiffre est seul certain; les résultats du sondage n° 76 (2) et surtout du n° 81 sont manifestement exagérés. A Woensdrecht, le gradient est toutefois de 33 pour les assises d'Andenne (base) et de Chokier. Dans le Westphalien supérieur du Peel, il varierait de 20 (Maris) à 27 (Uitwaterings Kanaal).

Enfin, dans le prolongement méridional du gisement du Hainaut, au sondage n° 42 de Quévy Sucrerie, le gradient serait de 64^{m},20, dans les assises d'Andenne et de Chokier, et de 29^{m},40 dans l'assise de Chatelet.

Dans le Pas-de-Calais (Leprince Ringuet, 1907*b*), les données sont encore insuffisantes.

(1) M. V. Firket (1920*a*) indique 21,4 parce qu'il adopte 33,8 à 660 mètres.

(2) Ces données, après discussion, fournissent toutefois un gradient voisin de celui du forage de Maris (Peel).

Bien qu'il y ait encore dans l'ensemble de regrettables imprécisions, je pense pouvoir conclure que le gradient géothermique du Houiller est assez variable. Dans le Westphalien supérieur, riche en houille, il est généralement de moins de 30, et souvent égal à 22 ou 23. Dans les assises inférieures, il serait au contraire supérieur à 30.

Il convient d'ajouter que des variations brusques de la température ont été observées au passage de failles de charriage d'allure très plate : dans le Couchant de Mons, au passage de la zone failleuse du Borinage (STASSART, 1900 p.394) ; tout récemment, à Charleroi, au puits du Cerisier, au passage d'une faille qui ne serait autre que celle du Carabinier.

Quant à une influence de la profondeur sur la grandeur du gradient géothermique, rien de certain n'est connu. (Libert, 1893, p. 94) opinait pour une diminution ; Stassart (1900, p. 394) pour une augmentation.

7. L'explication de ces variations ne peut encore être qu'ébauchée.

Dans le cas de formations variées, gisant en couches horizontales, et dans lesquelles la circulation d'eau est faible ou nulle, le gradient envisagé globalement est moyen : environ $33^m/°C$. C'est le cas des formations cénozoïques et mésozoïques de la Campine.

L'exagération du gradient dans les formations du Dévonien inférieur semble résulter de leur nature gréseuse : le grès est une des roches les plus « froides » qui soient. N'étaient les observations faites dans le bassin du Pas-de-Calais, je serais porté à croire, en outre, dans le cas du Val Benoit, à l'influence de la circulation d'eaux superficielles, ou encore des affleurements.

Le faible gradient géothermique du Houiller pourrait résulter de la proportion relativement forte de schistes

argileux dans la constitution des assises de Chatelet et de Charleroi. Mais il pourrait aussi trouver son explication, tout au moins partielle, dans une productivité calorifique résultant de ce que la transformation des houilles, qui a entraîné leur amaigrissement au cours des âges géologiques, ainsi que l'indiquent les lois de Hilt et de Marcel Bertrand (cf. chap. IX, n° 87), va toujours se poursuivant. M. Leprince Ringuet (1907*b*, p. 79) a trouvé dans les couches de houille une température légèrement supérieure à celle du mur et du toit. De même, la variation brusque de la température au passage de failles de charriage pourrait être considérée comme résultant du réveil continuel de leur jeu direct ou par plissement, qui provoque, d'autre part, les tremblements de terre (cf. chap. XIX). Mais ce pourrait être, plus simplement, une conséquence de la discontinuité des caractères physiques du gisement, qui contrarierait la propagation de la chaleur.

8. A grande profondeur. l'effet de l'exploitation est, en tout cas, de provoquer assez rapidement une baisse de la température des roches largement découvertes par les travaux miniers. Tous les observateurs (cf. Libert 1897 et ci-après Annexe I) sont d'accord sur ce point.

Là où il n'existe pas de morts terrains, où les exploitations ont débuté aux affleurements et ont progressivement été portées en profondeur, la situation est des plus favorables. Le rôle joué par les eaux descendantes froides est vraisemblablement très important. Ce serait l'explication du fait que « le Houiller de Charleroi a un calorique moindre que celui du Borinage » (Stassart, 1900).

En effet, les températures maxima de la roche seraient :

A Charleroi, à 1,254 mètres	34°,5 C.
Dans le Couchant de Mons, à 1,134 mètres. .	48°,0 C.
En Campine (Winterslag), à 660 mètres[1] . .	33°,6.

(1) Débuts de l'exploitation.

Une enquête faite en 1909 à l'initiative de la *Fédération des Associations charbonnières de Belgique* (ANONYME, 1909), fournit d'ailleurs d'intéressantes données sur la température et l'humidité de l'air dans les charbonnages de Belgique, facteurs d'une importance plus immédiate pour l'exploitation. (Cf. STASSART, 1900, p. 395.)

ANNEXES AU CHAPITRE XXIII

I

Données inédites sur la situation géothermique des gisements houillers de la Belgique.

J'ai cherché à réunir les données inédites, et, en présence du petit nombre d'observations, à faire exécuter de nouvelles mesures.

Je groupe ici les détails qui m'ont été obligeamment communiqués.

A. Gisement de la Campine.

1. SONDAGE N° 74, A GENCK (ZWARTBERG).

Concession charbonnière des Liégeois, en Campine.

(Communiqué du 20 août 1915 de M. DENIS, Ingénieur en chef)

(Coupe géologique détaillée
in ANNALES DES MINES DE BELGIQUE, t. XV, p. 1347.)

Thermomètre Negretti-Zambra, à maximum,
sous bombe en verre.

[pour description cf. VAN DER GRACHT et TESCH, 1911, pp. 29-30, fig.]

Cote de l'orifice : + 80,845 [Nivellement de M. Dehalu].

Profondeur de la mesure en mètres	Température en degrés centigrades
266	15.0
290	15.5
315	16.0
340	16.0
494	22 0
561	23.5

Conclusion. — Le forage étant situé sur un vaste plateau, on déduit de ces nombres que le gradient géothermique entre 266 et 561 mètres est 34.70 (Sauf 3 mètres à la base, exclusivement morts terrains.)

2. SONDAGE N° 76, A EYSDEN.

Concessions réunies de Sainte-Barbe et Guillaume Lambert.

[Communication du 18 juillet 1913 de M. Demeure, Directeur]
(Coupe géologique encore inédite)

Thermomètres spéciaux à maxima par étranglement,
placés à suspension élastique dans un obus métallique,
[pour description cf. Leprince Ringuet, 1907*b*, p. 71]

Cote approximative de l'orifice : 45 mètres.

SONDAGE N° … EYSDEN.

Mode de forage	Profondeur en mètres			Mode de descente de la bombe	Dates et heures			Durée de la pose	Lectures des thermomètres en degrés centigrades					OBSERVATIONS
	du trou	de la base du tubage	de la mesure		fin du forage	fin descente bombe	comme… relève… bomb…		10-30	20-40	30-50	40-60	moyenne	
?	350,00	197,00	**300,00**	?	15 IV 09 9 h. 30	15 IV 09 11 h. 45	15 IV … 13 h. …	2 h.	20,8	—	—	—	**20,8**	
?	350,00	197,00	**344.00**	?	15 IV 09 9 h. 30	15 IV 09 14 h. 30	15 IV … 17 h. …	3 h.	—	21,8	—	—	**21,8**	
?	391,00	366,00	**385,00**	Câbles	?	9 V 09 4 h. 15	9 V … 18 h.	13 h. 45	—	22,9	—	—	**22,9**	
Couronne	439,70	366,00	**420,00**	?	15 V 09 23 h. 30	16 V 09 5 h. 30	16 V … 15 h. …	9 h. 45	—	24,8	—	—	**24,8**	
Trépan	457,05	445,00	**450,00**	Tiges et câbles	29 V 09 2 h. 30	29 V 09 6 h.	1 VI … 7 h. …	23 h. 15	24,8	25,2	—	—	**25,0**	Influence probable d'eaux profondes.
Couronne	560,85	460,50	**555,00**	?	26 VI 09 3 h. 30	26 VI 09 6 h.	28 VI … 13 h.	55 h.	—	30,9	31,3	—	**31,1**	
Id.	622,90	573,03	**615,00**	?	11 VII 09 4 h. 15	11 VII 09 8 h.	12 VII … 6 h.	22 h.	—	34,4	34,6	—	**34,5**	
Id.	748,95	573,03	**685,00**	Tiges et câbles	25 VII 09 2 h. 30	25 VII 09 6 h.	26 VII … 6 h.	24 h.	—	36,0	36,2	—	**36,1**	
Id.	779,70	573,03	**773,00**	?	1 VIII 09 2 h. 30	1 VIII 09 6 h.	2 VIII … 6 h.	24 h.	—	29,2	—	—	**29,2**	Inadmissible.
Id.	832,80	573,03	**825,00**	?	8 VIII 09 1 h. 30	9 VIII 09 6 h.	9 VIII … 6 h.	24 h.	—	—	45,2	—	**45,2**	
Id.	910,40	830,27	**905,00**	Tiges	21 VIII 09 23 h. 30	22 VIII 09 6 h.	23 VIII … 6 h.	24 h.	—	—	—	49,2	**49,2**	
Id,	956,80	830,27	**955,00**	?	29 VIII 09 3 h. 30	29 VIII 09 6 h.	30 VIII … 6 h.	24 h.	—	—	—	50,4	**50,4**	
Id.	1165,10	1007,37	**1100,00**	?	2 V 10 23 h.	3 IV 10 6 h.	4 IV … 6 h.	24 h.	—	—	—	59,5 60,0 60,0	**60,0**	

SONDAGE N° … KYSDEN.

Mode de forage	Profondeur en mètres			Mode de descente de la bombe	Dates et heures			Date de la pose	Lectures des thermomètres en degrés centigrades					OBSERVATIONS
	du trou	de la base du tubage	de la mesure		fin du forage	fin descente bombe	comm… relè… bom…		10-30	20-40	30-50	40-50	moyenne	
?	84,00	84,00	**82,00**	cable?	—	—	—	…	15,1	—	—	—	**15,1**	Trou à 102.50, bouché jusqu'à 84,00. Eau à 3 mètres sous plancher. Douteux. Eau à 3 mètres sous plancher.
Couronne	152,90	129,18	**150,00**	cable?	14 XI 09 4 h.	14 XI 09 6 h.	15 XI … 7 h.	…	23,0	—	—	—	**23,0**	
Couronne	198,95	129,18	**190,00**	cable?	21 XI 09 0 h.	21 XI 09 7 h.	22 XI … 7 h.	…	21,8	—	—	—	**21,8**	
Trépan	229,00	222,55	**225,00**	?	28 XI 09 5 h. 30	28 XI 09 7 h.	29 XI … 7 h.	…	20,9	21,6	—	—	**21,3**	
Trépan	274,90	222,55	**270,00**	?	4 XII 09 3 h.	4 XII 09 5 h.	6 XII … 7 h.	…	19,2	au-dessous de 20	—	—	**19,2**	Injection se perd. Niveau à 4m,40 sous plancher. Après nettoyage, niveau jaillissant à 10.95 au dessus plancher.
Couronne	368,65	317,95	**368,00**	?	1 I 10 4 h. 30	1 I 10 7 h.	3 I … 7 h.	…	23,0	22,6	—	—	**22,8**	Venue d'eau insignifiante.
Trépan	447,80	317,95	**440,00**	?	13 I 10 5 h.	17 I 10 8 h.	17 I … 13 h.	…	(?)	(?)	—	—	**23,7**	
Couronne	545,40	496,90	**540,00**	cables 150m tiges	6 III 10 5 h.	6 III 10 10 h.	7 III … 7 h.	…	26,0	26,4	—	—	**26,2**	
Couronne	791,10	746,80	**785,00**	tiges	17 IV 10 2 h.	17 IV 10 6 h.	18 IV … 6 h.	…	—	au-dessus de 40	41,3	—	**41,3**	
Couronne	852,20	746,00	**845,00**	tiges	24 IV 10 4 h.	24 IV 10 7 h	25 IV … 6 h.	…	—	—	48,6	51,0	**49,3**	
Couronne	983,00	898,70	**970,00**	tiges	22 V 10 3 h. 30	22 V 10 8 h.	23 V … 6 h.	…	—	—	—	59,3	**59,3**	

Conclusions : Le sondage n° 76 étant situé au milieu de la large vallée de la Meuse, il résulte de ces essais que, dans les morts terrains, d'une épaisseur totale de 446m,20, le gradient géothermique est moyennement de 35,8 au-dessous de la profondeur de 300 mètres.

Dans le Houiller, le gradient géothermique serait moyennement de 18,6 entre 450 et 1,100 mètres. Certaines observations faites à la mine de Winterslag fournissent un résultat analogue : 18,3, mais qu'il convient de considérer comme trop faible. Il est probable que la température relevée au sondage 76 à la profondeur de 450 mètres est trop basse. Tout comme à Winterslag, ce serait par influence d'eaux descendantes. Contrairement à ce qu'indique la rectification proposée à la planche IX, la température de 24,8°C relevée à la profondeur de 420 mètres serait plus exacte. Dans cette hypothèse, le gradient moyen entre 420 mètres et 1100 mètres ne serait encore que 19,3. Le graphique indique qu'il augmente vers la base du sondage, zone gréseuse et pauvre en houille.

3. SONDAGE N° 81, A EYSDEN.

Concessions réunies de Sainte-Barbe et Guillaume Lambert.

[Communication du 18 juillet 1913 de M. Demeure, Directeur].

[Coupe détaillée : Annales des Mines de Belgique, t. XVI, p. 217].

Thermomètres spéciaux, à maxima par étranglement, de la maison Thurneyssen placés à suspension élastique dans un obus métallique [pour description cf. Leprince Ringuet, 1907*b*, p. 71]

Cote approximative du plancher repère : + 42 mètres.

Voir tableau ci-devant p. 106.

Remarques générales. — Les résultats obtenus à 150 mètres, 190 à 225 mètres sont plus que douteux. Il en est probablement de même de celui à 82 mètres. Il semble y avoir eu manque de précautions. Le rapport signale la possibilité d'une erreur du personnel qui, lors de la relevée, aurait employé de l'eau chaude pour nettoyer l'obus. C'est une preuve effective de la délicatesse des mesures à faible profondeur.

Conclusions. — Ce sondage étant situé sur la basse terrasse, largement développée, de la vallée de la Meuse, on calcule : gradient géothermique moyen des morts terrains entre 82 et 440 mètres : 41m,4

résultat douteux, parce que la température à 82 mètres est probablement anormale ; entre 270 et 440 mètres, gradient géothermique moyen : 37,8.

Gradient géothermique moyen du Houiller entre 540 et 970 m. : 13,0 résultat douteux. Entre 540 et 745mètres : 13,6.

D'ailleurs, les résultats de plusieurs mesures, par exemple à 845 mètres et 970 mètres, ne peuvent être acceptés que sous toutes réserves. La note, jointe au carnet d'expériences, signale que l'obus avait été rempli d'eau, afin d'augmenter sa conductibilité calorifique. Il semble en être résulté, à grande profondeur, une compression des thermomètres. L'examen du diagramme (fig. 3, pl. IX) est à cet égard des plus suggestifs.

4. SIÉGE DE WINTERSLAG, A GENCK.

Concession de Winterslag.

[Communications de MM. SEUTIN, Directeur de Travaux, et JEAN WATELET, ingénieur]

[cf. coupes : du sondage n° 75, situé à 75 mètres au Nord, ANNALES DES MINES DE BELGIQUE, t. XV, p. 1346; des puits : *Ibid.*, t, XX, p. 1248]

Cote l'orifice des puits : 76m,50.

a) *Nappe aquifère de la surface du Houiller.*

Dans le puits n° 1, cette nappe, trés légèrement inclinée vers le Nord, était drainée par un banc de schiste bitumineux cassotté, recoupé à la profondeur de 493m,70. La venue, très importante, avait une température constante de 25°, d'aprés des mesures répétées faites par M. Watelet, à l'aide d'un thermomètre étalonné.

Dans le puits n° 2, la température de la venue d'eau, qui sourdait au contact du Houiller, mesurée par M. Watelet, à l'aide du même thermomètre, était de 24° C, la profondeur étant de 484 mètres.

(Pour détails, cf. RENIER, 1920*c*, p. 728).

b) *Avaleresse du puits n° 1.* — Pour mémoire, au cours du creusement du puits n° 1, une mesure a été faite par M. Watelet, à la profondeur de 696 mètres. Trou légérement plongeant de 0m,65 de longueur, à 0m,50 du fond. Thermomètre étalonné. Poses de deux heures. Deux mesures concordantes : 31° C.

b) *Mesures effectuées en galeries*, par M. Watelet, au cours des travaux de préparation des premiers étages d'exploitation. — Thermomètres étalonnés, placés dans un tube protecteur avec enveloppe d'eau. (Pour détails, voir l'annexe II A ci-après).

STATION		TROU DE SONDE			DAT…	AIR		ROCHE		OBSERVATIONS
Nos	Situation	nature roche	orientation longueur	état		…	tempér. d. centig.	durée pose	tempér. d. centig.	
1	Bouveau Sud 540m, 130m du puits .	Schiste psammitique.	2m50 légèrem[t] montant	sec	26 V…	…	25,0	30 m.	27,5	Plusieurs jours entre forage et essai.
				»	6 VI…	…	25,0	30 m.	27,5	Bouveau ventilé par canars.
2	. Id. 140m du puits .	Id.	2m,30	sec		…	25,0	45 m.	27,7	Plusieurs jours entre forage et essai.
				»		…	25,0	30 m.	27,5	Ventilation par canars.
3	Bouveau Sud 600m, 130m du puits .	Schiste zonaire compact.	2m,70	sec	2 VI…	…	27,5	45 m.	30,2	Plusieurs jours entre forage et essai.
				»	12 VI…	…	28,0	60 m.	30,5	Ventilation par canars.
4	Bouveau 600m, de recoupe du Burquin no 1, à 4m du burquin.	Schiste gris argileux.	1m,30	légèrement humide	16 I…	…0 m.	28,9	40 m.	30,25	24 h. entre forage et essai. Aérage par canars à 4 m. en arrière.
			»	»	23 I…	…h.	29,8	24 h.	30,5	Aérage coupé à 180 m. en arrière.
			»	»	31 I…	…h.	30,6	36 h.	30,9	
5	Bouveau Sud 600m, 178m du puits .	Schiste gris doux zonaire.	?	sec	16 I…	…m.	26,8	45 m.	30,4	Forage effectué le 15-1-18.
			?	»	17 I…	…m.	27,0	90 m.	30,0	
6	Burquin no 1 à 558m,60.	Schiste doux	2m	humide	21 I…	…m.	23,0	110 m.	28,7	Burquin creusé de bas en haut. Trou foré depuis depuis 3 jours. Aérage par canars soufflants.
7	Bouveau midi 600m, à 240m du puits.	Schiste doux zonaire.	1m,90	humide	22 I…	…m.	29,7	70 m.	30,8	Aérage à canars soufflants à 60 m. en arrière
			»	»	31 I…	…h.	30,7	36 h.	30,8	depuis plusieurs jours. Trou de sonde foré le 19-1-18.
8	Bouveau midi 600m, à 230m du puits .	Schiste gris doux.	2m	assez humide	24 I…	…h.	29,9	12 h	31,0	Aérage par canars soufflants à 50 m. en arrière.
			»	»	1 II…	…h.	30,5	30 h.	31,0	
9	Burquin no 1, à 572m,30.	Schiste psammitique.	2m	humide	5 II…	…m.	25,2	120 m.	29,1	24 h. entre forage et essai. Aérage par canars soufflants. Thermomètre 18739.
					6 II…	…m.	25,2	120 m.	29,1	
10	Bouveau midi 540m, à 380m du puits .	Schiste psammitique.	1m,80	sec	5 II…	…m.	26,2	120 m.	28,2	24 h. entre forage et essai.
			2m,10	»	6 II…	…m.	26,8	120 m.	28,7	
			»	»	7 II…	…m.	26,2	60 m.	28,2	
11	Veine 5, 3 voie Levant, à 540m. . .	»	»	»	30 VIII…	…	28,4	»	»	
12	Veine 5, 3e voie Couchant, à 540m. .	»	»	»	?	…	27,6	»	»	
13	Communication Est-Ouest 660m, paroi Nord, 65m Ouest puits no 1 . . .	»	2m	?	?	»	»	16 h.	32,6	Canar soufflant à quelques mètres.
14	Idem 70m du puits	»	2m	sec	?	…	»	48 h.	33,0	Id.
15	Idem 75m du puits, à front du bouveau, paroi Nord	»	»	»	»	…	»	»	36,6	Pose de plusieurs jours.

Nota.— Monsieur l'Ingénieur en chef-Directeur V. Firket (1920*a*, p. 722), a signal… …van Herckenrode avait contrôlé trois mesures de température de roche donnant à la profondeur de 540 mètres; 28,2c. ; de 600 mètres, 31c., et de 660 mètres, 33,8c.

Remarques. — *a*) La nappe aquifère de la zone superficielle du Houiller, au dessous des marnes sénoniennes, est, comme la surface du Houiller, si légèrement inclinée vers le Nord qu'elle pourrait, en première approximation, être considérée comme horizontale sur la surface ici intéressée. Comme cette nappe a d'ailleurs été captive jusqu'au creusement de ces puits, sa température pourrait donc être considérée comme étant celle de la roche. Nous verrons qu'il y a probablement une légère erreur.

b) La mesure effectuée en avaleresse est erronée et, malheureusement, beaucoup trop basse. Les observations faites en galeries le prouvent bien.

c) En galeries, les trous de sonde devraient avoir une profondeur importante et sans doute exagérée pour que la température à fond de trou ne fut pas influencée par la paroi. Les expériences faites à la station 4 le prouvent bien. Aussi convient-il de faire un choix entre ces mesures, encore que la considération de leur ensembles soit de nature à calmer certains doutes. Ne pouvant rechercher l'influence de facteurs locaux, j'admets à 540 mètres, 28°5 (10); à 600°, 30°,9(4); à 660 mètres, 33°,6 (15).

Conclusions. — Ainsi qu'il vient d'être dit, la surface du Houiller étant plate, on pourrait admettre qu'il y règne uniformément dans le champ d'exploitation considéré, la température de la nappe aquifère, soit 24° environ, à 484 mètres ou 25° à 493^{m},70.

Le gradient géothermique moyen du Houiller serait ainsi entre 484 mètres et 660 mètres, de 18,3.

En ne tablant que sur les expériences faites en galeries entre 540 mètres et 660 mètres, on trouve cependant que le gradient géothermique du Houiller n'est pas inférieur à 23,5.

Si le gradient géothermique avait même valeur entre 484 mètres et 540 mètres, qu'entre 540 mètres et 660 mètres, la température à 484 mètres devrait être de 26.2° C.

Il faut selon toute vraisemblance, y voir la preuve que la nappe aquifère du sommet du Houiller s'alimente surtout en amont pendage, dans une zone moins profonde, et à certaine distance, ce qui est vraisemblable étant donnée l'importance de la venue au puits n° 1.

5. SIÉGE DE KLEINE HEIDE, A COURSEL.

Concession de Beeringen-Coursel.

[Communication de M. LECOMTE, Directeur des travaux]

Cote approximative de l'orifice des puits : 38 mètres.

Au cours de l'enfoncement du puits n° 2, une forte venue d'eau a été rencontrée à la profondeur de 650 mètres. Elle résultait probablement du drainage à distance, par un banc fissuré, de la nappe aquifère de la base des morts terrains. Sa température était de 29°,4.

NOTE. Les observations ultérieures permettront sans doute de préciser la valeur de cette mesure. A s'en rapporter aux constatations faites au siége du Winterslag, cette température pourrait bien être un tantinet trop basse.

B. — Gisement de Haine-Sambre-Meuse.

1. SIÉGE DU VAL-BENOIT, A LIÉGE.

Concession de Sclessin-Val Benoit.

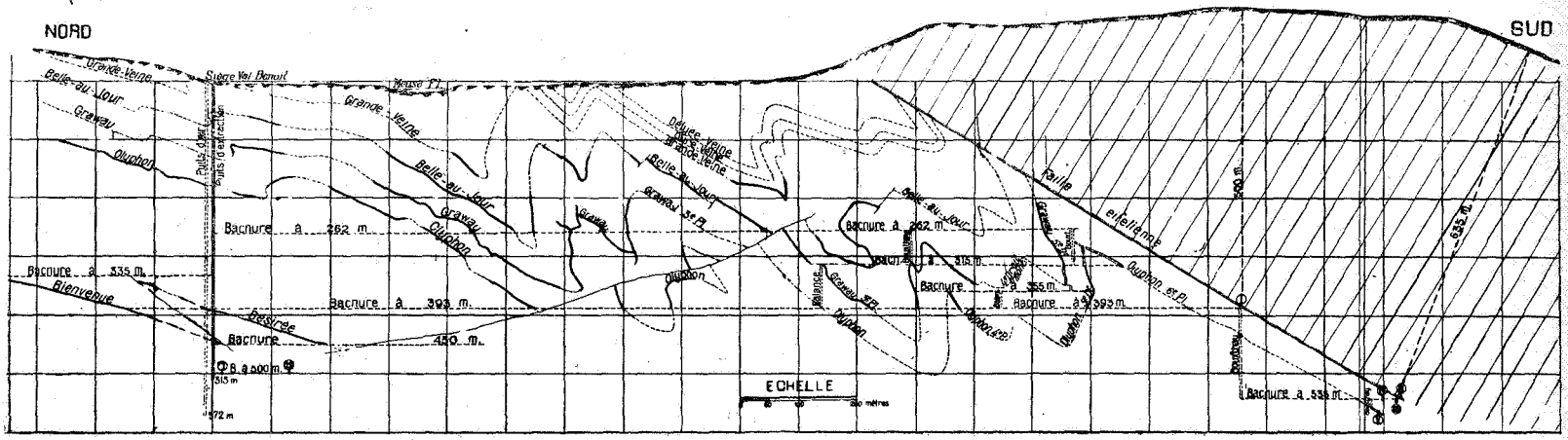
[Communications de MM. TILLEMANS et DE CAUX, directeurs des travaux].

Mesures effectuées par M. HALLOT, ingénieur divisionnaire.

A l'inverse de ce qui existe en Campine, la situation d'un charbonnage est, dans ce bassin, si variable, qu'il convient de bien préciser les situations. Je reproduis donc une coupe verticale transversale, sur laquelle sont repérées les stations de mesure. C'est une mise à jour de celle publiée par M. Stainier (1910, pl. IV).

La faille eifelienne a, en effet, en 1916, été recoupée à nouveau et à plus grande profondeur, par la bacnure ou travers bancs Sud, dit à 550 mètres, au niveau de 533 mètres du siège Val Benoit. Ainsi que je l'ai constaté, la galerie avait pénétré de un mètre environ dans les schistes lie de vin, bigarrés de vert, du Dévonien inférieur, après avoir traversé un paquet épais d'environ 0^m90 de calcaire gris clair très disloqué, dans lequel toutes recherches de fossiles furent vaines. Immédiatement au dessous du calcaire, les schistes houillers sont en

Coupe transversale des travaux du siége Val Benoit du Charbonnage du Bois d'Avroy.



allure normale de plateure pied Sud, allure concordant avec celle de la couche Olyphon, reconnue par un avalement.

A ma demande quelques mesures de température furent faites à des dates rapprochées. Les résultats complets en sont consignés au tableau suivant.

Le thermomètre employé était un instrument poinçonné, gradué en 1/10 de degré centigrade. Immédiatement avant usage, il fut obligeamment vérifié par le Bureau Central du Service des Poids et Mesures, et reconnu suffisamment exact.

Pour procéder à ses constatations en milieux non ventilés, M. Hallot s'est muni d'un appareil respiratoire et d'une lampe électrique portative.

Voir tableau page 116.

REMARQUES. — 1) Etant donnée la configuration assez accidentée du terrain du Bois d'Angleur, entre les vallées de la Meuse et de l'Ourthe, il faut évidemment, pour les stations I et II-V, rechercher la distance minimum à l'atmosphère, ainsi qu'il est indiqué au croquis de coupe.

2) Les stations VI-VII et VIII distantes en plan d'environ 2700 mètres, se trouvent cependant dans des situations comparables, étant situées toutes les deux sous la plaine de la Meuse. L'une et l'autre ne peuvent cependant être tenues pour absolument exactes, la température de la roche est trop différente de celle de l'atmosphère.

CONCLUSIONS. — 1) La comparaison des observations VII et VIII donne le seul résultat direct, soit un gradient géothermique moyen du Houiller de 30^m6. Ce nombre pêche probablement par excès, la température relevée à 602 mètres étant relativement trop basse.

2) La comparaison des températures mesurées aux environs de la faille eifelienne, d'une part, en plein massif houiller, d'autre part, donne une idée des différences de gradient géothermique, pour autant qu'on tienne compte du fait que la température moyenne à la profondeur de 25 mètres est d'environ 10°C en tout point. Le gradient géothermique moyen du Dévonien ressort approximativement à 63 mètres (II-IV) ou 54 mètres (I), tandis que celui du Houiller serait de 33 mètres (VII ou VIII).

SIÉGE DU VAL-BENOIT, A LIÉGE.

N° d'ordre	SITUATION Profondeurs en mètres par rapport au puits Val Benoit (altitude 72m,37)	TROU DE SONDE			Température en degrés centigrades		OBSERVATIONS
		Nature de la roche	Longueur	Etat	Air	Roche	
I	Tête du puits intérieur 393-550. Prof. 383.30	schiste houiller	1.20	humide	18.83	18.83	Aérage coupé depuis plusieurs jours.
II	Front de la Baenure Sud dite à 550m. Prof. 530.13.	schiste dévonien	0.40	sec	19.43	19.23	Aérage coupé.
III	Idem, 4m en arrière	schiste houiller	1.20	sec	19.43	19.33	
IV	Idem, 28m en arrière du point 2	layette	1.20	sec	19.43	19.43	
V	Fond avalement dans Olyphon. Prof. 552,57	houille	1.20	sec	21.23	19.13	
VI	Bacnure Sud à 500m. 15m du puits. Prof. 507.22.	schiste houiller	1.50	?	14.53	21.83	Puits à 500m depuis 2 ans; puits d'aérage, distant de 25 m, depuis 6 ans. Bacnure en cul de sac de 6m sur la communication entre puits.
VII	Idem, 130m du puits	»	3.30	sec	24.33	25.03	Aérage coupé depuis 38 heures.
VIII	Bacnure Sud à 602m du siége Grand Bac, à 65m des puits. Prof. 608,02 (Val Benoit .	layette	3.50	humide	23.03	28.33	Puits à cette profondeur depuis 3 ans. Trou montant

SIÈGE N° 10 (CERISIER), A MARCINELLE. (CHARLEROI).

Concession de Marcinelle Nord.

(Communications de M. FONTAINE, Directeur des travaux)

Mesures de M. URBAIN, ingénieur divisionnaire.

Cas particulièrement intéressant. Les puits de cette fosse, déjà ancienne, qui avait servi à l'exploitation du faisceau supérieur de Marcinelle Nord (cf. chap. XI, n° 26, p. 950) ont, en effet, été portés rapidement à grande profondeur, principalement au cours des années d'occupation. Ils ont ainsi traversé la zone failleuse correspondant au passage de la faille d'Ormont, le massif de Malonne, une zone failleuse soulignant le passage de la faille du Carabinier et ont finalement atteint le gisement du Poirier. Des travers bancs ont, d'autre part, été poussés en reconnaissance jusqu'en dehors du champ d'exploitation du gisement supérieur.

Des mesures ont été effectuées, tant en avaleresse qu'en galerie, à l'aide de thermomètres préalablement comparés à des étalons, et placés sous tubes en verre avec gaîne d'eau.

Les résultats de ces mesures sont consignés au tableau ci-après :

STATION		TROU DE SONDE		TEMPÉRATURES en degrés centigrades		DATE
N°	Situation profondeur par rapport au puits n° 10 (altit 170,90 m.)	Nature de la roche fond trou	Longueur orientation	Air	Roche	
1	Bouveau Sud 865 m. à 785 m. du puits d'air. Prof. 860 m.	Schiste	1.00 montant	25,2	26,0	— XII 18
2	Id. à 950 m. du puits d'aérage. Profond. 858 m. .	Escailles	1.00 montant	28.0	28,0	18 V 19
3	Avaleresse puits aérage. Profond. 973m50	Schiste inclin. 15°	1.00 montant	23,0	28,0	— XII 18
4	Id. Profond. 1053m00 . .	Schiste	1.00 montant sec	29,0	31,0	18 V 19
5	Id. Profond. 1071m50 .	Schiste inclin. 70°	1.00 horizontal	29,0	31,0	?
6	Id. profond. 1080m00 . .	Schiste inclin. 60°	1.00 horiz. sec	27,5	31,0	
7	Id. Profond. 1100m00 . .	Schiste inclin. 60°	1.00 horiz. sec	29,0	31,0	
8	Id. Profond. 1128m00 . .	poudingue inclin. 16°	1.00 horizontal humide	30,0	31,5	
9	Id. Profond. 1153m00 . .	Schiste	1.50 humide horizontal	29,5	31,5	
10	Id. Profond. 1181m00 . .	id.	1 50 horizontal humide	30,0	31,7	
11	Id. Profond. 1198m00 . .	id.	1.50 horizontal humide	32,5	33,0	
12	Id. Profond. 1221m00 . .	id.	1 50 horizontal humide	32,0	33,5	
13	Id. Profond. 1235m00 . .	psammite	1.50 horizontal humide	32,5	33,7	
14	Id. Profond. 1254m30 . .	Schiste mur inclin. 45°	1.50 normal, sec	?	34,5	

Trois mesures ont, en outre, été faites au puits n° 12 (alt. 144^{m},10), par M. Govaerts, ingénieur divisionnaire, dans un puits intérieur, à la profondeur de 1,058 mètres, descendant vers la couche Dix Paumes. Elles ne sont qu'un intérêt relatif, l'écart entre les températures de l'atmosphère et de la roche étant trop grandes. Les résultats en sont d'ailleurs :

A 6 mètres de profondeur, trou horizontal 1^{m},30, en schiste, 30,5° c. ; air : 24° c.

A 9^{m},50 de profondeur, trou horizontal, 0^{m},90, mur de layette : 29° c.; air : 26° c.

A 19^{m}.50 de profondeur, trou horizontal, 1^{m},10, schiste : 33° c.; air : 26° c.

Remarque. — Je reproduis ces données à titre documentaire.

3. SIÉGES N^{os} 1 et 3, à FONTAINE-L'ÉVÊQUE.

Concession de Beaulieusart.

(Communication de M. Lagage, Administrateur gérant).

Mesures de M. Bovy, ingénieur.

Les essais suivants ont été faits au puits n° 1 pour renseignements. Il s'agit de travaux en pleine activité.

Au puits n° 3, la situation était, au contraire, assez typique. Cette fosse venait d'être créée. On creusait les premiers travers bancs en terrain vierge.

Les thermomètres avaient été contrôlés préalablement et trouvés satisfaisants.

Le tableau suivant condense les résultats.

Situation de la station	Profondeur du trou de sonde	DATE	Temps de pose	Température en degrés centigrades	
				Air	Roche
Puits n°1. Altitude 166 m	mètres				
Étage 590 m. Bouveau 190 M. Ouest . . .	1.15	2 VIII 17	1 h.	19.2	18.9
Étage 650 m. Bouveau 190 M. Ouest . . .	1.30	17 VII 17	1 h.	19.7	18.8
— Bouveau 400 M. Ouest . . .	1.30	2 VIII 17	1 h.	20.0	20.1
— Bouveau 600 M. Est	1.35	27 I 18	40 m.	17.7	20.0
Étage 710 m. Bouveau de 3 Sillons	1 10	18 VII 17	1 h.	20.3	21.4
— Bouveau Sud	1.50	18 VII 17	1 h.	21.2	20.0
Puits n°3. Altitude 166 m.					
Étag. 150m. Bouveau Nord toit Hougaerde . . .	1.35	27 VII 17	1 h.	12.8	15.5
Étag. 186m. Bouveau Nord 225 m.	1.20	15 IX 17	1 h.	15.0	14.0
— — 330 m.	1.25	12 II 18	50 m.	15.0	14.5

II.

Instructions pour l'exécution de mesures géothermiques dans les mines et dans les sondages.

Ayant eu l'occasion de rédiger les notes suivantes, en vue de certains des essais rapportés dans la première annexe, j'espère, en les reproduisant ici, rendre service à ceux qui voudraient tenter de nouvelles mesures.

A. — Charbonnages.

Choix des champs d'études. — L'exploitation ayant pour conséquence une perturbation du régime calorifique du gisement, notamment par suite de l'aérage et de l'épuisement, ce sont les siéges en préparation, surtout lorsqu'ils sont portés du coup à grande profondeur, qui constituent les champs d'étude les plus intéressants. Viennent ensuite, dans les charbonnages depuis longtemps déjà en exploitation, les approfondissements de puits, surtout s'ils sont importants, et les galeries isolées, travers bancs et chassages, principalement lorsqu'ils sont poussés en dehors et à grande distance du champ ordinaire d'exploitation. Il serait, en outre, désirable que des mesures fussent continuées pendant quelques années dans diverses stations. D'abord on obtiendrait ainsi des données exactes sur l'influence de l'exploitation. Grâce à elles il serait ensuite possible d'interprêter la portée réelle des mesures géothermiques effectuées dans les sondages de recherche, en vue de définir la limite d'exploitabilité en profondeur.

Méthode générale de mesure. — On peut mesurer la température soit de l'atmosphère, soit de venues d'eau, soit de la roche même. De façon générale, on préfèrera cette dernière. En effet, la température de l'atmosphère est influencée par des causes de perturbations trop nombreuses pour qu'il soit possible de les combattre. Cette température n'aurait d'ailleurs de signification qu'en atmosphère stagnante, condition difficilement réalisable dans les charbonnages grisouteux, à moins qu'on ne puisse utiliser des appareils permettant la pénétration dans les atmosphères irrespirables. Il est néanmoins utile de consigner en tout cas la température de l'atmos-

phère, afin de fournir un élément d'appréciation sur l'intensité probable des échanges de chaleur entre l'atmosphère des galeries et leurs parois. La température des venues d'eau réclame une interprétation, sur la base de la connaissance de leur régime. Les eaux descendantes sont plus froides, les eaux ascendantes plus chaudes que la roche sèche. Pratiquement la comparaison des températures de la roche sèche, d'une part, d'une venue d'eau, d'autre part, a surtout pour but l'examen de l'origine de cette venue d'eau.

Choix des stations de mesure. — De ce qui précède, il résulte que les stations seront de préférence choisies dans des endroits secs et en dehors de l'action trop directe du courant ventilateur.

Au point de vue des comparaisons, il y aurait d'ailleurs intérêt à placer une série de stations sur une même verticale; à varier, à même profondeur, la nature des roches; à observer la recoupe d'un même banc à divers étages, ou encore en plat et en droit; à opérer de part d'autre d'une faille, etc. Les variations de conductibilité ont en effet une influence. Pour déterminer, avec certitude, une valeur moyenne, il faut varier les conditions d'expérimentation.

Aménagement des stations. — La température de la roche se mesure, de règle, dans un trou de sonde. La distance du point de mesure à la surface libre doit être aussi grande que possible; mieux vaut diriger ce trou normalement à la paroi. Celle-ci étant, en général, verticale, le trou sera donc horizontal, ou, mieux, légèrement montant, afin de fournir aisément la preuve de sa siccité.

En outre, il devra ne pas dégager de grisou en quantité importante, car la détente du gaz provoque un refroidissement sensible.

On ne possède pas de données certaines sur la longueur au delà de laquelle il n'y a pratiquement plus intérêt à augmenter la profondeur du trou de sonde. Une longueur d'un mètre paraît être un minimum. Il conviendrait de poursuivre quelques expériences dans le but de fixer une règle pratique à cet égard.

Thermomètres. — Les thermomètres doivent, autant que possible, permettre la lecture du 1/10 de degré centigrade. Avec quelque habitude, cette approximation peut déjà être obtenue lorsque la graduation est faite en 1/2 degré.

La température de l'atmosphère des galeries étant parfois supérieure, même à grande profondeur, à celle de la roche, on ne peut recommander de façon sûre l'emploi de thermomètre à maxima.

Mieux vaut employer un thermomètre lent, ou rendu tel par une enveloppe d'eau. A cet effet, à l'aide de bouchons rainurés, qui soutiennent ses extrémités, le thermomètre est placé dans l'axe d'un tube épais en verre dur, tels que ceux qu'on emploie dans les indicateurs de niveau d'eau de chaudières. Ce tube est fermé à une extrémité par un manchon plein, à l'autre par un bouchon perforé permettant la dilatation de l'eau, dont on remplira le tube. Le tout est monté à l'extrémité d'un bourroir dont le diamère, à l'état humide, est légèrement inférieur à celui d'un trou de sonde. La gaine d'eau, faisant office de lentille, facilite d'ailleurs la lecture. Il a parfois été fait emploi de thermomètres, dont la colonne émergeait du trou de sonde. Semblables instruments de construction spéciale sont très coûteux et réclament d'ailleurs une compensation ou une correction délicate, s'il existe une notable différence de température entre le fond du trou et la paroi. Il est plus économique et plus sûr d'utiliser un thermomètre assez trapu que l'on engage, cuvette en avant, jusqu'au fond du trou de sonde.

En outre du thermomètre sonde, il faut disposer d'un second thermomètre pour la mesure de la température de l'atmosphère à proximité du trou de sonde. Une gaîne d'eau, empêchant toute erreur par échauffement (contact des doigts, lampe), est ici des plus utiles.

Mesures. — Attendre toujours quelques heures après le forage du trou, afin de laisser l'équilibre de température se rétablir. Le travail mécanique échauffe la roche; le curage pneumatique du trou, parfois employé, la refroidit.

Laisser le thermomètre en station une demi heure, ou plus, suivant sa masse.

Répéter la mesure jusqu'à concordance de deux lectures successives. A cet effet, les noter toutes, dans l'ordre chronologique.

Le thermomètre aura été étalonné préalablement et sera comparé de temps à autre, à l'état sec, à un étalon.

Carnet d'obervation. — Le carnet consacrera une page à chaque station.

Pour chaque station et en tête de page, on note une fois pour toutes: *a)* son numéro d'ordre, *b)* sa position géographique (longitude, latitude et altitude par rapport à l'origine de coordonnées des plans du siége); *c)* la nature lithologique et l'allure de la roche, dans aquelle est foré le trou de sonde; s'il existe des albums de coupes,

l'indication graphique de la station y sera reportée. Au besoin, on conservera un échantillon; *d*) la profondeur du trou de sonde et sa distance à la paroi libre.

Pour chaque observation, on note : *a)* le nom de l'observateur; *b*) la date de l'observation; *c*) l'état du trou de sonde (eau, grisou); *d*) le numéro et la marque des thermomètres employés, 1) pour la roche, 2) pour l'atmosphère près de la paroi; *e*) les temps de pose; *f*) les températures relevées: 1) roche, 2) air; *g*) les températures corrigées.

Le carnet renfermera encore les dates et résultats d'étalonnage des thermomètres, à moins qu'on ne conserve ce document avec la mise au net du carnet, afin d'éviter une perte totale, au cas où la minute viendrait à s'égarer.

B. Sondages.

Plan de travail. — Les observations consistent exclusivement en déterminations de la température en profondeur.

S'il s'agit de décider de l'exploitabilité d'un gisement, il peut paraître suffisant de mesurer une seule fois la température, et ce, au fond même du trou de sonde. Cependant, même dans ce cas, il est à recommander d'échelonner les mesures depuis la surface jusqu'au fond, de manière à déterminer la conductibilité calorifique des diverses assises géologiques, le flux de chaleur étant supposé constant. C'est seulement dans ces conditions, que les résultats d'une recherche isolée sont susceptibles de fournir une base sérieuse à l'essai de généralisation qu'on est logiquement porté à tenter dans la plupart des cas. Il est donc de bonne règle de procéder, dans le cas de sondages profonds, à une série de mesures thermométriques depuis l'orifice jusqu'au fond du trou.

Choix des stations. — Les profondeurs, auxquelles se produisent les contacts de formations lithologiquement différentes, seront des stations à préférer à toutes autres.

Dans les intervalles, il conviendra de faire quelques mesures, afin de s'assurer de la régularité d'allure de la loi d'accroissement de la température.

Une mesure à la profondeur limite clôturera la série.

Pour le surplus, un examen de la situation permettra de prendre décision spéciale dans chaque cas particulier.

Organisation d'ensemble du travail. — Les mesures peuvent se faire séparément ou simultanémnnt sur une grande partie ou sur toute la hauteur du trou.

Des mesures simultanées paraissent devoir mieux préciser les relations de l'ensemble à un moment déterminé; mais elles réclament, outre une préparation délicate, une telle extension de l'outillage spécial, qu'il est rarement possible de les pratiquer.

Les mesures faites à une certaine hauteur au-dessus du fond du trou sont d'ailleurs sujettes à des chances d'erreur plus nombreuses que celles faites à fond de trou. Les tubages, voire la suspension de la sonde, mais surtout l'air ou l'eau qui emplissent le trou, sont le siège de courants de convexion, qui modifient profondément la situation thermique. S'il existe, à l'endroit de la mesure, une notable différence de diamètre entre le trou de sonde et les tiges de suspension, il faut, de toute nécessité, isoler la section intéressante par des clapets, sous peine de commettre une erreur que l'expérience a prouvé pouvoir être de plusieurs degrés centigrades.

Il est donc à recommander de procéder, dans la plupart des cas, par mesures isolées, pratiquées à fond de trou ou à peu près, la présence de rechutes pouvant donner lieu à certaine réserve.

En présence des règles à suivre pour le choix des stations, ce mode d'organisation du travail pourrait paraître d'une application délicate. Il semblerait plus indiqué de faire dépendre la position des emplacements de mesure, non de la situation géologique, mais plutôt des particularités techniques. Afin d'éviter le danger créé par les rechutes, on procéderait à une mesure peu après la pose, c'est-à-dire peu en dessous de la base de chaque tubage. D'autre part, la reconnaissance de la position du contact de deux formations lithologiquement différentes réclame souvent un certain temps, pendant lequel le travail de forage peut avoir été particulièrement actif. On perd ainsi l'occasion de faire, à point nommé, des mesures à fond de trou.

Mais des expériences répétées ont montré que les résultats de mesures faites à fond de trou au cours des travaux de remblayage étaient concordants avec ceux obtenus dans des conditions analogues au cours du forage, Dans les gisements houillers, surtout s'il s'agit de charbons à haute teneur en matières volatiles, on constate toutefois, à la longue, un léger échauffement attribué à l'oxydation. Dans les gisements salins, l'eau, emplissant le trou de sonde, doit être également saturée depuis un temps assez long.

L'organisation qui paraît être la plus recommandable, serait donc la suivante :

1° Toutes les mesures sont faites à fond de trou ;

2° Au cours du forage, on fera des mesures géothermiques dans les circonstances les plus favorables, eu égard à la sécurité du trou et au progrès normal de l'approfondissement, surtout en cas de concurrence ;

3° Au cours du remblayage, on complètera le réseau de mesures, en ayant soin de faire quelques essais de contrôle à des points déjà relevés au cours de la descente.

N. B. — Il est constant que les éboulements et les venues d'eau, consécutifs à l'enlèvement des tubages, contrarient les mesures géothermiques au cours du remblayage. Il serait donc téméraire de ne procéder à aucune mesure au cours du forage, dans l'espoir de pouvoir les exécuter toutes au cours du remblayage.

Appareillage. — A. *Thermomètres.* — Les thermomètres employés sont tous des thermomètres à mercure.

Des thermomètres électriques ont cependant fait l'objet de brevets et même d'essais ; mais jusqu'ici aucun rapport n'a été publié qui fournisse des données circonstanciées sur leur emploi. Semblables thermomètres pourraient présenter de sérieux avantages. Tout d'abord au point de vue de la rapidité des mesures : par suite de leur moindre fragilité, d'une part, celle des thermomètres en verre étant toujours une cause d'ennuis, et de leur grande sensibilité, d'autre part, les thermomètres à mercure devant être protégés contre la compression par une bombe, qui les rend plus lents. En second lieu, par suite de la plus grande exactitude des résultats : les thermomètres à mercure sont en général des thermomètres à maxima, qui enregistrent la température, non du point le plus profond, mais de la zone la plus chaude. Si donc un abaissement de la température venait à se manifester en profondeur du point le plus chaud, il pourrait passer inaperçu. En fait, les dispositifs sont tels que les thermomètres à mercure sont rendus très lents ; si donc les manœuvres de descente et de relevée de la sonde thermométrique sont assez rapides, on peut espérer que l'influence de zones intermédiaires anormalement chaudes ne sera pas sensible. Mais il n'en reste pas moins vrai qu'au moment de la descente et de la remonte de la sonde thermométrique, la température de l'orifice du sondage, bien qu'il soit généralement

placé sous l'abri, doit être inférieure à la température à mesurer en profondeur. Cet inconvénient n'existerait pas avec les thermomètres électriques.

On utilisera donc un ou mieux des thermomètres à mercure et à maxima.

En général, on réclame l'approximation du dixième de degré centigrade; la graduation, si elle existe, doit donc être faite en cinquième de degré ou en demi-degré.

Il existe de nombreux types de thermomètres qui ont été utilisés de façon courante pour les mesures géothermiques. Aucun d'entre eux n'est toutefois parvenu à rallier tous les suffrages, c'est-à-dire à satisfaire à toutes les exigences. La plupart sont d'ailleurs des appareils de construction spéciale.

On peut distinguer entre thermomètres à lecture directe et thermomètres à lecture indirecte.

1) Termomètres a lecture directe. — Parmi ces types, on peut citer :

a) Thermomètres à étranglement en verre dur, analogues aux thermomètres médicaux, *placés debout, cuvette en bas*. Lors du refroidissement, la colonne capillaire reste suspendue grâce à l'étranglement, qui existe à sa base; mais les chocs et les trépidations peuvent provoquer une certaine retombée. M. Leprince-Ringuet conseille l'emploi de thermomètres à colonne courte, permettant la lecture de 15°C divisés en 1/5 de degré. Il faut en posséder un jeu de 10-25°; 20-35°; 30-45°, etc. Avant usage, on fait par une série de secousses rentrer dans le réservoir le mercure qui emplit la colonne.

b) Thermomètre à étranglement, placé debout, cuvette en haut (Negretti). — Ne convient que pour des trous larges où les manœuvres peuvent se faire avec douceur, sinon les chocs provoquent l'écoulement du mercure, et, à la remonte, la colonne capillaire se trouve entièrement remplie. Pour préparer l'instrument, on le retourne et, par une série de secousses dans la paume de la main, on fait rentrer dans le réservoir l'excès de mercure de la colonne. L'expérience démontre que les chocs faussent souvent le résultat.

c) Thermomètres à curseur. — M. Koenigsberger emploie des thermomètres analogues à certains thermomètres médicaux. Leur curseur est constitué par un tronçon de colonne mercurielle long de 2 à 3 millimètres, qu'une bulle d'air de 1 à 2 millimètres de longueur apparente sépare de la colonne mercurielle proprement dite du

thermomètre. Semblable index ne se déplacerait pas sous les chocs des manœuvres. Pour préparer une nouvelle mesure, on imprime à l'instrument des petits coups secs dirigés axialement et qui provoquent l'abaissement du curseur. La lecture se fait, par convention, au sommet du curseur.

L'expérience démontre toutefois que des thermomètres, fournis par le constructeur préconisé par M. Koenigsberger, n'ont aucune valeur d'approximation. L'index se déplace par bonds! Ce résultat pouvait être prévu. En effet, dans son ascension, la colonne mercurielle comprime la bulle de gaz intercalée entre elle et l'index. Quand la compression est suffisante, l'index cède brusquement et, par inertie, dépasse le point d'équilibre.

2) THERMOMÈTRES A LECTURE INDIRECTE—Ce sont des thermomètres à déversement ou à poids : réservoirs de mercure terminés par une tige capillaire.

Les uns sont de construction spéciale. Certains, sont tellement fragiles qu'il faut les transporter à la main, en évitant tout excès de chaleur en route.

D'autres sont des appareils de fortune, obtenus en coupant à hauteur voulue, la colonne de thermomètres ordinaires à réservoir assez volumineux et en meulant l'extrémité de la tige de manière à obtenir un plan incliné (types Walferdin et Dunker-Koebrich).

Pour préparer une mesure, le thermomètre est chauffé jusqu'à ce que l'écoulement du mercure commence à se produire par l'extrémité capillaire. Il est alors plongé, par cette extrémité, dans une capsule renfermant du mercure. On le laisse se refroidir dans cette position jusqu'à une température inférieure à celle à mesurer.

Après mesure(1), puis relevée de la sonde, le thermomètre est porté, en compagnie d'un thermomètre gradué, dans un bain d'eau ou d'huile froide, que l'on soumet à un chauffage lent et progressif, tout en y entretenant une agitation qui assure l'homogénéité de température. Au moment où le sommet de la colonne mercurielle atteint l'orifice d'écoulement du thermomètre à poids, on note la température du thermomètre étalon. Continuant à chauffer, on la note à nouveau lorsque la première gouttelette de mercure, qui se forme à l'orifice du thermomètre à poids, s'en détache ou refuse d'y rentrer.

(1) Il va sans dire qu'au cours de la mesure, l'élévation de la température provoque l'écoulement, goutte à goutte, d'une certaine quantité de mercure. Au cours de la remonte, le thermomètre se refroidit, et le mercure se rétracte.

La température mesurée dans le sondage est comprise entre ces deux limites.

Certains expérimentateurs admettent que la température minimum est la température vraie, attendu que les trépidations qu'ils ont soin de provoquer avant la remonte, entraînent, à leur avis, la façon sûre le détachement de toute gouttelette de mercure qui aurait été expulsée du thermomètre à poids; ils se refusent à admettre que lors du refroidissement, la dernière gouttelette, encore imparfaite, puisse rentrer dans la colonne. Cette manière de voir ne laisse pas d'être séduisante, mais il convient *pour chaque instrument* de décider, par des essais préliminaires, si cette hypothèse est exacte, ou si, au contraire, comme dans certains cas, ayant fait l'objet de relations, l'écart entre les températures minimum et maximum, définies ci-dessus, n'atteint pas plusieurs degrés centigrades, alors même que l'appareil serait soumis à des secousses. D'autres instruments fournissent cependant l'approximation réclamée, soit un à deux dixièmes de degré centigrade.

L'accident le plus fréquent est le tronçonnement de la colonne mercurielle au cours du refroidissement du thermomètre. Avant détermination de la température par chauffage au bain, il faut évidemment tenter de réunir à la masse mercurielle principale les tronçons qui s'en sont détachés ; on procèdera par secousses, par chauffage modéré ou tout autre moyen.

La cause principale de ce tronçonnement paraît être l'oxydation lente du mercure. Il convient donc, lors de la préparation du thermomètre avant expérience, de faire s'écouler la partie supérieure de la colonne. Faute de quoi, on risque encore de voir, à la longue, se boucher l'ouverture du conduit capillaire du thermomètre.

En résumé, faute de temps ou de moyens de se procurer des thermomètres spéciaux, on sera fréquemment conduit à utiliser des thermomètres à déversement, Leur emploi exige la possession d'un ou deux thermomètres de précision, poinçonnés ou mieux étalonnés, donnant le 1/10 de degré centigrade, et dont il sera prudent de contrôler périodiquement la fixité du zéro, si l'on venait à en faire usage après quelques mois.

B. *Equipement.* — Afin de réduire les chances d'insuccès par suite du fonctionnement défectueux ou du bris du thermomètre, on en emploiera simultanément deux ou mieux trois, placés en parallèle pour chaque mesure. Si l'un d'eux vient à se trouver en défaut, les deux autres fourniront déjà un contrôle.

Dans le cas où l'on emploie des thermomètres à étranglement, il est à conseiller que les différentes unités n'aient pas le même zéro, ainsi qu'il a été dit ci-dessus.

c) *Enveloppes.* — Dès que la hauteur de l'eau au-dessus du point de mesure devient assez importante, il en résulte une compression du thermomètre qui a pour conséquence une exagération de la lecture. L'erreur commise serait, dans certains cas, de 0.15 degré centpour une surpression d'un Kgr. par cm^2.

Théoriquement, les thermomètres à poids ne sont pas influencés par la compression, l'équilibre de pression se réalisant par le conduit capillaire. En fait, il convient de ne pas trop compter sur cette immunité.

On est donc conduit, dans la plupart des cas, à placer les thermomètres dans une enveloppe incompressible, qui les met, en outre, à l'abri des chocs directs.

Ces enveloppes sont des obus étanches en acier, fermés par un bouchon fileté de grande hauteur, l'herméticité du joint étant assurée par une rondelle métallique en cuivre rouge ou en plomb. L'obus porte, au sommet, un bout mâle et, si besoin en est, à la base, un bout femelle. Il se raccorde ainsi aux tiges de sondage, éventuellement par l'intermédiaire d'un manchon de réduction de diamètre. Les thermomètres sont placés en faisceau dans l'obus (Croquis *in* Leprince Ringuet, 1907*b*, p. 70).

Dans un autre dispositif, les thermomètres sont placés en file. Ce second système ne peut évidemment pas être adopté, si l'on utilise des thermomètres à poids.

Les bombes sont remplies d'air. Il serait, en effet, inadmissible de les remplir d'eau sous prétexte d'améliorer la conductibilité calorifique du milieu, car la compression extérieure se transmettrait ainsi au thermomètre. Dans l'air, la compression résultant du serrage du bouchon conique, et encore celle provoquée par l'échauffement de l'ensemble, toujours médiocre dans des limites pratiques, semblent d'ailleurs être négligeables.

Avec les thermomètres à lecture directe, on met chaque instrument à l'abri des chocs, en l'enserrant dans un ressort à boudin (fil de cuivre de 1 $^{m}/^{m}$ et de 6 mètres de longueur), lui même placé dans un tube en carton, ou bien, on maintient les thermomètres par des tampons en caoutchouc.

Le thermomètre *Negretti* est fixé dans une bombe en verre, scellée à la lampe et suffisamment résistante jusqu'à une certaine profondeur.

D) *Obturateurs*. Dans les sondages de grand diamètre, dans lesquels l'eau s'élève à une hauteur importante au dessus du fond du trou, il existe toujours dans l'espace annulaire, compris entre la sonde thermométrique et sa suspension, d'une part, le tubage ou la paroi du trou, d'autre part, des courants d'eau mis en mouvement par les différences de température.

Ces courants peuvent fausser les résultats de la mesure dans une proportion inadmissible.

Il faut, dans ces conditions, isoler la section où se fait la mesure par un ou deux clapets, telles des rondelles en cuir. Dunker a décrit en détail des dispositifs plus compliqués. (cf. *Ueber die Wärme im Innern der Erde*. — Stuttgart, Scheicherbath, 1896).

E) *Suspension*. La sonde géothermique, lestée au besoin d'une surcharge, est descendue à l'aide de cables ou de tiges.

Les avantages de ces dernières sont de fournir une évaluatiou plus correcte de la profondeur, et encore, si le trou est de petit diamètre, de contrarier les courants de convexion dans l'eau, surtout si l'accouplement se fait par manchons extérieurs.

Les câbles permettent des manœuvres plus rapides et plus douces, et influencent moins, leur masse étant moindre, la situation calorifique du trou de sonde.

Les câbles végétaux ne peuvent servir à l'évaluation de la profondeur qu'après avoir été mouillés préalablement.

Organisation d'une mesure. — Avant toute mesure, le travail de forage sera arrêté durant un nombre d'heures suffisant pour que la chaleur développée ait eu le temps de se dissiper.

Dans le cas de forage à curage continu, le courant d'eau sera, de même, suspendu depuis un temps suffisant pour que le régime calorifique du trou se rétablisse.

M. Leprince Ringuet estime que cette interruption doit être d'au moins quarante heures. Mais on signale qu'aucune différence n'a été constatée dans les résultats, que le courant d'eau ait été interrompu depuis vingt jours ou depuis cinq heures seulement. Toute circulation d'eau sera interdite pendant les mesures.

Les thermomètres utilisés, étant à maxima, devront, depuis le

moment de leur préparation jusqu'à celui de la descente de la sonde géothermique, être maintenus à une température inférieure à celle que l'on suppose devoir mesurer.

En conséquence, à des profondeurs inférieures à 200 mètres, les mesures ne pourront guère avoir lieu que durant la saison froide, et, même aux profondeurs plus grandes, il est à conseiller, durant la saison chaude, de procéder à la descente et encore *à la remonte* de la sonde aux heures les plus froides, c'est-à-dire de très grand matin.

Le temps de pose variera avec le diamètre du trou et le dispositif de suspension de la sonde. Dans les trous de diamètre inférieur à 40 centimètres, l'influence de la roche est rapide, aux dires de M. Kœnigsberger. Une pose de cinq à six heures comporterait, d'après cet auteur, une chance d'erreur de 10 %; une pose de huit à neuf heures, une erreur inférieure à 4-5 %. M. Leprince Ringuet considère que six heures suffisent. Dans les forages à sec, curés à fond, on conseille une pose de dix heures, si la suspension a lieu par tiges; de cinq à six heures, si elle se fait par câbles.

Autant que faire se pourra, et même si la sonde contient plusieurs thermomètres, il convient de répéter l'expérience, si l'on désire que les résultats présentent un caractère suffisant de certitude.

Procès-verbal de mesure. — Il importe de conserver sous forme nette les éléments nécessaires à une discussion éventuelle des résultats. La formule suivante satisfait aux exigences ordinaires :

Sondage de.....

Mesure géothermique à la profondeur de.....
Expérience n°.....
Noms et qualités des observateurs.....
Profondeur mesurée à l'aide de.....
Etat du sondage : en creusement, en remblayage.
Profondeur de la base actuellement accessible :
Profondeur de la base actuelle du tubage :
Niveau de l'eau dans le sondage :
Diamètre théorique du trou au point de mesure :
Diamètre de la sonde géothermique :
Mode de suspension de la sonde : tiges-cable-corde-ruban.
Date et heure de l'arrêt de l'injection d'eau :
Date et heure du commencement de la descente de la sonde géothermique :

Température de l'air :
Date et heure du commencement de la mise en station :
Date et heure de la fin de la mise en station :
Durée de la pose :
Date et heure de la fin de la relevée de la sonde géothermique :
Température de l'air :
Numéros des géothermomètres :
Types :
Numéros du thermomètre étalon :
Lectures : minimum :
maximum :
moyenne :
Remarques diverses : indication du mode de forage : à sec, à curage continu (eau claire, eau lourde) ;
Remarques sur les niveaux aquifères : jaillissants ou absorbants ; leurs position, importance et influence actuelle.
Remarques sur les défauts de l'outillage ; sur l'étalonnage des thermomètres, etc., etc.

Rapport d'ensemble. — Ce rapport résume les particularités générales, notamment la description de l'outillage et du mode opératoire et condense les résultats des mesures, sous forme de tableau ou de graphique.

Le tracé d'un graphique, représentant la loi d'augmentation de la température, facilite beaucoup la discussion des résultats. Le rapport de l'échelle des températures (ordonnées) à celle des profondeurs (abcisses) doit être au moins tel qu'un demi degré centigrade soit représenté par la même longueur que 100 mètres de profondeur, sinon les variations du gradient géothermique ne seront pas assez apparentes.

Il conviendra de joindre au rapport un résumé de la coupe géologique.

Pour la discussion, il faudra avoir égard en premier lieu aux influences hydrologiques, principale cause de perturbations, et, ce facteur éliminé, à la différence de conductibilité, voire de productivité calorifique des divers terrains traversés.

P. S. — Dans les sondages peu profonds, où la remonte peut être rapide, et qui ne renferment qu'une faible épaisseur d'eau, quelque 10-15 mètres au maximum, on peut faire usage d'un thermomètre ordinaire, protégé par une enveloppe d'eau, du type recommandé pour les mesures faites dans les charbonnages; la suspension se fait par câble ou corde. *(A suivre).*

CARTE GÉNÉRALE

ET

Abornements des Concessions minières

DU

BASSIN DE LA CAMPINE

PAR

M. DEHALU

Professeur à l'Université de Liége

« *A la mémoire de J. Libert* »

INTRODUCTION.

L'idée de dresser une carte générale des concessions du bassin de la Campine et de fixer par rapport à un seul système d'axes les positions des puits, des sommets d'angles des limites, et, en général, des points intéressant l'exploitation future de la mine ou la confection des plans détaillés de la surface, est due à l'éminent et regretté directeur général des mines, feu J. Libert, alors qu'il occupait encore, à Liége, les fonctions d'inspecteur général des mines.

Dès le jour où de patientes recherches eurent révélé l'immense richesse en charbon du territoire situé au nord de la Belgique et établi la possibilité d'une mise en exploitation régulière, J. Libert se préoccupa des moyens à mettre en œuvre pour assurer l'exécution rigoureuse des plans des nouvelles concessions.

Il crut tout d'abord qu'il suffirait d'emprunter à la « Triangulation du Royaume » les valeurs des coordonnées des nombreux clochers existant dans cette région (1) et d'y rattacher les points à déterminer par le procédé connu sous le nom de problème de Pothenot.

C'est sur ses instances que j'entrepris, en 1905, le calcul de la position d'une station d'où j'avais relevé huit clochers appartenant à la triangulation belge ; les résultats obtenus furent publiés, en 1908, dans le tome XIII des *Annales des Mines de Belgique*, sous le titre : « *Sur la valeur pratique du problème de Pothenot* ; ils montrèrent des écarts assez importants dûs, pour la plus grande part, aux erreurs affectant les coordonnées des clochers observés.

La triangulation de la Belgique comporte, comme on sait, des points de trois ordres différents. Ceux du 1er ordre, au nombre de 56 seulement, sont les sommets d'une triangulation primaire qui s'appuye sur deux bases mesurées à l'aide des règles de Bessel, l'une de 2485 mètres environ de longueur, à Ostende, et l'autre de 2300 mètres, à Lommel. Les observations et calculs qui ont été publiés dans les tômes II, IV et V de la « *Triangulation du Royaume de Belgique*, montrent avec quels soins minutieux on a procédé et justifient la grande confiance qu'on a toujours attaché à la détermination des points de 1er ordre.

Pour les points du 2e et 3e ordres, respectivement au

(1) Voir Triangulation du Royaume de Belgique : tome III, calcul des coordonnées géographiques et construction de la carte, 1881.

nombre de 184 et 1830, on n'a publié que les valeurs définitives ; et, si l'on est fondé à attribuer un certain poids aux coordonnées des points du 2e ordre, il n'en est malheureusement pas de même pour ceux du 3e. Mon expérience personnelle m'avait fixé à cet égard bien avant 1905 ; si des doutes étaient encore possibles, les résultats publiés aujourd'hui les auront vite dissipés.

Convaincu de la nécessité d'une révision des clochers de la Campine, J. Libert songea à m'en confier l'exécution, tout en réservant à l'Administration des Mines le soin de calculer par le problème de Pothenot les positions des sommets d'angles des limites et d'aborner les concessions. Mais la publication en 1906 des premiers arrêtés de concessions vint à nouveau modifier ce programme.

Les définitions adoptées pour la plupart des limites posaient, en effet, de nombreux problèmes de géométrie pratique dont la résolution sur le terrain venait singulièrement compliquer, comme nous le verrons plus loin, la détermination des coordonnées des sommets d'angles des limites et les opérations d'abornements. Dès lors jugeant l'entreprise trop complexe et d'ailleurs ne disposant pas du personnel suffisant, J. Libert estima qu'il valait mieux confier l'entièreté de la tâche à un spécialiste et, comme aux termes de la loi la confection des plans de mines est à charge des concessionnaires, qui sont d'ailleurs directement intéressés à leur bonne exécution, il fit part de ses désirs à l'Association Charbonnière de la Campine. Cette association qui groupe les représentants les plus autorisés des sociétés concessionnaires se rallia avec empressement à cette manière de voir et n'hésita pas à assumer les frais très importants de cette vaste entreprise dont elle me fit l'honneur de me confier l'exécution.

Toutefois l'Administration des Mines se réserva le soin de procéder aux vérifications et contrôles des abornements.

Cette besogne longue et ingrate par les nombreux calculs qu'elle nécessita, fut dévolue à M. V. Firhet, actuellement ingénieur en chef, directeur du 10e Arrondissement des Mines.

C'est pendant l'été très pluvieux de 1909, au retour d'une mission géodésique en Afrique, que je procédai aux premières reconnaissances du terrain et arrêtai l'ordonnance de mon travail qui ne commença effectivement que l'année suivante.

Mes occupations universitaires ne me permettant que de consacrer la période des vacances aux opérations sur le terrain, celles-ci s'échelonnèrent sur le cours des années 1910 à 1914; les derniers calculs furent achevés à la veille de la guerre.

L'établissement de la carte générale des concessions minières de la Campine rencontra deux grosses difficultés : la première tenant à la nature même du terrain et la seconde aux définitions adoptées pour les limites des concessions, comme je l'ai déjà dit.

Au point de vue topographique le territoire concédé peut se partager en trois zônes d'aspects bien différents ; ce sont, en se dirigeant de l'E. à l'W. : à l'Est, une partie de la vallée de la Meuse située sur la rive gauche, large de 5 kilomètres environ, à 38 mètres d'altitude moyenne; au centre, un plateau appartenant à la chaîne des collines formant en cet endroit la ligne de partage des bassins de la Meuse et de l'Escaut, et qui, à la cote moyenne de 85 mètres s'étend sur une distance E.-W. de 25 kilomètres; à l'ouest, une plaine faiblement inclinée qui, sur un parcours de 10 kilomètres de l'E. à l'W., va de la cote 50 mètres à celle de 30 mètres à la limite ouest du bassin. La zône centrale est reliée aux deux autres par des versants fortement en pente surtout vers l'Est.

Le sol est sablonneux, peu cultivé et généralement

recouvert de bruyères entrecoupées de vastes sapinières. La vallée de la Meuse plus riche est fortement boisée dans la partie proche de la rivière. D'une manière générale le pays se prête mal aux triangulations. Pour relier la vallée de la Meuse du plateau central, il fallut établir aux points culminants de la crête courant parallèlement à la Meuse, deux tours d'observation de 18 mètres de hauteur de manière à pouvoir dominer les hautes sapinières qui couvraient tout le bord Est du plateau central. On fit encore usage de tours sur les territoires des communes d'Asch et de Genck vers Langerloo.

Les difficultés diminuèrent à mesure qu'on avanca vers l'W. où quelques tours d'églises purent être utilisées comme observatoires. Ces expédients compliquèrent considérablement les mesures angulaires et auraient pu influencer défavorablement les résultats si je n'avais pris soin de mesurer deux bases aux deux extrémités du réseau.

Des difficultés d'un autre genre furent suscitées par la définition des limites. Pour décrire celles-ci, il semble qu'on se soit laissé trop souvent guider par l'idée préconçue d'une absence complète, dans le voisinage immédiat des sommets d'angles des concessions, de détails topographiques propres à les définir et à les repérer, comme des maisons isolées, des croisements de chemins, etc.

Ainsi, à part quelques exceptions, les limites sont d'abord définies en direction, soit par l'angle qu'elles font avec une droite de position donnée, soit par la condition de passer par deux points connus, plus au moins éloignés pris en dehors des extrémités et presque toujours inaccessibles ou invisibles l'un de l'autre. Quelquefois la longueur de la limite dépendait de certaines conditions, comme la rencontre avec une autre droite de position donnée, ou avec un arc de cercle, de rayon souvent démesuré, décrit d'un centre donné, etc.

On conçoit aisément les complications qui en résultèrent. Si les sommets d'angles avaient été définis matériellement, comme cela aurait pu se faire dans la plupart des cas, l'abornement se serait réduit à la pose d'une borne en ce point ou dans son voisinage immédiat et la détermination des coordonnées de ce point n'aurait exigé qu'une simple opération de rattachement à la triangulation générale. Avec le système suivi, il fallut d'abord déterminer d'une manière très précise les positions des points fixant la limite en direction, calculer en suite les coordonnées des extrémités de celle-ci, enfin, en vue de l'abornement, procéder par une série d'opérations laborieuses à la recherche de leurs l'emplacement sur le terrain. Souvent le point cherché se trouvait à proximité d'une maison dont un des angles aurait pu servir à le définir. Le point H, angle N.-È. de Sainte Barbe tombe même à l'intérieur d'une habitation.

Mon travail comprend tout d'abord une triangulation primaire avec mesure de deux bases l'une de 2220 mètres environ dans la vallée de la Meuse, aux environs d'Eysden, et l'autre de 1898 mètres à l'emplacement de la base géodésique de Lommel qu'on ne put malheureusement utiliser en son entier, le terme ouest se trouvant alors dans une partie boisée qui empêchait de l'observer du terrain avoisinant. Ces deux bases furent mesurées par le procédé de Jäderin-Guillaume que j'avais eu l'occasion d'appliquer au cours d'une mission géodésique en Afrique où je pris part à la mesure d'une base de 16 1/2 kilomètres dont l'erreur probable fut évaluée à 15 millimètres, soit une précision de 1/1108000 (1).

Les précisions obtenues pour les bases de ma triangulation en Campine furent également très satisfaisantes,

(1) Report of the measurement of an arc of meridian in Uganda, vol. I London, publ. by his Majesty's stationery office.

comme on pourra s'en rendre compte par la lecture de la partie que je consacre à ces mesures ; mais afin d'établir la comparaison des valeurs du procédé de Jäderin-Guillaume et de celui classique des règles de Bessel, mis en œuvre par les géodésiens belges pour les mesures des bases d'Ostende et de Lommel, je procédai à une nouvelle mesure de cette dernière avec le matériel dont je disposais. Malgré des circonstances atmosphériques défavorables et l'absence d'un personnel exercé, la différence entre les deux mesures n'atteignit que 3,3 millimètres. Cette partie de mon travail a déjà fait l'objet d'une courte note publiée ailleurs (1).

La triangulation primaire compte dix-neuf sommets parmi lesquels : quatre clochers, à savoir au Nord celui de Peer, point de premier ordre de la Triangulation belge, au Sud celui de Saint-Pierre, à Hasselt, point du deuxième ordre, à l'Est celui de Beeringen, idem, et de Bourg-Léopold, le terme oriental de la base géodésique de Lommel, la cheminée des Liégeois, le clocheton de la Maison communale de Mechelen et cinq signaux permanents établis au sol. De tous ces sommets partent des recoupements et levés tels que triangulations par chaîne et cheminements.

Ce canevas topographique assura le calcul des positions de nombreux clochers (quarante), des signaux temporaires et permanents, repères divers, points de définition des arrêtés, bornes de concessions, puits et d'un certain nombre de sondages importants (vingt-sept). Tous ces points furent déterminés au moyen de leurs coordonnées rectangulaires X et Y rapportées au même système d'axes qui avait servi à l'établissement de la carte de Belgique, c'est-à-dire que l'axe des X est le méridien passant par

(1) Ac Roy. de Belgique, *Bulletins de la Classe des Sciences*, séance du 5 juin 1920, nº 6, pp. 329-333.

l'ancien Observatoire de Bruxelles et celui des Y la tangente au parallèle du 56e grade de latitude (ou 50°24' de l'ancienne division) en un point situé sur le méridien choisi et pris comme origine des coordonnées.

Le bassin de la Campine étant ainsi compris dans le quadrant N.-E. de ce système de coordonnées, tous ses points ont, d'après la convention admise pour la carte de Belgique, leurs abscisses X positives et leurs ordonnées Y négatives ; mais, afin de simplifier l'impression, les signes de ces coordonnées ont été omis, ce qui ne présente ici aucun inconvénient.

Outre ces déterminations, chaque concession fut pourvue d'une borne d'orientation permettant de trouver facilement la direction du méridien de Bruxelles, auquel tous les levés subséquents devront évidemment être rapportés.

Enfin une série de plans, auxquels était jointe une liste des coordonnées de tous les points figurant sur ceux-ci, furent remis aux diverses sociétés concessionnaires, à savoir :

SOCIÉTÉS	Plans d'ensemble à 1/10000	Plans détaillés à 1/1000
Limbourg-Meuse	1	9
André Dumont sous Asch . . .	1	6
Liégeois	1	10
Genck-Sutendael	1	9
Winterslag	1	5
Helchteren-Zolder	1	10
Beeringen	1	5

La présente publication comprendra deux parties : la première se rapporte aux instruments et méthodes d'obser-

vations ; nous y décrivons notamment les signaux et repères employés, la mesure des bases et des angles, l'orientation astronomique et les formules adoptées pour la réduction des observations. La seconde partie de beaucoup plus étendue est uniquement documentaire : elle renferme, outre une description des levés de détail, des résumés sous forme de tableaux des calculs de réductions de chacun de ces levés.

Mon but en publiant ces tableaux est de permettre le contrôle ou la révision de mes opérations.

Sous cette forme ils constituent une documentation des plus précieuses pour ceux qui, à l'avenir, seront appelés soit à procéder à de nouveaux levés rendus nécessaires par des modifications aux limites actuelles, des partages ou des extensions des concessions. Ils seront, en outre, utiles aux géomètres pour l'établissement des plans de surface ; enfin ils permettront d'élucider tout doute qui viendrait à surgir quant à la précision d'une position donnée.

Sous cette forme forcément rebutante, ils témoigneront de la minutie et de la probité qui furent mes règles de conduite dans l'élaboration de ce travail qui absorba mon activité scientifique pendant plusieurs années.

Pour les cartes, il a fallu se borner à reproduire : une carte générale des concessions du bassin au 40,000^{me} et trois autres au 20,000^{me} représentant les concessions de la vallée de la Meuse, celles des environs de Genck et celles de la région de Beeringen.

Qu'il me soit permis en terminant cette introduction de remercier le Comité des Annales des Mines et l'Association Charbonnière de la Campine qui ont bien voulu prendre à leur charge les frais de la présente publication et d'exprimer ma reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidé dans l'accomplissement de ma tâche : à MM. les Ingénieurs en chef des Sociétés Concessionnaires, à M. Colman, géomètre aux charbonnages de Limbourg-Meuse, dont l'expérience me

fut si précieuse au début de mon travail, c'est lui qui dressa les plans des tours d'observations et qui fut mon principal collaborateur pour la mesure de la base de la Meuse, à M. Dechesne, géomètre aux mêmes charbonnages, à M. Ledoux, géomètre aux charbonnages de Beeringen, principalement pour le concours si dévoué qu'il m'apporta lors de la mesure de la base de Lommel, à M. Jacobéus, géomètre aux charbonnages de Helchteren-Zolder, à mes collaborateurs occasionnels qui m'apportèrent leur concours dévoué et désintéressé pour les mesures des bases : MM. les Ingénieurs D. Raffo et J. Pascal, le Commandant G. Maury, et enfin deux jeunes et brillants officiers, dont nous voulons ici honorer la mémoire, le Capitaine M. Decraene, docteur en sciences physiques et mathématiques et le Lieutenant P. Colman, tombés glorieusement le premier au combat d'Over-de-Vaart, le 12 septembre 1914, et le second, à Caskerque (Yser), le 17 juillet 1915.

PREMIÈRE PARTIE

Instruments et Méthodes d'observations

Cette partie est consacrée à la description des instruments et à l'exposé des méthodes d'observations.

Toute exécution de levés était précédée d'une reconnaissance du terrain en vue du choix des sommets, puis on procédait à la pose des repères et signaux en ces points.

Repères de stations.

Pour figurer la station on fit généralement usage d'un tube en fer d'environ 3 centimètres de diamètre et de 25 à 30 centimètres de longueur enfoncé jusqu'au ras du sol. Quelquefois, en vue d'opérations très précises, le centre de station fut marqué à l'aide d'un goujon en cuivre de 4 à 5 centimètres de haut et $0^m,15$ à $0^m,20$ de

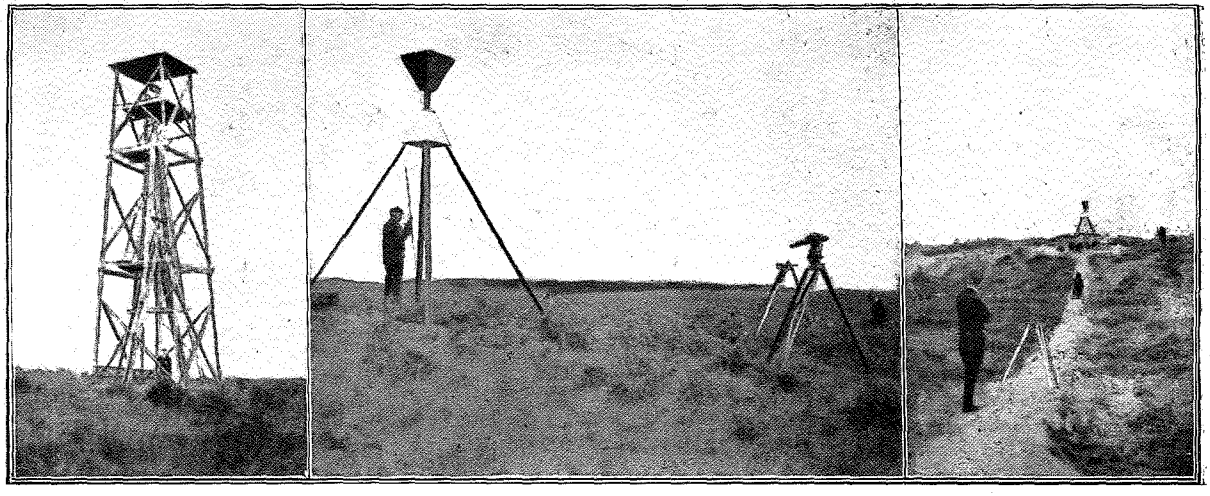


Fig. 2. Fig. 1. Fig. 3.

diamètre, dont la face supérieure bien polie portait une croisée de deux traits perpendiculaires. Ce repère était fixé au milieu d'un bloc de béton établi au niveau du sol. Ce genre de repère fut adopté notamment pour marquer les extrémités de la base de la Meuse.

Signaux.

Parmi les signaux il faut distinguer les signaux temporaires et permanents. Les premiers disparaissent lorsque les mesures sont terminées et les seconds sont destinés à demeurer en place pendant un temps indéterminé.

Signaux temporaires.

A. *Jalons et balises.* — Parmi les moins importants se trouvent les jalons et balises qui ne servent guère que dans le cas de petites triangulations ou de cheminements. Les balises ne dépassèrent pas 5 mètres de hauteur et étaient maintenues à l'aide de trois fils de fer attachés à des piquets. Elles étaient calées bien verticalement à l'aide du fil à plomb, tandis que leurs extrémités inférieures s'engageaient dans les tubes en fer, repères de stations.

Généralement on attachait au jalon ou à la balise pour la rendre plus visible, un drapeau d'une seule teinte, rouge de préférence, ou de deux teintes, rouge et blanche.

B. *Quadripodes simples.* — Ce genre de signal était constitué par quatre pièces de bois de 4 à 6 mètres de longueur, enfoncées de 40 à 50 centimètres dans le sol et réunies de manière à former une pyramide quadrangulaire. La partie supérieure de celle-ci était garnie de bandes de toiles alternativement noires et blanches, disposées horizontalement sur 1^m20 de hauteur à partir du sommet. A la toile on substitua quelquefois une série de planches peintes en noir, placées horizontalement et entre lesquelles on laissait subsister des intervalles égaux, ce qui produisait à distance l'illusion d'une série de bandes noires et blanches.

C. *Tripodes.* — On fit encore usage de signaux analogues aux précédents mais n'ayant que trois montants au lieu de quatre. Cependant les tripodes les plus fréquemment employés étaient formés de trois troncs de sapins de 6 à 10 mètres de longueur, réunis par un boulon en un point situé à 1 ou $1^m,50$ de leurs extrémités supé-

rieures, tandis que leurs pieds disposés aux sommets d'un triangle équilatéral étaient enfoncés d'environ 1 mètre dans le sol.

Les parties inférieures des montants formaient ainsi les arêtes d'une grande pyramide triangulaire et les parties au-dessus de la pièce boulonnée, les arêtes d'une petite pyramide opposée à la première par le sommet. Cette petite pyramide, qui ne dépassait guère 1 mètre de haut, était garnie de toile noire et la partie supérieure de la grande pyramide de toile blanche sur une hauteur équivalente. Ce dispositif assurait une visibilité à très longue distance.

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, le placement de ce genre de signal n'offrait aucune difficulté. On préparait d'abord les trois fosses destinées à recevoir les pieds du signal. Puis on boulonnait les trois troncs étendus parallèlement sur le sol, celui du centre placé à l'opposé des deux autres. On les hissait alors au-dessus du terrain de la manière suivante : un homme tirait sur une corde attachée à la hauteur du boulon tandis que trois autres, saisissant les montants, aidaient à la manœuvre tout en guidant les pieds vers les fosses où ils les introduisaient.

Signaux permanents.

Leur forme est inspirée de la précédente et est représentée fig. 1. Ce sont des quadripodes métalliques dont les quatre montants en fers cornières de 60/60 sont d'abord réunis en un point intermédiaire servant de sommet à une pyramide quadrangulaire ayant 2^m50 à la base et 3 mètres de hauteur. Au point d'assemblage, les cornières sont repliées vers l'extérieur pour former une petite pyramide également quadrangulaire opposée à la première par le sommet et ayant $0^m,50$ à la base et $0^m,60$ de hauteur.

Les pieds de ces signaux sont noyés dans des blocs de béton de $0^m,50 \times 0^m,60$.

La petite pyramide est recouverte d'un revêtement en planche peint en noir, et la partie supérieure de la grande pyramide, sur une hauteur équivalente, d'un revêtement semblable mais peint en blanc.

16 signaux de ce genre ont été distribués sur tout le territoire actuellement concédé. A l'un de ceux-ci, établi au N.-W. d'Opglabeek, au sommet IX de la triangulation primaire, on a donné exceptionnellement une hauteur de près de 9 mètres.

Les signaux métalliques conviennent particulièrement pour des

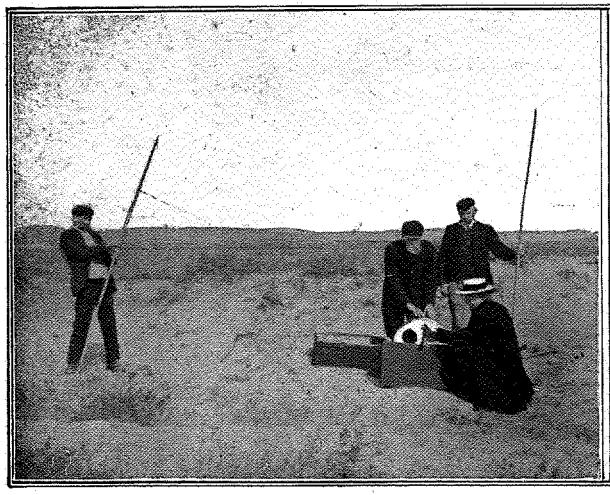


Fig. 4.

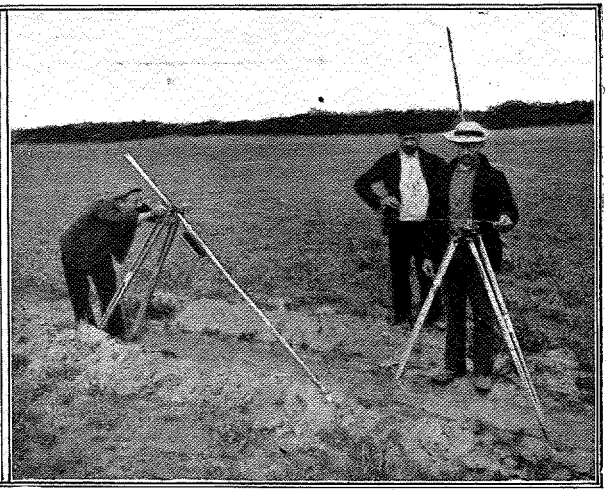


Fig. 5.

régions de steppes analogues à la Campine où une simple borne, à moins d'être établie à proximité d'une route principale ou d'une partie habitée, serait difficile à retrouver.

Le placement d'un repère, au centre d'un signal analogue à ceux qui viennent d'être décrits, s'effectue très aisément à l'aide d'un théodolite bien réglé. On l'installe en un premier point à quelque distance du signal, comme le montre la photographie fig. 1 ; on vise le sommet du signal, puis on rabat la lunette vers le sol où cette direction est aussitôt repérée. On transporte ensuite le théodolite en un second point situé sur une direction à peu près perpendiculaire à la première et l'on répète les mêmes opérations. L'intersection des deux visées donne le centre cherché.

Signal plan.

En vue de l'application d'un certain mode de rattachement à la grande triangulation, nous avons encore fait usage d'un signal d'un genre tout particulier destiné à n'être observé que d'une station très éloignée : c'est un signal plan.

Il consiste en deux pieux de 5 à 6 mètres de long, cloués en croisillon à partir de $1^m,20$ de leurs extrémités supérieures et enfoncés d'un mètre environ dans le sol. La partie supérieure du signal en forme de triangle est recouverte de toile noire ou rouge ; la partie immédiatement inférieure est garnie de toile noire sur une hauteur équivalente et a la forme d'un triangle opposé au premier par un sommet. Le signal est établi de manière à faire face à la station d'où il doit être observé.

Pour éviter qu'il ne soit renversé par le vent agissant sur une de ses deux faces, on peut le soutenir à l'aide de deux fils de fer attachés à des piquets.

Tours d'observation.

Le modèle adopté se voit fig. 2. La tour est entièrement en bois et se compose de deux parties absolument indépendantes l'une de l'autre. La première placée au centre de la seconde sert uniquement de support au théodolite ; c'est en principe un mât formé de pièces de bois moisées s'élevant au centre de deux semelles disposées en croix et maintenues verticalement par deux séries de jambes de forces également moisées qui s'assemblent les unes dans les

autres et dont les inférieures s'appuyent sur les semelles. La partie supérieure du mât est munie d'une tablette sur laquelle se place le théodolite. La partie extérieure de la tour est destinée à porter l'observateur et la baraque d'observation. Sa charpente se compose de quatre montants angulaires reliés par des croix de St-André boulonnées. Au centre du petit toit de la baraque d'observation s'élève un poinçon de 1 mètre de hauteur destiné primitivement à servir de point de mire. Dans la suite il servit à fixer à demeure une sphère d'osier de 1 mètre environ de diamètre dont la moitié inférieure était peinte en blanc et l'autre supérieure en noir.

On accédait à la cabine d'observation au moyen d'une série d'échelles de meunier. La hauteur totale de la tour était de 18 mètres environ.

Comme je l'ai dit dans l'introdution le projet de celle-ci est dû à M. Colman, géomètre aux charbonnages de Limbourg-Meuse.

Mesures des bases.

Les deux bases de la Meuse et de Lommel ont été mesurées par le procédé Jäderin-Guillaume (1) dont les phases principales sont représentées par une série de photographies reproduites pages 12, 15 et 20.

En principe il consiste à mesurer, à l'aide d'un ou plusieurs fils tendus, les écartements d'une série de repères placés le long de la base approximativement à 24 mètres de distance.

Nous décrirons d'abord sommairement les appareils dont on fait usage dans ce procédé.

Le fil. — Le fil de 1,6 millimètres de diamètre et de 24 mètres de longueur est en *métal invar*, alliage acier-nickel contenant 36 % de nickel et dont le coéfficient de dilatation est extrêmement faible. Les deux extrémités du fil sont pourvues de règlettes biseautées également en invar, divisées en millimètres et construites de telle sorte que l'arête du biseau se trouve dans le prolongement du fil.

Tambour d'enroulage. — Au repos le fil est enroulé sur un tambour (fig. 4) en aluminium de 50 centimètres de diamètre muni de crochets servant à fixer les extrémités des fils. Le bâti du tambour est

(1) Les nouveaux appareils pour la mesure rapide des bases géodésiques par MM. J.-René Benoit et Ch.-Ed. Guillaume, Paris, Gauthier-Villars, 1906.

constitué par la moitié inférieure de la caisse de transport, l'autre moitié faisant l'office de couvercle. Le tambour se manœuvre à l'aide d'une manivelle démontable qui peut prendre place dans la caisse de transport.

Les piquets tenseurs. — Le fil est tendu par deux poids de 10 kilos fixés à des cordes souples qui s'accrochent aux extrémités des fils et passent sur des poulies à billes. Celles-ci tournent dans des brackets montés sur un long piquet ferré à la base et muni de deux étais qui forment avec lui un trépied fixe et solide. Lorsqu'il est sans emploi (fig. 5) le poids est fixé au piquet par un dispositif spécial.

Les repères mobiles. — Les repères (fig. 6) à établir le long de la base sont montés sur des trépieds en bois. Ils sont formés d'une embase à trois vis calantes qui repose sur une plaque-crapaudine susceptible d'un certain déplacement et se fixant au plateau du trépied au moyen d'un écrou à oreilles.

Le plateau supérieur de l'embase porte une pièce circulaire plate au centre de laquelle s'élève un goujon cylindrique E fixe en cuivre constituant le repère.

Elle est munie d'un petit niveau à bulle d'air et maintenue en place par trois vis radiales qui permettent de la décentrer légèrement.

La tête du goujon-repère est généralement formée d'un biseau dont l'une des faces, celle qui se place à l'opposé de l'observateur, est inclinée tandis que l'autre est horizontale. Sur celle-ci est gravée un trait perpendiculaire à l'arête du biseau.

Quant on applique sur la face inclinée du repère une des règlettes du fil, la surface divisée de celle-ci se trouve dans le prolongement de la face horizontale du repère.

L'embase à trois vis calantes est munie en outre, d'un cône latéral fixe qui peut supporter alternativement une mire F (fig. 6) et

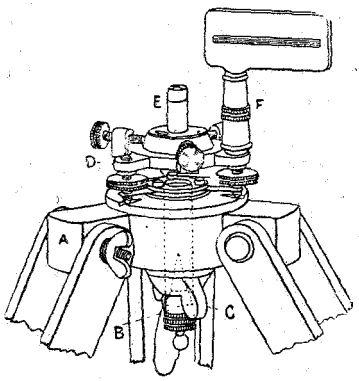


Fig. 6.

une lunette de nivellement G (fig. 7) servant, par la visée de la mire, à déterminer la différence de hauteur de deux trépieds consécutifs.

Lunette de nivellement. — Cette lunette est pourvue d'un niveau serve et est fixée sur un bâti qu'on peut faire tourner d'un petit angle autour d'un axe horizontal au moyen d'une vis micrométrique.

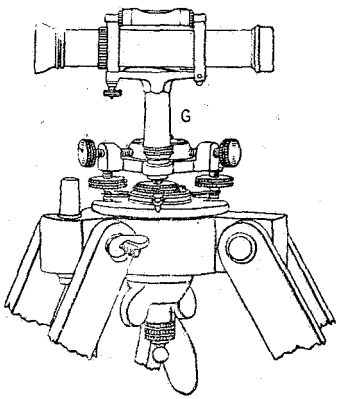


Fig. 7

Au foyer de l'objectif correspondant à une distance de 24 mètres, se trouve disposée une échelle photographique dont les traits à intervalles égaux représentent une dénivellation de 24 millimètres vus à la distance de 24 mètres, soit le millième absolu de la pente.

Pour mesurer la différence de niveau entre deux repères placés à 24 mètres de distance l'un de l'autre on installe la lunette de nivellement et la mire sur les cônes latéraux fixes des repères mobiles; à l'aide de la lunette on vise la mire en calant exactement la bulle du niveau entre ses repères au moyen de la vis micrométrique; puis on lit la division de l'échelle focale correspondant au trait horizontal de la mire.

Les erreurs provenant de la position de l'axe optique et du niveau s'éliminent par des observations réciproques sur deux trépieds conjugués. Enfin le contrôle des subdivisions de l'échelle focale peut se faire à l'aide d'une mire ordinaire de nivellement placée exactement à 24 mètres de distance.

Lunette d'alignement. — Pour aligner les repères, on fait usage d'une petite lunette qu'on pose sur le goujon mobile du dernier repère placé. On vise à la fois les balises ou jalons disposés sur l'alignement de la base et le goujon du repère que l'on met en station. Les images de ces deux objets se superposent quand le repère est définitivement en place. Le placement des balises et jalons se fait au moyen d'un théodolite installé à l'un des termes, sa lunette étant dirigée vers l'autre terme.

Etalonnage des fils.

Base murale. — Toute mesure effectuée à l'aide des fils suppose que l'on connaisse au préalable la valeur exacte, à une température donnée, de la distance rectiligne de ses extrémités. C'est le but des opérations d'étalonnage qui sont faites par les soins du Bureau International des Poids et Mesures, à Breteuil.

A cet effet, la longueur de tous les fils est rapportée à la distance connue de deux repères, fixés contre l'un des murs très épais limitant vers l'intérieur un couloir souterrain protégé par le bâtiment de l'observatoire du Bureau. La comparaison des longueurs des fils à celles de cette *base murale* se fait de la même façon qu'en campagne en tendant les fils entre les deux repères extrêmes de la base murale à l'aide de poids de 10 kilos. La distance entre ces deux repères a été déterminée par de très nombreuses mesures effectuées à l'aide d'une règle en invar de 4 mètres de longueur.

Matériel de campagne.

Notre matériel de campagne, construit par Carpentier, à Paris, et dont une partie appartenait à l'Observatoire de Cointe, se composait de:

1°. Un tambour d'enroulage pourvu de :

a) deux fils d'invar de 24 mètres de longueur ;

b) un fil d'invar de 8 mètres de longueur ;

c) un ruban d'invar de 4 mètres de longueur divisé en décimètres, sauf le premier et le dernier décimètre divisés en millimètres ; les traits des décimètres sont encadrés par deux divisions millimètriques.

2° Neuf trépieds numérotés de 1 à 9 et neuf repères mobiles.

3° Deux piquets tenseurs.

4° Un gabarit en câble toronné, muni de deux bagues marquant un intervalle de 24 mètres et servant à placer les repères mobiles à la distance voulue. Les extrémités du câble sont munies de poignées en bois.

5° Un peson ou dynamomètre taré à 15 kilos.

6° Un thermomètre fronde.

7° Des loupes.

8° Deux perches en bambou.

9° Un niveau d'Egault et une mire de nivellement.

Organisation des brigades.

Une équipe de mesures comprend généralement :

1° Deux opérateurs chargés des lectures des réglettes et un secrétaire. Cette dernière fonction peut être remplie par un des opérateurs.

2° Un niveleur. Le secrétaire ou à son défaut un des opérateurs peut aussi assurer ce rôle.

3° Quatre auxiliaires pour la manœuvre des deux piquets tenseurs.

4° Deux chefs de pose et deux auxiliaires pour le placement des repères mobiles.

5° Deux auxiliaires pour le transport des trépieds de l'arrière vers l'avant.

6° Deux auxiliaires pour le transport des fils le long de la base.

Mesure de la base de la Meuse.

Cette base fut mesurée dans la bruyère située au N.-W. d'Eysden-Vucht dans la vallée de la Meuse.

Le terrain presqu'entièrement plat ne présentait aucun obstacle. Les deux termes, constitués par deux goujons en laiton portant sur leurs faces supérieures une croisée de deux traits perpendiculaires et fixés au milieu de deux blocs de béton enfoncés rez de terre, étaient établis sur deux petites surélévations naturelles du sol, au centre de deux signaux métalliques.

Pour faciliter le placement des trépieds on fit débrousailler une étroite bande de terrain sur toute l'étendue de la base.

Composition des équipes.

Opérateurs : MM. Colman et Dehalu.

Secrétaire : Lieutenant M. Decraene.

Niveleurs et chefs de pose : sous-lieutenant Colman, Dechesne, géomètre, J. Paschal, ingénieur civil des mines et Raffo, idem.

Manière de procéder.

La base fut d'abord jalonnée au théodolite et chaque portée fut mesurée au moyen de deux fils portant les nos 253 et 290. Pour les transporter le long de la base on les suspendit à deux perches en bambou portées par deux aides.

Fig. 8.

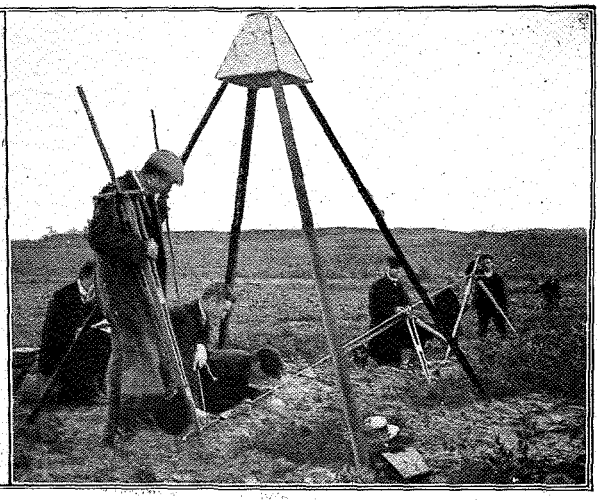


Fig. 9.

Le déroulage des fils s'effectue comme suit (fig. 4) : on détache d'abord du tambour l'extrémité de l'un des fils qu'on agraffe à un porte-mousqueton terminé par un large anneau. Celui-ci est introduit, à son tour, dans un des porte-mousquetons fixés à l'une des perches qu'un aide tient près du tambour dans une position à peu près horizontale. On accroche de même le deuxième fil à la perche que l'aide relève progressivement en reculant lentement.

Pendant ce temps un des opérateurs tourne à la manivelle le tambour qu'un autre freine doucement en exerçant sur la jante une légère pression des mains. Sitôt le déroulage achevé, les extrémités des deux fils encore fixées au tambour sont décrochées et attachées à la seconde perche.

Pour déplacer les fils, les aides portent les perches verticalement et afin d'éviter que les fils ne s'entrechoquent, il convient qu'un des opérateurs les soutiennent par leur milieu pendant la marche.

Pose des repères mobiles. — On évite de faire usage du fil à plomb en ne plaçant pas de repère mobile au dessus du point de départ ; mais alors on règle la hauteur du premier trépied, placé à 24 mètres de distance, de manière que le repère mobile se trouve à peu près au même niveau que le terme. Ici ce règlage était facile à cause de la pente du terrain puisque comme il a été dit, les termes de la base se trouvaient sur de petites éminences du sol (fig. 7).

Le placement des repères mobiles est assuré par deux chefs de pose et deux aides.

Le premier chef de pose qui se tient à l'arrière a pour mission d'aligner le repère que met en place le second chef de pose. Les aides portent le gabarit.

Ils le tendent le mieux possible dans la direction de la base, la bague marquant l'une des extrémités de la longueur de 24 mètres, étant amenée contre le goujon du repère mobile qui vient d'être installé.

Le nouveau repère est alors placé contre la deuxième bague du gabarit par le second chef de pose qui prend soin d'assurer une horizontalité approchée du plateau en bois qui surmonte le trépied et de disposer deux des pieds de celui-ci dans le sens de la base, le troisième se plaçant alors dans un plan perpendiculaire.

Cela fait, le premier chef de pose aligne à la lunette ; suivant ses indications le second chef de pose déplace le repère par la plaque

crapaudine, en desserant l'écrou à oreilles, ou pour de très petits mouvements par les vis radiales.

La distance est mesurée de nouveau au gabarit et s'il faut modifier le repère, on en rectifiera l'alignement.

Tous les repères mobiles sont ainsi établis de proche en proche jusqu'à ce qu'on atteigne le second terme de la base. Le dernier repère se trouvera généralement à une distance de celui-ci inférieure à 24 mètres. Comme pour le premier repère, on règlera sa hauteur de manière à l'amener sensiblement dans le plan horizontal passant par le second terme.

Mesure des pentes. — Les différences de niveau d'une part entre le premier terme et le premier repère mobile et d'autre part entre le dernier repère mobile et le second terme furent mesurées à l'aide d'un niveau d'Egault et d'une mire de nivellement.

Pour toutes les autres portées on fit usage de la lunette de nivellement décrite précédemment.

Les pentes furent mesurées deux fois au moyen de visées réciproques faites de l'arrière vers l'avant et de l'avant vers l'arrière. Les écarts entre les deux mesures furent toujours très faibles et l'on adopta comme résultat final la moyenne des deux observations.

Le nivellement fut confié à un opérateur qui suivait immédiatement l'équipe qui plaçait les repères mobiles (fig. 3).

Mesures des portées. Placement des piquets tenseurs. — Avant de procéder à la mesure d'une portée, il faut installer les deux piquets tenseurs. Comme on peut le voir sur la fig. 5, chaque piquet se place à une distance du repère mobile égale à peu près à toute la longueur de la corde de suspension du poids; l'on a soin également de régler la hauteur des axes des étais de manière qu'ils arrivent sensiblement au niveau du repère et d'amener la poulie dans l'alignement de la base.

Les opérateurs détachent alors des perches un des fils dont ils accrochent les porte-mousquetons aux S en laiton qui terminent les cordes; puis au commandement de *attention poids*, donné par l'opérateur d'avant conduisant l'équipe, les aides descendent les poids sans secousse, d'un mouvement lent et simultané, tandis que les opérateurs maintiennent les fils par les porte-mousquetons et guident leurs mouvements (fig. 8).

Ils amènent alors les règlettes en contact avec les repères, puis ils commencent leurs mesures.

Le chef d'équipe annonce : *prêt !* l'opérateur d'arrière donne sa lecture, puis le chef d'équipe indique la sienne. On déplace les réglettes d'une quantité quelconque, on fait un nouveau couple de lectures et ainsi de suite.

Le secrétaire inscrit les lectures et fait immédiatement leurs différences.

On limita à trois le nombre des groupes de lecture, sauf lorsqu'une différence présentait un écart supérieur à 0,3 millimètres; on ajoutait alors un nouveau groupe de lecture.

Les mesures faites, les poids sont mis au repos au commandement du chef d'équipe. Le fil est détaché des cordes et suspendu à nouveau aux deux perches. Puis on décroche le deuxième fil et l'on procède, comme précédemment, à une nouvelle mesure de la portée.

Toutes les opérations étant terminées, l'équipe reprend sa marche en avant.

Afin d'éliminer les équations personnelles, les opérateurs échangent leurs places après avoir mesuré dix portées. Le secrétaire indique au carnet le nom de l'opérateur conduisant l'équipe.

La température des fils a toujours été supposée la même que celle de l'air. Celle-ci fut mesurée par le secrétaire à l'aide d'un thermomètre fronde à des intervalles variables mais répartis sur toute la durée des opérations. A cause de la faible dilatabilité des fils, une petite erreur de température est sans influence sur le résultat final.

Pour la mesure de la première et de la dernière portée (appoint), on procède d'une manière un peu différente de celle qui a été décrite.

Supposons d'abord qu'il s'agisse de mesurer l'appoint. Sa longueur étant moindre que 24 mètres, sa mesure peut être effectuée au moyen d'un fil de 8 mètres et du ruban de 4 mètres dont il a été parlé plus haut. Le fil arrive, soit par excès, soit par défaut, à moins de 4 mètres du terme de la base, et la division du ruban permet ensuite de comprendre le trait du repère fixe entre deux traits millimétriques de l'un des décimètres divisés.

Pour la base de la Meuse l'appoint fut inférieur à 4 mètres, il ne fut donc pas nécessaire de recourir à l'emploi du fil de 8 mètres.

On peut voir (fig. 9) la manière dont nous avons procédé. Un des piquets tenseurs est installé, comme à l'ordinaire, à l'arrière du dernier trépied, tandis que l'autre, dont les étais ont été fixés contre

le piquet central, est tenu verticalement par un des aides, en avant du terme de la base, la pointe ferrée étant bien enfoncée dans le sol.

Une des extrémités du ruban est attachée à la corde de suspension du poids du premier tenseur et l'autre est fixée au crochet d'un peson dont l'anneau est relié au piquet central du second tenseur au moyen d'une corde dont un aide règle la longueur de manière à amener les divisions millimétriques qui terminent le ruban au-dessus du repère marquant le terme de la base. On fait divers groupes de lectures en déplaçant le ruban soit au moyen de la corde d'attache du peson, soit en inclinant plus ou moins le piquet tenseur. Le déplacement est ici malheureusement très limité et ne peut dépasser les deux traits millimétriques qui encadrent la division en décimètres. Il serait évidemment préférable que le ruban fût divisé en millimètres sur toute sa longueur.

La mesure de la première portée s'effectue de la même manière mais en utilisant les fils de 24 mètres.

Les opérations.

Les opérations du mesurage de la base de la Meuse s'étendirent du 23 au 26 août 1910.

La matinée du 23 août fut entièrement consacrée à l'instruction du personnel et l'après-dîner on mesura les huit premières portées de la base. Les trois derniers trépieds furent laissés en place pour la nuit.

Le 24 août, au début des opérations, on reprit la mesure des deux dernières portées pour s'assurer que les trépieds n'avaient subi aucun déplacement appréciable. La journée toute entière fut occupée à poursuivre les opérations; le soir, il restait environ 250 mètres à mesurer. On abandonna sur le terrain les quatre derniers trépieds.

Le lendemain, 25 août, on vérifia comme précédemment leurs positions et l'on termina dans la matinée la première mesure de la base.

Une seconde mesure fut commencée dans l'après-midi du même jour et fut achevée le lendemain vers 4 heures.

La vitesse de marche s'était accrue avec l'entraînement des équipes et l'on peut fixer à 2 kilomètres en moyenne la longueur qu'on peut mesurer en un jour à l'aide du procédé Jäderin-Guillaume, appliqué dans des conditions ordinaires avec un personnel entraîné.

CARTE GÉNÉRALE

ET

Abornements des Concessions minières

DU

BASSIN DE LA CAMPINE

PAR

M. DEHALU

Professeur à l'Université de Liége

—

Suite (1)

—

Les calculs de réduction

Longueur des fils. — Les fils ont été comparés, sous la tension de 10 kg. à la base murale du Bureau international des poids et mesures. Les résultats de ces comparaisons sont indiqués dans la la troisième colonne du tableau ci-dessous.

La quatrième colonne renseigne la formule de dilatation de chacun des fils, qui fut déterminée sur un échantillon, soumis à la même tension de 10 kg.

Objet	Époque	Corrections à 15° sous tension de 10 kg	Distribution
fil n° 253	7 nov. — 5 déc. 1908	$24^m - 0{,}18^{m/m}$	$l_t = l_0 [1 - (228 + 0{,}4\ t)\ t\ 10^{-9}]$
fil n° 290	27 fév. - 1 mai 1909	$24 - 0{,}60^{m/m}$	$l_t = l_0 [1 - (121 - 0{,}15\ t)\ t\ 10^{-9}]$
ruban n° 35	août 1909	$4 + 1{,}77^{m/m}$	

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique.* — Tome XXII (1921), 1re livraison

Les aciers au nickel à haute teneur éprouvent, avec le temps, des changements divers qu'un étuvage systématique à température graduellement descendante atténue considérablement.

Quoique les deux fils n° 253 et n° 290 aient été soumis à une série d'opérations de cette nature, nous avons tenu compte des variations de leur longueur depuis l'époque de leur étuvage jusqu'à celle de leur emploi sur le terrain, en nous servant du diagramme établi par M. Ch. Ed. Guillaume. Nous avons ainsi trouvé une correction de $+ 0^{mm},05$ pour le fil n° 290 et $+ 0^{mm},06$ pour le fil n° 253.

Corrections de dilatation. — A l'aide des deux formules contenues dans la quatrième colonne du tableau précédent nous avons calculé pour chacun des fils une table des corrections des dilatations pour 24 mètres, de 15 à 30 degrés de température.

Corrections de pente. — La correction due à la projection de la longueur de 24 mètres sur l'horizon est donnée par

$$24\,(1 - \cos\alpha)$$

où α représente l'angle de la pente.

La lunette du nivellement donnant directement les valeurs de tgα en millièmes, la formule précédente s'écrira :

$$24 - \frac{24}{\sqrt{1 + \mathrm{tg}^2\,\alpha}}$$

formule qui a été réduite en tables par M. Ch. Ed. Guillaume (table II pp. 80-84 de la brochure déjà citée).

Si l'on fait usage d'un niveau et d'une mire ordinaire de nivellement, on employera la formule suivante :

Désignons par S la longueur d'une portée, L sa projection sur l'horizon et h la différence de niveau entre ses deux extrémités ; il vient

$$L = \sqrt{S^2 - h^2}$$

ou
$$\frac{L}{S} = \left(1 - \frac{h^2}{S^2}\right)^{1/2} = 1 - \frac{1}{2}\frac{h^2}{S^2} - \frac{1}{8}\frac{h^4}{S^4} - \cdots$$

On déduit de là

$$S - L = \frac{1}{2}\frac{h^2}{S}\left[1 + \frac{h^2}{4S^2} + \cdots\right]$$

Telle est la formule, limitée à ses deux premiers termes, qui a été appliquée à la réduction des mesures de la première et de la dernière portées de nos deux bases.

Corrections dues à la déformation du fil. — Le fil cesse d'être une chaînette symétrique dès que ses extrémités ne sont plus au même niveau. Cette théorie a été établie par Jäderin et l'on trouve dans la brochure de M. Ch.-Ed. Guillaume, p. 85, table III, les corrections à appliquer à un fil de 24 mètres sous la tension de 10 kg. Cette table a pour argument la tangente de l'angle de pente. Si la différence de niveau h est donnée, on calculera tout d'abord la valeur de tg α correspondant à un rayon de 24 mètres.

Réduction de la base au niveau de la mer. — Si L représente la longueur de la base, N son altitude au-dessus du niveau de la mer et R, le rayon terrestre, la correction x à retrancher de la valeur mesurée est donnée par la formule bien connue :

$$x = L \frac{N}{R+N}.$$

Pour la base de la Meuse, cette correction s'élève à 15,58 millimètres.

Longueur de la base.

La longueur de la base se déduit de la formule

$$L = n.c + s + l + a + \varepsilon$$

où n représente le nombre des portées

c, la longueur étalonnée du fil entre ses zéros

s, la somme des lectures de l'échelle

l, la somme des corrections de niveau

a, l'appoint

ε, la somme des petites corrections dues à la dilatation du fil et à sa déformation.

On a trouvé, n étant ici égal à 92.

	Fil n° 253		Fil n° 290	
	1re mesure	2me mesure	1re mesure	2me mesure
nc	2207988.96	2207988.97	2207949.40	2207949.40
s	— 610.33	+ 230.13	— 565.46	+ 285.46
l	— 291.00	— 255.91	— 291.00	— 255.91
a	+ 3319.95	+ 2447.50	+ 3319 95	+ 2447.50
ε	+ 0.70	— 1 05	— 0.70	— 1.05
	2210408,28	2210409.63	2210413.59	2210416.20
Moyennes	2210408,95		2210414,90	

Moyenne des 2 fils	2210411.93
Réduction au niveau de la mer .	— 15.58
Longueur finale de la base . .	**2210396.35**

Précision du résultat. — Pour se rendre compte de la précision obtenue, il convient d'évaluer l'erreur probable du résultat. Examinons donc les diverses erreurs qui ont pu affecter les observations. Nous trouvons ainsi :

1° Erreur probable du prototype. La longueur de la base murale au pavillon de Breteuil a été déterminée au moyen d'une règle prototype en invar de 4 mètres de longueur dont l'erreur probable peut être évaluée à $\pm$ 0mm,0001 ; son effet sur la longueur de la base est $\pm$ 0mm,22.

2° L'erreur probable de la base murale à un moment donné ne dépasse pas $\pm$ 0mm,01 ; d'où pour les 92 portées que comporte la base de la Meuse, une erreur probable de $92 \times 0.01 = \pm$ 0mm,92.

3° L'erreur probable de la détermination de la longueur d'un fil à l'aide de la base murale peut être estimée à $\pm$ 0mm,009 ; comme nous avons fait usage de deux fils, l'erreur probable relative est ici :

$$\pm \frac{0{,}009 \times 92}{\sqrt{2}} = \pm 0{,}58.$$

4° L'erreur probable qui pourrait résulter de l'ignorance de la température vraie des fils est vraisemblablement négligeable. En effet, les températures, prises au thermomètre fronde, n'ont varié que de 14°7 à 20°0, au cours de la première mesure, et de 19°0 à 25°, au cours de la seconde. Les corrections de dilatation s'élevèrent à $-0^{mm},61$, dans le premier cas, et à $-1^{mm},95$, dans le second, pour toute la longueur de la base.

Un écart de quelques degrés dans la température serait donc sans influence appréciable sur le résultat.

5° L'erreur probable de la mesure se déduit de la comparaison des quatre valeurs obtenues ; elle est égale à $\pm 1^{mm},05$.

L'erreur probable sur la base s'élève finalement à

$$\pm\sqrt{\overline{0.22}^2+\overline{0.93}^2+\overline{0.58}^2+\overline{1.05}^2}=\pm 1^{mm},53.$$

La précision obtenue est donc de l'ordre de $\frac{1}{1,431,641}$.

Base de Lommel.

Cette base est une partie de la base géodésique de Lommel, mesurée en 1851, à l'aide des règles de Bessel, en vue de l'exécution de la triangulation du royaume. Elle s'étend du terme oriental de cette base jusqu'en un point situé à la lisière du bois qui, à l'époque de nos travaux, abritait le terme occidental.

En vue d'établir la comparaison entre le procédé classique des règles de Bessel et celui des fils, nous reprîmes la mesure de la base géodésique.

Comme nous l'avons dit dans l'introduction, les résultats de nos observations ont fait l'objet d'une note présentée à l'Académie royale de Belgique. L'erreur probable de la base telle qu'elle résulte de nos mesures s'est élevée à $\pm 1^{mm},77$, tandis que l'erreur probable des déterminations faites en 1852 n'était que de $\pm 1^{mm}36$. L'écart entre les deux mesures fut trouvé égal à $3^{mm}30$. Il pourrait s'expliquer en partie par l'insuffisance des corrections apportées à la longueur des fils par suite de leur veillissement. D'ailleurs l'accord entre les deux valeurs obtenues peut être considéré comme satisfaisant, si l'on s'en rapporte aux circonstances défavorables qui accompagnèrent nos déterminations, comme nous le verrons plus loin.

La base géodésique est repérée sur le terrain par trois bornes en bronze qui surmontent des repères souterrains (1) qui furent mis à jour pour la durée de nos observations. Celles-ci terminées, les termes furent replacés exactement dans leur position primitive.

Aux deux extrémités de la base de notre triangulation, nous fîmes édifier deux signaux en bois, en forme de pyramides quadrangulaires dont les sommets furent amenés soigneusement sur les verticales des repères établis au sol.

Le repère oriental était celui de la base géodésique et le repère occidental était constitué par un fort piquet de bois enfoncé profondément dans le sol qu'il dépassait de $0^m,50$ environ et portant en son milieu une goupille en cuivre pourvue de deux traits perpendiculaires.

Le placement de ce repère sur l'alignement de la base géodésique fut effectué à l'aide d'un théodolite installé au terme occidental de celle-ci.

Nos opérations s'étendirent du 27 septembre ou 2 octobre 1912. Nos collaborateurs étaient : M. G. Maury, directeur au Ministère des Colonies, le lieutenant M. Decraene et M. Ledoux, géomètre aux charbonnages de Beeringen et Coursel.

Une dizaine de soldats, mis obligeamment à notre disposition par M. le Commandant Jauquet, complétaient nos équipes et assuraient, avec nos aides habituels, le transport, tout le long de la base, du matériel nécessaire aux mesures des nombreuses portées.

Le 29 septembre, la pluie interrompit nos opérations et le rappel à Bruxelles, le même jour, de M. G. Maury, nous priva pour la suite d'une collaboration qui nous était particulièrement précieuse. La nuit du 30 septembre, un ouragan détruisit le signal édifié au-dessus du terme oriental et renversa les balises disposées le long de la base. Le temps s'étant remis au beau, le 1er octobre, nous espérions pouvoir poursuivre nos mesures, mais le licenciement de la classe de milice vint nous priver des soldats du Commandant Jauquet.

Ce même jour, le lieutenant Decraene nous quitta pour rejoindre son corps. Le 2 octobre, de jeunes recrues, arrivées la veille au camp de Béverloo, ayant été mises à notre disposition, nous achevâmes les mesures avec ce nouveau personnel qu'il fallut tout

(1) Voir Triangulation du Royaume de Belgique, 1re partie, livre 2, p. 18

d'abord instruire Heureusement ces incidents n'exercèrent pas une influence défavorable sur les résultats.

Pour le jalonnement on installa le théodolite au terme occidental de la base géodésique. Un aide porteur d'une douzaine de jalons parcourait la base en partant du terme oriental et plantait un jalon tous les deux cents mètres environ.

Pour lui transmettre les signaux de l'observateur, on plaça trois aides, munis de drapeaux attachés à de longues perches, l'un immédiatement derrière l'observateur, un autre à la lisière du bois et le troisième vers le milieu de la base géodésique.

Tous les signaux à bras exécutés par l'observateur, visant à l'aide du théodolite dans la direction de la base, étaient immédiatement répétés par les aides au moyen de leurs drapeaux. Les hampes de ceux-ci tenues verticalement, leur extrémité inférieure reposant sur le sol, marquaient la phase de repos. Le début des opérations nécessaires à la pose d'un jalon dans l'alignement de la base était indiqué en soulevant le plus haut possible les hampes des drapeaux qu'on maintenait verticalement. Toute inclinaison de ceux-ci soit à droite, soit à gauche, signifiait que l'aide devait déplacer le jalon dans le sens indiqué. Sitôt celui-ci amené dans l'alignement, les hampes des drapeaux étaient redressées verticalement. L'aide enfonçait alors provisoirement le jalon dans le sol et attendait de nouveaux ordres. Si l'observateur jugeait la position satisfaisante, il faisait agiter les drapeaux, puis commandait la position de repos.

L'aide chargé du jalonnement reprenait alors sa marche en avant et les opérations se poursuivaient de la même manière.

Un certain nombre de jalons furent ensuite remplacés par des balises de 4 mètres environ de hauteur maintenues verticalement à l'aide de trois fils de fer faisant l'office de haubans.

Pour les mesures on fit usage des fils n° 253 et n° 290 et l'on eut recours aux mêmes procédés d'observation qui furent décrits pour la base de la Meuse.

Longueur de la base.

Elle se déduit de la formule donnée page 27. Dans le calcul on a tenu compte de l'allongement probable des fils depuis l'époque de leur étalonnage.

On a trouvé en prenant $n = 79$ pour la 1re mesure et $n = 78$, pour la seconde mesure :

	Fil no 253		Fil no 290	
	1re mesure	2e mesure	1re mesure	2e mesure
nc	1895992.10	1871992.20	1895958.13	1871958.66
s	+ 2630.65	+ 980.60	+ 2665.24	+ 1017.08
e	— 69 23	— 75.49	— 69.23	— 75.49
a		+ 25648.52		+ 25648.52
Moyennes :	1898549.67		1898551.45	

Moyennes des deux fils. . . .	1898550.56
Réduction au niveau de la mer .	— 14.30
Longueur adoptée	*1898536.26*

Précision du résultat. — Comme précédemment nous trouvons :

1° Erreur probable du prototype : $\pm 0^{mm},20$.
2° Erreur provenant de l'incertitude sur la base murale : $\pm 0^{mm}79$.
3° Erreur probable sur la longueur des fils : $\pm 0^{mm},45$.
4° Erreur probable de dilatation : $\pm 0,00$.
5° Erreur probable de la mesure : $\pm 1^{mm},15$.

L'erreur probable sur la longueur totale de la base s'élève donc à

$$\pm \sqrt{\overline{0.20}^2 + \overline{0.79}^2 + \overline{0.45}^2 + \overline{1.15}^2} = \pm 1^{mm}.48$$

soit une précision de l'ordre de

$$\frac{1}{1,282,804}.$$

Mesure des angles.

Les mesures angulaires furent effectuées à l'aide d'un théodolite de « Troughton and Simms » de Londres, du modèle adopté pour le service géographique de l'armée britannique.

Les cercles de cet appareil ont 125 millimètres de diamètre ; ils sont divisés en 10′ et se lisent au moyen de deux microscopes micrométriques opposés, dont les tambours portent 60 divisions. Chacune de celles-ci vaut donc 10″ ; mais on peut facilement apprécier la seconde à l'estime. La lunette a une distance focale de 300 millimètres et l'ouverture de l'objectif est de $37^{m}/^{m}5$.

En campagne, l'instrument se place sur un trépied robuste à trois branches doubles dont la tête est pourvue d'un système à translation qui permet le centrage rigoureux de l'instrument au-dessus du repère marquant sur le sol le point de station.

Pour le transport, le théodolite se démonte en deux parties qui prennent place dans deux caisses en bois encloses dans de fortes gaines de cuir.

Pour la mesure des angles, suivant l'importance des stations, on a eu recours à l'un des deux procédés classiques suivants :

1° *Tour d'horizon.* — Il consiste à viser successivement, dans l'ordre où ils se présentent, tous les signaux visibles.

Si 0 (fig. 10) représente le centre de la station d'observation et

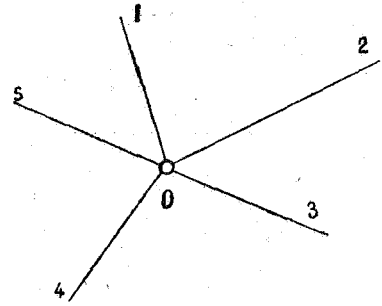


FIG. 10.

1, 2, 3, 4, 5, les signaux visibles de 0, on effectue les visées des directions 01, 02,..., 05, 01 et l'on fait les lectures correspondantes au cercle horizontal ; leurs différences prises deux à deux donnent les valeurs des angles horizontaux entre les directions choisies.

2° *Mesure directe.* — Chaque angle est mesuré indépendamment des autres. Ainsi on mesurera les angles :

102	203	304	405
103	204	305	
104	205		
105			

La seconde méthode fut appliquée pour les mesures des angles aux sommets de la triangulation primaire.

On y effectua généralement quatre doubles séries de mesures dans quatre secteurs du cercle horizontal qui différaient de 90 degrés, une première fois dans la position du cercle vertical à la droite de l'observateur (C. D.) et une seconde fois dans la position inverse, le cercle vertical étant à la gauche de l'observateur (C. G.) supposé dans la même position.

Pour les points moins importants, le nombre des mesures fut réduit à quatre ou même à deux, la moitié de celles-ci étant effectuée C. D. et l'autre moitié C. G.

Réduction au centre de station. — Si le théodolite n'occupe pas le centre de la station, il est possible, comme on sait, de tenir compte de l'erreur commise dans la mesure des angles. La formule de correction est connue sous le nom de *réduction au centre de station.* Pour éviter toute incertitude dans le signe de cette correction, on peut procéder comme suit :

Soient ABC (fig. 11) les trois sommets d'un triangle dont on connait le côté AB et les angles BAC et ABC.

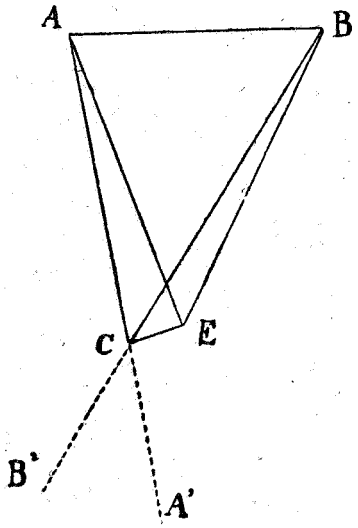


FIG. 11.

Si en un point E, voisin de C, on a mesuré les angles AEB et AEC et la distance EC = r, on aura, en posant

CAE = x, CBE = y, ACB = C et AEB = E :

$$(1)\quad C = E + y - x$$

$$\sin x = \frac{r}{AC} \sin AEC$$

$$\sin y = \frac{r}{BC} \sin BEC$$

La formule (1) n'est pas générale et s'applique au cas de la fig. 11; elle est vraie pour tout point E situé dans l'angle BCA'.

Supposons maintenanant que le terrain soit partagé par les droites ACA' et BC'B' en quatre régions désignées par

1re région = angle BCA', 2me région = angle ACB
3me région = angle ACB', 4me région = angle A'CB';

on aura :

Si E se trouve dans la 1re région, C = E + y − x
Id. 2me région, C = E − x − y
Id. 2me région, C = E + x − y
Id. 4me région, C = E + x + y

et comme cas particuliers :

Si E se trouve sur
- CB, C = E − x
- CB', C = E + x
- CA, C = E − y
- CA', C = E + y

Exemple. — Comme application nous donnerons le calcul de la réduction au centre de la station VIII (fig. 12), cheminée des Liégeois,

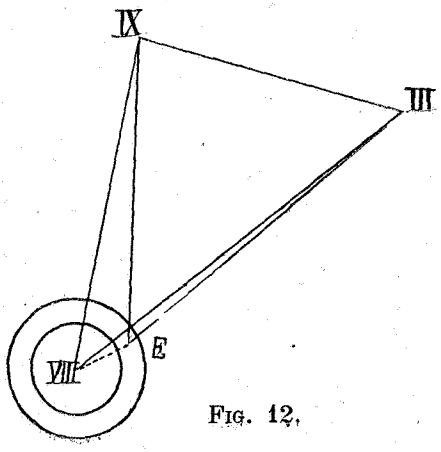


FIG. 12.

où les angles furent mesurés du haut d'un balcon circulaire situé à 20 mètres environ au-dessus du sol et placé extérieurement à un réservoir d'eau entourant la cheminée.

La distance E VIII du théodolite au centre de la cheminée fut déterminée comme suit : à l'aide d'un ruban métallique de 20 mètres de longueur, on mesura la circonférence de la cheminée à la hauteur des tourillons de la lunette. On trouva ainsi $22^m,94$, ce qui correspond à un rayon de $3^m,651$. La distance du centre du théodolite à la paroi externe de la cheminée, évaluée à la hauteur des tourillons, étant $0^m,465$, la distance totale du centre du théodolite au centre de la cheminée était donc :

$$\text{E VIII} = 4{,}116 \text{ mètres.}$$

Comme il était impossible de viser avec certitude du point E, où le théodolite était installé, le centre de la cheminée, on visa tangentiellement les deux bords de celle-ci en plaçant la lunette dans une position sensiblement horizontale et l'on prit la moyenne des lectures au cercle horizontal.

Une série de pointés sur les sommets III et IX de la triangulation primaire permit de déduire la valeur de l'angle III E IX, on trouva ainsi :

$$\begin{aligned} \text{III E IX} &= 36^\circ\,51'\,26'' = \text{E} \\ \text{IX E VIII} &= 139.\,37.\,26 \\ \text{Somme} = \text{III E VIII} &= 176^\circ\,28'\,52''. \end{aligned}$$

Dans le triangle III IX VII, les éléments connus sont :

$$\begin{aligned} \text{côté III-IX} &= 8456 \text{ mètres environ} \\ \text{III} &= 30^\circ\,35'\,41'' \\ \text{IX} &= 112.\,34.\,11 \end{aligned}$$

d'où l'on déduit :

$$\text{VIII} = 36^\circ\,50'\,08''$$

$$\text{et III-VIII} = \frac{8456}{\sin \text{VIII}} \sin \text{IX} = 13024 \text{ mètres}$$

$$\text{VIII-IX} = \frac{\text{III-IX}}{\sin \text{VIII}} \sin \text{III} = 7178 \text{ mètres}$$

La réduction au centre de la station VIII se calcule alors comme suit :

$$\text{Sin } x = \frac{4.116}{7178} \sin 139^\circ 37' 26'' \qquad x = 76'' 6$$

$$\text{Sin } y = \frac{4.116}{13024} \sin 176^\circ 28' 52'' \qquad y = 4'' 0$$

E	36° 51′ 26″
x	— 1 17
y	+ 04
VIII	36° 50′ 13″

Compensations.

Il s'agit maintenant de compenser les angles mesurés qui satisfont à certaines équations de condition. Voici la voie que nous avons suivie.

1° En chaque sommet de la triangulation, si l'on désigne par $a_1, a_2 \ldots\ldots a_n$ les angles mesurés, on a une relation de la forme :

$$a_1 + a_2 + \ldots\ldots + a_n = 360 + x$$

où x représente l'écart angulaire de fermeture du tour d'horizon.

Cette valeur de x est répartie également sur chacun des angles a_i .

2° Dans un triangle A B C, l'on a entre les trois angles mesurés, la condition :

$$A + B + C = 180 + y$$

y désignant l'erreur de fermeture du triangle (1).

Comme précédemment cet écart y se répartit également sur les trois angles mesurés.

3° Pour un quadrilatère, la compensation est plus compliquée. Le procédé suivant a été appliqué aux quadrilatères d'extension des bases de la Meuse et de Lommel.

(1) Nous faisons abstraction de l'excès sphérique qui, dans le cas de nos triangles, est négligeable

Soient a_1, a_2 ..... a_8 (fig. 13), les vraies valeurs des angles du

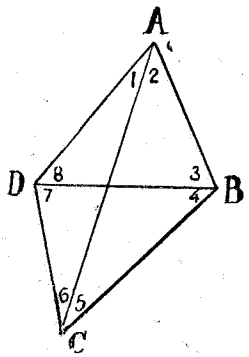


FIG. 13.

quadrilatère A B C D, ces angles étant numérotés dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre, on a :

$$\left.\begin{aligned} a_8 + a_1 + a_2 + a_3 &= 180^\circ \\ a_2 + a_3 + a_4 + a_5 &= 180^\circ \\ a_4 + a_5 + a_6 + a_7 &= 180^\circ \\ a_6 + a_7 + a_8 + a_1 &= 180^\circ \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

et $$\frac{DC}{\sin a_1} = \frac{DA}{\sin a_6}, \quad \frac{DA}{\sin a_3} = \frac{AB}{\sin a_3}, \quad \frac{AB}{\sin a_5} = \frac{BC}{\sin a_2}, \quad \frac{BC}{\sin a_7} = \frac{CD}{\sin a_4}$$

d'où l'on tire, en multipliant ces égalités membre à membre :

$$(2) \qquad \sin a_1 \sin a_3 \sin a_5 \sin a_7 = \sin a_2 \sin a_4 \sin a_6 \sin a_8$$

En général, les valeurs observées a_i des angles ne satisfont pas aux relations (1) et (2). Mais au lieu de chercher les corrections angulaires qui satisfont à la fois aux équations de conditions (1) et (2), nous avons préféré, à l'exemple de plusieurs géodésiens, déterminer d'abord les corrections qu'on peut déduire de (1), puis de (2) en tenant compte des premières.

Soient C_1, C_2, C_3, C_4 les erreurs de fermeture des quatre triangles DAB, ABC, BCD, CDA, et y_1 y_2.... y_8 les corrections à faire subir aux angles mesurés pour satisfaire aux relations (1), on aura.

$$\left.\begin{aligned} y_1 + y_2 + y_3 + y_8 &= -C_1 \\ y_2 + y_3 + y_4 + y_5 &= -C_2 \\ y_4 + y_5 + y_6 + y_7 &= -C_3 \\ y_6 + y_7 + y_8 + y_1 &= -C_4 \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Ces équations ne sont pas indépendantes puisque l'on a

$$C_1 + C_3 = C_2 + C_4 ;$$

nous pouvons donc les supposer réduites aux trois premières, par exemple.

D'après la théorie des moindres carrés, la somme des carrés des erreurs des y doit être rendue minimum, on a donc

$$y_1^2 + y_2^2 + \ldots\ldots + y_8^2 = \text{minimum.} \qquad (4)$$

Différentiant (3) et (4), il vient

$$\begin{array}{llllllll}
y_1\,dy_1 + y_2\,dy_2 + y_3\,dy_3 + y_4\,dy_4 + y_5\,dy_5 + y_6\,dy_6 + y_7\,dy_7 + y_8\,dy_8 = o \\
dy_1 + dy_2 + dy_3 + \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad + dy_8 = o \\
dy_2 + dy_3 + dy_4 + dy_5 \qquad\qquad\qquad\qquad = o \\
+ dy_4 + dy_5 + dy_6 + dy_7 \qquad\qquad = o
\end{array}$$

Multiplions les trois dernières équations par les coefficients k, l, m et soustrayons les de la première en égalant à zéro les coefficients des différentielles, en vue de satisfaire à la condition (4), on aura

$$\left.\begin{array}{c} y_1 = y_8 = k \\ y_2 = y_3 = k + l \\ y_4 = y_5 = l + m \\ y_6 = y_7 = m \end{array}\right\} (5).$$

Substituant ces valeurs dans (3), on trouve

$$\left.\begin{array}{r} 4\,k + 2\,l = -\,C_1 \\ 2\,k + 4\,l + 2\,m = -\,C_2 \\ 2\,l + 4\,m = -\,C_3 \end{array}\right\} \quad (6)$$

d'où l'on tire

$$\begin{array}{l} 8\,k = 2\,C_2 - 3\,C_1 - C_3 \\ 8\,l = -\,4\,C_2 + 2\,C_1 + 2\,C_3 \\ 8\,m = 2\,C_2 - 3\,C_3 - C_1 \end{array}$$

Portant ces valeurs dans (5), on trouve finalement

$$\left.\begin{array}{l} y_1 = y_8 = \dfrac{1}{8}\left[2\,C_2 - 3\,C_1 - C_3\right] \\ y_2 = y_3 = \dfrac{1}{8}\left[-\,2\,C_2 - C_1 + C_3\right] \\ y_4 = y_5 = \dfrac{1}{8}\left[-\,2\,C_2 + C_1 - C_3\right] \\ y_6 = y_7 = \dfrac{1}{8}\left[2\,C_2 - C_1 - 3\,C_3\right] \end{array}\right\} \quad (7)$$

Telles sont les corrections déduites des équations de condition (3); mais on peut les mettre sous une forme plus simple pour le calcul.

Ces équations peuvent, en effet, s'écrire :

$$
\left.
\begin{aligned}
y_1 &= \frac{1}{8}\left[-C_1 + C_3 - 2C_4\right] = \frac{1}{8}C_3 - \frac{3}{8}C_4 + \frac{1}{8}\left[C_4 - C_1\right] \\
y_2 &= \frac{1}{8}\left[-2C_2 - C_1 + C_3\right] = \frac{1}{8}C_3 - \frac{3}{8}C_2 + \frac{1}{8}\left[C_2 - C_1\right] \\
y_3 &= \frac{1}{8}\left[-3C_1 + 2C_4 - C_3\right] = \frac{1}{8}C_4 - \frac{3}{8}C_1 + \frac{1}{8}\left[C_4 - C_3\right] \\
y_4 &= \frac{1}{8}\left[+2C_4 - C_1 - 3C_3\right] = \frac{1}{8}C_4 - \frac{3}{8}C_3 + \frac{1}{8}\left[C_4 - C_1\right] \\
y_5 &= \frac{1}{8}\left[-2C_2 + C_1 - C_3\right] = \frac{1}{8}C_1 - \frac{3}{8}C_2 + \frac{1}{8}\left[C_2 - C_3\right] \\
y_6 &= \frac{1}{8}\left[+C_1 - 2C_4 - C_3\right] = \frac{1}{8}C_1 - \frac{3}{8}C_4 + \frac{1}{8}\left[C_4 - C_3\right] \\
y_7 &= \frac{1}{8}\left[2C_2 - C_1 - 3C_3\right] = \frac{1}{8}C_2 - \frac{3}{8}C_3 + \frac{1}{8}\left[C_2 - C_1\right] \\
y_8 &= \frac{1}{8}\left[2C_2 - 3C_1 - C_3\right] = \frac{1}{8}C_2 - \frac{3}{8}C_1 + \frac{1}{8}\left[C_2 - C_3\right]
\end{aligned}
\right\} \quad (8)
$$

Le dernier terme étant, en général, négligeable ces équations se réduiront à

$$
\left.
\begin{aligned}
&y_1 = \frac{1}{8}C_3 - \frac{3}{8}C_4 \quad y_2 = \frac{1}{8}C_3 - \frac{3}{8}C_2 \quad y_3 = \frac{1}{8}C_4 - \frac{3}{8}C_1 \\
&y_4 = \frac{1}{8}C_4 - \frac{3}{8}C_3 \quad y_5 = \frac{1}{8}C_1 - \frac{3}{8}C_2 \quad y_6 = \frac{1}{8}C_1 - \frac{3}{8}C_4 \\
&y_7 = \frac{1}{8}C_2 - \frac{3}{8}C_3 \quad y_8 = \frac{1}{8}C_2 - \frac{3}{8}C_1
\end{aligned}
\right\} \quad (9)
$$

Elles permettent d'énoncer la règle suivante : *la correction à faire subir à un angle est égale à* $-\frac{3}{8}$ *de l'écart de fermeture du triangle qui contient cet angle* $+\frac{1}{8}$ *de l'écart de fermeture du triangle formé par les trois sommets restants.*

Une démonstration directe des formules (9) a été tentée par M. Kraitchik, dans les *Mémoires de la société royale des sciences de Liège*, 3e série, t. X, 1913 ; mais elle s'appuie sur une hypothèse toute gratuite qui lui enlève toute rigueur (1). Notre exposé est une application directe de la théorie des moindres carrés.

Il s'agit maintenant de satisfaire à la condition (2) qui peut s'écrire si l'on pose $a_i = x_i + dx_i$:

$$\lg \sin (x_1 + dx_1) - \lg \sin (x_2 + dx_2) + \ldots\ldots\ldots = o.$$

Développons cette expression, en négligeant les termes du second ordre, il vient

$$\lg \sin x_1 + \frac{d}{dx_1} (\lg \sin x_1)\, dx_1 - \lg \sin x_2 - \frac{d}{dx_2} (\lg \sin x_2)\, dx_2 + \ldots\ldots = o.$$

Mais

$\frac{d}{dx_1} (\lg \sin x_1) = \delta_1$ = la différence tabulaire de 1″ pour l'angle x_1, dans une table de log. sin ; on a donc

$$\delta_1\, dx_1 - \delta_2\, dx_2 + \ldots\ldots\ldots + \delta_7\, dx_7 - \delta_8\, dx_8 + \lg \sin x_1 - \lg \sin x_2 + \ldots\ldots = o.$$

et si nous posons.

$$dx_i = z_i \text{ et } \lg \sin x_1 - \lg \sin x_2 + \ldots\ldots = D,$$

cette équation prendra la forme.

$$(10) \quad \delta_1 z_1 - \delta_2 z_2 + \ldots\ldots = -D.$$

Les z_i doivent, en outre, satisfaire à la condition

$$(11) \quad z_1^2 + z_2^2 + \ldots\ldots\ldots + z_8^2 = \text{minimum}$$

Différentiant les équations 10 et 11, il vient

$$\delta_1\, dz_1 - \delta_2\, dz_2 + \ldots\ldots = o$$
$$z_1\, dz_1 + z_2\, dz_2 + \ldots\ldots = o$$

(1) Ces formules nous avaient été communiquées par M. G. Maury, Directeur du service cartographique aux Ministère des Colonies, qui les tenait de géodésiens anglais ; dans l'ignorance de leur démonstration j'avais engagé M. Kraitchik à en tenter la recherche ; telle fut l'occasion de la note qu'il a publiée.

Multiplions la première équation par q et retranchons la de la seconde, puis égalons à zéro les coefficients des dz_i, on aura

$$z_1 = q\,\delta_1 \ldots\ldots \quad z_2 = -\,q\,\delta_2 \ldots\ldots$$

Substituant dans (10) on trouve

$$q = -\,\frac{D}{\Sigma\,\delta_i^2}$$

Posant

$$\Sigma\,\delta_i^{\,2} = \delta_1^{\,2} + \delta_2^{\,2} + \ldots\ldots + \delta_8^{\,2} = [\delta\delta]$$

on a finalement

$$12) \quad z_1 = -\,\frac{D}{[\delta\delta]}\,\delta_1 \qquad z_2 = +\,\frac{D}{[\delta\delta]}\,\delta_2 \text{ etc.}$$

Telles sont les nouvelles corrections à faire subir aux angles du quadrilatère.

Comme on le voit par les formules (12) la correction z_i (en secondes) est positive (ou négative) pour tous les angles de rang pair (ou impair) et négative (ou positive) pour tous les angles de rang impair (ou pair) suivant que D est positif ou négatif.

Cependant, si l'angle a_i est compris entre 90° et 180°, le signe de z_i doit être changé, car dans ce cas le sinus décroît lorsque l'angle croît.

Lorsque les angles a_i auront subi les deux corrections y_i et z_i, on recommencera les mêmes calculs et l'on obtiendra par deux applications de cette méthode des valeurs compensées des angles du quadrilatère.

On trouvera plusieurs applications de cette méthode dans la seconde partie de cette publication.

Calcul des triangles.

Après avoir fait subir aux angles mesurés les compensations nécessaires, on procède au calcul des côtés des triangles.

Dans ce but nous fîmes exclusivement usage d'une table (1) donnant les valeurs naturelles à sept décimales des sinus et cosinus de tous les angles compris entre 0° et 90°, de 10″ en 10″, avec des parties proportionnelles pour chaque seconde. Les produits et quotiens étaient effectués au moyen d'une machine à calculer du genre « Dactyle » pouvant donner des produits de treize chiffres. La préci-

sion obtenue de cette manière est comparable à celle qui résulte de l'emploi d'une table de logarithmes à sept décimales. Mais les avantages sont importants : une plus grande simplicité de calculs, une très grande rapidité d'exécution et une moindre fatigue.

Supposons qu'il s'agisse de calculer les côtés b et c dans un triangle dont on connaît le côté a et les trois angles, nous aurons :

$$b = \frac{a}{\sin A} \sin B$$

$$c = \frac{a}{\sin A} \sin C$$

On calcule d'abord le quotient $\frac{a}{\sin A}$ qu'on inscrit sur la machine comme multiplicande ; puis on multiplie ce nombre successivement par sin B et sin C.

Exemple :

	Angles mesurés	Angles compensés	
A	51° 50′ 59″5	51° 50′ 59″	$a = 3100.40$
B	52. 35. 8.5	52.35.08	$\frac{a}{\sin A} = 3942.55$
C	75. 33. 54.5	75.33.53	$b = 3942.55 \sin B = 3131.42$ m.
	180.00.02.5	180.00.00	$c = 3942.55 \sin C = 3818.08$ m.

(*A suivre.*)

(1) Tables of Natural Sines and Cosines by C. L. H. Max Jurisch, Cape Town, Herrmann Michaelis.

NOTES DIVERSES.

Machines d'Extraction

Note sur l'état actuel du problème de l'extraction par Machine à vapeur et par Machine électrique (1)

PAR

ARMAND HALLEUX

Observations générales. — On ne cherchera pas dans la note synthétique qui va suivre, une comparaison, avec conclusions, de la machine d'extraction à vapeur, avec la machine d'extraction électrique ; une telle comparaison ne peut se faire, on le comprend aisément, que dans un cas particulier bien défini. Il est clair que sa conclusion peut être différente s'il s'agit de réaliser une extraction de 1,500 ou 2,000 tonnes par puits et par vingt-quatre heures en utilisant un seul étage — ce qui semble être le problème des nouvelles mines de Campine — ou, s'il faut, comme dans la majeure partie des puits du pays, faire une extraction de l'ordre de 300 à 600 tonnes en huit heures ou neuf heures et à divers étages.

De même, les conditions locales peuvent jouer un rôle détermi-

(1) La présente note a été écrite en 1916, mais, quoique cela, nous avons pensé qu'elle gardait quelqu'intérêt pour les lecteurs des *Annales*, car, s'il est vrai que des modifications importantes sont intervenues depuis, dans le prix des installations et dans le prix de revient de la vapeur et du kilowattheure, les bases de comparaison générale entre vapeur et électricité pour les machines d'extraction restent exactement les mêmes.

Il semble également d'ailleurs que, malgré les perturbations économiques et le manque de stabilisation actuels, l'ensemble de ses conclusions reste encore debout. C'est pourquoi nous l'avons livrée à la publication.

Octobre 1920.

nant dans le choix qui doit être fait : ainsi, par exemple, la durée prévue encore pour le siège qu'il faut outiller, l'existence d'une centrale d'énergie électrique, plus ou moins importante, la présence de fours à coke établis de manière à fournir du gaz en excès, la présence de charbons de qualités inférieures et non vendables, etc.

La diversité des solutions adoptées n'exclut cependant pas la possibilité de confronter les résultats généraux obtenus par les divers systèmes en présence et de faire ressortir, indépendamment de toute circonstance locale, leurs avantages et leurs inconvénients.

I. Machines à vapeur.

Presque partout, et à de rares exceptions près, les machines à vapeur d'extraction fonctionnent sans condensation : l'application de la condensation correspond cependant à un gain de l'ordre de 15 % dans la consommation de vapeur. Ceci s'explique : en effet, pour que la condensation donne de bons résultats, il faut qu'elle desserve autre chose que la ou les deux machines d'extraction du siège ; il faut qu'elle devienne « condensation centrale » ; autrement, les dépenses d'installation et d'énergie motrice qu'elle requiert, sont hors de proportion avec le bénéfice à retirer d'une telle installation. Or, dans nombre de sièges existants, la machine d'extraction ou les machines d'extraction sont les plus grands — et de loin — consommateurs de vapeur ; d'autre part, comme l'utilité de l'« électrification » des services qui ne demandent pas des moteurs de plus de 150 HP, ne peut plus être mise en doute, au point de vue de l'économie, que, dans beaucoup de sièges cette puissance (par machine) a été relativement peu dépassée et que, dès lors, les services accessoires sont devenus électriques, on s'est trouvé dans l'impossibilité de faire, raisonnablement du moins, l'installation de condensations centrales, malgré que, presque tous les fournisseurs de machines d'extraction à vapeur n'ont cessé — et pour cause — de la préconiser. Le cas le plus général du pays est donc, pour ces motifs, la machine d'extraction sans condensation ou munie simplement d'un réchauffeur d'eau d'alimentation des chaudières.

L'usage des pressions plus élevées que celles de jadis s'est répandu aux fins de diminuer les pertes par rayonnement et condensation, puisque les dimensions diminuent avec la pression ; toutefois, il convient de ne pas dépasser 10 à 11 kilos — surtout avec les systèmes (Koepe) qui se prêtent moins bien aux moteurs à couples variables

— parce que la haute pression fait croître proportionnellement la détente et crée, de ce chef, des couples moteurs dont l'amplitude des variations augmente.

Il va sans dire que la détente est admise partout actuellement et, le plus souvent par soupapes commandées par déclic. Les machines « Compound » à deux cylindres ne se sont guère répandues par suite des difficultés que crée lors des manœuvres, le réservoir intermédiaire et aussi pour leur couple très variable dans le tour.

La Compound à quatre cylindres — qui est exceptionnelle d'ailleurs (1) — est mécaniquement très compliquée, et conduit à des surfaces rayonnantes très grandes qui lui font perdre ses avantages.

L'usage de la surchauffe reste encore discuté ; eu égard aux grandes variations de régime, il est très difficile de la régler et l'on peut courir ainsi le danger de la voir s'élever trop et gripper les cylindres. Beaucoup de techniciens préconisent l'usage de vapeur légèrement surchauffée afin d'éviter les condensations dans le parcours des chaudières aux machines, ce qui est très judicieux, attendu que, par degré de surchauffe en moins, on perd par kilo de vapeur 0,40 calorie et que, chaque kilo de vapeur condensée coûte 500 calories environ.

Ceci a conduit à préconiser, sauf circonstances particulières, l'usage de batteries de chaudières spéciales pour les machines d'extraction et de ne point utiliser à la fois, pour l'extraction et la centrale électrique, les mêmes chaudières, d'autant plus que l'extraction apporte par ses variations brusques dans la demande de vapeur des variations notables dans le régime des générateurs.

On a aussi préconisé les enveloppes de vapeur des cylindres et parfois des fonds, mais il faut que cette vapeur soit prise sur un autre tuyau de vapeur que celui qui dessert le cylindre, attendu que pendant les manœuvres, la section de tuyauterie d'arrivée, comprise entre le modérateur et la machine, peut être mise par le mécanicien en communication avec l'atmosphère ; de même, à chaque arrêt de la machine, la tuyauterie, comprise entre le modérateur et les cylindres, se vide de vapeur : pour éviter ce gaspillage, certains constructeurs ont préconisé l'usage d'un modérateur sur chaque cylindre, mais la machine devient plus compliquée et l'imposibilité de manœuvrer exactement de même façon ces deux modérateurs (notamment aux

(1) Puits n° 5 de Liévin.

manœuvres) a fait rejeter cette disposition. C'est pourquoi on a repris la disposition à soupapes commandée rigidement au moyen de cames (1); c'est dans cette voie que paraît avoir travaillé avec succès un constructeur belge (2); reste à savoir dans quelle mesure les défauts qu'on reprochait aux distributions à cames (laminage de vapeur à l'admission) se manifesteront dans la machine dont il s'agit.

Quant aux consommations de vapeur :

Quelques observations préalables s'imposent : elles s'appliquent aussi bien à l'électricité qu'à la vapeur.

On ne peut se dissimuler que des chiffres précis ont été très rarement déterminés dans ce domaine; et, encore, les mesures ou les dénombrements statistiques ont-il été faits dans des conditions qui sont loin d'être en tous points comparables. La raison en est simple : les essais de l'espèce sont très difficiles à bien organiser et à bien exécuter; ils exigent beaucoup de temps, des instruments de mesures exacts et des opérateurs accoutumés aux essais, éléments fondamentaux qui ont souvent fait défaut dans les essais qui constituaient une première et dernière expérience pour ceux qui les faisaient. Quant aux statistiques qui peuvent être produites à ce propos (tonnage extrait, quantités consommées en charbon ou en énergie), il faut, pour les accepter comme expression de la vérité, connaître dans le détail comment elles ont été dressées et surtout contrôlées, ce qui est très rarement le cas : ainsi, par exemple, nous avons eu l'occasion de connaître des chiffres cités pour les consommations du charbon affecté à l'extraction, chiffres résultant d'une supputation du surveillant de la « chaufferie » qui devait établir les nombres des wagonnets de bon ou mauvais charbon venant aux chaudières; ces chiffres n'étaient jamais contrôlés et étaient altérés systématiquement.

Au surplus, les consommations des machines d'extraction ne peuvent que se référer au cheval-heure-utile-puits, unité qui contient implicitement le rendement du puits, de son attirail câbles, molettes, cages, etc... et du moteur lui-même, éléments qui diffèrent d'un siège à l'autre. Enfin, la consommation par cheval-utile-heure (HP.U.H.) diffère suivant que l'on envisage un trait, la période effective de l'extraction, la durée du poste tout entier, une période de un jour de 24 heures (avec les arrêts et services accessoires) une semaine, un mois ou une année.

(1) Avec les machines à déclic, le mécanicien ne peut soulever la soupape dans toutes les positions du piston.

(2) Nous ne pensons pas qu'une machine de ce type soit actuellement déjà en service.

La consommation qui intéresse l'exploitant est évidemment celle rapportée à un mois ou mieux encore à une année.

En effet, pendant les arrêts, les jours de chômage ou jours fériés (20 % de l'année environ), les chaudières, ainsi que les tuyauteries, etc... restent sous pression et, du charbon est consommé en pure perte (1); tout cela doit intervenir.

Cette observation permet déjà de se rendre compte des résultats différents auxquels peut conduire l'utilisation plus ou moins grande des machines d'extraction. Les chiffres de base adoptés dans un projet quelconque devront donc être bien choisis.

La documentation, ou tout au moins la documentation sur laquelle on puisse s'appuyer avec quelque certitude, est très peu étendue.

Tout d'abord, on peut citer les résultats obtenus par la Commission instituée en 1908, par l'Union des Intérêts miniers de Westphalie pour rechercher les consommations des machines d'extraction. Ces résultats ont été cités chaque fois que l'on a écrit sur cet objet. Les voici encore une fois, pour éviter de faire des recherches :

	Scharbank 4 cylindres		Julia 4 cylindres		Hedène et Amélie 4 cylindres		Wilhelmine et Victoria 2 cylindres	
Durée de l'essai : heures	8	24	8	24	8	8	8	24
Extraction T. . .	1113	1279	979	1900	724	758	977	988
Profondeur, M. .	603		409		554		607	
Pression Kgs. . . .	12.2	10.9	9.2	9.2	7.1	7.2	7.4	7.3
Surchauffe	218	200	0	0	0	0	0	0
Vide %.	74	76.3	»	»	»	»	»	»
Vapeur consommée en kg. par HP. H. U.P.	16.5	24.1	26.8	30.96	24.7	23	21.13	27.8

(1) Une chaudière inactive, mais tenue sous pression, consomme environ 10 % de sa consommation normale.

On remarquera immédiatement que les extractions en cause dépassent celles que l'on trouve le plus généralement dans notre pays; d'autre part, trois de ces machines sont à 4 cylindres.

M. Henry (voir Bull. Ass. Ing. Lg. 1904) a fait jadis des essais très bien organisés sur la machine d'extraction du Hasard, mais il s'agissait d'une machine ancienne.

Voici enfin des résultats obtenus par l'Association pour la Surveillance des Chaudières, laquelle, comme on le sait, opère avec beaucoup de soin; ces résultats ont été obtenus sur des machines d'extraction du pays, dans ces quelques dernières années, et ils nous ont été obligeamment communiqués :

No	Profondeur	Nombre de wagons	Charge utile horaire T.	Vitesse dans le puits m. s.	Consommation de vapeur par HP. U. Kg. pour la durée d'un poste d'extraction
1	479	4	46.6	11	22.2 sans condensateur
2	275	4	72.2	8 à 12	23.9 sans condensateur
3	795	4	86.5	20 à 25	17,5 à condensation

Ces machines sont à 2 cylindres, Pour l'essai n° 1, on a mesuré la consommation de 24 heures (descente du personnel, service des bois, etc...) et en ne tenant compte que des pierres et du charbon extrait pendant cette période, la consommation par HP./heure/utile par 24 heures a été de 33.6 kgs, soit une augmentation de 51 % sur la consommation pendant le poste de charbon.

Il est clair que ce chiffre s'augmenterait encore si l'on tient compte des jours fériés et de chômage (20 % du temps), de même si on tient compte des circonstances normales du service, savoir : fuites de vapeur manière d'opérer les manœuvres, etc... et la majoration de ce chef serait au moins de l'ordre de 5 % à 40 %. Enfin, un essai sur lequel notre documentation est insuffisante aurait donné 23 kgs par HP.H.U.-jour, pour une machine à condensation.

Dans un charbonnage du pays, on a, pendant un mois pesé le charbon affecté à l'extraction; la machine en cause était sans condensation elle se trouvait en bon état d'entretien : elle avait extrait 10,700 tonnes : la consommation de charbon rapportée au HP./heure utile dans le puits, a été trouvée de 10 kilogs, ce qui correspondait à 60 kilogs de vapeur environ.

Comme on le voit, les résultats expérimentaux sont très rares — du moins ceux offrant quelque créance — et il semblerait que les techniciens de charbonnages se sont désintéressés des consommations du plus puissant et du moins économique de leurs moteurs.

Actuellement, les constructeurs de machines d'extraction à vapeur, poussés par la concurrence très vive que leur font les constructeurs électriciens, commencent à donner des garanties de consommation dans leurs offres, garanties, il est vrai, souvent illusoires puisque les essais se font si rarement ou s'ils s'exécutent, ils se font offrir de cautions suffisantes.

Voici quelques chiffres qu'on peut citer de ce point de vue :

Pression	Profondeur m.	Vitesse	N. de wagonnets	Charge utile	Consommation HP. U. Kgs	Observations
10	800	15	6	5 à 700 kgs par wagonnet	14 sans condens.	Sans manœuvres
9	600 à 700	12	7	75 tonnes à l'heure	16 sans condens.	Id.
10 à 11 surchauffe	650	»	»	125 tonnes à l'heure	16	Avec condens. plus 2 kgs par manœuvre

Il est peu intéressant de prolonger cette nomenclature : les chiffres annoncés ne répondent d'ailleurs à rien de précis, car, dès l'instant où l'on veut en préciser la portée dans un contrat, des conditions accessoires surgissent.

Voici des chiffres — *d'ordre évidemment général*, — qui peuvent être cités pour fixer les idées : on verra, par les écarts qu'ils admettent, que leur valeur est indicative et fixe l'ordre de grandeur :

Types de Machines	Consommations moyennes par HP. H. utile puits pour 24 heures
Détente sans condensation	30 à 40 kg
Détente sans condensation perfectionnée .	25 à 35 kg.
Détente avec condensation	20 à 28 kg.
Détente surchauffe et condensation . . .	16 à 22 kg

Si on tient compte des périodes de chômage et des multiples incidents de l'extraction, usures, etc.... pour les extractions de 500 à 800 tonnes, sans trop de manœuvres, on peut estimer qu'une machine construite actuellement, bien appropriée à son service et fonctionnant sans condensation, consommerait *par cheval utile heure rapporté à l'année*, de l'ordre de 40 à 45 kgs de vapeur. On a compris de quelles réserves, il faut entourer cette indication : cette opinion s'accentue encore, si on tient compte de ce fait, que, la machine à vapeur est, au point de vue de sa consommation, presque entièrement à la merci du mécanicien qui, par la marche à « contre-vapeur », par les manœuvres qu'il effectue plus ou moins habilement peut changer considérablement la consommation : il convient d'y ajouter que l'entretien (fuites, repassage, etc.) joue également un grand rôle.

D'autre part, quand on connaît le prix de la tonne de vapeur produite, on peut calculer le prix de revient du cheval utile heure pour l'année. En général, le prix de la tonne de vapeur oscille dans les mines, entre fr. 1.75 et fr. 2.25, tout compris. Si, par exemple, on compte 40 kgs par HP. H. U. an, le prix de celui-ci sera, avec 2 francs par tonne pour la vapeur :

$$\frac{40 \times 2}{1000} = 8 \text{ centimes (1).}$$

Dans chaque cas particulier, c'est en dernier ressort, *en argent* qu'il faut estimer le prix du HP utile, la consommation spécifique en vapeur permettant surtout de comparer entre elles les machines à vapeur offertes.

(1) Prix de 1914.

II. — Machines électriques.

Actuellement, les centrales de production d'énergie électrique sont à courants alternatifs et les systèmes de machines d'extraction employés utilisent des machines à courant continu ou à courants alternatifs : les premières exigent donc une transformation.

L'application des moteurs électriques à l'extraction s'est butée, à l'origine, à une difficulté : la puissance absorbée au démarrage : le diagramme des puissances absorbées est, en effet, celui figuré à la figure 1.

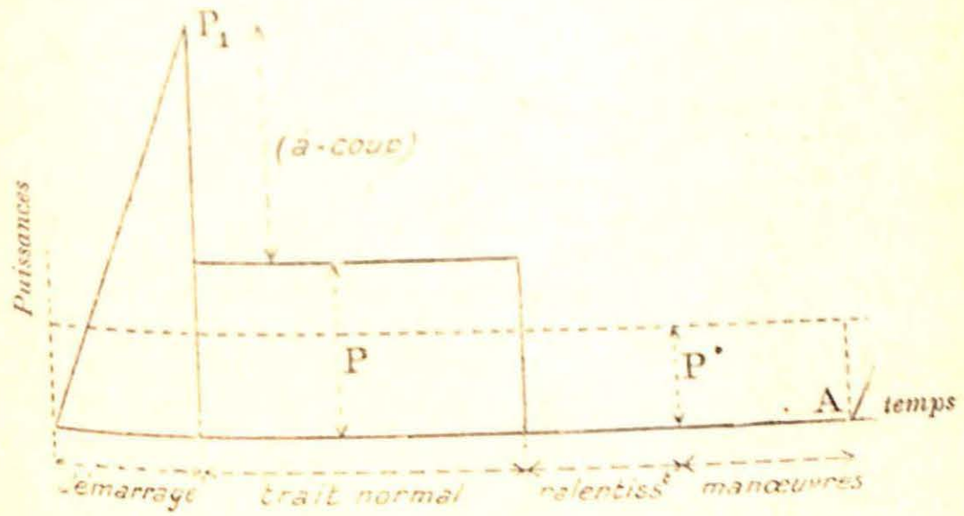


Fig. 1.

Cette puissance P_1 constituant un a-coup sur la source d'énergie : étant de l'ordre de 2 à 2 1/2 fois la puissance normale P, c'était un élément fâcheux pour les centrales à piston.

Ce fut l'origine de l'emploi du volant dit « tampon », volant qui ne pouvait s'utiliser qu'à condition d'alimenter le moteur d'extraction par un groupe spécial sur lequel ce volant était monté.

Actuellement, l'emploi des turbines dans les centrales a diminué l'usage de ce volant ; les turbines, en effet, sont très peu sensibles, dans leur vitesse, aux variations de charge appliquées brusquement.

Grâce au volant, la puissance demandée à la centrale peut être maintenue à peu près constante à 15 % près et le moteur asychrone absorbe constamment une puissance P'.

Cet avantage d'égalisation dans la demande de puissance a encore de la valeur dans certains cas, notamment quand de très grandes puissances sont en jeu, ce qui n'est pas le cas normal des extractions du pays où P_1 est souvent de l'ordre 800 à 1.000 HP (soit un a-coup de 300 à 600 HP ou 200 à 400 KW, ce qui est insignifiant pour une turbine de 2,000 Kws). On ne tarda pas à s'apercevoir que l'usage d'un volant et conséquemment d'un groupe de transformation coûtait trop cher, que, d'autre part, le volant, rien que pour être tenu tout le temps en vitesse, exigeait une dépense continue et permanente de l'ordre de 40 chevaux, ce qui, finalement, en tenant compte des pertes subies dans la transformation imposée de l'énergie, ne laissait pas que de majorer la dépense d'énergie par cheval utile puits. Aussi, dans le but de réduire les frais d'installation et d'économiser l'énergie dépensée, on recourut à ce qu'on appela « l'attaque directe ». Le moteur triphasé, directement branché au tableau de la centrale, était le moteur d'extraction : telles furent les installations du Grand Hornu et du Poirier. Mais le moteur restait coûteux malgré l'usage — désagréable — de la fréquence 25 : aussi, dans ces dernières années, l' « attaque directe », ainsi comprise, fut abandonnée pour utiliser un moteur asynchrone à vitesse normale ou peu s'en faut, attaquant l'arbre d'extraction par engrenages taillés; depuis assez longtemps cette solution était appliquée dans certaines mines de sel alcalin du Harz, et dans les mines du Transvaal : actuellement, les applications de ce système, commencées pour de gros treuils, s'étendent aux machines d'extraction dans les mines du pays.

Aux fins d'éviter les inconvénients du volant, tout en conservant ceux du tamponnage, on revint à l'usage de la batterie d'accumulateurs, qui avait été appliquée dans la première machine d'extraction électrique en Westphalie) : une seule application existe en Belgique, et on a de bonnes raisons de croire que cette application, qui résoud un cas particulier, ne prendra aucune extension dans le pays. Au point de vue de l'économie de l'énergie, l'usage de la batterie conduit d'ailleurs à un résultat peu favorable, car le rendement de celle-ci en service d'à-coups qu'elle doit subir, ne dépasse guère 70%; enfin, la batterie nécessite un entretien et elle s'use par le service. Nous ne ferons donc plus mention de ce système par la suite.

Une autre idée, qui a trouvé deux ou trois applications, fut, comme l'a proposé et réalisé une Société suisse, d'alimenter le moteur d'extraction directement par un groupe turbine à vapeur génératrice à courant continu, groupe exclusivement réservé à ce service ou, sur lequel on pouvait encore adosser un alternateur destiné à alimenter d'autres services; avec cette disposition, ce sont les chaudières qui jouent le rôle de volant. Ce système, qui a donné des résultats favorables au point de vue des consommations d'énergie, exige que des chaudières soient toujours proches des machines d'extraction, il requiert une grande puissance d'extraction, sinon il rend le service d'extraction dépendant directement d'une turbine et de son attirail d'accessoires (1). On ne prévoit pas que ce procédé se développera beaucoup.

En fait, on se trouve donc actuellement en présence des systèmes suivants :

- Par moteur à courant continu :
  - *a*) Avec volant-tampon (Ilgner) et connexions dites « Léonard ».
  - *b*) Sans volant-tampon mais avec connexions « Léonard ».
  - *c*) Moteur triphasé avec engrenages
- Par moteurs à courants alternatifs :
  - Moteurs à collecte
    - *d*) Deux monophasés (triphasés appropriés ou 2 fois du monophasés).
    - *e*) Triphasés.

Examinons successivement les différents types ci-dessus énumérés :

a) Volant (Ilgner). Ces installations se sont rapidement répandues mais leur extension subit un temps d'arrêt.

Elles ont l'avantage d'une grande souplesse de marche, d'une régulation parfaite dans la demande à la centrale avec possibilité d'asservissement de machiniste pour opérer le démarrage. Le freinage s'opère sans difficulté par le moteur lui-même qui devient générateur. De plus, avantage qui est parfois apprécié, on peut, dans les limites que permet la capacité de charge de la génératrice à courant continu et du moteur lui-même (échauffement) accélérer la vitesse de translation, c'est-à-dire augmenter l'extraction. Mais il importe de le remarquer, cette accélération a une *limite* tout indiquée par la

(1) On peut, il est vrai, doubler la source génératrice, mais alors les immobilisations croissent beaucoup.

charge des machines elles-mêmes. C'est ce qu'on semble perdre de vue parfois dans la comparaison avec l'application des moteurs à courants alternatifs (c, d, e).

Pour faire une économie d'énergie, pendant la nuit et les heures à service réduit, on a proposé de découpler le volant (mines de Béthune). L'inconvénient de ce système, qui ne s'est pas généralisé, est, que le démarrage et la mise en vitesse du volant demandent du temps et donnent un à-coup à la centrale.

Comme il est naturel, de nombreux essais ont été faits, pour établir les consommations d'énergie par HP-heure utile, avec ce système. Ici, encore, nous ferons observer que, malheureusement, beaucoup de résultats cités sont sujets à caution ; ou bien ils viennent des constructeurs — et sont plus ou moins suspects — ou bien les mesures ont porté sur quelques traits et, dès lors, ne donnent pas de garanties suffisantes, ou encore les relevés des quantités de matières extraites n'ont pas été contrôlés.

Malgré le nombre relativement grand de machines, on dispose, en somme, de peu de chiffres. Mais, hâtons-nous d'ajouter que, eu égard à la facilité de prédéterminer des consommations par le calcul, ainsi que l'expérience l'a démontré, on peut, dans chaque cas particulier, admettre des chiffres qui ont, sans conteste, un coëfficient d'exactitude beaucoup plus élevé que ceux qui peuvent être cités pour les machines à vapeur. — Cette remarque s'applique d'ailleurs d'une manière générale, à tous les systèmes électriques.

Ici encore, ont recours souvent aux résultats de la Commission Westphalienne déjà citée. Les voici pour mémoire :

	Deutscher Kaiser		Rheinelben		Mathias Stinnes				Emscher Lippe	
Durée . . . h.	8	24	8	24	8	24	8	24	8	24
Extraction . . T.	683	1255	1442	1442	696	977	663	958	1802	3501
Profondeur . . m.	378		369		534				670	
Kwhs par HP H. U. .	2.29	2.70	1.67	2 03	par 8 h. moy. 1 97 par 24 h. moy. 2.66				1.39	1.56

Au Congrès de 1910, à Dusseldorf, M. Philippi (attaché à la firme Siemens) a produit des résultats qui oscillent entre 1.4 kwh et 1.73 kwh par HP. H. U. dont trois obtenus par enregistrement

pendant une très longue période (trois mois et un an). Les coefficients d'utilisation ont été dans ces cas de 63 % environ. Le degré d'utilisation acquiert, en effet, ici, une très grande importance, attendu que pendant les arrêts du moteur d'extraction, le groupe auxiliaire à volant tourne à sa vitesse normale et consomme de l'énergie — ceci se voit très bien dans le tableau ci-dessus. — Il convient donc de bien s'expliquer quand on cite des chiffres de consommation.

Il existe plusieurs machines de cette espèce en Belgique.

b) *Moteur à courant continu. Groupe sans volant.* — Tout se trouve identique au système précédent, sauf que le groupe générateur auxiliaire est dépourvu de volant. Dès lors, l'à-coup de démarrage P_1 (fig. 1) se produit sur la centrale et la puissance demandée à celle-ci pendant le démarrage croît de zéro à P_1.

Ce système est beaucoup moins répandu : ceci s'explique puisque, si on tolère l'à-coup de démarrage, les avantages que le système à courant continu offre, peuvent être mis en balance avec les moindres frais d'installation des systèmes par moteur triphasé ou monophasé direct.

Nous ne disposons pas de chiffres de consommation, offrant une certitude suffisante, avec ce système : dans tous les cas, les consommations en Kwhs, sont inférieures à celles auxquelles on arrive avec le volant-tampon.

c) *Moteur triphasé avec engrenages.* — Il a été dit plus haut que l'usage de moteur triphasé, attaquant *directement* l'arbre du moteur d'extraction (qui demande 25 périodes) est, en fait, abandonné et que l'on applique — ce qui est beaucoup moins coûteux — le moteur triphasé à vitesse à peu près normale attaquant l'arbre d'extraction par un train d'engrenages.

Avec ce moteur, la puissance demandée à la centrale pendant le démarrage est sensiblement la puissance maximum P_1 (fig. 1 et 2).

On perd tout ce qui est hachuré ; cette perte est dissipée dans les résistances de démarrage. De plus, le mécanicien peut, dans la majeure partie des cas, en démarrant plus ou moins vite, modifier la pointe.

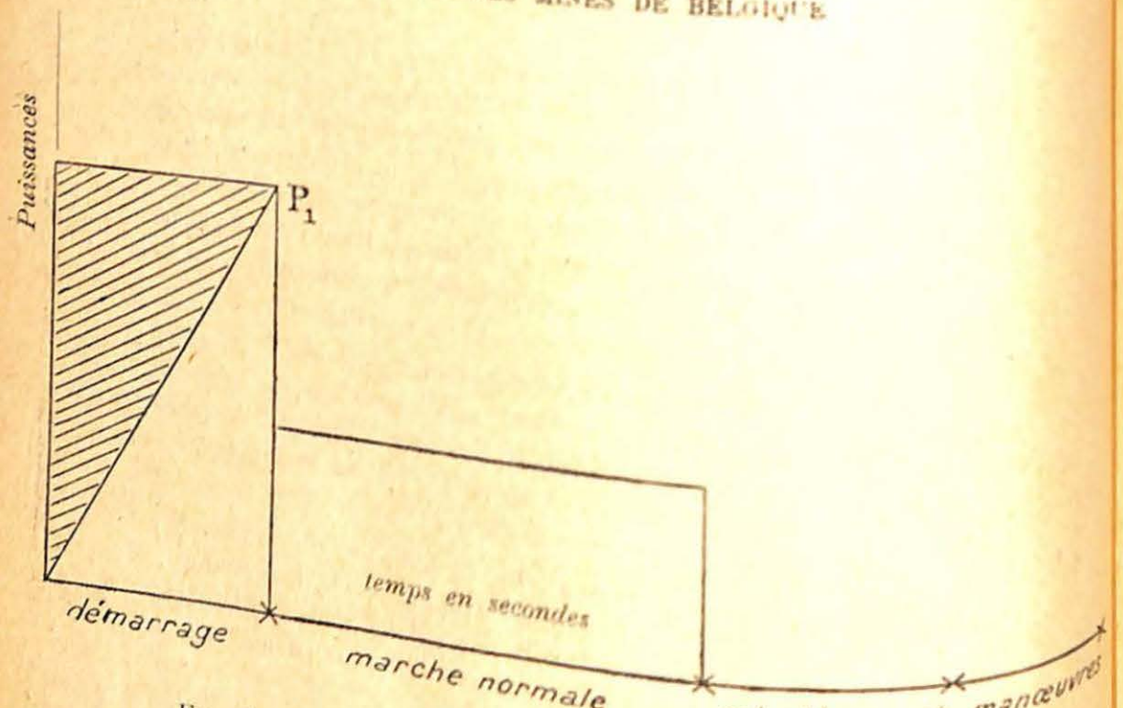


Fig. 2.

En effet, il n'existe pas de bons dispositifs d'asservissement, ce qu'on a traduit (à tort) en disant que le système était « brutal ».

D'autre part, le moteur à synchrone a une vitesse maximum déterminée et qu'on ne peut dépasser pour une fréquence donnée : dès lors, c'est la limite de la vitesse d'extraction ; et, si pour se donner de l'« élasticité », on fait le service normal en dessous de cette limite, la consommation d'énergie s'en ressentira car de l'énergie sera dissipée dans le rhéostat de réglage. C'est pourquoi, en général, une telle installation fonctionne, dans la période normale du trait, à sa vitesse maximum, ce qui fait dire aux techniciens des mines que l'extraction horaire est limitée (?). En réalité, cette opinion, que l'on entend souvent exprimer, vient de ce que plusieurs installations out, en effet, été ainsi conçues pour fonctionner à cette limite, de manière à diminuer autant que possible la puissance du moteur et la puissance P_1 du démarrage; mais, on peut — et on l'a fait depuis — raisonner autrement : augmenter de l'« élasticité » voulue, la vitesse d'extraction à prévoir, par exemple de 10 %, et construire le moteur pour cette vitesse et il sera capable de faire l'extraction demandée en 10 % de temps en moins. Mais cet excès de temps dont on disposera éventuellement pour rattraper un temps perdu accidentellement, ne s'obtiendra qu'en consentant à augmenter les pertes et la

puissance qu'il demande au démarrage dans un rapport quelque peu supérieur (1).

D'autre part, il peut arriver que le couple devienne négatif quand on marche à vitesse réduite; le mécanicien ne le voit pas aux appareils de mesure (ce qui n'est pas le cas en courant continu) et sa manœuvre du rhéostat devient indécise ; c'est surtout important à considérer quand on fait la translation du personnel ou au cas de charges anormales dans les cages. Il y a là une difficulté qu'il convient d'étudier de près. Certains qui l'ont vue se manifester quand la machine a été installée, l'ont résolue en coupant le courant alimentant le moteur et en se servant des freins; mais si une telle manœuvre est possible pour le matériel et le charbon, on peut se demander si elle est convenable pour les hommes. Quand c'est possible la meilleure solution est d'adopter la même vitesse pour le personnel et le charbon (synchronisme moins le glissement) et, dans le cas du couple négatif, le moteur freine de lui-même. Ce point important ne doit donc pas être perdu de vue.

Sous réserve de ses questions, qui sont, dans tous les cas, solubles dans chaque installation prévue, il n'est point d'autre repproche à faire à l'application du moteur triphasé dans ces circonstances, à moins que, comme le font certains techniciens, on y ajoute le reproche — peu fondé d'ailleurs — d'utiliser les engrenages.

Nous remarquerons toutefois, pour être complet, que cette application ne prrait pas s'adapter à de très puissantes machines comme celles prévues en Campine; mais pour les extractions faibles des puits de l'ancien bassin du pays, elle peut constituer une bonne solution. La plus puissante installation de l'espèce, en Belgique, demande 850 à 900 kw pendant la période de démarrage.

On conçoit que la consommation, avec un tel système, doit être relativement faible. Nous ne disposons que d'un résultat certain, le voici : pour vingt-quatre heures d'essai, avec une extraction à 900 et 850 mètres, la consommation par HP. H. U. sur vingt-quatre heures a été de 1,73 kwh.; rapportée à l'année, cette consommation est de 1,885 kwh., la durée du poste d'extraction étant de huit heures.

(1) Il semble d'ailleurs que dans beaucoup de cas, l'idée de regagner le temps perdu éventuellement dans un poste d'extraction, en augmentant la vitesse du trait, soit une idée théorique.

D) *Moteurs monophasés à collecteurs* — Le moteur d'extraction se compose en réalité de deux moteurs monophasés accolés et sur le même arbre : ils attaquent l'arbre d'extraction par engrenages. Seule, une Société suisse construit ce système : on peut alimenter jusqu'à 3,000 volts directement, le rotor n'est pas en communication avec le réseau.

Il existe un très grand nombre de machines de ce genre, ou mieux de « gros treuils »; nous avons relevé les plus puissantes; l'une est installée à la Gewerkschaft Altenhagen (Hanovre) : la puissance maximum au démarrage est de 425 HP., normale elle est de 260 HP.. le moteur fait 320 tours; l'autre se trouve à la Südharzer Kaliwerk Nordhausen (Wittelsheim Alsace) : 500 HP. maximum, 320 effectifs 260 tours.

L'alimentation se fait en triphasé, par l'intermédiaire d'un transformateur dit de « Scott ».

L'avantage d'utiliser ce type de machine est que, grâce à la facilité de réglage du couple par déplacement des balais, on peut, au démarrage, demander à la centrale la puissance croissante de 0 à P_1 (fig. 1) (comme le fait le type *b* ci-dessus vu).

Mais, nous croyons que cet avantage doit être fortement entamé par le rendement inférieur de ces deux moteurs (comparé au moteur triphasé ordinaire) ; par les échauffements et difficultés de commutation qu'on ne peut que partiellement éviter dans ce type de machine.

Enfin, ajoutons que, jusqu'à présent, les constructeurs se tiennent dans certaines limites de puissance. Un moteur de ce genre existe en Belgique : il actionne un gros treuil.

Nulle part des résultats de consommation ne sont produits.

Il convient, pour se prononcer, le cas échéant, sur les résultats donnés par de telles machines, dont les plus puissantes ont été mises en service en 1912 et 1913, que des renseignements puissent être recueillis sur place.

E) *Moteur triphasé à collecteur.* — L'application de cette machine également intéressante, se présente, au point de vue de la puissance demandée au démarrage, comme la précédente. Ici aussi, on semble pour des raisons de construction, se limiter dans la puissance (vers 300 à 350 HP. maximum au démarrage). Le rotor, portant le collecteur doit être alimenté à basse tension, 95 à 190 volts, ce qui nécessite un transformateur : le stator peut être alimenté à haute tension. Le réglage de la vitesse s'opère au moyen de la position des balais. Ce moteur attaque aussi l'arbre par engrenages. Il en existe à la mine Rosenberg à Braubach (Rhein-Stolberg), sa puissance est de 250 HP. maximum.

Les résultats donnés par ces installations récentes ne sont pas encore connus.

Comme avec le système précédent, on peut obtenir un bon facteur de puissance (ce qui est, en fait, d'un intérêt assez secondaire dans l'espèce) : mais quand le moteur est au repos, il demande un assez grand courant déwatté.

Il participe des inconvénients des moteurs à collecteur à courant alternatif (notamment des échauffements au collecteur et des difficultés de commutation).

Quant au rendement, nous savons, par expérience, que ces machines réservent des surprises; le rendement qui est acceptable au synchronisme peut fortement varier dans les autres régimes

Pour cette application, il convient aussi d'attendre une plus ample expérience pour pouvoir juger en connaissance de cause.

III. — Comparaison entre vapeur et électricité.

La comparaison entre vapeur et électricité pour l'extraction est chose difficile : nous avons dit plus haut qu'elle est essentiellement locale et il faut se garder de tirer des conclusions d'un cas particulier. Le problème se pose différemment, en effet, s'il s'agit d'installations nouvelles ou d'installations anciennes à transformer ; d'extractions faibles ou importantes, de grandes profondeurs ou non ; d'une exploitation à l'autre, on peut arriver à des solutions complètement différentes et souvent, des circonstances latérales, telles que la dissémination des sièges d'extraction, le développement des services accessoires, la production de vapeur à bon marché, etc., influent très notablement sur la solution à adopter.

D'autre part, il faut se garder d'accepter sans examen critique, les résultats comparatifs donnés parfois — de très bonne foi d'ailleurs — entre une installation ancienne et la nouvelle qui l'a remplacée; en effet, souvent les conditions sont changées et la nouvelle machine se substitue à une ancienne qui fonctionnait dans des conditions défec-

tueuses. Il y a deux ans, par exemple, nous avons vu dans le Hainaut, une machine d'extraction à cylindres verticaux fonctionnant à 5 atmosphères et dans laquelle l'eau de condensation coulait le long des tiges des pistons; les distributions fonctionnaient tant bien que mal et le frein à vapeur consommait par fuite et condensation environ le 1/5 de la consommation propre de la machine même. On a remplacé cet engin. Eut-il été logique d'attribuer tout le bénéfice de ce remplacement aux perfectionnements dont le nouvel engin était muni? Souvent aussi, on perfectionne tout ce qui concerne les manœuvres et le décagement, parfois l'attirail du puits quand on fait une installation nouvelle par vapeur, on élève la pression, etc... Bref, il arrive rarement que l'installation nouvelle soit, de tous points, comparable à l'ancienne. La difficulté de faire des comparaisons entre des choses qui sont comparables est donc très réelle dans le domaine de l'extraction.

On a vu précédemment que les consommations des machines d'extraction ne peuvent se rapporter qu'au cheval-heure-utile-puits, et que cette unité, prise comme base, donne des consommations différentes suivant la durée de la période à laquelle on la rapporte : la consommation du HP.H.U. puits, par trait, par poste, par 24 heures, ou par mois ou par année, diffère profondément. Or, dans beaucoup de cas, l'évaluation des consommations rapportées à l'année est douteuse ou ne provient que de supputations dont le contrôle est difficile; c'est d'autant plus grave que, jusqu'à présent, et d'une manière générale bien entendu, les supputations de charbons consommés ou de vapeur absorbée, se font dans les mines d'une manière très grossière. Des consommations, il faut passer aux prix de revient, soit de la vapeur, soit du kilowatt-heure. Ici encore, l'incertitude existe : les uns brûlent dans les chaudières des charbons qui n'ont qu'une valeur conventionnelle variable et souvent arbitraire; d'autres emploient du bon charbon auquel ils affectent, soit le prix de revient, soit le prix de vente moyen. Enfin, les uns comptent dans le prix de revient, notamment du kilowatt-heure, des amortissements, parfois même des intérêts du capital investi, alors que d'autres fixent invariablement l'amortissement à 10 %, ou bien ne font rien intervenir de ce chef, sous prétexte que les nouvelles installations sont liquidées sur un seul exercice. Si on joint à cela, la difficulté très réelle d'établir un prix de revient de kwh, en ne faisant intervenir que les frais directs d'exploitation, on ne sera pas surpris des écarts considérables qui se constatent entre les chiffres qu'on prétend avoir obtenus. Or, ces écarts rejaillissent sur le prix qu'on attribuera en fin de compte au cheval-heure-utile-puits. Ceci montre bien combien il est difficile de parler de chiffres ayant une valeur réelle.

Si l'on joint à cela que, comme dans tous les milieux, l'industrie compte des hommes décidés à appliquer les nouveautés, sous quelque forme de progrès qu'elles semblent se présenter, que, d'autre part, il en est de nombreux qui, dans la crainte d'un échec ou des difficultés qui sont la conséquence de tout changement, rejettent systématiquement toute application nouvelle, on comprendra que la documentation sincère et impartiale est entourée de difficultés. Enfin, à tout ceci, il faut encore ajouter les nécessités créées dans les affaires par les relations amicales ou autres, l'influence prépondérante qu'une seule personnalité acquiert fréquemment dans la direction technique d'une affaire industrielle et les contingences particulières à chaque milieu industriel, puisque dans notre pays, la vie locale est particulièrement intense.

Ces observations paraissent nécessaires à présenter avant d'aborder les divers points sur lesquels la comparaison peut porter.

A) *Régularité du couple dans le tour.* — Le couple de la machine piston est variable dans le tour et son degré de variation dépend des systèmes de machines et du degré de détente. Le moteur électrique est à couple constant.

La variabilité du couple ou de l'effort moteur agissant sur le câble qui présente de l'élasticité, peut créer, dans ce câble, des efforts périodiques qui dépassent la charge statique à laquelle il est soumis, du chef de son propre poids et du poids qu'il supporte; les efforts élastiques périodiques se superposent, à l'effort statique, comme jadis dans les maitresses tiges mues par machines rotatitves.

D'autres part, toutes les machines d'extraction à vapeur actuelles sont munies de régulateurs : parfois, on en met un sur chaque cylindre : ces appareils entre en action après un certain nombre de tours; or, si les conditions de trait varient, ou si le réglage est mal effectué, il se peut que l'intervention du régulateur ait pour résultat de faire tomber la vitesse, ce que le mécanicien corrige instinctivement en élevant plus rapidement l'ouverture du modérateur, d'où un « coup de vapeur » ou un choc parfois très violent sur le câble.

Ces effets ne peuvent être mis en doute.

Mais si ces phénomènes sont, dans une mesure malheureusement

indéterminée, préjudiciables aux câbles en marche normale, ils acquièrent une importance particulière aux démarrages et aux manœuvres ; à ces moments, la machine à vapeur est complètement en mains du mécanicien et ce dernier peut lui appliquer brusquement des couples variables et jusqu'au couple maximum qui correspond à la pleine pression sur piston : c'est ce que l'on appelle vulgairement des « coups de vapeur ».

Il ne semble pas douteux des ruptures de câbles, qui sont survenues sans cause apparente, ont leur originde dans ces phénomènes. On pourrait citer des exemples. De ce point de vue de la machine à vapeur est inférieure.

Avec les moteurs électriques à courant continu, des appareils automatiques ou « asservisseurs » empêchent les trop brusques démarrges et les manœuvres brutales : ils obligent à des ralentissements progressifs. Avec les moteurs à courant alternatif, au contraire, cet asservissement n'est pas resolu, c'est ce qui les fait accuser de « manque de souplesse » par ceux qui y sont hostiles

La machine électrique, par la régularité de son couple dans le tour, par sa moindre brusquerie des manœuvres et parfois par « l'asservissement » ménage donc les câbles, mais dans quelle mesure? Il n'existe actuellement point de relevés systématiques pour le montrer.

D) *Sécurité du fonctionnement.* — Il s'agit ici du degré de confiance relatif que l'on peut avoir dans les dispositions adoptées, tant pour la machine à vapeur, que pour la machine électrique, en vue de sauvegarder notamment le vie humaine

Il faut bien le reconnaitre, avec la machine à vapeur, l'homme reste, en général, le principal agent actif dans le fonctionnement du moteur d'extraction, aux points dangereux, c'est-à-dire aux arrivées des cages aux recettes du fond et du jour. Les freins dit de sécurité, dans beaucoup d'installations, par leur action violente en cas de fonctionnement, sont sujets à caution cependant, on en construit à vapeur ou à air comprimé, avec action progressive, qui éliminent en bonne partie ce danger. Dans le même ordre d'idée, on utilise des « évite-molettes », plus ou moins efficaces. Mais il n'y a pas de doute à cet égard, la réalisation des appareils de sécurité, par des moyens purement mécaniques, est beaucoup moins aisée que par moyens électriques. Aussi les appareils d'extraction se présentent-ils électriquement, avec un véritable luxe d'appareils de sécurité, et l'expérience classique, consistant à abandonner la machine elle-même pendant le trait, est-elle encore faite comme démonstration au visiteur de ce genre d'installations. Sans conteste l'application des appareils de sécurité a été poussée beaucoup plus loin, dans les machines d'extraction électriques que dans les machines d'extraction à vapeur ; mais il ne faut pas trop se hâter de porter immédiatement un jugement favorable ; en effet, l'appareil de sécurité, quel qu'il soit, apporte un risque nouveau d'accident qui doit être soigneusement examiné et, l'expérience le démontre tous les jours, il se trouve des cas où le risque apporté par la prétendue disposition perfectionnée est plus grand que le risque de l'accident que l'on a voulu conjurer. La confiance que l'on peut assorder aux appareils de l'espèce, bien conçus, dépend de leur degré de perfection dans l'exécution et de leur degré d'entretien. En ce qui regarde spécialement le cas présent, nous croyons que bien établis et bien entretenus, ils donnent à la machine électrique, un coëfficient de sécurité dans la marche, supérieur à celui de la machine à vapeur.

c) *Continuité et régularité du service.* — La comparaison entre les deux systèmes, à ce point de vue, est chose délicate, non pas qu'elle soulève des problèmes difficiles, au point de vue technique, mais parce que la documentation sur les suspensions de service ou les causes d'interruption est imparfaite et incomplète. De part et d'autre, des centaines de machines sont en présence dans les bassins houillers européens et, malgré cela, il est difficile d'être éclairé à cause du manque d'information et de statistique. Force est donc d'examiner la question avec les renseignements recueillis dans le pays et des faits connus, non recensés.

Tout d'abord en ce qui concerne le bris des pièces, il semble que les deux systèmes soient sur le même pied.

Quant aux accidents inhérents à chaque type :

L'accident principal à craindre avec la machine à vapeur à condensation est le retour de l'eau du condenseur dans le cylindre et le bris de celui-ci : on a préconisé des dispositifs pour l'écarter. En ce qui concerne la source fondamentale d'énergie, on ne peut citer que la rupture d'une tuyauterie, mais, pour des installations nouvelles, on prévoit souvent deux tuyauteries de faibles diamètres qui assurent l'alimentation en permanence. Quant à la suppression de la

source par explosion de chaudière, ce danger est identique pour vapeur que pour électricité (1).

Les accidents aux condenseurs éventuels des machines d'extraction sont hors cause, attendu que l'on peut toujours marcher sans condensation.

Enfin, ajoutons que la machine à vapeur ne comporte que des organes simples, dont le fonctionnement « se voit » aisément, que son entretien ne nécessite pas un personnel ayant des connaissances d'ordre théorique, et que les réparations à des pièces accessoires, mais dont le bon fonctionnement dépend, peuvent se faire dans l'atelier de mécanique, complément naturel d'une exploitation minière.

La machine électrique exige une alimentation en énergie électrique sans défaillance. Il convient de s'arrêter quelque peu à cette question.

Tout d'abord, entre les chaudières et le moteur d'extraction, il y a plusieurs intermédiaires étagés : turbine, alternateur, appareillage, câbles, nouvel appareillage, puis, le cas échéant, moteur asynchrone, machine à courant continu (volant) et enfin le moteur d'extraction; il faut encore joindre (Ilgner) une excitatrice spéciale.

On ne peut soutenir raisonnablement que la multiplicité des machines et de leurs accessoires n'apporte toute une série de risques d'arrêts ou d'entraves au service primordial de l'extraction ; la détérioration d'un collecteur, un palier qui grippe dans le groupe de quatre machines à arbre commun (groupe à volant) et l'extraction est arrêtée. Sans doute, on cite des durées considérables de fonctionnement continu et parfait, certains manifestent une confiance sans borne dans la sécurité de marche de ces « agrégats », mais ce n'est point suffisant pour dissiper tout doute.

D'autre part, il ne faut pas se dissimuler que les centrales s'arrêtent : l'expérience a été faite plusieurs fois dans notre pays avec les centrales publiques : les relevés statistiques américains montrent que la moyenne des arrêts accidentels est de l'ordre de cinq ou six par an, plus ou moins prolongés bien entendu. Nous citons les centrales publiques, parce que ce sont celles où l'intérêt de la

(1) A moins que l'énergie électrique ne soit produite par des moteurs à gaz, mais là, d'autres dangers d'interruption s'ajoutent encoore à ceux énumérés.

continuité est le plus grand. D'autre part, il est bon de le faire ressortir, il s'agit ici de centrales importantes ayant une charge normale à considérer et un assez grand nombre de services à assurer (ce qui multiplie les chances d'accidents). A ce point de vue, la liaison des centrales des industries extractives constituera un réel progrès et, en permettant des arrêts complets périodiques, atténuera de beaucoup les chances de suspension, tout en permettant de mieux soigner le matériel. Mais, on n'en est pas encore là; il faudra encore vaincre bien des préventions et des intérêts locaux pour réaliser ces liaisons.

A ce point de vue donc, l'alimentation par l'électricité pour le moteur d'extraction est inférieure à l'alimentation à vapeur.

d) Consommation d'énergie. — Nous rappellerons utilement les observations présentées ci-dessus quant à la difficulté de *faire*, sur ce terrain, une comparaison saine et inattaquable : les exposés précédents l'ont *fait* compendre. Mais il importe de dissiper la confusion qui s'est établie — sans doute favorisée par quelques intéressés — quand on compare, de ce point de vue, vapeur et électricité. En effet, nombre de travaux publiés — même récemment — nombre de conféreneiers ou rapporteurs établissent la comparaison entre les *quantité de vapeur* consommées par les deux systèmes et non entre les prix du HP.H.U. poste ou jour.

Par exemple, si l'on admet (voir plus haut) que, par machine à vapeur, le HP.H.U. année coûtera 40 kgs de vapeur, que par moteur triphasé à engrenage, la consommation correspondante, soit de 1,885 kwh., la question n'est pas de rechercher combien 1,885 hwh. exige *de vapeur* ; mais, dans le cas particulier qu'on étudie, combien il coûte *en argent*, et il faut dire :

I. Prix du HP.H.U. an par vapeur $\frac{40 \times 2}{1000}$ = **8 centimes.**

Prix du HP.H.U. an par électricité $1{,}885 \times 3.5$ = **7.60 centimes** si le kwh. coûte 3.5 centimes. Et, il serait inexact de dire pour comparer :

II. Consommation de vapeur par HP.U. an par vapeur : **40**

Consommation de vapeur par HP.U. an par électricité : **15** si le kwh exige 8 kgs de vapeur.

Il suffit de considérer les chiffres pour constater le jugement faux que l'on porterait en se basant sur la comparaison II qui donne un avantage indiscutable et considérable à l'électricité, alors que la comparaison réelle I établit presque l'égalité des deux systèmes.

Il est regrettable que beaucoup de techniciens en soient encore à la comparaison II, que les constructeurs électriciens n'ont garde de rejeter. Toutefois, il va sans dire, si l'on reste sur le terrain des comparaisons générales, les machines se définissent de ce point de vue par leurs consommations spécifiques : en kilogs de vapeur, pour la machine à vapeur, en kilowattheures pour la machine électrique.

Sous les réserves faites ci-dessus, la comparaison du coût du HP.H.U. par vapeur et d'électricité, peut donc se faire dans chaque cas particulier : les chiffres ne sont pas faciles à établir, mais on peut s'approcher de la réalité en opérant sans parti-pris ni idée préconçue.

Ajoutons subsidiairement que la consommation d'huile est beaucoup plus réduite dans l'extraction électrique que dans l'extraction par machine à vapeur.

E) *Contrôle.* — En réalité, la détermination du choix de l'installation est dans le prix unitaire qui vient d'être examiné. Mais ce prix doit être contrôlé en service. Le fonctionnement du moteur et des appareils électriques est indépendant du mécanicien (dans beaucoup de cas), les essais sont toujours comparables à la marche normale : l'entretien ne joue pas un rôle considérable sur la consommation et l'énergie consommée peut être comptée et enregistrée à 3 % près. Le contrôle de la marche électrique est donc parfait ; il est des exploitations, en Belgique, où chaque jour, le prix de la tonne hectomètrique puits est dressé. Il est loin d'en être ainsi avec la machine à vapeur, l'agent qui la conduit joue un rôle prépondérant sur la consommation : s'il commence à ralentir trop tard, s'il fait un usage fréquent de marche à contre-vapeur (1), etc..., la consommation se modifiera profondément ; les pertes par manque d'étanchéité des joints et des organes de la machine peuvent majorer sérieusement la consommation journalière. Enfin, on ne contrôle presque jamais le fonctionnement de la machine d'extraction au moyen de levés de diagrammes ou d'essais — ce n'est sans doute pas dans la tradition. D'autre part on ne connaît pas encore de bon compteur de vapeur,

(1) Machines mal équilibrées.

et comme les chaudières d'extraction desservent fréquemment d'autres services, tout contrôle est disparu.

On peut remédier à divers degrés à ces inconvénients, mais ils restent graves quoi qu'on fasse et mettent, de ce point de vue, la machine à vapeur en infériorité.

Conclusion. — Cette comparaison, comme on peut le comprendre, par ce qui précède, n'emporte aucune conclusion générale. La lutte entre électricité et vapeur se continue de plus en plus ardente et les premiers résultats sont les perfectionnements qui, de part et d'autre, se produisent. Depuis que les constructeurs des machines à vapeur ont vu la concurrence devenir si âpre, au fur et à mesure que l'électricité s'est répandue dans les mines et est devenue familière ils se sont efforcés de réaliser des progrès que jamais ils n'auraient accomplis sans l'aiguillon nouveau. Ils ont dissuadé aux techniciens des mines d'installer des machines quatre ou cinq fois trop puissantes et, les obligations de construire une machine pour 1,000 mètres de profondeur, avec extraction de la charge de pierres à une seule corde, etc., etc., alors que l'extraction devrait se faire à 500 ou 600 mètres, avec charge réduite, ont disparu. La pensée d'installer des machines pour des durées dépassant la vie active normale de ceux qui les commandent n'a plus cours. Visiblement on entre dans une autre voie : approprier les machines à leur service probable sans aller au delà de périodes de temps que l'on peut considérer avec certitude ; l'idée d'être « beaucoup trop fort », selon la formule familière — idée qui venait surtout de ce que les chaudières à pression très basses étaient souvent insuffisantes — a fait place à des inspirations plus raisonnables. Aussi, les nouvelles machines à vapeur ont des dimensions réduites, la pression a montée ; de plus les perfectionnements tendant à réduire la consommation y ont été introduits et la notion de la « consommation » a pris place dans les contrats. En même temps les chaudières ont été plus soignées ; les tuyauteries réduites en dimensions — car jadis on les coustruisait trois ou quatre fois trop grandes, — l'attention a été attirée sur ce qui se passait dans les sous-sols des machines : on y a apporté de la lumière, et, par suite, de l'économie...

D'autre part, l'électricité a conquis actuellement, dans l'extraction, un domaine qui s'étend tous les jours et il est probable que ses progrès s'accentueront encore, surtout si l'on parvient à faire du

gaz pauvre avec les charbons de rebut ou à trop grande quantité de cendres (1).

Beaucoup de techniciens croient maintenant que, dans l'ensemble, l'électricité et la vapeur sont dans de nombreux cas équivalents ou à peu près pour l'extraction : on peut en induire que, dans un avenir indéterminé actuellement, l'électricité l'emportera.

IV. — Perfectionnements d'ordre mécanique dans l'engin d'extraction.

Cette question se rattache aux chapitres précédents; en effet, tout ce qui perfectionne l'engin d'extraction, au point de vue de son équilibre statique ou dynamique, réduction ou suppression des manœuvres, réduction des masses en mouvement, etc., est éminemment favorable à l'abaissement des consommations, soit de vapeur, soit d'électricité.

L'usage de la poulie Koepe (2), des bobines, voire même du tambour cylindrique ou cylindro-conique, avec ou sans câble d'équilibre, peut être examiné dans chaque cas.

Il semble avéré qu'on peut réduire les masses en mouvement en réduisant le poids mort des cages et des wagonnets et, dans certains cas, le câble lui-même (3).

Presque partout le câble d'acier peut être substitué au câble d'aloès.

De même, il y a presque toujours avantage, pour diminuer les puissances développées, à adopter la charge utile *la plus grande* compatible avec les autres conditions du problème et obtenir la vitesse de régime la plus faible possible.

Enfin, tout progrès fait dans la réduction ou la suppression des manœuvres procure un grand avantage dans la consommation et dans la capacité de production de la machine.

Ce sont là des questions de premières importances, mais qui sortent du cadre des présentes considérations.

(1) Auquel cas le prix de revient du kwh diminuerait.

(2) Qui réduit au minimum les masses en mouvement, mais ne donne pas l'équilibre dynamique.

(3) Voir conférence de M. Dessart : Assoc. Ing. Liég., 2 févr. 1913, Liége. Ses conclusions appellent des sanctions pratiques.

La Manœuvre des Trappes

recouvrant les puits en fonçage

PAR

M. L. DE JAER

Ingénieur en chef des Charbonnages de Patience et Beaujonc.

De l'étude de M. Lemaçoz (1), il résulte que la sécurité dans la manœuvre des trappes obturant les orifices des paliers de recette des puits en fonçage est complète lorsque la manœuvre des dits clapets se fait à distance, autrement dit, quand l'ouvrier préposé à la dite manœuvre, est tenu à l'écart des clapets.

J'estime que cette pratique n'est pas suffisante, n'assure pas la sécurité complète.

En effet, s'il est vrai qu'il est mis à la disposition de l'ouvrier préposé aux manœuvres, des moyens d'ouvrir les clapets à distance, peut-on affirmer qu'il n'ouvrira jamais les clapets directement? Non. D'abord, il faut noter qu'il est aussi facile de soulever directement les clapets que de tirer aux cordes destinées à les soulever, puisque les contrepoids agissent toujours pour faciliter la manœuvre ; ensuite il y a lieu de compter sur l'imprudence des ouvriers et sur les nécessités du service :

Sur l'imprudence. — Parce que, le préposé pourra ouvrir les clapets à la main sans se servir des cordes à contrepoids.

Sur les nécessités du service. — Parce qu'il peut arriver que le préposé, pour introduire certains matériaux — des bois, par exemple — dans le cuffat, soit obligé de laisser descendre ce dernier sous le niveau des clapets et par conséquent, de laisser ceux-ci ouverts.

Il pourra donc se faire que l'ouvrier qui, par la nature même du dispositif adopté, n'a pas à sa disposition de sangle de sûreté, tombe,

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*. Tome XX (année 1919.) 1re livraison, page 291.

en ouvrant les clapets, dans l'ouverture ainsi créée et aille s'abîmer à grande profondeur.

Si l'on veut éviter tout accident, il faut un palier de sécurité placé immédiatement en dessous du palier de recette.

Ce palier, identique à celui de la recette, aurait ses clapets manœuvrables du palier supérieur par cordes et contrepoids et serait inaccessible au préposé à la recette.

La tonne serait guidée dans son passage entre les deux paliers.

Il est entendu que les clapets se refermeraient automatiquement.

Avec cette disposition, les manœuvres se feraient de la façon suivante :

Manœuvre de la tonne montante. — La tonne monte, soulève les clapets du palier inférieur — lesquels retombent aussitôt la tonne passée — soulève ensuite les clapets du palier supérieur, qui se referment aussi automatiquement.

Le préposé aux manœuvres bascule la tonne, puis exécute la *manœuvre pour la tonne descendante.* — Il ouvre les clapets du palier supérieur et laisse passer la tonne ; les clapets se ferment. Il arrête la tonne et ouvre, du palier supérieur — le seul qui lui soit accessible — les clapets du palier inférieur. La tonne passe et l'ouvrier lâchant alors la corde de commande, le clapet inférieur se ferme.

La distance entre les deux paliers est réglée par la hauteur de la tonne et de ses chaînons de suspension.

Le dispositif du Charbonnage de Solessin-Val-Benoît, sièges Perron et Bois-d'Avroy, est le seul qui ait réalisé les conditions maxima de sécurité.

LES

Sondages et Travaux de Recherche

DANS LA PARTIE MERIDIONALE

DU

BASSIN HOUILLER DU HAINAUT

(*15me suite*) (1).

N° 96. — SONDAGE DU BOIS DES MALAGNES.

Cote approximative de l'orifice : + 190 mètres.

Sondage exécuté à Bouffioulx, au lieu dit Bois des Malagnes, pour la *Société anonyme du Charbonnage d'Ormont*, par la Société Foraky, de Bruxelles. Commencé le 29 décembre 1913, suspendu le 1er août 1914, repris le 4 juin 1919, et arrêté définitivement le 30 avril 1920.

Forage avec curage continu par courant d'eau et trépan à lames jusqu'à la profondeur de 549m,24; par rodage à la grenaille d'acier de 549m24 à 821m,95, fin du sondage.

Echantillons recueillis par les soins du chef-sondeur : sables et grenailles, avec carottes de distance en distance (voir description), jusqu'à la profondeur de 549m,24; série continue de carottes de 549m24 à 821m95.

Détermination et description par M. X. Stainier.

(1) Voir t. XVII, 2e livr., p. 445 et suiv.; 3e livr., p. 685 et 4e livr. p. 1137; t. XVIII, 1re livr., p. 253; 2e livr., p. 597; 3e livr., p. 935 et 4e livr., p. 1219; t. XIX, 1re livr., p. 238; 2e livr., p. 507 et 3e livr., p. 803; t. XX, 4e livr., p. 1434; t. XXI, 1re livr., p. 77; 2e livr., p. 763, 3e livr., p. 1111, et 4e livr., p. 1501.

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Moderne	Terre végétale	0.50	0.50	
	Argile jaune clair, avec débris schisteux ou psammitiques, et blocs de grès blanc rose, très quartzeux	21.25	21.75	
Primaire Dévonien inférieur *Taunusien*	Grauwacke rouge sombre, avec filons de quartz blanc.	3.60	25.35	
	Schiste et psammite schisteux, rouge violacé	14.15	39.50	
	Psammite rouge violacé, très dur vers 75 mètres	62.25	101.75	
	Grès gris vert très quartzeux, très dur, avec schiste psammitique rouge violacé . .	17.92	119.67	
	Grès blanchâtre ou gris verdâtre, très quartzeux. Intercalations de schiste verdâtre et rougeâtre	40.58	160.25	
	Alternances de grès comme ci-dessus avec beaucoup de grès psammitique rouge. .	29.85	190.10	
	(Carotte, puis grenailles). Schiste psammitique rouge, éclat très luisant et marbrures gris verdâtre. Rares zones gris-verdâtre siliceuses et calcareuses. . . .	31.22	221.32	Inclinaison 60°
	Grès quartzite vert avec intercalations de psammite rouge	20.35	241.67	
	(Carotte, puis Grenailles). Grès vert clair, quartzeux, avec des intercalations de schiste psammitique noir verdâtre, très micacé. Stratification un peu entrecroisée. Traces d'empreintes végétales graphiteuses . . .	5.36	247.03	Inclinaison 58°

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	Grès quartzite blanchâtre ou gris verdâtre, avec intercalations de roches rouges,			
Tournaisien	tendres	15.59	262.62	
	Même grès, plus blanc, avec intercalation vert foncé. .	6.27	268.89	
	Grès blanchâtre, avec intercalations foncées, avec nodules calcareux gris. . .	5.65	274.54	
	Mêmes roches, sans nodules .	6.35	280.89	
	(CAROTTE, puis GRENAILLES). Grès vert grisâtre clair, à grain fin. Joints schisto-pammitiques noirs . . .	17.56	298.45	Inclinaison 50°
	Grès vert très dur, avec nodules de calcaire gris . .	11.80	310.25	
	Grès vert très dur, avec intercalations de schistes psammitiques de même teinte et nodules calcaires abondants. Vers le bas, intercalations de schiste psammitique rouge			
Tournaisien	violacé	6.85	317.10	
	Grès vert très quartzeux . .	1.65	318.75	
	Même grès, plus dur, plus clair, avec nodules calcaires	6.10	324.85	
	Grès gris, très quartzeux, sans nodules. Un peu d'intercalations rouges.	2.78	327.63	
	Mêmes roches, avec intercalations rouges abondantes. .	11.70	339.33	
	Grès gris vert, avec beaucoup d'intercalations schisteuses.	3.65	342.98	
	Grès plus quartzeux . . .	9.76	352.74	
	(CAROTTE, puis GRENAILLES).	6.47	359.21	Inclinaison 50°
	Grès vert plus foncé avec beaucoup d'intercalations schisteuses verdâtres, parfois rouges.	5.13	364.34	

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	Grès gris et vert plus foncé (CAROTTE, puis GRENAILLES).	25.24	389.58	
Gedinnien	Grès vert, très psammitique, avec intercalations schisteuses noirâtres, devenant de plus en plus quartzeux vers le bas. Débris végétaux graphiteux . .	5.84	395.42	Inclinaison 40°
	Grès vert encore plus quartzeux.	4.20	399.62	
	Grès gris blanchâtre et verdâtre, avec intercalations schisteuses abondantes. Nombreux nodules calcaires	5.45	405.07	
	Grès vert ou blanc avec intercalations schisteuses. Filons de quartz. Nodules calcaires	6.48	411.55	
Faille du Midi (1re branche).				
Silurien	Argile gris bleuâtre, avec débris de schistes pailletés noir bleu.	7.87	419.42	
	(CAROTTE). Phyllade noir luisant, avec amas très pailletés, un peu zonaire. Enduits de pyrite	3.37	422.79	Inclinaison 85°
	(CAROTTE). Même roche, avec intercalations plus dures, siliceuses et plus épaisses. Un lit schisteux à 423 mètres est rempli de graptolithes. (*Monograptus* (1). Les roches deviennent de plus en plus bouleversées. Pentes variables, mais			

(1) D'après Miss G Elles, ces graptolithes appartiennent à l'Arenig supérieur.

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	fortes et ondulées. Joints polis et striés, verdis avec pholérite. Pyrite . .	6.56	429.35	
	(Carotte). Phyllade noir régulier, un peu zonaire, joints polis et striés par places. Enduits et nodules de pyrite	3.68	433.03	Inclinaison 70°
	Phyllade noir pailleté . .	18.51	451.54	
	Phyllade noir avec filons de quartz blanc	15.07	466.61	
	(Carotte, puis Grenaille). Phyllade noir extrêmement broyé. Joints polis et striés. Pholérite	6.03	472.64	Incl. forte très variable.
	Phyllade noir	2.93	476.57	
Silurien	(Carotte). Au sommet, terrains broyés, remontant en débris. Puis phyllade noir extrêmement bouleversé, avec des intercalations minces de roche grise calcareuse et pyriteuse et de gros nodules lenticulaires de pyrite. Nombreux petits plissements, dans le sens vertical. Les terrains, d'abord polis et striés, se régularisent ensuite de plus en plus. On passe à un quartzophyllade zonaire avec veine de calcite	1.80	478.37	A 477m,50, pli très ouvert, puis ensuite : Inclinaison 15° Puis 10°
	(Carotte). Même roche, avec très nombreux nodules de pyrite cristallisée cubique, très zonaire. Cassure inclinée de 20°, dans le même			

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	sens que la stratification. Au bas, le terrain devient plus phylladeux et plus régulier.	1.89	480.26	Inclinaison 5°
	Gros morceaux. Phyllade noir luisant avec quartz . .	7.74	488.00	
	Phyllade noir, luisant, dur. Cassure conchoïdale . .	1.95	489.95	
Silurien	Un peu de phyllade avec de la limonite provenant, soit de l'usure du trépan, soit de la rencontre de banc de minerais de fer, comme on en voit aux affleurements dans le Silurien . . .	4.50	494.45	
	Phyllade noir, avec morceaux de quartz	6.05	500.50	
	Phyllade noir, avec quartz et limonite	7.70	508.20	
Faille du Midi (2e branche).				
	Pas d'échantillon . . .	13.90	522.10	
	Schiste gris en gros morceaux	1.25	523.35	
Dévonien inférieur *Gedinnien*	(Carotte). Phyllade gris tendre avec lentilles de schiste noir et alternances de quartzite vert, très dérangé, bondé de grosses veines de quartz. Allure indiscernable. Joints polis. . .	0.40	523.75	
	Schiste gris tendre, avec schiste violacé . . .	5.74	529.49	
	Schiste noir ferrugineux .	3.90	533.39	
	Schiste noir, avec morceaux de quartz. . . .	8.61	542.00	
	(Carotte). Quartzite gris verdâtre clair avec joints schisteux gris clair. Grosses veines de quartz . .	0.50	542.50	Inclinaison 30-25°

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Dévonien inférieur *Gedinnien*	(CAROTTE). Grès gris verdâtre schisteux, avec joints phylladeux gris ou noirs. Nodules de calcaire gris clair et quartz. Dans certains échantillons, le calcaire forme la dominante, sous forme de gros nodules, englobés dans du grès schisteux verdâtre. Certains bancs montrent de curieuses marbrures noires. L'allure devient très régulière.	1.50	544.00	Inclinaison 25-20°
	(CAROTTE). Calcaire gris très clair pyritifère, siliceux, avec veines de quartz et marbrures schisteuses claires, passant à du grès verdâtre	1.00	545.00	Inclin. très faible
Faille du Midi (3e branche).				
Carboniférien inférieur (calcaire carbonifère) *Tournaisien*	Calcaire à crinoïdes, noir gris, avec joints noirs, luisants, schisteux, polis. Veines blanches de calcite . . .	1.00	546.00	
	Calcaire noir, fétide au choc, comme le petit granit, avec rares crinoïdes et joints schisteux	2.00	548.00	Inclin. 50° envir.
	Calcaire noir, avec très rares crinoïdes et minces veines blanches. Joints noirs, schisteux, luisants. Joint de glissement horizontal . .	4.00	552.00	Inclinais. diminue graduellement régulier, 30-25°
	Calschiste noir, très dur, finement feuilleté, avec fines veinules blanches, passant à du calcaire schisteux. Joints schisteux luisants .	4.00	556.00	Id. régulier, 25-40°

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Carbonifèrien inférieur (calcaire carbonifère) *Tournaisien*	Calcaire impur, noir, à veines blanches ou rosées. Joints schisteux noirs, avec petits nodules de pyrite. On passe à du calcaire gris plus pur.	11.50	567.50	Inclinaison 50°
	Calcaire gris, avec veines blanches, plus foncé par places. Joints charbonneux : *Euomphalus* sp. . .	3.60	571.10	
	Calcaire avec joints charbonneux. Amas pyriteux, nombreuses veines blanches. Joints striés. Le calcaire devient plus schisteux, noduleux, avec nodules cristallins et rares petits crinoïdes. Puis calcaire plus noir, plus schisteux à nombreux crinoïdes, fétide . . .	10.80	581.90	Inclinaison 45°
	Calcaire noir gris à crinoïdes. Veines blanches. Joints schisteux plus rares . .	5.70	587.60	
	Calcaire très schisteux, avec joints gris et veines blanches. Diaclases verticales. Calcaire argileux terne .	6.90	594.50	Inclinaison 25-20°
	Calschiste noir gris, avec lits calcaires lenticulaires. Calcaire crinoïdique pyritifère.	2.73	597.23	Remonte à 45°
Faille.				
Viséen	Calcaire gris, tantôt à texture un peu grenue, tantôt à texture marmoréenne, bistré. A part l'absence de points foncés cristallins, il ressemble absolument au calcaire V2*a* . . .	0.77	598.00	

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	Calcaire gris, finement grenu, rude au toucher, saccharoïde, aspect dolomitique. Diaclases fortement inclinées. Depuis la faille, allure régulière.	2.00	600.00	Inclin. env. 30°
	Calcaire gris très clair, avec minces veines foncées cristallines (presque noires) .	3.00	603.00	
	Même calcaire, à grosses veines de calcite blanche .	2.00	605.00	
	Calcaire à texture grenue extrêmement fine. Diaclases verticales. Veinules blanches. Puis la roche devient plus foncée . . .	2.00	607.00	
Viséen	Calcaire gris, avec des cavités tapissées de matière argileuse, noir intense, terne .	16.00	623.00	Inclin. régulière tombe à 20°
	Calcaire bistre, à texture marmoréenne. Joints striés tapissés d'une matière argileuse noire . . .	1.00	624.00	
	Calcaire brèche à petits éléments anguleux noirs dans une pâte calcaire grenue un peu brunâtre . . .	1.00	625.00	
	Calcaire marmoréen, à veines blanches et pailleté . .	3.50	628.50	
	Argile compacte, cohérente, légèrement schistoïde à cassure conchoïdale de couleur gris brun sépia. Elle n'a pas l'aspect d'une roche primaire métamorphique, mais plutôt les caractères de certaines marnes jurassiques. Elle devient grasse et molle			

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	à l'état humide et plus feuilletée à l'état sec. Elle ne montre absolument aucun débris organique autre que de petites particules infimes de lignite	2.50	631.00	Allure horizontale
	Calcaire grenu cristallin avec des intercalations de calcaire saccharoïde blanchâtre, à aspect dolomitique, rude au toucher	1.00	632.00	
	Argile. (Pas d'échantillon) .	3.00	635.00	
	Calcaire grenu géodique avec joints tapissés de matière terreuse	2.00	637.00	
Viséen	Argile. (Pas d'échantillon). A 641.50, les eaux d'injection se sont perdues et ne sont plus jamais revenues, car il a été impossible de rendre le sondage étanche malgré l'emploi de 6 tonnes de ciment et de 20 tonnes d'argile plastique. De 642.50 à 644.60, la sonde est descendue seule, comme si elle traversait un vide. A la base, l'argile renfermait quelques grains de calcaire que l'on retrouvait sur le tamis. L'argile se triturait par le rodage; il était impossible de ramener des échantillons et rien ne restait de l'argile sur le tamis. .	8.00	645.00	
	Calcaire en fragments et pulvérulent. (Pas d'échantillon, mais il est probable que ce terrain était identique à celui entre 635 et 637 m.) .	1.75	646.75	

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Viséen	Calcaire très disloqué gris, un peu brunâtre, à texture marmoréenne, avec veines blanches. La première carotte montrait un joint incliné à 60°, tapissé d'un remplissage de petits blocs anguleux de calcaire dolomitique, englobé dans de la dolomie friable puvérulente. C'était probablement, avec la roche précédente, le fond d'une des poches existant dans le calcaire. Les crevasses du calcaire, sous 647 mètres, présentaient encore des joints tapissés de calcaire friable. (Pierre morte des carrières). On voyait aussi quelques joints charbonneux. Plus bas, les bancs dolomitiques prédominent. Aucune stratification n'est visible. Plus bas, bancs de calcaire marmoréen, avec points cristallins foncés et cassure raboteuse. Roche encore fracturée et veines de calcite abondantes. Vers 655 mètres, bancs d'aspect concrétionné; un joint de stratification. A 660 mètres, bancs de petite brèche dolomitique, puis calcaires marmoréens, avec des joints irréguliers charbonneux, mouchetés de pyrite. Joints horizontaux paraissant être des glissements.			

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	A 664 mètres, intercalation de calcaire noir bleu, puis roche grise grenue ou marmoréenne, bréchiforme. A 665 mètres, bancs de dolomie veinée, avec diaclases verticales, ...	22.25	669.00	Inclin. à 655 m., 40°; à 664 m., 35°; à 668 m., 45°.
	Calcaire gris clair finement grenu, homogène, non fracturé, avec très rares veines blanches. Un lit rempli de crinoïdes. A 674 mètres, terrain fracturé; au dessous calcaire marmoréen, avec veines blanches; débris de fossiles et grands articles de crinoïdes, très larges. Comme tous ceux de ce sondage, ce calcaire est très fétide au choc (odeur type de phosphamine).	7.00	676.00	Inclin. à 672 m., 40°.
Viséen	Roche très cristaline, saccharoïde, un peu siliceuse, avec nids cristallins gris . .	1.00	677.00	
	Dolomie gris brun, siliceuse fossilifère : *Euomphalus* sp.	0.10	677.10	
	Calcaire gris, très crinoïdique alternant avec du calcaire saccharoïde, comme ci-dessus	6.90	684.00	Inclinaison 35°
	Calcaire gris, compact à grain fin, à points cristallins foncés. (V2*a* typique.) Roche légèrement dolomitique, par places des crinoïdes, de plus en plus abondants. Roche saine, peu fracturée (grande proportion de carottes). Vers			

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	686 mètres, roche dolomitique : *Productus* sp. A 688 mètres, banc de dolomie fossilifère crinoïdique. A 688m,50, roche extrêmement crinoïdique, de teinte claire [ne ressemble néanmoins pas au Tournaisien, pas plus que les autres roches crinoïdiques rencontrées sous la faille de 597m,25]. A 693 mètres, terrain fracturé. A 702 mètres, banc de dolomie, puis calcaire à crinoïdes . .	22.00	706.00	Incl à 688 m., 45°
Viséen	Calcaire saccharoïde, blanc grisâtre, très compact, pyritifère. Par places, texture oolithique. Plus bas, roche plus dure et plus grise et roches un peu veinées, à aspect waulsortien. Roches géodiques. A 710 mètres, roches crinoïdiques. A 711 mètres, calcaire encore cristallin à grain plus fin, avec nombreuses veines blanches	8.50	714.50	
	Brusquement, calcaire gris grenu avec crinoïdes épars. Roche poreuse, avec banc cristallins intercalés. Vers 718 mètres, très gros et nombreux crinoïdes et grandes géodes de calcite. A 721 mètres, roche cristalline, dolomitique par places et crinoïdique, teinte bistre .	7.50	722.00	

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	Dolomie bistre celluleuse. Crinoïdes parfois très abondants. A 728 mètres, roche encore celluleuse, cristalline, bistrée, un peu dolomitique. A 733 mètres, une grosse veine de calcite jaune. En dessous, dolomie grise géodique. Diaclases verticales	15.00	737.00	
Viséen	Dolomie brune avec veines jaunes, non crinoïdique, puis dolomie très cristalline, géodique, avec crinoïdes, et de teinte plus claire. A 740 mètres, dolomie avec noyaux blancs cristallins. A 744 mètres, dolomie plus pure, à grain fin, plus foncée. A 753 mètres, joints charbonneux et gros amas cristallins dans la dolomie . .	25.00	762.00	
	Dolomie à grain plus fin, très calcareuse, gris bleu, finement grenue, fracturée. A 768 mètres, roche très fracturée à petits noyaux cristallins, fortement veinée ; une intercalation de dolomie brune veinée ; bancs de calcaire noir-bleu veinés intercalés. A 780 mètres, diaclases avec stries de glissement. Banc de calcaire saccharoïde blanc comme à 676-677 mètres. Beaucoup de joints noirs, luisants, charbonneux . . .	25.00	787.00	Inclinaison 20-30° vers 785 m.

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	Calcaire gris cristallin, crinoïdique, finement grenu, très veiné, un peu dolomitique. A 788 mètres, roche foncée, plus fracturée, finement grenue, avec joints charbonneux. Veines blanches.	13.00	800.00	Inclinaison 20°
Viséen	Calcaire dolomitique, très veiné. A 803 mètres, crinoïdes épars. A 807 mètres, veine de quartz et joints charbonneux; calcaire plus noir. A 810 mètres, roche plus dolomitique et siliceuse, faisant feu au marteau et dégageant une odeur siliceuse	11.00	811.00	A 807 m., inclinaison 50°
	Dolomie claire, avec crinoïdes et joints charbonneux, puis devenant plus foncée et brune. *Syringopora* sp. dans une roche très siliceuse. Diaclases verticales avec stries de glissement. Dolomie de plus en plus typique. A 814^{m},50, dolomie foncée brunâtre, rude au toucher, celluleuse, avec petits noyaux cristallins. Crinoïdes dans le dernier échantillon	10.95	821.95	

FIN DU SONDAGE.

N° 103. — SONDAGE DE VITRIVAL (BRUYÉRE).

Cote approximative de l'orifice : + 135 mètres.

Sondage pour la *Société anonyme des Charbonnages d'Aiseau-Presles*, la *Société anonyme des Charbonnages Réunis de Roton, Farciennes et Oignies-Aiseau*, la *Société anonyme du Charbonnage de Falisolle* et la *Société anonyme des Charbonnages de Ham-sur-Sambre et Moustier*, par la Société Foraky, de Bruxelles, en 1914; arrêté par suite de la guerre le 4 août 1914, a été définitivement abandonné.

Le sondage a été pratiqué, partie à la cuillère à sec (Cs), partie au trépan (Tr), partie à la couronne (Cd).

Coupe dressée par M. X. Stainier.

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Moderne Quaternaire	Argile jaune, (Alluvions Cs) .	3.50	3.50	
	Cailloutis de grès blanc du Dévonien inférieur (Cs) .	1.50	5.00	
	Argile bleuâtre avec débris schisteux. (Cs) . . .	2.00	7.00	
	Quartzophyllade noir-gris, avec fines zones grises (Cs).	2.50	9.50	
Primaire Silurien inférieur	Argile grise schisteuse (Tr) .	4.50	14.00	
	Même argile, avec éclats de quartz filonien à 27 m. (Tr).	23.00	37.00	
	Phyllade noir très dérangé, avec joints de pholérite (?) verdâtre; pas d'allure discernable. (Cd) . . .	0.10	37.10	
	Phyllade noir-gris, avec veines de quartz. (Tr) . .	64.90	102.00	

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	Phyllade noir très micacé, un peu zonaire; joints avec pholérite et pyrite; nombreuses cassures. Vers le le bas, la roche devient dérangée, laminée, avec diaclases verdies. (Cd) . .	1.00	103.00	
	Phyllade noir-gris. (Tr) .	17.00	120.00	
	Gros morceau de phyllade noir-gris, avec veines de quartz. (Tr) . . .	0.20	120.20	
	Phyllade noir-gris. (Tr) .	46.30	166.50	
Primaire Silurien inférieur	Phyllade noir excessivement laminé, poli, strié, luisant, avec veines blanches, jaunâtres, parallèles à la pente (Sidérose?). Enduits de pyrite. (Tr) , . . .	1.00	167.50	Inclin. 40°-50°
	Phyllade noir. (Tr) . .	37.00	204.50	Inclinais, au sommet 70°, tombe ensuite à 50°, puis à 43°.
	Quartzophyllade zonaire, beacoup plus dur et plus psammitique, sillonné en tous sens de joints verdis; veines de calcite, parallèles à la pente; à la base, la roche devient plus grise avec de nombreux enduits de pyrite. (Cd)	0.80	205.30	
	Phyllade noir. (Tr) . .	46.00	251.30	
	Roche identique à celle de 204m,50, mais plus dérangée, plus feuilletée, devenant écailleuse. (Cd) . .	1.50	252.80	Inclinaison verticale.
	Phyllade noir avec veines de quartz. (Tr) . . .	5.20	258.00	
Faille.	— Mélange de roches rouges et de schiste silurien dans de l'argile noire bleue. (Tr) . .	3.70	261.70	

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	Même roche, mais consolidée en une sorte de poudingue schisteux. (Tr) . . .	2.30	264.00	
	Grès rouge ou vert-pâle. (Tr).	2.50	266.50	
	Psammite rouge-violacé, avec marbrures gris-verdâtre, un peu zonaire : nombreux enduits de pyrite ; par places, la roche renferme quelques cailloux de schiste silurien (?) et d'innombrables cailloux petits et applatis, schisteux, rouges. (Cd). .	0.70	267.20	Inclinaison 70°
	Schiste psammitique et psammite rouge. (Tr) . .	33.40	300.60	Inclinaison 60°
	Psammite rouge, schisteux. (Cd).	0.90	301.50	
	Grès rougeâtre, très pyriteux à 322 mètres. (Tr) . ,	35.50	337.00	
Couvinien inférieur (Co*a*)	Grès rouge, puis grès gris très calcareux, (Tr). . .	10.85	347.85	
	Grès calcareux zonaire, à grains très fins, vert très clair, avec zones plus pâles, grises, plus calcareuses. Veines de calcite, perpendiculaires à l'inclinaison. (Cd).	0.55	348.40	Inclinaison 60°
	Grès gris, un peu jaunâtre, très calcareux. (Tr) . .	5.60	354.00	
	Grès rouge. (Tr)	10.00	360.00	
	Grès rouge calcareux. (Tr) .	1.00	365.09	
	Alternances de roches rouges et grises calcareuses. (Tr).	2.00	367.00	
	Psammite rouge. (Tr) . .	33.75	400.75	
	Psammite rouge, marbré de gris. La stratification est peu discernable, car la roche est très compacte ; cassures			

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
	polies, striées et verdies inclinées de 48° dans le même sens que l'inclinaison ; enduits de chalcopyrite. (Cd).	0.65	401.40	Inclinaison 60°
Couvinien inférieur (Co*a*)	Psammite rouge avec psammite gris calcareux, prédominant vers le bas. (Tr) .	16.60	418.00	
	Psammite rouge avec un peu de psammite gris calcareux. (Tr).	2.00	420.00	
Couvinien supérieur (Co*b*)	(?) Grès gris calcareux avec un peu de roches rouges. (Tr).	13.00	433.00	
	Calcaire et calschiste gris. (Tr).	10.00	443.00	
	Calschiste gris . . .	6.25	449.25	
	Calschiste noir, gris, luisant, avec zones lenticulaires de calcaire gris veiné. Veines de calcite, perpendiculaires à la pente. (Cd). . .	0.95	450.20	Inclinaison 76°
	Calschiste gris. (Tr) . .	1.80	452.00	
	Calcaire gris (Tr). . .	49.00	501.00	
Givetien (Gv*a*)	Calcaire gris, très clair, dur, siliceux, à grains très fins, allure indiscernable. (Cd) .	1.00	502.00	
	Calcaire gris. (Tr) . .	48.00	550.00	
	Calcaire gris, plus foncé à grains fins, avec petites lamelles cristallines : allure indiscernable. (Cd) . .	1.00	551.00	
	Calcaire gris. (Tr) . . .	49.00	600.00	
	Calcaire gris-noir, à grains fins, avec marbrures grises ;			

Détermination géologique	NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur atteinte	Observations
Givetien (Gv*a*)	assez bien de sections cristallines de petits fossiles : très fines veinules de calcite parallèles à l'inclinaison (CD)	1.00	601.00	Inclinaison 45°
	Calcaire gris. (TR) . .	10.65	611.65	

FIN DU SONDAGE.

RAPPORTS ADMINISTRATIFS

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. LÉON DEMARET

Ingénieur en chef Directeur du 1er arrondissement des Mines, à Mons

SUR LES TRAVAUX DU 1er SEMESTRE 1920

Charbonnages Réunis de l'Agrappe, Siège N° 10.

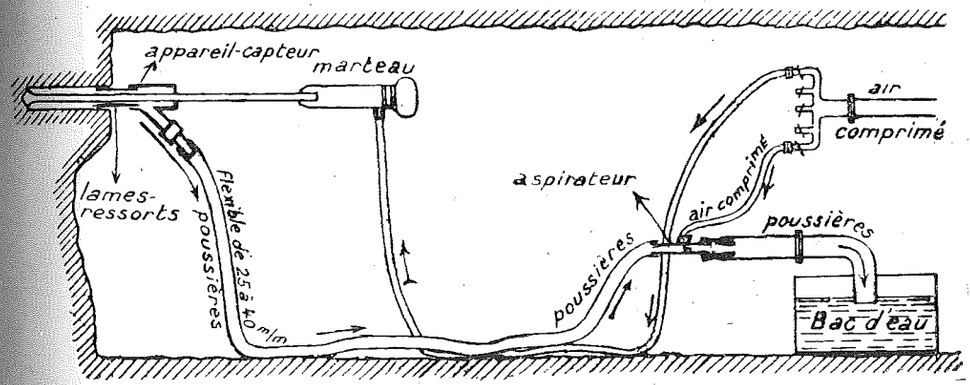
Emploi d'un aspirateur de poussières pour marteaux pneumatiques.

Monsieur l'Ingénieur principal SOTTIAUX donne à ce sujet, les renseigements suivants :

Un certain nombre de charbonnages font actuellement usage d'un aspirateur de poussières, principalement à front des bouveaux en creusement dans des terrains secs et où l'aérage est peu abondant.

Nul n'ignore la nocivité des poussières mises en suspension par les marteaux percuteurs. Outre que leur abondance à proximité du front rend le travail insupportable pour les foreurs, leur pénétration dans les voies respiratoires provoque dans celles-ci des irritations, voire même des lésions — quand il s'agit de poussières de grès, — qui sont l'origine de maladies infectieuses.

Il est donc du plus haut intérêt au point de vue de l'hygiène des



Observations

Inclinaison 45o

RAPPORTS ADMINISTRATIFS

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. Léon DEMARET

Ingénieur en chef Directeur du 1er arrondissement des Mines, à Mons

SUR LES TRAVAUX DU 1er SEMESTRE 1920

Charbonnages Réunis de l'Agrappe, Siège N° 10.

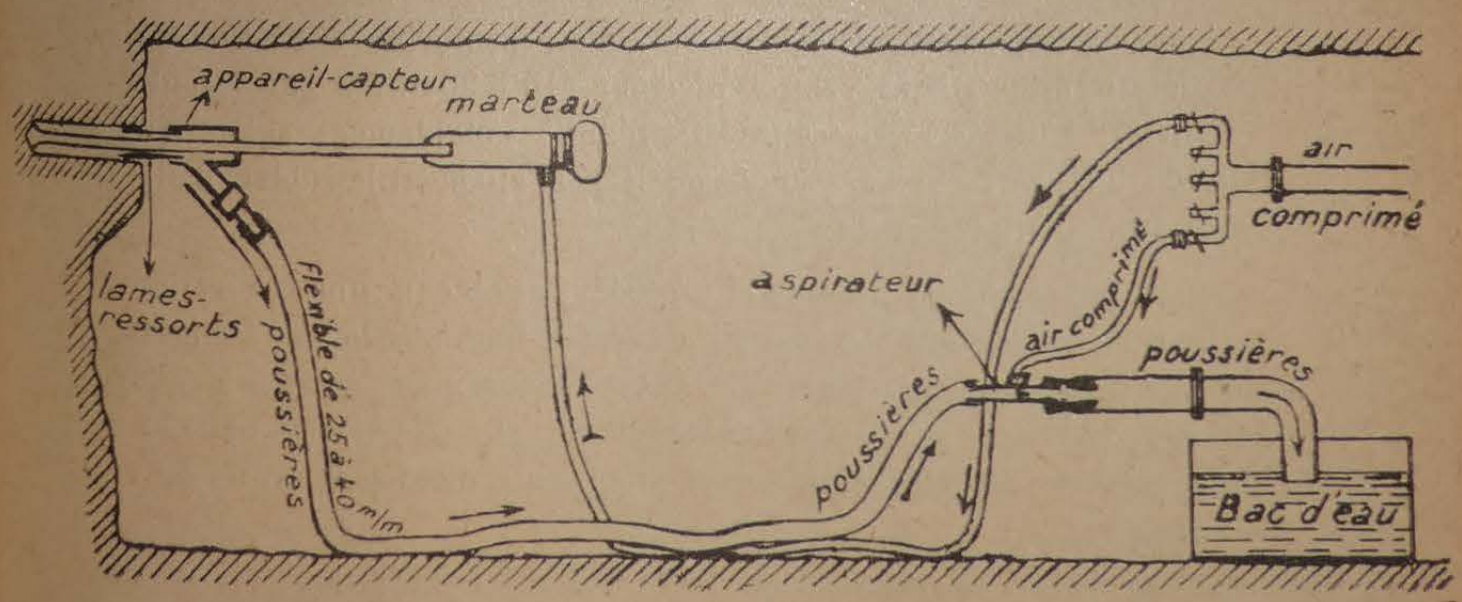
Emploi d'un aspirateur de poussières pour marteaux pneumatiques.

Monsieur l'Ingénieur principal Sottiaux donne à ce sujet, les renseigements suivants :

Un certain nombre de charbonnages font actuellement usage d'un aspirateur de poussières, principalement à front des bouveaux en creusement dans des terrains secs et où l'aérage est peu abondant.

Nul n'ignore la nocivité des poussières mises en suspension par les marteaux percuteurs. Outre que leur abondance à proximité du front rend le travail insupportable pour les foreurs, leur pénétration dans les voies respiratoires provoque dans celles-ci des irritations, voire même des lésions — quand il s'agit de poussières de grès, — qui sont l'origine de maladies infectieuses.

Il est donc du plus haut intérêt au point de vue de l'hygiène des



travaux miniers de rechercher les moyens propres à évacuer les poussières que dégagent à profusion les marteaux pneumatiques et que la ventilation ne permet pas de dissiper assez rapidement.

L'évacuation complète est réalisée, de la manière la plus simple qu'il soit possible de concevoir, au moyen de l'aspirateur que j'ai vu fonctionner à l'étage de 1100 mètres, du siège n° 10 des charbonnages Réunis de l'Agrappe, et qu'a imaginé M. FOURNEAU, conducteur des travaux à La Bouverie.

L'appareil est formé d'un manchon-capteur entourant le fleuret et maintenu contre le front à l'aide de trois lames-ressorts, s'engageant dans le trou en forage. Un tuyau flexible de 25 à 40 millimètres de diamètre le relie à un tuyau métallique, débouchant dans un bac rempli d'eau. A l'entrée de ce tuyau métallique s'adapte, au moyen d'un bouchon, l'aspirateur proprement dit, lequel consiste en un simple tube renfermant un injecteur à air comprimé de 2 millimètres de diamètre.

Les organes à employer sont simples, résistants et d'un placement aisé et rapide, qualités indispensables pour un bon fonctionnement dans les travaux souterrains. Leur poids est de 250 grammes environ.

L'efficacité de l'appareil est complète. Il n'y a pas trace de poussières à l'orifice du trou en forage et les grains eux-mêmes sont entraînés par le courant ; on peut s'en rendre compte en plaçant la main à la sortie de l'aspirateur. Il en résulte, comme autre avantage appréciable, un curage parfait du fond du trou, que ne réalise pas, comme on le sait, la décharge du marteau dans le fleuret : d'où une augmentation sensible de la vitesse de l'avancement.

La consommation supplémentaire d'air comprimé est minime à raison du faible diamètre de l'injecteur (15 à 20 litres par minute environ). Elle peut du reste être réduite notablement, si l'on fait usage d'un seul marteau, en fermant partiellement le robinet d'alimentation de l'aspirateur.

Dans des essais, auxquels j'ai procédé, j'ai obtenu une aspiration suffisante avec le robinet à demi ouvert et une pression de 4 atmosphères dans la conduite générale. Il est à remarquer, en effet, que le diamètre de l'injecteur a été fixé largement, afin d'éviter des obstructions par les paillettes métalliques, que renferment souvent les conduites d'air.

L'emploi de l'aspirateur permet le travail simultané de deux

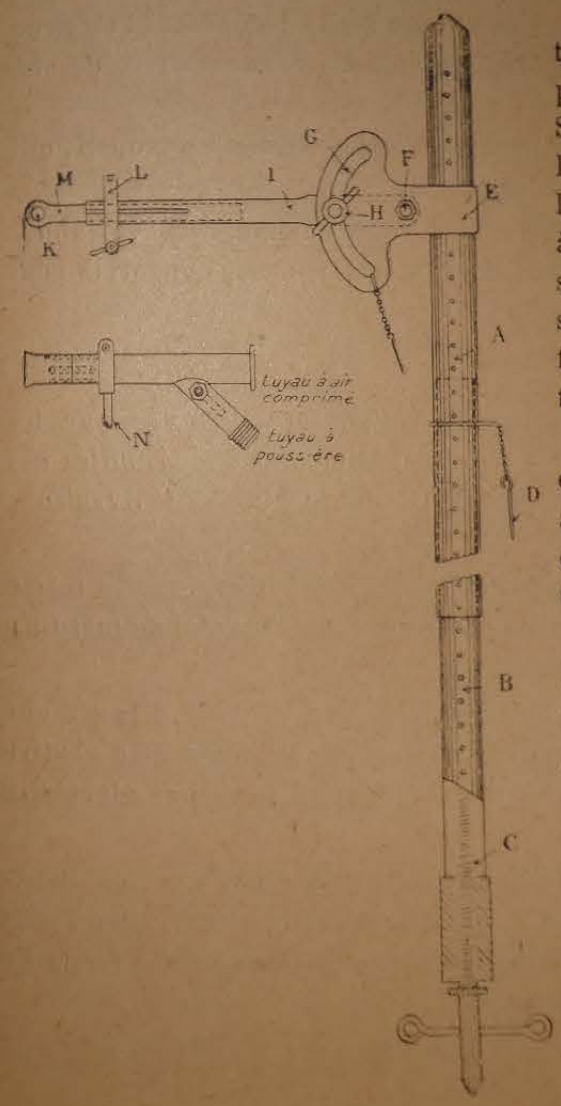
marteaux dans les bouveaux, les ouvriers n'étant plus incommodés par les poussières.

J'ai également vu cet appareil utilisé comme aspirateur de grisou dans un bouveau où le minage était devenu impossible.

NOTE DE M. G. Raven.

Secrétaire du Comité directeur des « Annales des mines de Belgique »

Un appareil de ce type a été essayé précédemment avec succès aux charbonnages de Patience et Beaujonc à Glain.



La différence existant entre cet appareil et celui décrit par M. l'Ingénieur principal Sottiaux consiste dans ce que l'appel des poussières par l'air comprimé, au lieu d'être à l'extrémité du tuyau à poussières, vers la bâche à eau, se trouve dans le tuyau en forme de T s'appliquant au fourneau en creusement.

Le poids de cet appareil est de 0k900 ; celui du tuyau à poussières de 4k500 et celui du tuyau à air comprimé de 0k850 par mètre.

M. de Jaer, Ingénieur en chef des charbonnages de Patience et Beaujonc ayant constaté que par suite du poids de l'appareil et des tuyaux, ainsi que des trépidations continues du perforateur, il était difficile d'obtenir un contact constant de l'appareil avec la paroi, fit, pour soutenir l'ensemble, construire un affût spécial.

Celui-ci est composé : de deux tubes télescopant l'un dans l'autre A et B. Ces tubes, percés de trous qui se corespondent, permettent la mise à longueur approximative de l'affût, la clavette D en assurant la fixité.

La vis C, à l'extrémité d'un des tubles, cale l'affût entre toit et mur.

Sur le tube A, glisse et tourne, à frottement doux, un collier E portant à ses brides, un secteur G.

Un boulon de serrage F, fixe le collier à la position choisie. Ce même boulon F sert de pivot à un bras I. pourvu d'un ergot à vis de serrage H, voyageant dans le secteur G. Ce bras, tubulaire à son extrémité, présente deux entailles, d'ouverture suffisante. Par l'action d'un pièce L. les deux parties du tube entaillé font l'office de collier de serrage sur la tige M. Cette tige M tourne autour de son axe et glisse dans le bras I.

L'extrémité extérieure de la tige M est percée d'un trou K, qui reçoit le dispositif N, portant l'appareil.

L'affût peut donc être fixé dans des voies de hauteurs variables. Par l'intermédiaire des tiges M, I et du secteur G, l'appareil peut occuper toutes les positions.

—

L'emploi d'appareils capteurs des poussières produites par les marteaux pneumatiques a déjà été mentionné dans les *Annales des Mines de Belgique*. — Voir tome XIII (année 1908) 1re livraison, page 80.

D'autre part, dans un rapport publié dans la 3e livraison du même tome, page 935. M. l'Ingénieur Lemaire signale l'emploi de masques protecteurs contre ces poussières.

Enfin, dans la 3e livraison du tome XIX, page 672, M. l'Ingénieur en chef-Directeur Léon Demaret fait ressortir la nécessité d'abattre les poussières résultant du creusemeet des trous forés par marteaux pneumatiques.

D'un autre côté, la revue allemande « Zeitschrift für das Berg-Hutten-und Salinenwesen, (1. Abhandlungsheft, 1920. Band 68) signale un dispositif destiné simplement au nettoyage des trous de mine, au moyen de l'air comprimé.

Ce dispositif ne tend donc pas complètement au même but que l'appareil précédemment décrit.

Il comporte deux tubes; l'intérieur, destiné à amener l'air comprimé, pénètre jusqu'au fond du trou de mine en passant par une boîte à bourrage que présente le tube extérieur; celui-ci, qui s'adapte sur l'entrée du trou par l'intermédiaire d'une tubulure tronconique, est raccordé par un tuyau flexible à un réservoir d'eau; il assure l'évacuation des poussières.

Ces dernières sont donc éliminées du trou de mine, sans incommoder les ouvriers.

Il convient encore de mentionner une note intéressante parue dans le n° 2 — du 8 janvier 1921 — de la revue « Le Nord Industriel ». (Rédaction et administration, 16, Grande Place, Lille), au sujet d'un nouveau marteau perforateur supprimant les poussières en travers-bancs.

D'après cette note, le principe du nouvel appareil est le suivant : Le marteau porte latéralement un canal d'amenée d'air comprimé, lequel, par passage dans un dispositif spécial breveté, aspire, au moyen d'un tuyau en caoutchouc, l'eau d'un seau dans lequel il plonge et la pulvérise en nuage au-dessus de l'orifice du trou de mine.

Dès leur sortie, les poussières sont humidifiées, leur poids spécifique est augmenté; elles tombent aux pieds de l'ouvrier mineur.

Des essais effectués avec ce dispositif ont démontré que, pour le même avancement, la même pression d'air, la consommation de fluide moteur n'est pas augmentée de plus de 10 %.

Cette augmentation est d'ailleurs compensée par la moindre consommation d'air de ce type de marteau fonctionnant sans le dispositif de pulvérisation, comparativement aux chiffres généralement admis.

Un pointeau permet de régler l'admission d'air comprimé provoquant la pulvérisation d'eau et par suite, de faire varier à volonté la consommation d'eau. Le pointeau fermé, le marteau fonctionne comme un marteau ordinaire, sans adjonction d'eau.

La consommation d'eau pour un trou de mine de 1m,50 de longueur, ne dépasse pas 5 litres.

Ce genre d'appareil, actuellement mis au point, supprime totalement, dit la note en question, les poussières pernicieuses que soulève la traversée de certains terrains, quartz, grattes, oxydes de fer, etc., etc.

Charbonnage de Ciply.

NOTE DE M. L'INGÉNIEUR **A. Dupret.**

A) *Fixation des guides-rails aux traverses.* — Le puits n° 2 (extraction) du siège de Ciply, creusé à 4 mètres de diamètre utile, est muni d'un guidonnage en rails type Nord-Belge, de 30 kilogrammes, disposés sur les longs côtés extérieurs des cages. La longueur des guides est de 9 mètres et les traverses, en bois de 18 × 24, sont distantes de 3 mètres.

Ces guides étaient anciennement boulonnés aux traverses et des sabots d'acier coulé, en une pièce, constituaient les joints des rails.

Ces joints manquant de continuité, la Direction a étudié un nouveau mode de fixation, d'une continuité et d'une stabilité plus grandes.

La fixation aux traverses intermédiaires est assurée par une paire de pinces articulées en acier coulé, maintenues au contact des faces horizontales des traverses. Le serrage, énergique, est obtenu par un boulon à chaque pince (fig. 1). Quatre tire-fonds de 10 millimètres assurent l'immobilisation complète de ce dispositif.

Les joints des rails sont établis à hauteur d'une traverse.

L'attache, assurant à la fois l'éclissage et la fixation à la traverse, comporte deux pièces articulées formant pince (fig. 2). La fixation à la traverse comporte, outre des tire-fonds, deux forts boulons traversant complètement la traverse.

Le dispositif offre l'avantage d'un certain jeu pendant la pose, tant que les tire-fonds ne sont pas placés et que les boulons transversaux ne sont pas serrés à fond.

Une saillie S, venue de fonte avec les deux pièces de l'attache, est destinée à servir d'appui au rail supérieur et à prévenir tout cheminement.

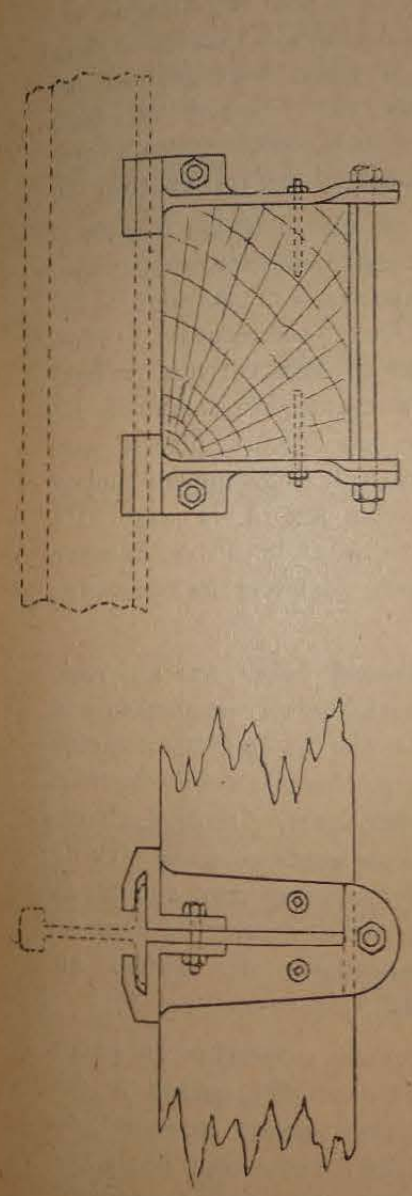


Fig. 1.

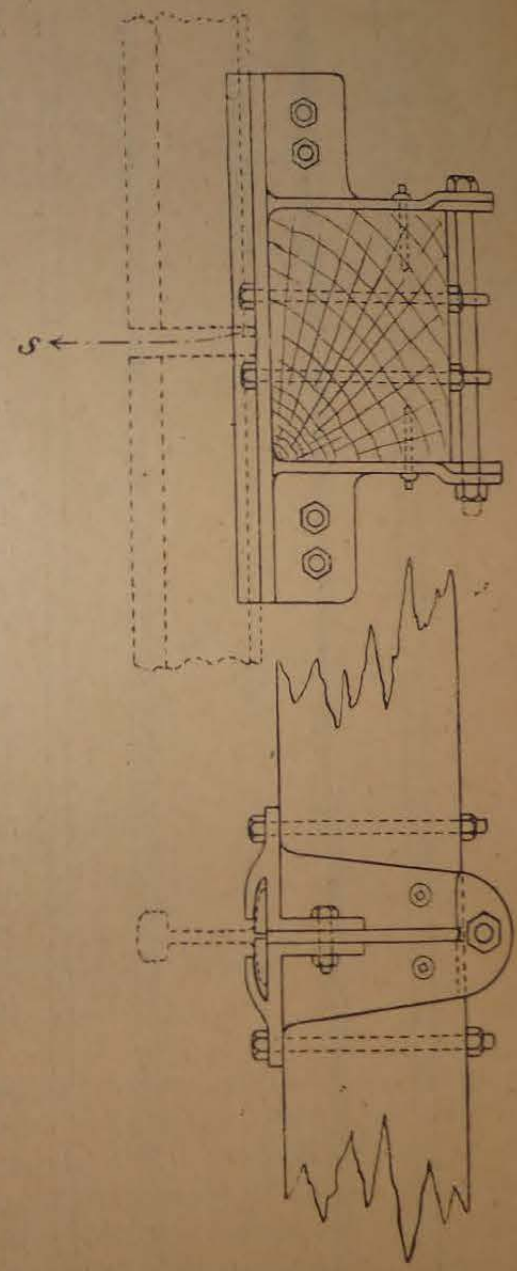


Fig. 2.

B) *Description de paliers mobiles destinés au travail dans les puits.* — Le remplacement des guides et la pose des attaches et, de façon générale, tous les travaux dans le puits, sont grandement facilités par l'emploi de deux paliers fixés sous la cage du compartiment en réparation (fig. 3).

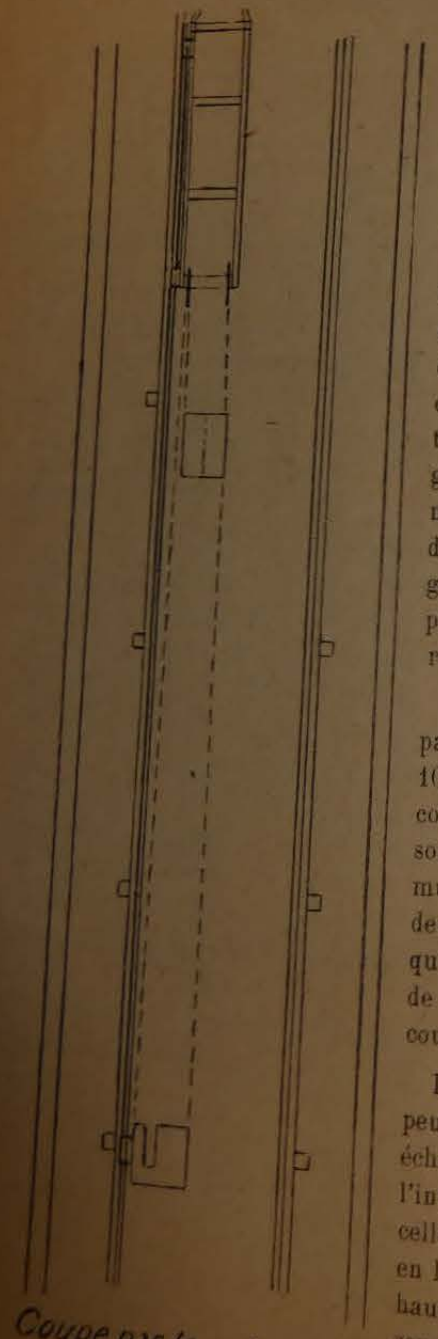
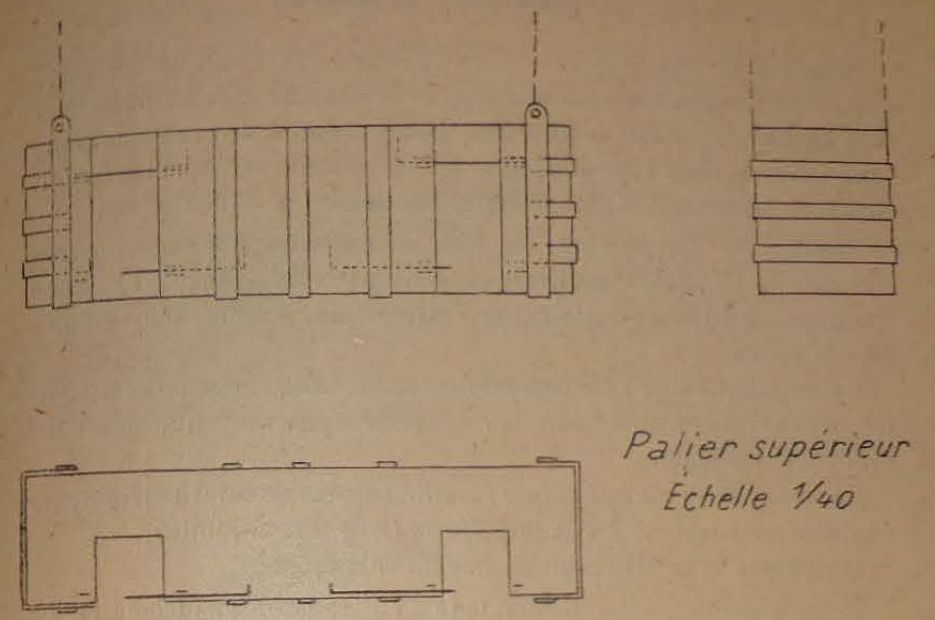


Fig. 3.

Le premier, fixé par 4 chaînettes au cadre inférieur de la cage, est suspendu à 2m,30 sous ce cadre. Deux échancrures, munies chacune de deux verrous, permettent la manœuvre commode des guides non encore placés, manœuvre qui s'effectue au moyen d'un palan fixé à la cage. Un garde-corps de 0m,80 de hauteur protège le palier et les échancrures.

Le second palier, fixé à la cage par six chainettes, est suspendu à 10m,75 sous la cage. Deux mains courantes démontables permettent son guidonnage éventuel. Il est muni d'un garde-corps pourvu de deux échancrures aux abouts, et qui permet de limiter la hauteur de soulèvement des guides au cours des manœuvres (fig. 4).

Les guides suspendus au palan peuvent, en effet, grâce à ces échancrures, passer aisément de l'intérieur à l'extérieur de la nacelle inférieure et réciproquement en les soulevant légèrement de la hauteur *a b*, et sans que la présence du garde-corps provoque de difficulté excessive.



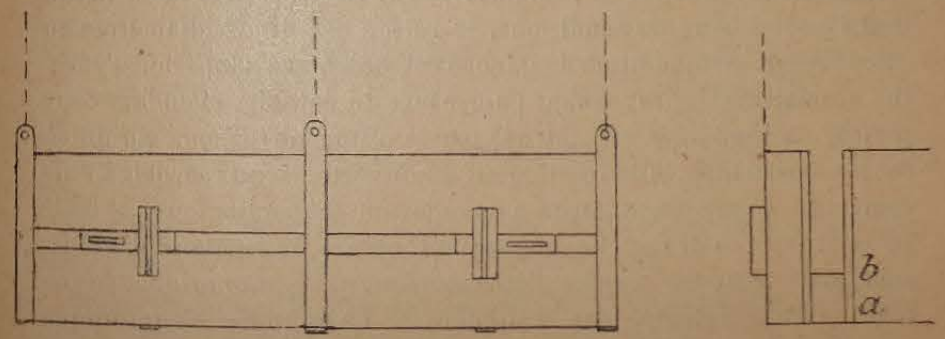


Fig. 4.

c) *Transport dans les tailles par couloirs oscillants.* — Depuis le début de l'année, une taille est desservie par couloirs oscillants dans le chantier de Veine 17 levant, par la voie 23 à l'étage de 900 mètres du siège de Ciply. L'installation a été fournie par la Société anonyme « Le Petit Matériel Minier » à Bruxelles.

Je dois à l'obligeance de la Direction du Charbonnage, les renseignements ci-après :

I. — Description du matériel

Couloirs et roulements. — Les couloirs, de 3 mètres de long, pèsent 60 kilogrammes par élément. Leur hauteur maximum au-dessus du mur est de 250 millimètres. Leurs chemins de roulemrnt sont excentriques, d'un type analogue à celui décrit par M. l'ingénieur Legrand au tome XIX des *Annales des Mines*, p. 376, fig. 5.

Moteur. — Le moteur de 150 millimètres d'alésage, course variable de 150 à 330 millimètres, à simple effet, pesant 175 kilogrammes, attaque les couloirs par l'intermédiaire d'un câble et d'une tête de cheval.

La distribution de l'air comprimé actionnant le moteur se fait par un organe distributeur dont le déplacement est provoqué par l'air comprimé lui-même.

En vue de faire comprendre le fonctionnement de cette distribution, supposons un moteur à attaque directe (voir fig. ci-jointes).

Les phases de la distribution sont les suivantes :

1° *Admission.* — Le distributeur a été refoulé à gauche à la fin de la descente du couloir, ce qui provoque l'ouverture des lumières d'admission et la mise en communication du cylindre et du tuyau d'admission. Dans ces conditions, en raison des divers diamètres du distributeur, cette position de gauche est stable et l'admission s'effectue normalement, provoquant l'ascension du couloir. Pendant cette période, la lumière *e* est obtruée per le piston lui-même. En fin de course ascendante, cette lumière est découverte, ce qui permet à l'air comprimé d'agir d'une façon nouvelle sur le distributeur, et de le refouler vers la droite. Ce mouvement obture la lumière d'admission, mais découvre l'*orifice* d'échappement qui communique, désormais, avec le cylindre par la lumière *e*. Le cylindre communique avec l'air libre et l'échappement commence.

2° *Échappement.* — Le piston descend sous l'effet de la pesenteur. La position droite du distributeur est stable dans ces conditions, en raison également des proportions des trois diamètres du distributeur. Dans son mouvement de descente, le piston obture la lumière *e*, ce qui interrompt l'échappement. Il en résulte une phase de compression de l'air dans le cylindre : à un certain moment, la pression de cette air provoque le déplacement vers la gauche du distributeur, et une nouvelle période d'admission.

Les trois diamètres du distributeur *d* sont calculés de manière à assurer les divers déplacements décrits ci-dessus.

Le moteur est placé dans une fausse voie, au sommet de la taille, de manière à permettre le démontage progressif, par la partie inférieure, des éléments du couloir, pendant le remblayage.

Fig. 1

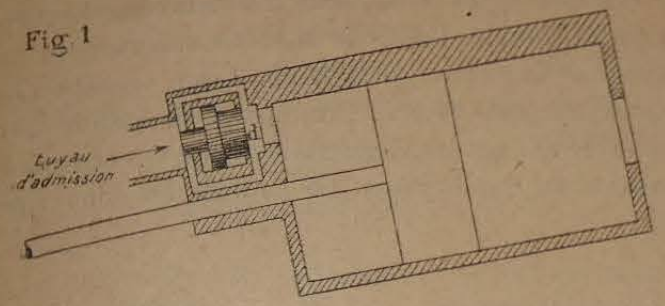
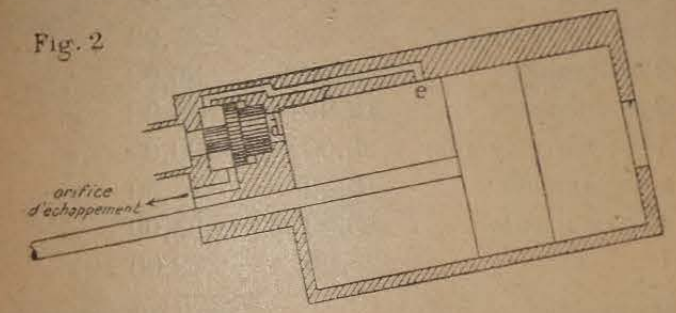


Fig. 2



« Les coupes sont schématiques. Dans la figure 1, les plans de coupe sont choisis de manière à montrer les lumières d'admission, à l'exclusion des autres. Dans la fig. 2, la coupe met en évidence la lumière déchappement *e*.

Lorsque le distributeur est à droite, cette lumière communique avec l'orifice d'échappement et l'atmosphère, par l'espace annulaire libre autour de l'extrémité gauche du distributeur. »

II. — Application

Les tailles de la partie inférieure du chantier furent alignées, de manière à constituer une longue taille de 85 mètres.

La veine comporte une laie de $0^m,70$ et un faux-toit de $0^m,45$ entre bons terrains encaissans. L'inclinaison est faible, (3° en moyenne) et sujette d'ailleurs à des changements de sens.

La veine étant à dégagements instantannés de grisou, des dispositions spéciales s'imposent. L'avancement sera réduit, les voies de sauvetage devront être créées spécialement.

Le travail est organisé comme suit :

Au poste de midi : Havage dans le faux-toit, remblayage de la taille et ripage des couloirs.

Au poste du matin : Abatage, coupage des voies et évacuation des produits.

Aucun travail n'est effectué au poste de nuit.

Le boisage est constitué de beiles de 2m,50 à 3 montants; l'intervalle des beiles est de 1m,10. L'avancement correspondant est réalisé en deux jours.

Le coupage des quatre voies de sauvetage et le havage donnent un excédent de terres; aussi les terres de la partie inférieure du chantier sont-elles évacuées par le couloir. Celles de la partie supérieure sont utilisées au remblayage de la totalité de la taille. Cette opération se fait tous les deux jours, au poste de midi, au moyen du couloir, qui remblaye sa propre havée et dont les éléments sont enlevés et ripés à mesure de la progression du remblayage. Le couloir est donc ripé tous les deux jours.

Personnel (1)	4 remblayeurs à	22,50	90,00	francs.
	5 haveurs	22,50	112,50	»
	10 ouvriers à veine	23,50	235,00	»
	2 chargeurs	18,00	36,00	»
	2 scloneurs	19,00	38,00	»
	4 coupeurs de voie	25,00	100,00	»
	1 mécanicien	16,50	16,50	»
	1 surveillant	25,00	25,00	»
	1 »	23,00	23,00	»
Totaux : 30 ouvriers			676,00	francs.

La production par poste était de 47 tonnes.

Les données caractéristiques du chantier sont donc :

Rendement à veine : $\frac{47}{10+5} = 3,133.$

Rendement toutes catégories : $\frac{47}{30} = 1,556.$

Prix de revient salaires : $\frac{676}{47} = 14.38.$

Appréciation du résultat obtenu. — Le meilleur criterium est la comparaison des résultats ci dessus et de ceux réalisés dans le même chantier avant l'introduction des couloirs oscillants.

(1) Salaires du début de 1920.

Le chantier progressait alors suivant 5 tailles de 17 mètres et nécessitait le personnel suivant :

Poste du matin :	25 ouvriers à veine	23,50	587,50
	5 chargeurs	18,00	90,00
	7 scloneurs	19,00	133,00
	1 porjon	25,00	25,00
Poste de nuit :	14 coupeurs de voie	23,00	322,00
	1 porion	25,00	25,00
Total 53 hommes.			1,182,50

La production par poste était de 50 tonnes environ.

Les données caractéristiques du chantier étaient, dans ces conditions :

Rendement à veine : $\frac{50}{25} = 2,000.$

Rendement toutes catégories : $\frac{50}{53} = 0,943.$

Prix de revient salaires : $\frac{1,182}{50} = 23,65.$

A égalité sensible de production, le personnel est donc ramené de 53 à 30, par suppression de 23 ouvriers, dont 16 à fort salaire ; ce personnel a pu être affecté à d'autres travaux importants qui n'avaient pu être poussés avec la célérité voulue, faute de main-d'œuvre.

Une économie de 500 francs environ est réalisée sur la main-d'œuvre, et correspond sensiblement à 9,00 francs à la tonne. Les calculs sont basés sur les salaires du début de 1920, et l'économie actuelle réalisée est notablement supérieure.

Vis-à-vis de cette économie, il importe de considérer les dépenses supplémentaires dues à l'emploi des couloirs oscillants.

L'on n'a pas remarqué une augmentation du prix du boisage. Les bois sont un peu plus forts, mais l'on en remet moins.

Il n'existe aucun contrôle de la consommation d'air comprimé de l'appareil. Je pense toutefois que l'estimation à 10 francs par poste de jours et 5,00 francs par poste de midi est largement par excès.

Ajoutant 5,00 francs d'huile par jour, l'estime à 20 francs par 24 heures les frais de consommation de l'appareil, au grand maximum.

Il faut y ajouter les frais d'intérêt et d'amortissement du capital immobilisé. Ce capital se monte à 15,000 francs environ, et la fixation du taux d'amortissement est assez arbitraire. Quoiqu'il en soit, le bénéfice réalisé par l'emploi des couloirs oscillants reste considérable.

Les raisons de cette économie, dans cette application assez particulière, doivent être recherchées notamment :

dans le prix considérable du coupage des voies de roulage, prix dû à la grande dureté des terrains et à l'interdiction de l'emploi des explosifs ;

dans la meilleure utilisation de l'ouvrier à veine ;

dans la réduction du personnel scloneur. L'emploi des explosifs permettra de supprimer ce personnel, par le coupage à grande section de la voie inférieure de transport.

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. Ed. LIBOTTE

Ingénieur en chef, Directeur du 3e arrondissement des Mines, à Charleroi,

SUR LES TRAVAUX DU SECOND SEMESTRE 1918

Charbonnages du Nord de Charleroi.

Machine à façonner les bois de mines.

Les Charbonnages du Nord de Charleroi emploient une machine à façonner les bois destinés au soutènement des travaux souterrains.

Sur cette machine, brevetée, et dont l'invention est due à M. Maes, chef d'atelier aux dits Charbonnages, M. l'Ingénieur principal Vrancken m'a fourni les renseignements suivants :

En ce moment (1), où une nouvelle réduction de la durée de la journée de travail des ouvriers mineurs est à l'ordre du jour, la description d'un appareil appelé à rendre de sérieux services à ceux réellement soucieux de pallier, dans la plus grande mesure possible, les effets de cette réduction, me paraît particulièrement intéressante.

La machine à façonner les bois, construite et utilisée depuis plusieurs années, sans le moindre accroc, aux Charbonnages du Nord de Charleroi, se recommande par sa compacité, sa robustesse en même temps que par sa simplicité, qui fait que son coût n'a rien d'exagéré. Il est hors de doute que la dépense d'installation d'une telle machine est sans comparaison avec le bénéfice qu'elle permet de réaliser, par suite de l'économie de temps, et, par là même, de l'augmentation de production qu'elle procure. Il convient d'ailleurs de tenir compte également des avantages accessoires — sur lesquels je

(1) Cette note a été rédigée en mars 1919. Nous avons cru que, néanmoins elle présentait encore de l'intérêt pour les lecteurs des *Annales des Mines*.

Fig. 1

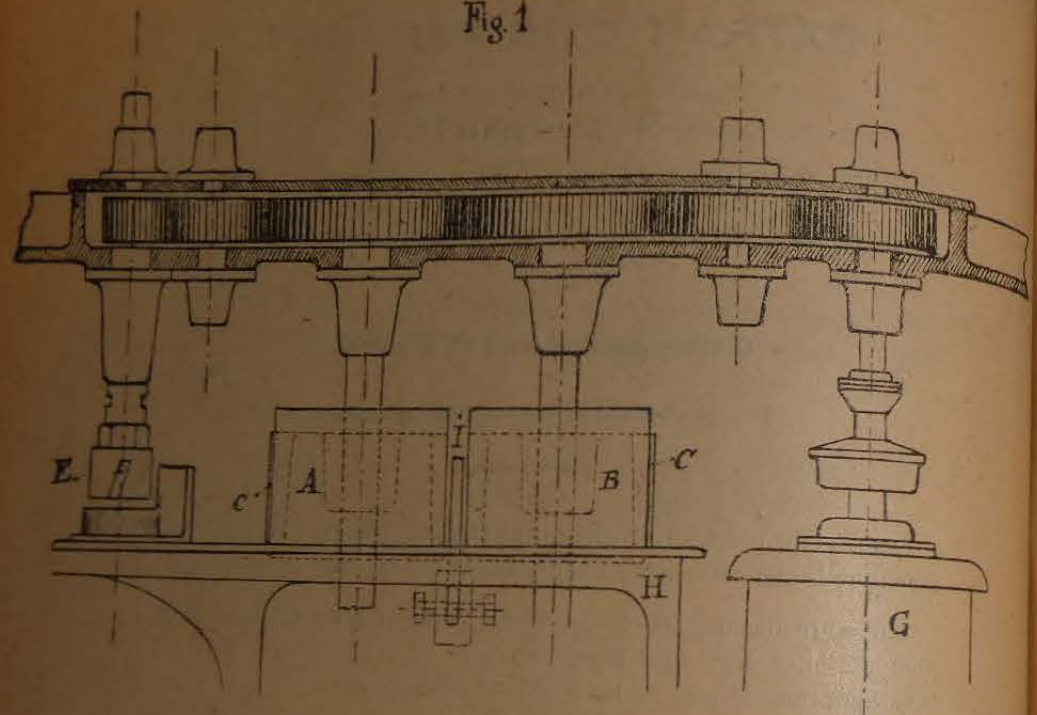
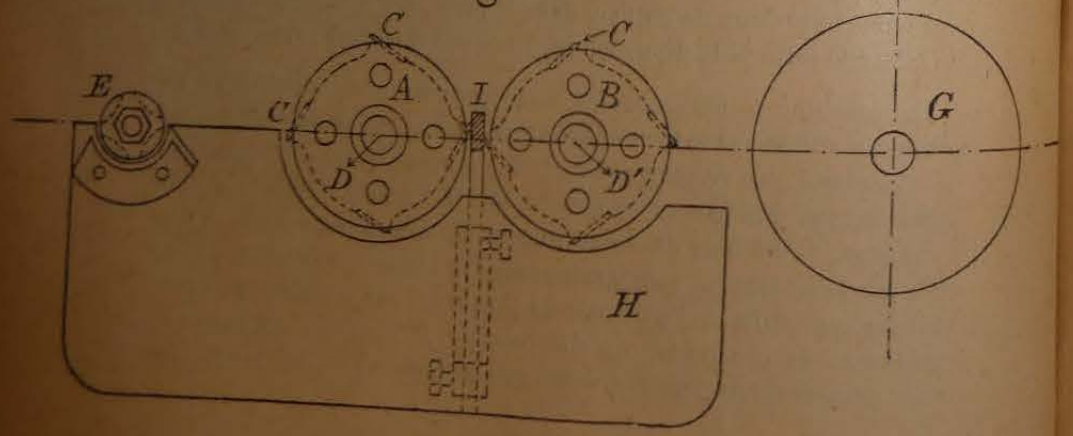


Fig 2



reviendrai plus loin — que présente le façonnage mécanique, des bois, à la surface.

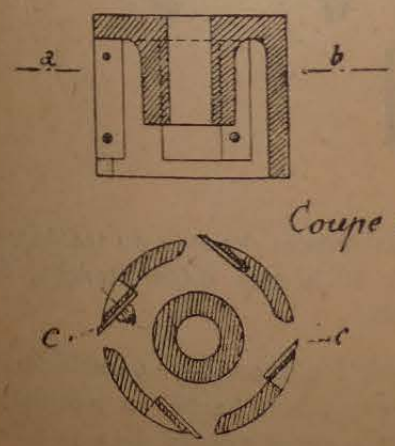
La machine doit permettre trois opérations : 1° l'*empattement*, c'est-à-dire le biseautage des étançons et des sclimbes (lambourdes) : 2° l'*excavation de l'extrémité des étançons*, ce qui permet à ces derniers d'épouser la forme des bois qu'ils doivent supporter ; c'est ce que l'on appelle la formation du « tin » ; 3° *le pilotage de la base du bois*, à laquelle on donne une forme tronconique.

La longueur à donner aux étançons, dépendant de l'ouverture des couches, la dernière opération, pour pouvoir s'effectuer sans inconvénients à la surface, exige, pour la répartition des bois entre les divers chantiers, une organisation qui n'existe généralement pas, mais qu'il est facile de réaliser.

L'installation, dont les croquis ci-avant donnent une image assez complète (Fig. 1), comprend trois tambours évidés, A, B, E, disposés en ligne au-dessus d'une table métallique H, destinée à servir de support aux bois à façonner. G est le moteur électrique qui, par l'intermédiaire d'engrenages, met en mouvement les tambours. Les paliers des divers axes sont fixés à des traverses du cadre métallique qui soutient l'ensemble. Une caisse formant carter reçoit la graisse consistante assurant la lubrification des engrenages et des paliers. La charpente est montée sur des roues de manière que, suivant les nécessités, on puisse déplacer la machine dans le chantier aux bois.

Celle du « Nord de Charleroi » a toujours pu fonctionner à la même place. Une toiture en tôles ondulées surmonte la charpente. De larges portes en bois ferment la cabine sur le devant. Elles peuvent être complètement rabattues ou fixées dans le prolongement des cloisons latérales, de manière à protéger les ouvriers contre les intempéries.

Fig. 3



Les couteaux C, qui doivent entailler le bois sont fixés à l'intérieur des tambonrs par des vis, comme il est indiqué à la fig. 3.

Les deux tambours A et B, assez rapprochés, tournent en sens inverses l'un de l'autre. Ils servent à façonner le biseau du bois par simple introduction de ce dernier entre les couteaux, et la conicité de la base par une rotation que l'ouvrier imprime au bois. On fixe à l'aide d'un gabarit approprié aux divers diamètres des bois, la position que doit occuper un taquet I, qui sert d'arrêt aux bois à façonner.

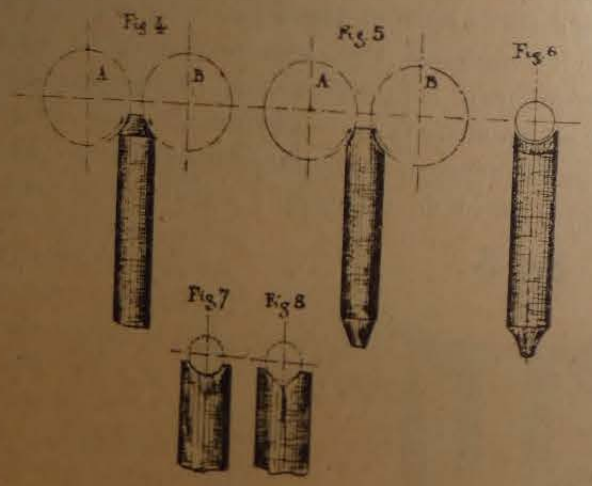
Ces tambours tournent à la vitesse de 780 tours par minute.

Le tambour E qui fait office de toupie isolée pour le creusement du tin, tourne à la vitesse de 2.500 tours à la minute.

Le tour de main y demande un peu plus d'habitude qu'à l'outil précédent; mais il s'acquiert facilement.

Le tambour E est amovible. On fait usage de tambours de diamètres différents, suivant que l'on a à façonner des bois de tailles ou des bois de voies.

Les extrémités des bois prennent ainsi la forme indiquée aux croquis ci-après. (Fig. 4, 5 et 6).



Un ouvrier, avec deux aides exclusivement occupés au transport, peuvent façonner en une journée de 10 heures, 6.000 étançons de dimensions variées ou 12.000 sclimbes.

On peut estimer à 3 ou 4 minutes le temps employé dans la mine par un ouvrier, pour façonner un étançon à la hache, en y comprenant le temps employé par l'ouvrier pour se rendre dans la voie.

Dans ces conditions, abstraction faite des sclimbes, si l'ouvrier place seulement six étançons en une journée, c'est un gain moyen de 21 minutes réalisé, gain bien supérieur encore lorsqu'il s'agit de couches en dressant. C'est donc largement le tiers de la réduction de journée imposée, qui peut être récupéré.

Il est de plus à noter qu'un étançon dont le « tin » est régulièrement cylindrique, est moins exposé à se fendre par la pression qu'un bois à entaille plane, dont la surface d'appui est très limitée. (Fig. 7 et 8).

Enfin l'avantage de supprimer une cause fréquente d'accidents ; — les coups de hache, — dont les suites ne sont pas soujours sans gravité, n'est pas non plus négligeable.

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. Jos. VRANCKEN

Ingénieur en chef, Directeur du 4me arrondissement des Mines, à Charleroi,

SUR LES TRAVAUX DU 1er SEMESTRE 1920

Charbonnage d'Amercœur à Jumet.

Emploi de la haveuse Sullivan à commande électrique.

M. l'Ingénieur Louis Hardy fournit, à ce sujet, les renseignements ci-après :

La haveuse électrique à chaîne, construite par la Sullivan Machinery Co, de Chicago, a été mise en service, au cours du premier semestre 1920, au puits Chaumonceau des Charbonnages d'Amercœur à Jumet. C'est le premier appareil de ce type utilisé en Belgique.

La haveuse se compose essentiellement de trois parties : le moteur placé au centre de l'appareil ; les mécanismes de traction et de commande du moteur placés à l'avant ; le bras porteur de chaîne de havage et le mécanisme d'entraînement de cette dernière, placés à l'arrière.

Le bâti présente les dimensions maxima de $2^m,335$ en longueur, $0^m,73$ en largeur et $0^m,454$ en hauteur. Le bras de havage mesure $1^m,37$ de longueur utile et $0^m,52$ de largeur totale.

Le moteur, de 30 chevaux de puissance, est un moteur asynchrone triphasé, à 220 volts entre phases, 50 périodes et 1.000 tours à la minute. Le stator est du type « étoile-triangle » ; grâce à un controller spécial, le groupement des trois phases peut être réalisé en

étoile pour le démarrage, groupement dit 50 %, puis en triangle pour la marche normale à 100 %. Le rotor est en court-circuit, du type en « cage d'écureuil », ne présentant pas de contact glissant. D'après le constructeur, l'isolement du moteur est susceptible de résister à une tension d'épreuve de 5,000 volts et à une surcharge, pendant une heure, égale au tiers de sa puissance nominale.

L'interrupteur et le controller sont commandés par la même manivelle M (fig. 1) et sont contenus dans une chambre fermée hermétiquement par une taque en acier doublée d'une taque isolante en ardoise. Le moteur est également hermétiquement enveloppé (Voir figures 1 et 2).

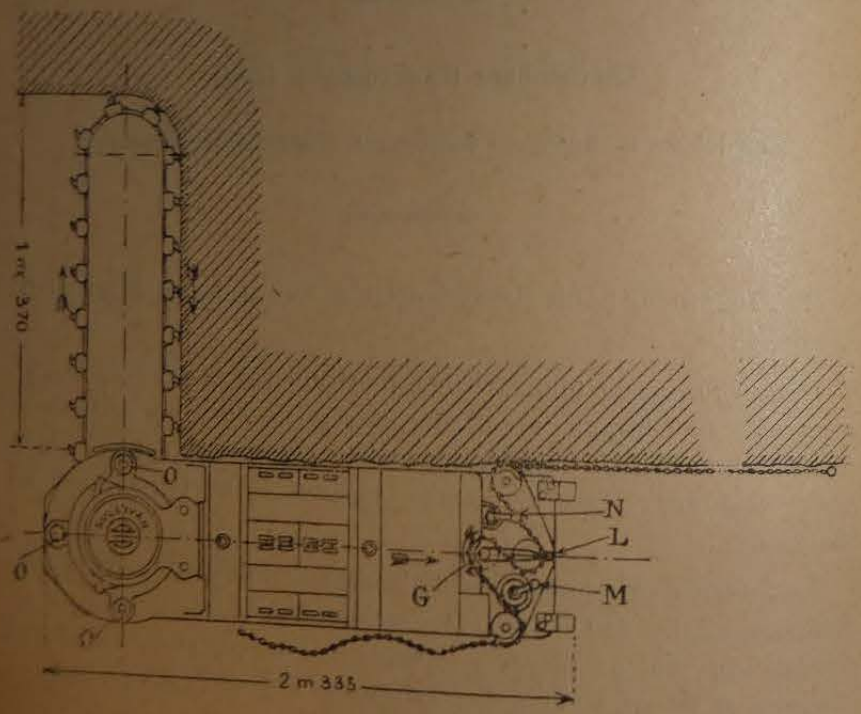


FIG. 1.

Le renversement du sens de marche s'obtient en intervertissant le courant de deux phases de stator, au moyen d'une manette spéciale invisible sur le croquis, située à l'avant de la machine.

Le câble souple qui rattache celle-ci à un interrupteur transportable, est à quatre conducteurs dont un sert à la mise à la terre efficace des carcasses des deux appareils, par l'intermédiaire de

connexions spéciales reliées aux rails des galeries. La douille du quatrième conducteur, dans chaque boîte de prise de courant fixée aux extrémités du câble, ainsi que les broches correspondantes de la

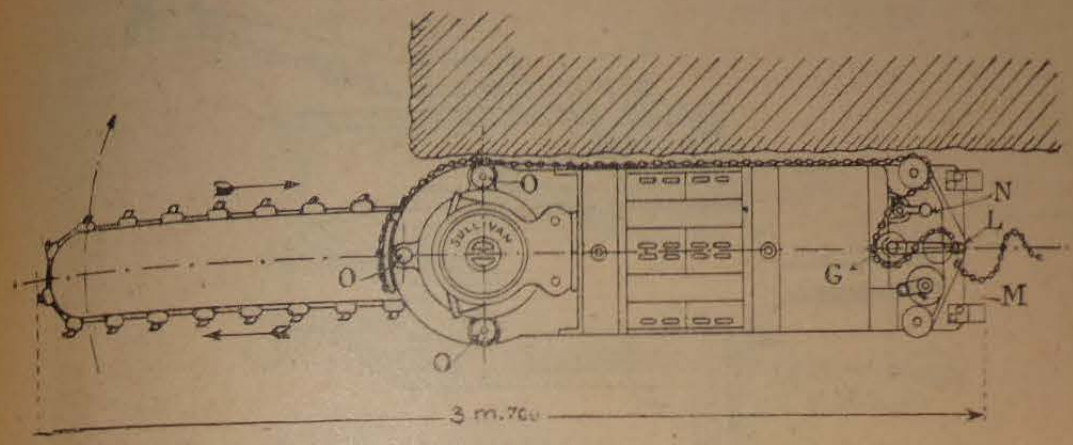


FIG. 2.

machine et de l'interrupteur, sont d'un diamètre plus grand que celui des pièces analogues des phases, afin d'éviter toute erreur de connexion. Le dispositif de fixation de la boîte terminale à la haveuse qui consistait primitivement en un simple bouton de pression à ressort (voir fig. 3) a été complété par M. Préat, Ingénieur du Charbonnage, dans le but de satisfaire au règlemeut qui prescrit que les pièces de prise de courant ne pourront être introduites ou retirées qu'apres rupture du courant. A cet effet, la boîte *P* de prise de courant de la machine et le couvercle *C* de celle-ci sont traversés par une cheville *C* qui, lorsqu'elle est abaissée, pénètre dans le trou de la boîte terminale du câble. Cet abaissement est obtenu par la pression d'un secteur *S* à encoche, adapté à la manivelle du controller. Dans la position d'interruption du courant, l'encoche libère la cheville qui est soulevée par un ressort. Un dispositif analogue est adjoint à l'interrupteur, à l'autre extrémité du câble souple.

L'avancement de la machine est produit par une poulie à gorge *G* (fig. 1), formant treuil, qui est actionnée par le moteur par l'intermédiaire d'engrenages et d'un embrayage à friction; sur la poulie s'enroule une chaîne qui passe d'autre part sur trois poulies de renvoi. La machine se hâle elle-même le long de la chaîne, qui est amarrée d'autre part à une colonne. Celle-ci consiste en un tube terminé à chaque bout par un pied de biche, qui se cale entre toit et

mur sous l'effort de traction. Les colonnes sont de longueur fixe ou de longueur modifiable par vis.

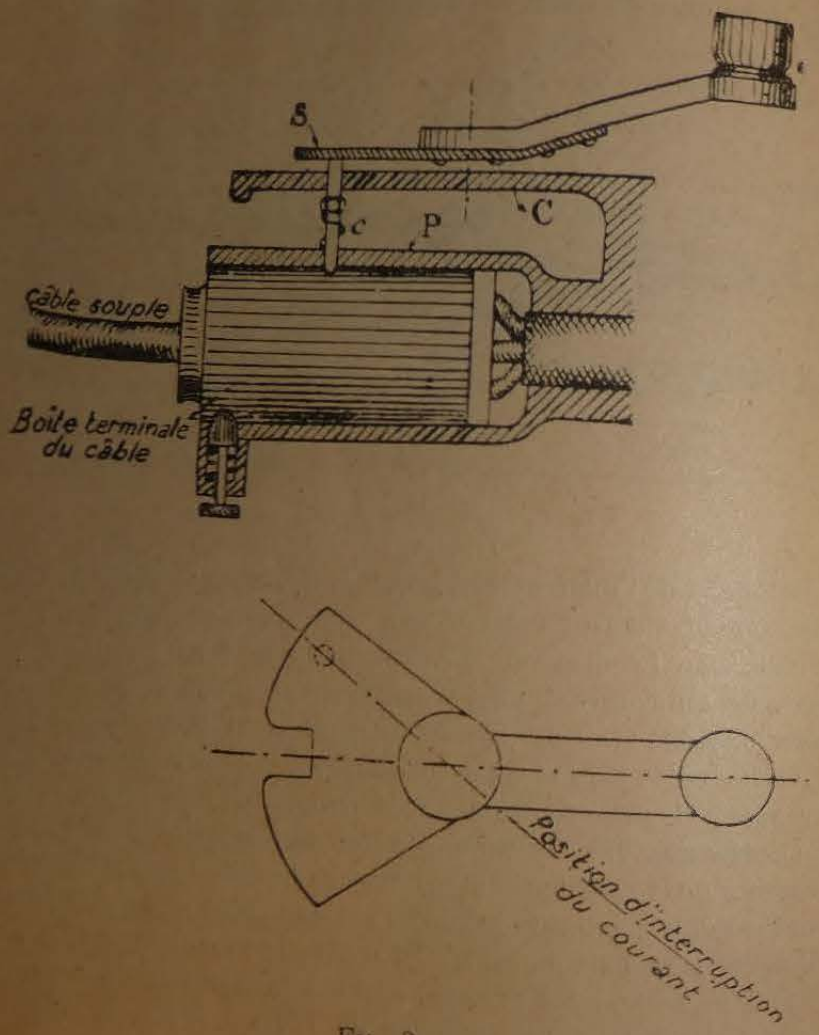


Fig. 3.

La chaîne de traction, de 18 mètres de longueur est constituée de maillons soudés, en acier, de 12 millimetres. En cas de rupture d'un anneau son remplacement immédiat se fait au moyen de maillons spéciaux dits « express » (voir fig. 4). A l'extrémité attachée à la colonne, la chaîne est pourvue d'une tête pivotante, qui en amène automatiquement la détorsion au passage sur les poulies.

L'embrayage à friction, actionné par le levier *L* (fig. 1) non seulement permet à volonté de faire avancer ou d'arrêter la machine

sans agir sur le moteur, mais constitue également un limiteur de l'effort de traction. A cet effet, l'intensité de l'effort de friction est est réglée, par essai dynamométrique, au moyen d'un dispositif à ressort dont on fait varier la tension ; cette variation est obtenue par une clef spéciale mise entre les mains du personnel dirigeant pour éviter toute intervention intempestive des ouvriers.

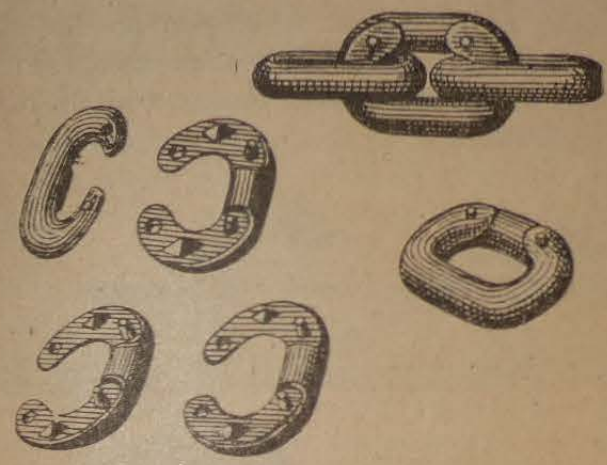


Fig. 4.

La vitesse d'avancement au cours du havage est d'environ 0m60 par minute ; en dehors de ce travail, elle peut être portée à 1m80 environ, au moyen d'un « changement de vitesse » commandé par une manivelle *N*.

Le bras de havage est pourvu d'une chaîne dont les fragments essentiels sont représentés à la figure 5. La chaîne porte une série de couteaux disposés en sept positions différentes suivant un tronçon d'hélice. Les couteaux sont fixés dans leur logement par vis de pression ; l'on peut donc en faire varier la partie saillante, soit pour racheter l'usure, soit pour régler l'ouverture du havage qui est normalement de 0m13 environ (voir fig. 5).

Le bras de havage peut être fixé dans trois positions différentes, deux perpendiculasres à l'axe de la machine et la troisième en prolongement de cet axe, par une cheville en acier introduite dans l'un des orifices *O*. Le mouvement de la chaîne haveuse est obtenu par un jeu d'engrenages avec embrayage à griffes.

La haveuse est utilisée dans la couche Richesse à l'étage de 650 mètres. Dans la région considérée, la partie déhouillée de la

couche se compose d'une laie de 0m20 d'épaisseur moyenne, de charbon très dure appelé galet », qui adhère généralement fortement au toit, puis de deux autres laies de charbon de 0m,10 et 0m,32. C'est dans cette dernière que s'effectue le havage. Un faux mur schisteux de 0m,20 à 0m,25 d'epaisseur, ainsi qu'une petite laie sous-jacente de 0m,05 à 0.10 sont laissés en place. L'abatage s'y effectuait, précédemment, au moyen du marteau-pic à air comprimé, par tailles montantes larges de 14 mètres. La disposition des clivages et la dureté de la couche n'y permettait pratiquement pas l'exploitation par taille chassante. L'abatage à la main y avait été jugé économiquement impraticable.

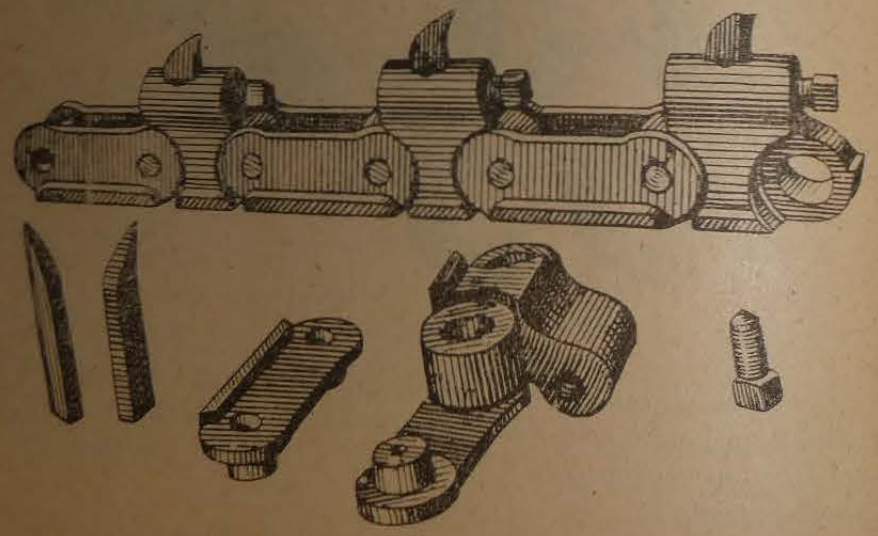


Fig. 5.

Pour l'utilisation de la haveuse le front d'attaque, dirigé suivant la pente de la couche qui atteint 25 degrés, présente une longueur de 88 mètres. La voie de roulage inférieure est menée en avant avec une petite taille chassante de 4 mètres, où le déhouillement se fait au marteau-pic. Trois voies intermédiaires recueillent le charbon de chacun des tronçons correspondants de la taille.

Le poste de havage commence à 13 heures et finit à 21 heures. Il est composé d'un machiniste, d'un aide ouvrier à veine qui boise s'il y a lieu et retire le charbon pouvant tomber sur le bras de havage, enfin d'un gamin qui transporte les outils et les colonnes, guide le câble souple. . etc. Jusqu'à 15 heures, heure du départ du personnel de jour, ces ouvriers placent les couteaux fraîchement

affutés et apprêtent la machine pour la faire descendre le long du front de taille. A cet effet le bras est amené suivant l'axe et la chaîne de traction est amarrée à chaque extrémité à une colonne; la rotation du moteur dans le sens approprié exerce une traction sur la colonne d'aval en faisant descendre la machine. Dans ce cas la colonne d'amont sert de sûreté pour empêcher une descente trop rapide. Le déplacement étant limité à la longueur de la chaîne, il faut quand celle-ci est à fond de course, la ramener dans sa position première et déplacer les colonnes pour recommencer la manœuvre.

Pour introduire le bras de havage dans la couche, la machine est calée par poussards ou amarres; la position de la chaîne de traction est modifiée comme l'indique la figure 2 et une de ses extrémités pourvue d'un crochet que l'on attache au bras. La traction amène ainsi ce dernier dans la position perpendiculaire à l'axe de la machine. La chaîne est ensuite replacée dans la position de havage de la fig. 1. L'on introduit alors, dans l'orifice *O* inférieure, une tige articulée pourvue à son extrémité libre d'un pied de biche que la tension d'un ressort applique contre le toit de la couche. Cette tige, qui dans le mouvement d'ascension glisse contre le toit, s'y arc-boute si la machine tend à descendre sur la pente par suite de la rupture de la chaîne de traction.

Lorsque le bras de havage pénètre dans le faux-mur, il suffit pour le relever de faire rentrer quelque peu dans leur logement les couteaux qui labourent ce faux-mur, ou de faire ressortir davantage ceux qui attaquent la face supérieure de la rainure. Inversement on peut obtenir la pénétration dans le faux mur quand l'ouverture de la couche devient trop faible. Ces opérations ainsi que le remplacement des couteaux émoussés, généralement nécessaire vers la mi-longueur de la taille, se font aisément sans modifier la position du bras. Si au démarrage celui-ci n'est pas horizontal, il suffit pour obtenir cette horizontalité de placer une planche sous le bâti.

Il arrive que la chaîne de havage se cale par la chute du charbon. Le machiniste tente alors de la remettre en mouvement après avoir débrayé la friction du treuil. Il peut encore débrayer la griffe de la chaîne de havage, puis, faisant tourner le moteur à vide, embrayer en marche : les chocs ainsi produits donnent souvent les résultats désiré, mais le procédé est évidemment de nature à détériorer l'appareil. Le mieux est de retirer le charbon tombé et c'est une des raisons pour lesquelles l'aide est un ouvrier à veine.

Le havage est pratiqué sur une profondeur de 1m,35 environ, assez régulière, la machine s'agriffant en quelque sorte au front.

Il est terminé en 3 heures 1/2 à 4 heures et s'arrête à 2m,50 environ du sommet de la taille. Sur cette longueur l'abatage se fait uniquement au marteau-pic, en avance d'une havée (avancement journalier) sur l'ensemble du front : une niche est ainsi créée dans laquelle la machine vient se loger obliquement, de telle façon qu'après enlèvement du charbon havé elle puisse, par son poids, s'accoler au front de taille.

Les voies intermédiaires sont coupées par le poste de 15 heures à 23 heures qui chevauche sur le poste de havage et celui de nuit. Ce dernier, de 21 heures à 5 heures, est réservé au boisage de la taille, au déplacement des tôles sur lesquelles le charbon devra glisser et au coupage de la voie inférieure de roulage. La qualité du toit n'exige en général aucun soutènement provisoire avant le passage de la haveuse. De 7 heures à 15 heures s'effectue le déhouillement proprement dit. L'abatage de la laie supérieure nécessite encore l'emploi du marteau-pic.

La comparaison des deux procédés d'abatage, appliquée à deux quinzaines normales, dans la même tranche de la couche et dans les mêmes conditions de transport général, est détaillée dans les deux tableaux ci après.

TABLEAU I

Exploitation de la couche Richesse (2e tranche de 650 mètres) par tailles montantes, avec marteaux-pics à air comprimé.

Quinzaine du 19 janvier 1920 au 31 janvier 1920 (12 journées de travail).

CATÉGORIES D'OUVRIERS	Nombres d'ouvriers			Nombre de journées par catégorie	Sommes payées en salaires Fr.	Salaires journalier moyen Fr.	Extraction en tonnes		Effet utile par	
	7 h à 15 1er poste	21 h. à 5 h. 2e poste	Total par catégorie				totale	journalier	journée d'abatage	journée du fond
Porions	1	1	2	25	655	25,40	»	»	»	»
Ouvriers à veine ou considérés comme tels (boiseurs) . .	7	2	9	103	2200	21,36	»	»	»	»
Ouvriers à la pierre	2	3	5	53	1150	21,70	»	»	»	»
Transport. . . .	2	»	2	24	410	17,08	»	»	»	»
Chargeurs. . . .	3	»	3	36	615	17,08	»	»	»	»
Bourreurs. . . .	10	»	10	126	1740	13,81	»	»	»	»
Releveurs de pierres.	»	6	6	72	1152	16,00	»	»	»	»
Totaux et moyennes	25	12	37	439	7902	18,00	377	31,42	3,66	0,86

TABLEAU II

Exploitation de la même tranchée par haveuse et marteaux-pics à air comprimé.

Quinzaine du 30 août 1920 au 11 septembre 1920 (12 journées).

CATÉGORIES n'ouvriers	Nombres d'ouvriers				Nombre de journée par catégorie	Sommes payées en salaires Fr.	Salaires journalier moyens Fr.	Extraction en tonnes		Effet utile par journée	
	Poste de l'avage 18 à 21 h. coupeurs de voies 15 h. à 23 h.	Poste de 21 à 5 h.	Poste de 7 à 15 h.	Total				totale	journalier	d'abatage	du fonds
Porions	1	1	1	3	41	1484	36,20	»	»	»	»
Ouvriers à veine ou considérés comme tels (machiniste, aide, boiseurs)	2	4	14	20	245	7253	29,60	»	»	»	»
Ouvriers à la pierre.	3	3	2	8	89	2643	29,70	»	»	»	»
Transport	»	»	9	9	106	2189	20,66	»	»	»	»
Chargeurs	»	»	5	5	252	4824	19,14	»	»	»	»
Bourreurs (gamins).	1	»	16	17	»	»	»	»	»	»	»
Releveurs de pierres	3	5	3	11	139	2875	20,68	»	»	»	»
Totaux et moyennes	10	13	50	73	872	21268	24,39	1136	94,67	4,63	1,31

N. B. — Le personnel du transport ne comprend que celui qui est nécessaire pour amener les produits à la galerie principale de roulage.

L'accroissement de l'effet utile est de 0 T 97 par ouvrier à veine ou considéré comme tel, soit de 26.4 %; il est de 0 T 45, soit de 52.3 % par ouvrier de toutes catégories.

Dans la quinzaine de janvier, l'intervention des salaires dans le coût de la production de la tonne de charbon, fut de fr. 20.96. Si l'on calcule cette intervention en prenant pour base le salaire journalier moyen d'août-septembre, soit fr. 24.39, elle s'élèvera à fr. 28.40.

D'autre part le prix de revient en salaire résultant du tableau II, est de fr. 18.72. L'amélioration du prix de revient de la tonne abattue par havage mécanique est donc de fr. 28.40 — 18.72 = 9.68.

Il y a lieu de défalquer de ce bénéfice :

1° La consommation de courant. Suivant le constructeur de la machine, la puissance absorbée par celle-ci serait de 18 à 20 chevaux. En l'absence de mesure directe, nous adoptons une estimation qui peut paraître excessive : 100 Kwh. par journée, à raison de 0 fr. 25 le Kwh., soit par tonne 0.26

2° L'affutage des couteaux, 5 francs par jour, soit par tonne 0.05

3° La consommation d'huile et de graisse 0.02

4° L'amortissement de l'installation, laquelle a coûté :

Haveuse 3,883 dollars à 12 francs . . . . fr.	46,596
850 mètres de câble armé 3 × 10 millimètres à 2,000 V.	6,800
350 mètres de câble armé 3 × 25 millimètres à 220 V.	3,930
100 mètres de câble souple 3 × 25 millimètres à 220 V.	3,054
Interrupteurs et accessoires.	1,250
Transformateur de 30 Kva.	5,000
Main-d'œuvre et divers	2,000
Total. . fr.	68,630

Soit, en cinq années de trois cents jours de travail à 94 t. 67 par joué, à la tonne. 0.48

5° Frais d'entretien et de réparations. Il n'existe aucun élément pour les apprécier. Je les suppose égaux à 50 % de l'amortissement, soit 0.24

Total. . fr. 1.05

L'amélioration du prix de revient de la tonne de charbon est ainsi ramenée à 8 fr. 63.

Dans l'estimation qui précède, le coût des installations électriques pourra paraître faible et le cours du dollar avantageux. Il est cependant aisé de se rendre compte, à l'examen des chiffres, de ce que le

prix de revient est relativement peu influencé par le coût de l'installation et les frais autres que la main-d'œuvre, eu égard à l'amélioration de l'effet utile.

Il n'a pas été tenu compte des frais supplémentaires dus à l'emploi du marteau-pic à air comprimé, dans la comparaison des deux systèmes d'abatage considérés. Dans le premier système, abatage au marteau-pic seul (sept marteaux en service), le rendement était de 4 t. 50 par marteau; il est dans le second système, havage mécanique et marteau-pic, de 6 t. 76. L'avantage, à ce point de vue, reste donc encore au second cas.

Il n'a pas davantage été tenu compte de l'amélioration du rendement en gros, qui a pu être chiffrée approximativement. Ce rendement estimé par le refus d'une grille à orifices de 50 millimètres, était de 23 % pour l'ensemble des charbons maigres extraits par le Siège Chaumonceau; il s'est accru de 9 % depuis l'emploi de la haveuse dans le chantier considéré de la couche Richesse, lequel fournit 35 % de cette qualité de charbon. L'on peut donc admettre que le havage mécanique dans ce chantier y a accru le rendement en gros de près de 25 %, attendu qu'aucune cause d'amélioration ne s'est révélée dans les autres chantiers.

Les résultats obtenus sont donc très avantageux, tant au point de vue du prix de revient et du prix de vente que de l'effet utile de l'ouvrier. C'est pourquoi la société a décidé de faire l'acquisition de deux autres machines.

Il serait prématuré d'établir une comparaison entre la haveuse à chaîne et la haveuse à barre, type Pick Quick. A première vue cependant, l'on peut dire que la première présente deux avantages dus au mode d'attaque de la veine par les couteaux : le charbon ainsi détaché se présente surtout sous forme de charbon grenu et non de poussier; il est de plus en majeure partie retiré automatiquement de la rainure au lieu d'y être tassé, de qui supprime la main-d'œuvre nécessaire à son soulèvement préalablement à l'abatage proprement dit. Au surplus, ces avantages cèdent le pas à ceux qui pourront résulter de la robustesse des appareils et de leur sûreté de marche et qui ne seront décélés que par l'expérience.

LE BASSIN HOUILLER

DU NORD DE LA BELGIQUE

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1920

PAR

M. V. FIRKET

Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Hasselt.

I. — Travaux de recherche.

A. — Recherches en terrains non concédés.

Sondage n° 85, à Tienwinckel, commune de Lummen. — Prolongé jusqu'à 783m,50, le sondage n° 85 n'a rencontré qu'une veinette de charbon de 0m,12, à 691m,40.

Sondages nos 87 et 88. — Ces recherches ne sont pas encore commencées.

B. — Recherches en terrains concédés.

1. — Concession de Genck-Sutendael.

Sondage n° 89. — La Société anonyme des Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Genck a entrepris, dans sa concession de Genck-Sutendael, au lieu dit « Gelieren-Heide », commune de Genck, un sondage d'étude, qui porte le n° 89 et qui est situé le long de la route d'Asch à Bilsen, à environ 240 mètres au Sud de la limite Nord de cette concession.

Ce sondage explorera une région encore peu connue; il a été placé à peu près à 1 kilomètre au Nord de la ligne droite, longue de 5 kil. 1/2, joignant les sondages n° 11 et n° 12. Commencé le

LE BASSIN HOUILLER

DU NORD DE LA BELGIQUE

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1920

PAR

M. V. FIRKET

Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Hasselt.

I. — Travaux de recherche.

A. — Recherches en terrains non concédés.

Sondage n° 85, à Tienwinckel, commune de Lummen. — Prolongé jusqu'à 783^{m},50, le sondage n° 85 n'a rencontré qu'une veinette de charbon de 0^{m},12, à 691^{m},40.

Sondages n^{os} 87 et 88. — Ces recherches ne sont pas encore commencées.

B. — Recherches en terrains concédés.

1. — Concession de Genck-Sutendael.

Sondage n° 89. — La Société anonyme des Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Genck a entrepris, dans sa concession de Genck-Sutendael, au lieu dit « Gelieren-Heide », commune de Genck, un sondage d'étude, qui porte le n° 89 et qui est situé le long de la route d'Asch à Bilsen, à environ 240 mètres au Sud de la limite Nord de cette concession.

Ce sondage explorera une région encore peu connue; il a été placé à peu près à 1 kilomètre au Nord de la ligne droite, longue de 5 kil. 1/2, joignant les sondages n° 11 et n° 12. Commencé le

25 octobre, à la cote d'altitude de 89m,50, ce sondage avait atteint la profondeur de 348m,45 à la fin de décembre. On peut prévoir qu'il pénétrera dans le terrain houiller vers la cote de 400 mètres, sous le niveau de la mer.

2. — Concession de Zolder.

Sondage n° 86, au lieu dit Wyvenheide, commune de Zolder.

Le sondage n° 86, que la Société anonyme des Charbonnages de Helchteren et Zolder fait exécuter dans sa concession de Zolder, a recoupé le terrain houiller à la profondeur de 492m,25, après avoir traversé les assises suivantes :

Nature des terrains	Puissance	Cote inférieure
Marne grise, dure	27 m.	474 m.
Marne sableuse, verte	1,16	475,16
Sables verts, avec intercalations calcareuses, dures	11,74	486,90
Marne sableuse verte, avec intercalations dures, calcareuses et gréseuses. . . .	5,35	492,25

A la fin du semestre, le sondage avait atteint la profondeur de 977 mètres et on comptait poursuivre la recherche jusqu'à 1,200 mètres au moins.

La coupe détaillée du gisement houiller, reconnu par le sondage n° 86, sera publiée ultérieurement, après achèvement de ce sondage.

Actuellement, il me suffira de signaler qu'il a rencontré, entre 601 mètres et 760 mètres, un faisceau de six couches exploitables, comportant ensemble 4m,28 de charbon dont la qualité ne m'a pas été indiquée.

La pente, assez variable, est en moyenne de 13° ; elle semble diminuer en profondeur ; de plus, on a traversé des terrains visiblement dérangés, notamment dans les 150 premiers mètres, où la pente dépasse souvent 20° et où il existe de nombreuses veinettes de charbon.

II. — Travaux de mise à fruit des concessions.

1. — Concession André Dumont sous Asch.

Siège de Waterschei, à Genk (houiller à 505 mètres).

Puits n° 1. — Dès le début du mois d'août, tous les sondages de congélation étaient terminés et pourvus de leurs congélateurs, comprenant des tubes de 94 et de 128 millimètres. Après démontage des colonnes ayant servi au battage, on a mis en place les couronnes et les deux conduites à saumure; celles-ci comportent des boîtes de dilatation tous les 100 mètres et elles ont été soigneusement calorifugées.

Le 27 octobre, la congélation a commencé ; on a ensuite prolongé jusqu'à 504m50 le sondage central, qui a fourni, à la fin de novembre, certaines indications permettant de croire à la fermeture du mur de glace. Toutefois, on attendra jusqu'au début de janvier, avant de commencer à creuser.

Contrairement à ce qui a été constaté précédemment au puits n° 1 de Kleine Heide, la congélation du hervien n'a pas provoqué le soulèvement du fond du puits.

Puits n° 2. — Les soixante sondages destinés à la congélation du hervien seront poussés jusqu'aux profondeurs

De 513 mètres, pour les 40 sondages extérieurs ;

De 520 mètres, pour les 10 sondages intermédiaires ;

Et de 532 mètres, pour les 10 sondages intérieurs.

Afin d'éviter l'usure des colonnes de battage par frottement et de se mettre ainsi à l'abri de tout accident provenant d'une rupture de ces colonnes, celles-ci sont doubles, sur toute la hauteur du puits. Elles sont formées d'un tube de 8 pouces (203,2 mill.) logé à l'intérieur d'un tube de 9 pouces.

Les frettes établies entre le terrain et les tubes de 8 pouces, descendus jusqu'à 482m,50, n'ayant pas donné pleine satisfaction, au point de vue de leur étanchéité, on a décidé d'approfondir tous les sondages jusqu'à 490 mètres, d'y descendre des tubes de 7 pouces (177,8 mill.) et de cimenter une nouvelle frette, avant de prolonger ces sondages jusqu'aux profondeurs ci-dessus renseignées.

A la fin de décembre, on poursuivait la réalisation de ce nouveau programme.

B. — Installation de surface.

La construction des bâtiments du siège, bureaux, menuiserie et autres dépendances, a été poursuivie activement.

On a, en outre, creusé et bétonné la galerie qui réunira le ventilateur et l'orifice du puits de retour d'air. Enfin, certaines parties de la paire ont été nivelées et aménagées.

C. — Personnel.

Le personnel du siège de Waterschei comprenait 543 ouvriers, au 31 décembre 1920.

2. — Concession de Beeringen-Coursel.

Siège de Kleine Heide, à Coursel (houiller à 622 mètres)

A. — Fonçage des puits.

Puits n° I. — Pendant le second semestre de 1920, on a poursuivi la réalisation du programme exposé sommairement, dans mon rapport précédent, en vue d'épuiser les eaux qui remplissaient le puits n° I, depuis le mois de mars dernier.

Les massifs de fondation des treuils de relevage des deux pompes électriques suspendues, qui doivent assurer cet épuisement, ont été établie dès le début du mois de juillet. Le 12 du même mois, on commençait le montage de ces treuils ; puis on installait, également dans la tour, une sous-station électrique, les molettes des câbles de suspension et tout l'appareillage des pompes, (voir planches I et II.)

Comme colonne de refoulement, on décida d'utilliser les deux anciennes conduites de saumure de 235 millimètres de diamètre, ayant servi à la congélation du hervien, qui furent, au préalable, fermées à leur base par des bouchons de ciment de 2 mètres de hauteur.

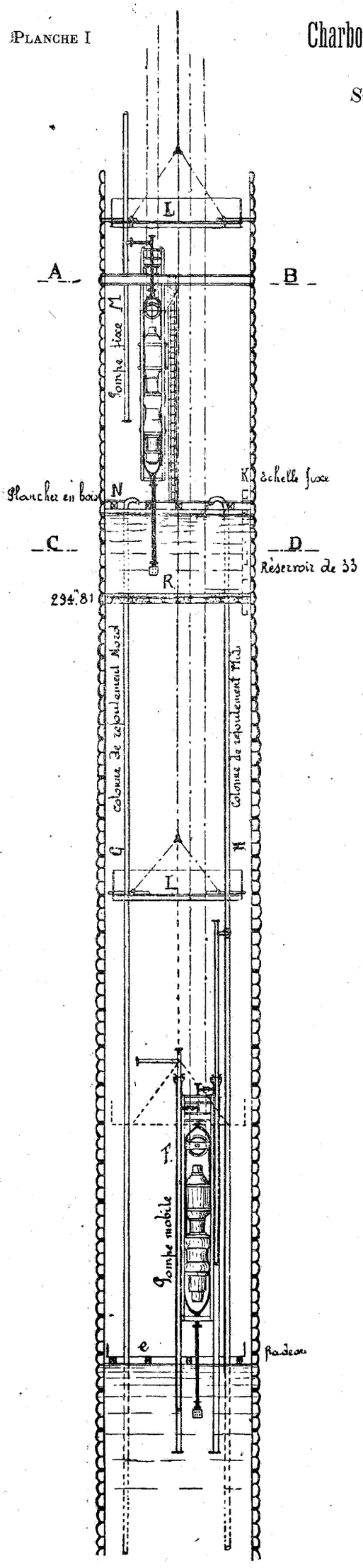
Au commencement d'août, on démolit la plate-cuve en béton, fermant l'orifice du puits et on abaissa, par émulsion, le niveau de la tête d'eau, jusqu'à 20 mètres sous cet orifice. A la fin du même mois, toute l'installation était en ordre de marche et les deux pompes étaient suspendues dans le puits. On procéda ensuite, à l'essai de ces pompes et au montage du palier volant.

Enfin, on commença à épuiser les eaux, au moyen d'une des pompes, qui fut mise en marche le 20 septembre, et qui était alternativement raccordée à chacune des deux colonnes de refoulement, au moyen de tuyaux flexibles en bronze, de 150 millimètres de

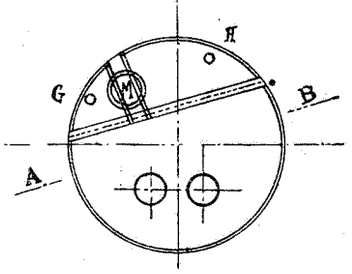
PLANCHE I

Charbonnage de Beeringen-Coursel

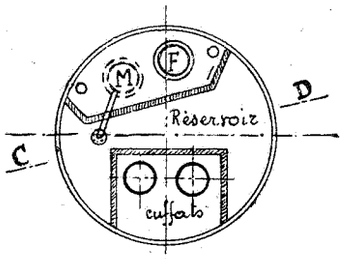
Siège de Kleine-Heide



Amarrage pompe fixe.



Réservoir de 294.81



diamètre. En six jours, on atteignit la profondeur de 176,50 mètres; mais alors, il se produisit des éclatements du raccord flexible et on dut interrompre l'épuisement, laisser remonter les eaux et modifier entièrement le mode de connexion entre la pompe mobile et la colonne fixe de refoulement.

La disposition nouvelle est représentée par le croquis de la planche I; elle comporte deux tubes télescopiques, fixés au chassis de la pompe suspendue, dans lesquels coulissent des tubes raccordés alternativement, à chacune des colonnes de refoulement.

Ces raccords télescopiques ont une course de 15 mètres; afin de leur conserver une étanchéité parfaite, on met en place, au fur et à mesure de l'avancement, des guides formés de rails de 50 kilogs par mètre, fixés au cuvelage; des mains courantes permettent à la pompe de prendre appui sur ces guides et assurent la verticalité parfaite de sa descente.

Mis en marche le 15 novembre, le nouveau système a donné pleine satisfaction. Il a permis d'atteindre en vingt jours, la profondeur de 293 mètres, où la venue horaire est d'environ 130 mètres cubes.

Pendant ce temps, la seconde pompe était demeurée inactive à la tête du puits; elle a été depuis descendue à 290 mètres et y a été solidement attachée en *A B*, à des poutrelles reposant sur les nervures du cuvelage.

Tandis que la pompe mobile abaissait, et maintenait le plan d'eau à la cote de 296,50 mètres, on a construit, pendant le mois de décembre, un réservoir en béton de 35 mètres cubes de capacité, dans lequel plonge l'aspiration de la pompe fixe et où se déverseront les eaux refoulées par la pompe suspendue.

La coupe horizontale *C D* montre la section de ce réservoir, dans lequel on a ménagé les vides nécessaires, afin de permettre le passage des pompes, de deux cuffats et d'une échelle de sauvetage. Des paliers volants *L L'* circuleront, tant au dessus qu'en dessous du réservoir et un radeau suivra la tête de l'eau, en contrebas de la pompe mobile. Celle-ci recommencera à descendre dans les premiers jours de janvier. On espère atteindre rapidement le niveau de 585 mètres, grâce au système de raccord télescopique déjà utilisé, avec un succès complet, jusqu'au niveau de 296,50 mètres (1).

(1) Cet espoir a malheureusement été déçu; l'épuisement a été suspendu le 13 janvier, à cause de l'importance de la venue, alors que la pompe mobile se trouvait à 386 mètres. Les deux pompes ont été remontées au jour.

Il restera ensuite à cuveler le puits n° 1, entre les cotes de 585,65 mètres et de 508 mètres.

Puits n° 2. — Les travaux de creusement dans le terrain houiller, qui avaient atteint la cote de 631 mètres à la fin du premier semestre, ont d'abord été poursuivis, pendant le second, avec pose simultanée du cuvelage de 5,80 mètres.

On a ainsi recoupé : à 633,54 mètres, une veinette de 0,10 mètre et à 635,57 mètres, une couche en deux laies de 0,22 mètre chacune, séparées par une intercalation schisteuse de 8,50 mètres. Cette couche, qui était précisément à la base de la passe congelée, a donné issue à une venue d'eau de 1,800 mètres cubes par heure.

Le 12 juillet, alors que le puits n° 2 était creusé et cuvelé jusqu'à 638 mètres, on décida d'y reconnaître, par un sondage, le caractère plus ou moins aquifère de la couche de charbon, puissante de 2,85 mètres, précédemment traversée par la puits n° 1.

Creusé d'abord au diamètre de 75 millimètres, jusqu'à 642m,50, et pourvu d'un tube scellé dans le terrain, au moyen de ciment, ce sondage fut prolongé, au diamètre de 40 millimètres, jusqu'à la couche qu'il toucha à 647.20 mètres, A ce moment, il débita une venue de 360 litres d'eau par heure, qui fut portée à 1.400 litres, après la traversée de la couche de houille, dont le mur est à 650 mètres. La température de cette eau était de 29°.5.

Le fonçage ayant été ensuite repris, on plaça à 644.97 mètres, la trousse de base du cuvelage intérieur de 5.80 mètres de diamètre; puis on poursuivit le creusement, jusqu'à 654.42 mètres, avec pose en descendant d'un cuvelage de 6.86 mètres de diamètre. Pendant la traversée de la couche de charbon aquifère, reconnue par le sondage, la venue horaire s'est élevée à 9,5 mètres cubes,

Enfin, le puits fut approfondi jusqu'à 660 mètres; la dernière passe, sous 654.42 mètres, fut pourvue d'un revêtement en béton armé, de 0.90 mètre d'épaisseur et on construisit, à ce dernier niveau, un réservoir d'eau, en béton, de 45 mètres cubes.

Tous ces travaux étaient achevés le 4 octobre. Pendant leur exécution, on avait maintenu la congélation du hervien, par un apport de 300,000 frigories-heure.

Le creusement fut alors interrompu pendant deux mois et demi, afin de permettre de cuveler la passe précédemment bétonnée, qui s'étendait de 585 mètres à 512 mètres.

Après avoir établi un plancher volant, au premier de ces deux niveaux, on entailla le béton sous la chambre de congélation et on prolongea vers le haut, le cuvelage intérieur. Puis on procéda, très rapidement, au démontage des couronnes collectrices, après avoir mis en court-circuit les deux colonnes d'amenée et de retour de la saumure. En maintenant dans ces colonnes, la circulation froide, on voulait simplement éviter le dégel et la chute des glaces qui y adhéraient.

Le plancher réservoir de 573,50 mètres, ayant été démoli, on continua la pose du cuvelage en montant, et on combla, au moyen de béton, tous les vides existant entre ce cuvelage et l'ancien revêtement.

A la date du 23 novembre, on atteignait la cote de 512 mètres et il ne restait, entre les deux passes cuvelées, qu'un vide de 0.67 mètre de hauteur, qui sera fermé très prochainement, au moyen d'un raccord spécial.

On a procédé ensuite, du 23 novembre au 20 décembre, à une visite complète du puits et à un nouveau matage du cuvelage, qui a ramené la venue à 6 mètres cubes à l'heure.

Repris le 20 décembre, le creusement avait atteint le 31, la cote de 670 mètres, après traversée des deux couches suivantes ;

1. Entre 660 et 660.66 mètres, une couche en deux laïes de 0.33 mètre et 0.21 mètre, séparées par une intercalation schisteuse de 0.12 mètre;

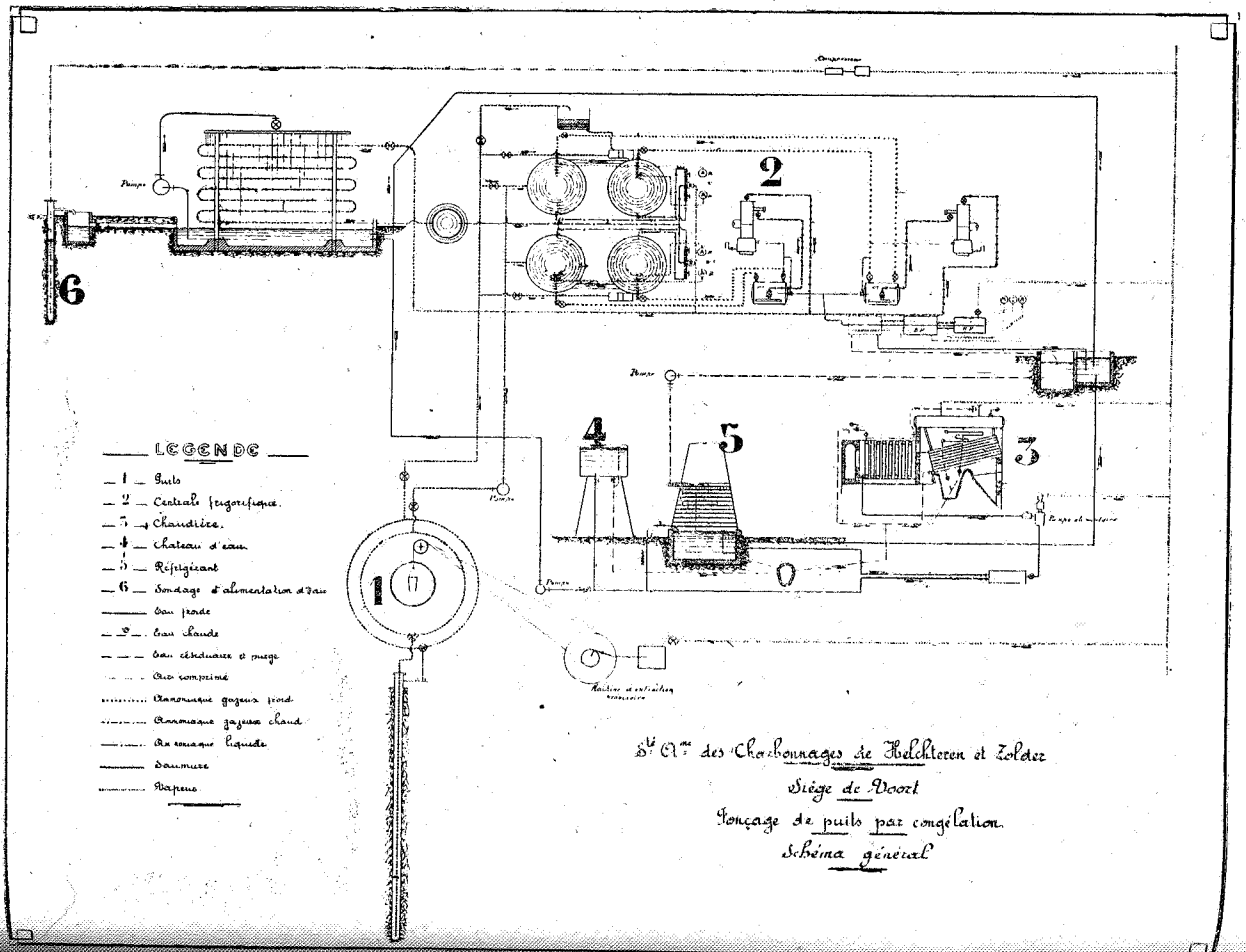
2. Entre 668.90 mètres et 669.70 mètres, une couche en une laie de 0.80 mètre.

B. — Installations de surface.

Le hangar dont la construction a déjà été mentionnée dans mon rapport précédent, a été achevé. Le raccordement privé, entre le siège de Kleine-Heide et la gare d'Heppen, est également construit et a été essayé par l'Administration des Chemins de Fer de l'Etat. On compte pouvoir l'utiliser sous peu.

C. — Cité ouvrière.

On a terminé les 18 groupes, comprenant au total 60 logements, commencés pendant le premier semestre. Les maçonneries du bâtiment d'école sont également achevées.



Sté Cle des Charbonnages de Helchteren et Zolder

Siège de Voort

Fonçage de puits par congélation.

Schéma général

D. — Personnel.

A la date du 31 décembre, la Société des Charbonnages de Beeringen occupait 106 ouvriers du fond et 468 ouvriers de surface.

3. — Concession de Helchteren

Siège de Voort, à Zolder. (Houiller à 603 mètres.)

A. — Fonçage des puits.

Puits n° 1. Congélation des terrains. — Dès le 1er juillet, les entrepreneurs se sont occupés activement de la mise en ordre de marche de la centrale frigorifique, dont la disposition schématique est représentée, ci-contre, par la planche III. Cette centrale a été montée pendant la guerre et comprend sept compresseurs à ammoniaque, système Fixary, de 250.00 frigories-heure chacun, actionnés par des machines à vapeur compound.

Le premier de ces compresseurs a été mis en marche le 1er octobre; tous fonctionnaient à la fin de novembre. A ce moment, le débit des pompes à saumure était d'environ 230 mètres cubes à l'heure; la température de cette saumure atteignait — 13° au départ et elle était de — 6°,5 au retour.

Les diagrammes de la planche IV qui m'a été aimablement communiquée ainsi que la précédente, par la Société concessionnaire, font connaître, pour les trois derniers mois de l'année, les moyennes hebdomadaires, en ce qui concerne :

1° Le nombre de compresseurs en activité;

2° Les températures *a* et *b* de la saumure, à l'entrée et à la sortie des couronnes collectrices;

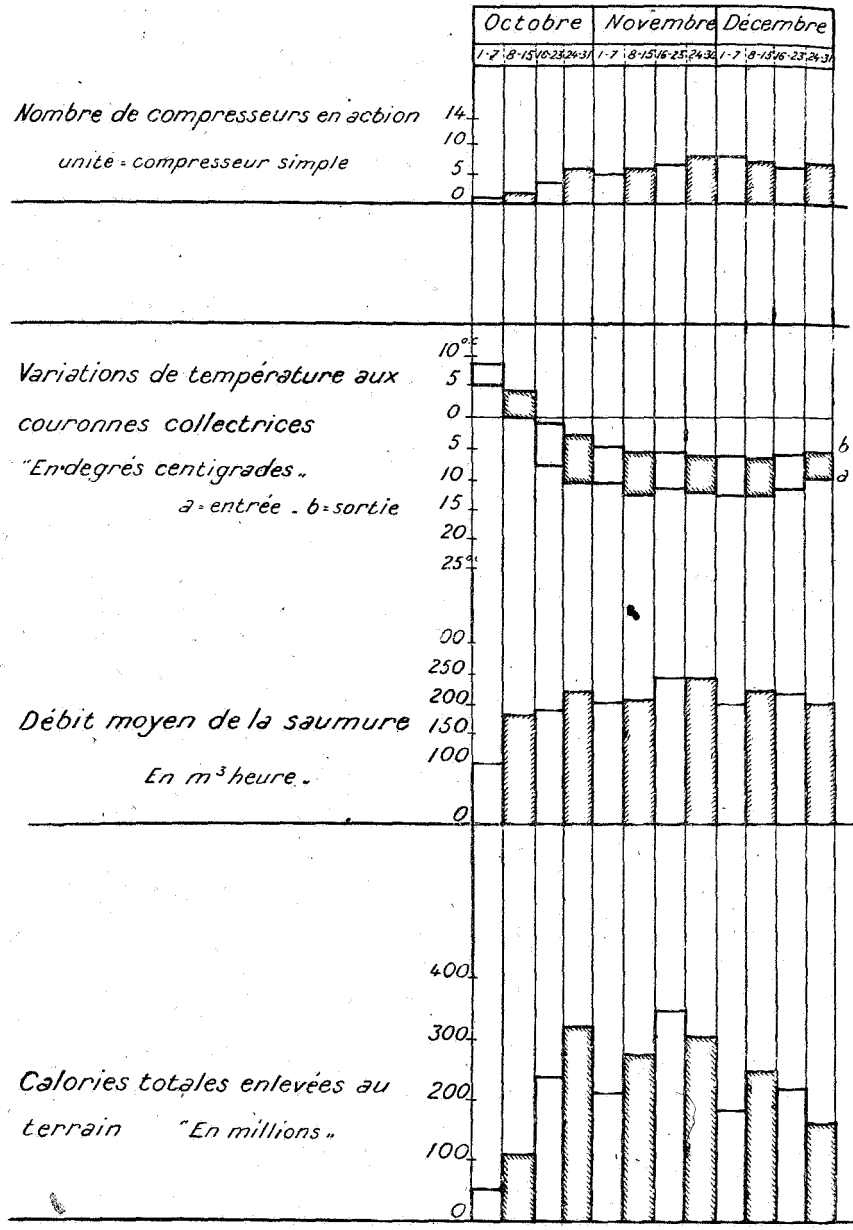
3° Le débit horaire des pompes à saumure;

4° Les quantités de calories enlevées aux terrains.

La congélation de ces terrains est réalisée par 45 sondages pénétrant dans le houiller jusqu'à 620 mètres, et par 10 sondages auxiliaires s'arrêtant dans les morts-terrains, à 400 mètres. Selon les prévisions, le creusement du puits n° 1, au diamètre de 5m,10, sera commencé vers le 1er avril prochain.

Cuvelage. — Une première commande de pièces de cuvelage comportant 1,600 tonnes, est en fabrication.

PLANCHE IV



N.B. Moyennes résultant de lectures journalières

Du type ondulé, ce cuvelage sera formé d'anneaux de $1^m,50$ de hauteur, en 10 segments, la fonte n'y travaillera pas à plus de 8 kilogs par m/m carré. Afin de faciliter le matage des joints, on a prévu le long de ceux-ci, un chanfrein de 30 millimètres, venu de coulée.

Puits n° 2. — Dans l'avant-puits, on prépare le montage des couronnes collectrices.

B. — Installations de surface.

Les entrepreneurs des travaux de fonçage ont complété leurs installations en construisant divers baraquements provisoires, qui serviront notamment de magasins et de réfectoire, tandis que la Société concessionnaire aménageait une menuiserie mécanique et rétablissait les clôtures métalliques de la paire, enlevées par l'occupant en 1917.

A la fin du semestre, on effectuait des travaux de terrassements en vue de l'établissement d'une dynamitière et des fondations du treuil d'extraction du puits n° 1.

C. — Cité ouvrière.

Les jardins des maisons de la cité ont été entourés de clôtures, constituées par des pieux en béton armé et par quatre fils lisses; ces clôtures serviront de soutien à des haies vives, qui seront plantées au printemps.

D. — Personnel.

La Société Franco-Belge occupait 184 ouvriers, à la fin de décembre; le personnel de la Société des Charbonnages de Hechteren-Zolder est toujours très restreint; il était de 28 ouvriers, au 31 du même mois.

4. — Concession charbonnière des Liégeois en Campine.

Stège du Zwartberg, à Genck. (Houiller à 553,30 mètres.)

A. — Fonçage des puits.

Puits n° 1. — Ce puits, dont la profondeur est de 581,55 mètres et qui est cuvelé jusque 575,55 mètres, est en période de décongélation depuis le 2 juillet; les travaux de creusement y sont demeurés suspendus pendant tout le semestre.

Afin de mettre le cuvelage sous pression progressivement, de haut en bas et sur toute sa périphérie, on a supprimé toute circulation dans les congélateurs et on a cherché à provoquer la décongélation, en introduisant de l'air chaud à l'intérieur du puits.

A cet effet un ventilateur, débitant environ 1,600 litres par seconde, a été monté au jour et on a logé dans les conduits d'aspiration et de refoulement de ce ventilateur, des serpentins parcourus par de la vapeur, qui portent l'air injecté dans le puits, à une température de 55 à 65°.

Une colonne de canars en tôle, de 0m,70 de diamètre, a amené cet air d'abord à la cote d'environ 50 mètres, puis à des profondeurs croissantes, qui ont augmenté d'environ 10 mètres tous les trois jours, du 19 juillet au 7 août.

A la fin de juillet, les températures ci-après ont été constatées :

Air injecté, avant son entrée dans le puits + 60° ;

Air injecté, à 52 mètres dans les canars + 7° ;

Température dans le puits, au niveau du plancher de travail, à 133 mètres — 5° ;

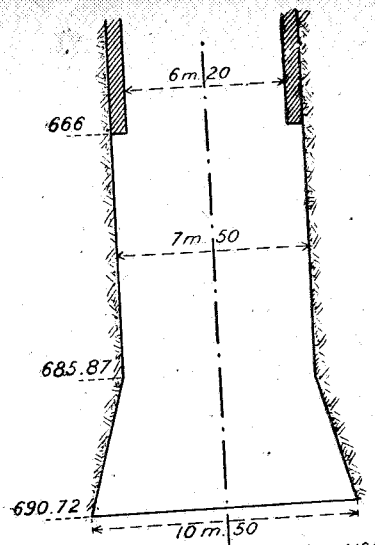
Température dans le puits, à proximité de la surfaee + 16°.

Ces renseignements, extraits d'un rapport de M. l'ingénieur A. Meyers, démontrent qu'une grande partie de la chaleur apportée par l'air injecté réchauffe l'air sortant du puits et ne contribue en aucune façon à la décongélation. De plus, l'action de cette chaleur se fait sentir surtout dans les régions supérieures du puits et elle est devenue insuffisante, dès la fin de septembre, alors qu'on poursuivait le rematage du cuvelage entre 200 et 250 mètres.

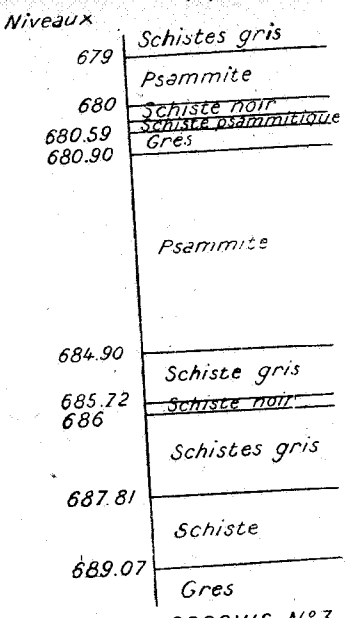
Afin d'accélérer la décongélation, on a placé depuis, sur le plancher de travail, deux braseros alimentés au coke. Continué dans ces conditions, le travail de matage a atteint la cote de 475 mètres, au début de décembre ; toutefois, on a constaté à cette époque, qu'il se reformait de la glace sur le cuvelage, vers 325 mètres de profondeur, puis à 225 mètres.

A la fin du semestre, la venue d'eau restait inférieure à 400 litres par heure, mais elle provenait uniquement du tronçon supérieur du puits, où il n'existe qu'un seul cuvelage. En dessous de 185 mètres, où commence le double cuvelage, il n'a pas encore été constaté de fuite, et on ne peut affirmer que la décongélation des terrains a été obtenue.

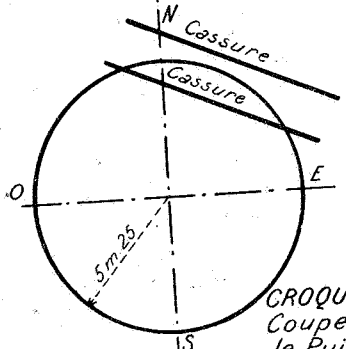
PL. V



CROQUIS N°1 Puits N°1

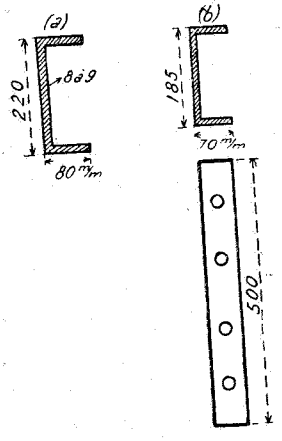


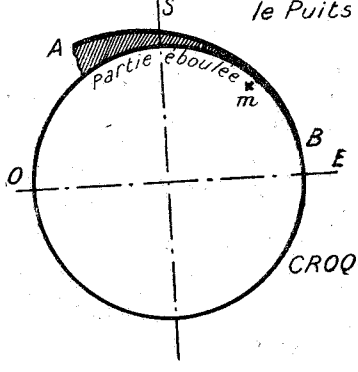
CROQUIS N°3
Coupe du terrain Puits N°



CROQUIS N°4
Coupe dans le Puits N°1

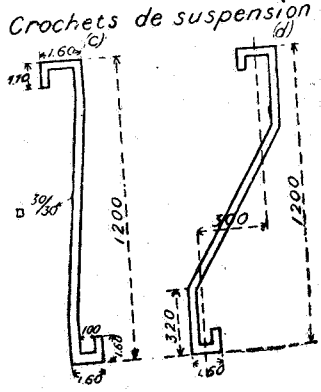
CROQUIS N°2





CROQUIS N°5

Crochets de suspension



Chge Ste-Barbe et
Guil. Lambert

Siège d'Eysden

Puits n° 2. — Le 23 novembre, on a commencé à congeler les terrains de ce puits, en utilisant cinq unités frigorifiques; 40 sondages de congélation, dont 2 supplémentaires, ont été mis en circuit; la température de la saumure est de — 13° au départ et de — 6°,7 au retour.

B. — Cité ouvrière.

Les 16 maisons commencées pendant le premier semestre, ont été terminées; on a construit, en outre, 4 maisons d'employés.

C. — Personnel.

A la fin de décembre, la société concessionnaire occupait 122 ouvriers et l'entrepreneur des travaux de fonçage 101.

5. — Concessions réunies de Sainte Barbe et Guillaume Lambert.

Siège d'Eysden Sainte Barbe, à Eysden (houiller à 477 mètres).

A. — Fonçage des puits.

Puits n° 1. — Pendant le second semestre, le puits n° I a recoupé une veinette de charbon de 0,20 mètre, à 615,90 mètres et une couche à 655,55 mètres, ayant les caractères suivants; ouverture: 1,52 mètre; puissance en charbon: 1,24 mètre; matières volatiles: 25,5 %; cendres: 5 %.

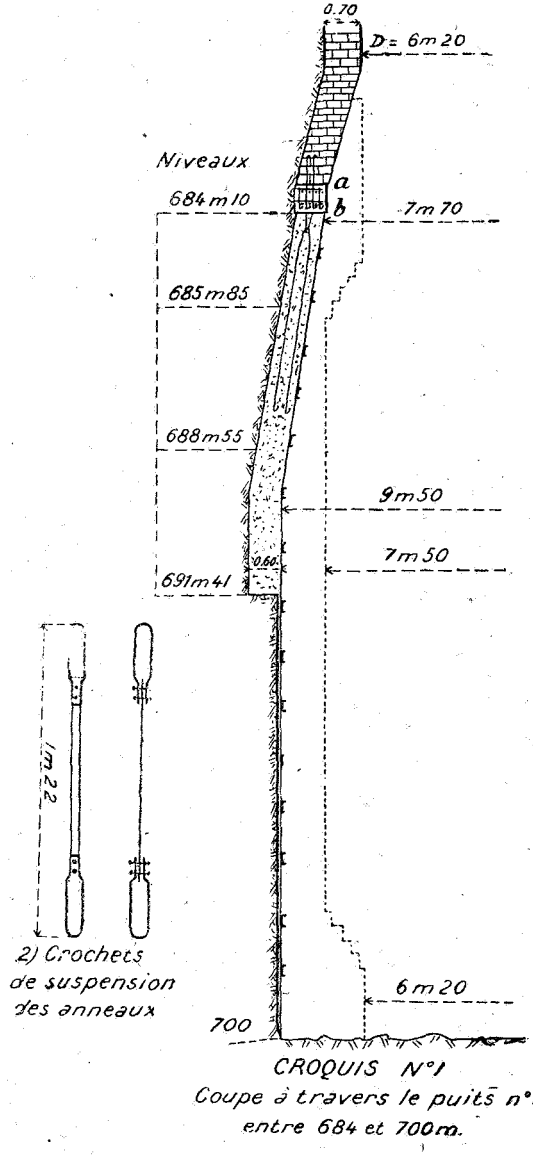
Le 9 novembre, on poursuivait le creusement de ce puits à 690,72 mètres. dans des schistes traversés par des cassures à peu près verticales, de direction NO-SE, lorsque la paroi N.-N.E. s'est éboulée, sur une hauteur d'environ 7 mètres, en provoquant la chute de 20 mètres cubes de pierres et de plusieurs anneaux du revêtement provisoire.

Formés de fers U, de 220 millimètres de hauteur, ainsi qu'il est indiqué par le croquis de la planche V, ces anneaux maintenaient contre le terrain, un garnissage de planches jointives; ils étaient reliés entre eux par 12 crochets en fer, représentés par les figures *c* et *d* de la même planche.

Afin de ménager l'emplacement prévu pour l'intersection du puits et d'une chambre d'accrochage de 10,50 mètres de largeur, on élargissait progressivement la section du creusement, en lui donnant

Charbonnage Sainte-Barbe et Guillaume-Lambert

Siège d'Eysden



CROQUIS N°1

Coupe à travers le puits n°1 entre 684 et 700m.

PLANCHE VI

une forme conique. Cette forme semble avoir favorisé la chute des pièces du revêtement, qui, en s'affaissant, se sont desserrées; de plus, certains crochets se sont dégagés, à la suite d'une déformation des anneaux. Depuis, ces crochets ont été modifiés, de la façon indiquée par les figures 2 de la planche VI.

Lors de l'éboulement du 9 novembre, les 22 ouvriers occupés au fond du puits, ont pu tous, hormis un seul, atteindre grâce à l'échelle de sauvetage et au cuffat, le plancher de sûreté de 642 mètres, d'où ils sont remontés au jour, n'ayant reçu que des contusions sans gravité.

Leur compagnon, protégé par des débris de bois qui le retenaient prisonnier, fut heureusement dégagé par de courageux sauveteurs, après un travail de près de 5 heures.

Pour réparer les suites de l'accident matériel du 9 novembre, on a rempli le puits de sable, jusqu'à 684,10 mètres, et on a assis à ce niveau, sur une solide trousse en béton armé, la maçonnerie supérieure. Puis on a vidé le puits, par petites passes d'environ 2 mètres, pourvues immédiatement d'un revêtement en béton.

Le croquis 1 de la planche VI montre l'état du puits, à la fin du semestre, après creusement au diamètre de 9,50 mètres, jusqu'à 700 mètres ; on y a figuré en pointillé, le revêtement définitif de la chambre d'accrochage, qui sera constitué de claveaux en béton fretté, ainsi qu'il a été fait déjà, pour l'accrochage de 591,50 mètres.

Puits n° 2. — Après achèvement du cuvelage de la passe de 273,50 mètres à 236,08, le creusement a été repris, vers le milieu de juillet. On avait atteint la cote de 311 mètres, lorsqu'une grève éclata à Eysden, le 20 août, amenant une interruption complète du travail d'une vingtaine de jours. Le cuvelage a ensuite été complété; puis on a creusé et cuvelé la passe de 312^{m},60 à 354^{m}65, qui était terminée au début de décembre.

A la fin de ce mois, on poursuivait le creusement d'une nouvelle passe à 380^{m}75. Les terrains traversés par le puits n° 2, pendant le second semestre de 1920, comprennent : du tuffeau de Maestricht, jusque 280 mètres; des craies blanches, plus ou moins dures, passant à la craie grise vers 320 mètres; à 332 mètres, de la craie gris-verdâtre, plus sableuse; de la marne sableuse glauconifère, à partir de 349 mètres; et enfin, en dessous de 374^{m},50, des marnes herviennes présentant d'assez nombreux clivages.

Dans les puits en fonçage par le procédé de la congélation, on évite généralement l'obstruction des conduites d'air comprimé, alimentant

les perforatrices et les marteaux, en faisant circuler dans ces conduites, un morceau de fer chauffé au rouge, afin d'amener la fusion du givre provenant de la condensation de l'eau contenue dans l'air comprimé. Cette opération, qui doit être renouvelée plusieurs fois par jour, entraîne des pertes de temps et une dépense de main-d'œuvre, que la société Foraky a réussi à supprimer de la façon suivante, dans ses travaux du puits n° 2, à Eysden.

Entre le compresseur et les réservoirs d'air comprimé, on a intercalé six éléments, placés en dérivation entre deux collecteurs, dont ils peuvent être isolés au moyen de vannes. Chacun de ces éléments constitue un serpentin parcouru par l'air comprimé, formé de quatre tuyaux de 178 millimètres de diamètre et de 6 mètres de hauteur, dans lesquels pénètrent des congélateurs de 110 millimètres de diamètre, avec tubes intérieurs de 42 millimètres. Lorsque la saumure froide circule dans ces congélateurs, l'air comprimé est déssèché par refroidissement et l'eau qu'il contient se condense presque complètement dans les tuyaux voisins du collecteur d'arrivée.

Des six éléments ci-dessus décrits, quatre sont en service; les deux autres sont en réserve; par une manœuvre de vannes, il est possible de substituer à la circulation de saumure froide, une circulation d'eau chaude, qui amène rapidement la fusion du givre déposé sur les congélateurs pendant leur fonctionnement.

Depuis que cette installation de dessication de l'air par le froid est en service au puits n° 2 d'Eysden, on n'a plus à craindre l'obstruction de la colonne d'air comprimé, placée dans ce puits.

B. — **Installations de surface.**

1. Bâtiment d'extraction et chevalement du puits n° 1.

Le 1er juillet, on a commencé la construction du bâtiment en béton armé, destiné aux machines d'extraction du puits n° 1; ce bâtiment atteignait le niveau de la toiture, à la fin du semestre; il comprend deux parties, dont une à l'Ouest, de 48 mètres de longueur sur 18 m. de largeur et une seconde à l'Est, de 36 mètres sur 23 mètres.

Sont également en voie d'exécution, les planchers en béton armé de la lampisterie, ainsi que les passerelles du culbutage et des voies de circulation des wagonnets vides.

Enfin, on a achevé les fondations du chevalement en béton armé, dont on commencera prochainement l'élévation.

2. Chemin de fer d'Eysden à Asch. Le raccordement à grande section, d'une longueur de 7 kilomètre 8, reliant le siège dEysden à la gare d'Asch, a été inauguré le 31 juillet dernier. On termine actuellement, les travaux de ballastage de ce raccordement et on place les voies à écartement normal, qui desservirent les installations du siège.

3. Remise des locomives. Une remise pour locomotives à voie normale, avec annexe destinée aux locomotives Decauville, est en construction au Nord du bâtiment des ateliers et magasins.

4. Installation mécanique de lavage et de triage de gravier. Déjà mentionnée dans mon rapport précédent, cette installation fournit aux travaux du siége d'Eysden, 10 mètres cube par heure de gravier lavé et classé en trois catégories, d'après grosseur, de 0 à 2 millimètres, dc 2 à 15 millimètres et de 15 à 40 millimètres.

C. — Cité ouvrière.

Six maisons ont été achevées et on commence les fondations de six autres.

D. — Personnel.

Au 31 décembre, le personnel d'Eysden comprenait :

	Fond	Surface	Total
Pour la société concessionnaire. .	4	286	290
Pour la Société Foraky	165	159	324
Ensemble. . .	169	445	614

6. — Concession de Winterslag.

Siège de Winterslag, à Genck (en exploitation).

A. — Travaux de premier établissement.

Aménagement du puits n° 2. — Le second semestre de 1920 a été consacré à la pose du guidonnage. Ce travail était entièrement achevé à la fin de décembre, jusqu'à 672 mètres ; il a été notablement contrarié par l'épuisement des eaux, qui s'effectue toujours au moyen des cuffats et des treuils d'extraction du puits n° 2. La venue moyenne, extraite de cette façon, est de 18 mètres cubes à l'heure.

Deux câbles armés de 800 mètres de long, ont été descendus et fixés dans le même puits; ils partent du tableau à 2,000 V, de la centrale et ils alimenteront : l'un la sous-station de 600 mètres desservant les cabestans et les treuils des transports souterrains, l'autre la station d'exhaure, prévue à 660 mètres.

B. — Travaux préparatoires.

Le tableau ci-après renseigne les avancements réalisés pendant le semestre, pour chacun des travaux effectués.

Etage	DÉSIGNATION DES TRAVAUX	Avancement pendant le semestre	Longueur totale au 31 décembre	Observations
540	Bouveau midi . . .	21.00	412.00	en cours
600	Recoupe burquin I Nord	22.00	22.00	terminé
600	3e voie couchant veine I3	94.50	94.50	en cours
600	Bouveau Nord . . .	134.00	375.00	Id.
600	Chassage couch. veine 7	38.00	38.00	Id.
600	Chassage levant veine 7	5.00	5.00	Id.
600	Bouveau midi . . .	38.00	490.00	Id.
600	Chassage levant . . .	15.00	15.00	Id.

En prolongeant les bouveaux midi à 600 mètres et à 540 mètres, on prépare l'exploitation, dans les veines n° 12 et n° 13, d'une nouvelle tranche de 300 mètres de front, située au Sud des chantiers actuels, entre le burquin n° 2 et un nouveau burquin d'aérage à creuser.

Le projet d'exploitation adopté par la direction, pour l'étage de 600 mètres, comporte le creusement d'un second bouveau Nord-Sud, à 900 mètres à l'Est du bouveau actuellement utilisé comme voie d'accès et de transport. Ce creusement sera entrepris à l'extrémité d'un chassage en pierre, commencé à 135 mètres au Sud du puits n° 1, dont il a été fait 15 mètres pendant le dernier semestre.

Par suite du relèvement des couches vers l'Est, on espère atteindre

la veine n° 12 et peut-être la veine n° 13, au niveau de 600 mètres, par le futur bouveau Nord-Sud, dénommé bouveau Levant; si cette éventualité se réalise, il en résultera une simplification très heureuse, du transport des produits des chantiers ouverts dans ces couches et la suppression des bouveaux plantants et autres plans inclinés, servant actuellement à l'extraction des produits de la veine n° 13.

Au Nord des puits, on a poursuivi la préparation des chantiers à ouvrir à l'étage de 600 mètres dans la couche n° 5, dont la puissance en une seule laie, est de $0^m,83$ et dans la couche n° 7, qui a $0^m,80$, également en une seule laie. Ces deux couches, qui gisent un peu au-dessus de 600 mètres, seront mises en exploitation en 1921, tant à l'Est qu'à l'Ouest, et pourront fournir un millier de tonnes par jour, dans un délai d'un an, pour autant qu'on puisse augmenter en conséquence le personnel du siège.

C. — Travaux d'exploitation.

On continue le déhouillement, à l'étage de 600 mètres et au Sud du puits, des couches n^{os} 12 et 13, par les trois chantiers énumérés ci-après :

1. Veine n° 12. — Chantier Levant. — Extraction 300 tonnes par jour. La veine n° 12, dont la régularité est très remarquable, est exploitée par cinq tailles chassantes, de 50 mètres chacune.

2. Veine n° 13. — Chantier Levant. — Extraction de 450 tonnes par jour. Le front de ce chantier comporte actuellement quatre tailles, dont deux de 100 mètres, une de 20 mètres et une de 80 mètres. On y a généralisé l'emploi du traînage par câbles sans fin et treuils électriques.

3. Veine n° 13. — Chantier Couchant. — Extraction 275 tonnes par jour.

Ce chantier comporte 4 tailles de 50 mètres chacune ; la couche y est fréquemment affectée par des cassures peu importantes, N.-O. S.-E., dont le rejet est inférieur à 1,50 mètre.

Au Levant, les voies de transport. absolument rectilignes, sont de direction rigoureusement E.-O., ce qui maintient constantes les hauteurs des tailles ; mais ces voies présentent des pentes assez accentuées, imputables aux ondulations de la couche.

D. — Travaux de bétonnage.

1. *Bouveaux.* — Pendant le semestre écoulé, on a posé, sur environ 40 mètres de longueur, le revêtement circulaire, en claveaux de béton, du type décrit dans mon précédent rapport. Ce revêtement ne montre encore aucun signe de fatigue et les résultats de l'essai qui en a été fait, sont des plus encourageants. Cependant, il convient d'attendre, avant de se prononcer sur son efficacité et sur sa résistance.

2. *Accrochage.* — A l'exception d'une passe de 3 mètres de longueur, la réfection de l'accrochage de 600 mètres du puits n°1 est terminée ; on répare le revêtement de ce puits, au même niveau, et on mettra ensuite en activité la seconde recette.

E. Installations de surface.

1. *Recette du puits n°2.* — Les maçonneries du bâtiment du puits n°2 sont achevées ; le plancher de la recette est bétonné et les passerelles qui relient les puits, sont montées et équipées.

2. *Lavoir à charbon.* — On a construit près du triage. les fondations d'un lavoir à charbon, dont la charpente sera mise en montage prochainement.

3. *Service de l'air comprimé.* — Un bâtiment spécial, où sera installé le service d'alimentation en air comprimé, a été construit entre les deux salles des machines d'extraction. Ce bâtiment est sous toit; on y commence le bétonnage des fondations des compresseurs.

4. *Service mécanique.* — On a monté la charpente du bâtiment de la nouvelle salle de chauffe, qui abritera une batterie de six chaudières, entièrement indépendante de la batterie existante. Les deux premiers éléments de cette nouvelle batterie sont en montage et on a terminé le fût de la cheminée qui la desservira.

5. *Service électrique.* — L'installation provisoire de pompage des eaux d'alimentation du siége a été remplacée par une installation définitive, comprenant deux moteurs de 60 HP à 500 V, actionnant des pompes centrifuges.

F. — Dépendances.

Fabrication de briques de schiste. — Afin d'utiliser les schistes provenant des travaux d'exploitation, on a construit, à proximité du siège de Winterslag, un four continu système Hofmann et un atelier pour la fabrication mécanique des briques.

G. — Cité.

Au cours du second semestre de 1920, 44 maisons formant 17 groupes ont été achevées et immédiatement occupées; en outre, on a construit un nouveau bâtiment d'école, où seront donnés les cours du 4me degré et de l'école industrielle.

D'autre part, le gros œuvre est terminé ou près de l'être, pour 44 maisons et on travaille aux fondations ou aux maçonneries de 46 autres.

Au surplus, le développement rapide du personnel rend très urgente la construction des habitations qui doivent être mises à sa disposition.

H. — Personnel.

Voici quelle était la situation du personnel des Charbonnages de Winterslag, à la date du 31 décembre :

1. Ouvriers du fond, nombre d'ouvriers inscrits . . .			1,582
2. Ouvriers de la surface :			
a) Service de l'exploitation		747	
b) Id. des installations		216	
c) Id. de la cité.		266	
		——	1,229
	Soit au total. . .		2,811

Ce total marque une augmentation de plus de 20 % sur celui du 30 juin dernier; quant au nombre moyen d'ouvriers du fond présents, il a été de 1,405, ce qui correspond à 88,6 % du nombre des inscrits.

Hasselt, le 10 janvier 1921.

CHRONIQUE

Note sur les mouvements qui accompagnent les affaissements du sol exécutifs aux exploitations minières.

Le numéro 3089 du 12 mars 1920 du Colliery Guardian reproduit une étude de K. Lehman, parue dans la revue « Glückauf » et relative aux affaissements du sol provoqués par les exploitations minières. Cette étude est basée sur des vérifications systématiques, qui, dans le bassin de la Ruhr, ont été effectuées à la surface du sol au-dessus de champs d'exploitations, en vue de contrôler l'exactitude de la règle suivante : « Au-dessus de la zone déhouillée, le mouvement de la surface du sol est vertical ; il se produit obliquement de part et d'autre de l'exploitation, et, à mesure que l'on s'écarte de celle-ci, le rapport entre le mouvement horizontal et le mouvement vertical subi par la surface du sol va en augmentant jusqu'au point, évidemment, où les deux mouvements sont réduits à zéro, c'est-à-dire où l'action des travaux souterrains cesse de se manifester. »

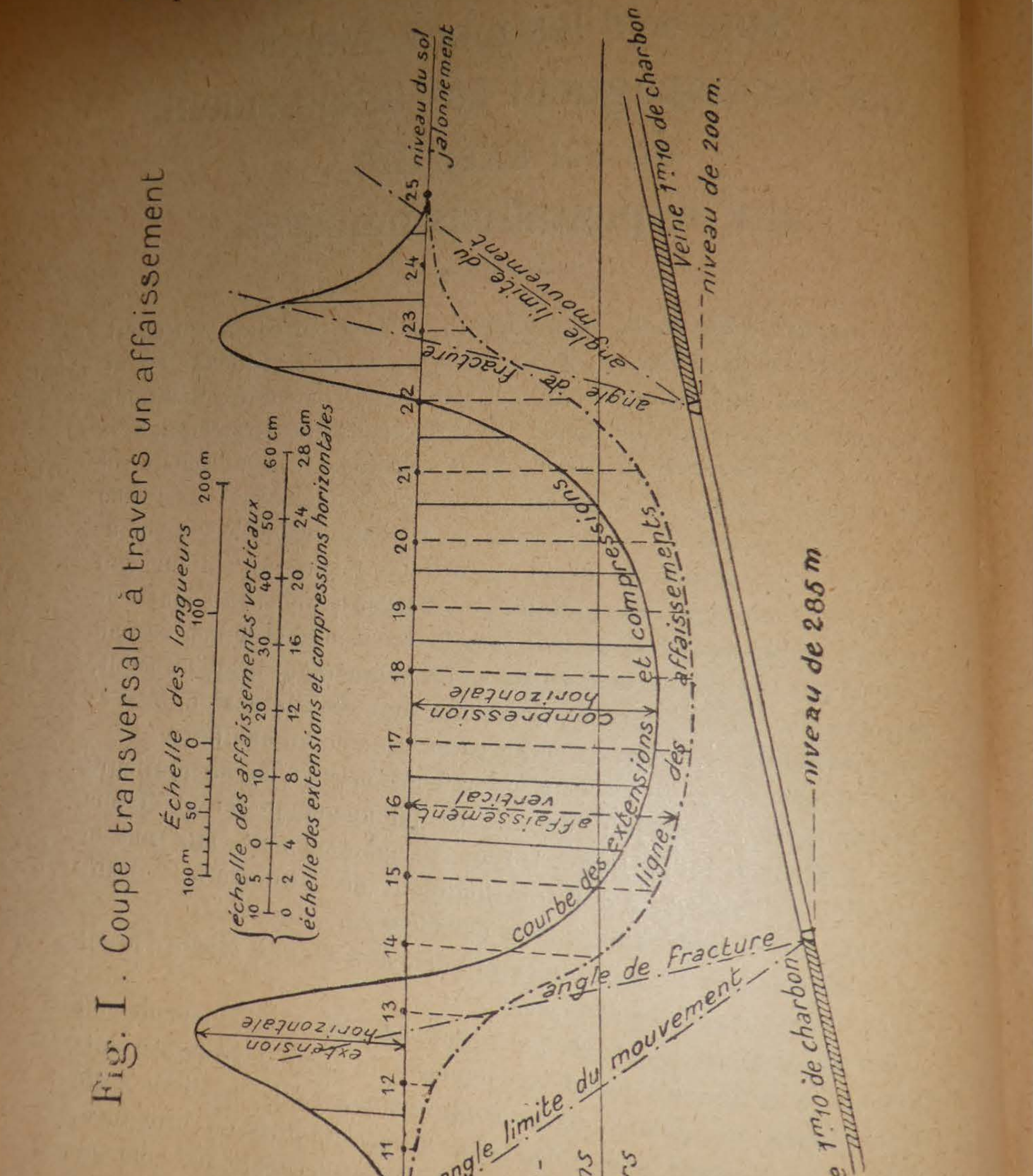
A l'intervention de la Emscher Genossenschaft et de plusieurs charbonnages, un certain nombre de jalonnements furent établis dans le district de la Ruhr. Un de ces jalonnements, mis sous le contrôle de l'auteur, avait une longueur de 4 kilomètres; il fut marqué par 60 repères fixés dans des blocs de béton.

Les déplacements horizontaux et verticaux de ces repères firent l'objet de mesurages périodiques.

Les mouvements constatés pour une partie de ce jalonnement sont présentés à la figure 1 par deux courbes : la ligne des affaissements et la courbe des extensions et compressions. Cette dernière a été obtenue en portant sous l'horizontale, c'est-à-dire en ordonnées négatives, à mi-distance entre deux repères successifs, les contractions ou raccourcissements subis par les distances comprises entre repères et en portant de la même manière en ordonnées positives, les extensions ou allongements constatés.

Il est à remarquer que l'on a relevé des raccourcissements atteignant 20 et même 50 centimètres pour une longueur de 50 mètres. Les points où la courbe coupe l'axe horizontal, le premier compris

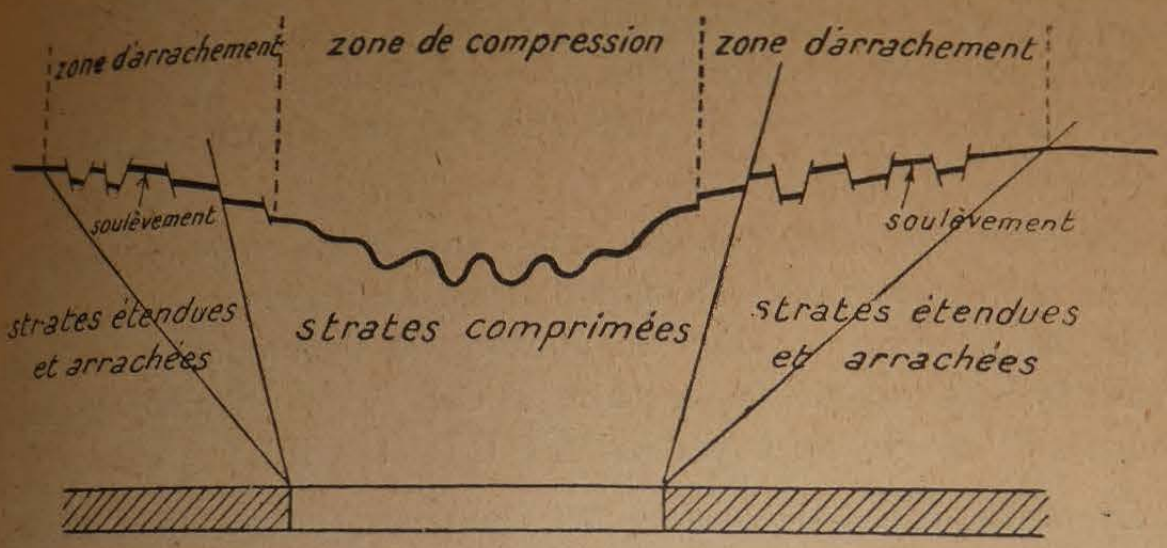
Fig. I. Coupe transversale à travers un affaissement



entre les repères 13 et 14, le second correspondant au repére 22, caractérisent les tronçons du jalonnement, dont la longueur est restée invariable malgré le déplacement horizontal ; pour ces tronçons donc la compression et l'arrachement résultant de l'extension se sont contrebalancés.

Les effets de la compression et de l'extension subies par le terrain sont figurés à la coupe schématique (fig. 2). Cette figure fait saisir

Fig. II. Coupe schématique



les effets de la compression, produits, au milieu de la dépression, par les mouvements centripètes ; elle montre d'autre part l'arrachement que ces mouvements exercent vers les bords de la dépression, où des fissures apparaissent suivant des lignes plus ou moins parallèles aux limites de l'exploitation souterraine.

L'auteur rappelle que ces deux genres de mouvements ont été fréquemment observés dans les cas de constructions de voies ferrées, d'égoûts et de conduites. Les pavements de maisons situées dans la zone de compression subissent des soulèvements et des poussées latérales, de même des conduites sont brisées et télescopées, tandis que dans la zone d'arrachement on trouve des joints ouverts et des conduites déboîtées.

En dehors des soulèvements constatés dans la zone de compression, l'auteur a établi par mesurages l'apparition de soulèvements dans la zone d'arrachement. De pareils soulèvements sont figurés dans la coupe schématique (fig. 2). Pour expliquer cette anomalie, l'auteur fait observer qu'il se peut qu'à certains moments, la compression

des roches existant dans la région de compression, réagisse pour produire une expansion qui fait remonter le terrain le long des faces des cassures offrant le moins de résistance à ce mouvement.

Méthode de calcul des modifications de longueur résultant de la compression et de l'arrachement.

L'auteur, se basant sur des considérations géométriques, suit le processus des phénomènes constatés par la pratique et établit des formules permettant de calculer, dans un cas simple : 1° l'importance du raccourcissement résultant de la compression, et 2° celle de l'allongement produit par les effets d'arrachement (fig. 3). Il suppose le cas d'une couche horizontale, comme l'indique la figure 3, dans laquelle le déhouillement a produit en coupe l excavation J E C K. Le terrain surincombant, d'une épaisseur *t*, plie jusqu'à ce qu'il touche la ligne J. K (ceci suppose une absence complète de remblais).

Au cours de cette descente, les angles du charbon, resté en place, sont comprimés. Faisant d'abord abstraction de cet écrasement du charbon le long du contour de l'exploitation, on peut considérer le massif du terrain B C E F, surmontant le vide, comme divisé en deux parties A B C D et A D E F.

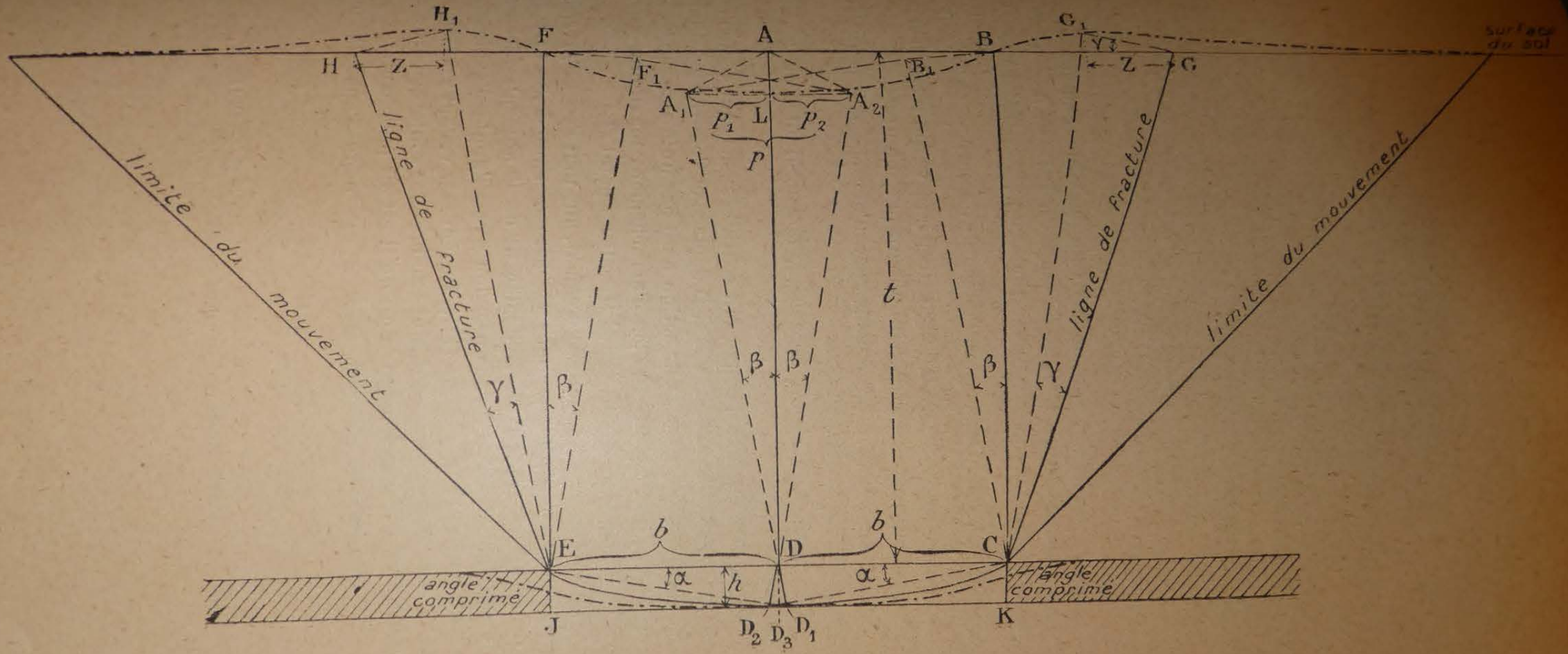
La partie A B C D penche de l'angle a, lorsqu'elle occupe la position A_1 B_1 C D_1. Le déplacement du doint A peut être décomposé suivant une composante A L représentant l'affaissement et une composante L A_1 donnant le mouvement latéral. Le mouvement de descente est possible, tandis que le déplacement latéral ne l'est pas par suite de l'existence du massif A D E F ; par conséquent la composante p_1 doit être transformée en compression. La même chose se passe pour la partie A D E F. qui se meut dans le sens opposé.

D se plaçant en D_2 il se produit dans la ligne C D E des tensions, qui amènent la fracture D_1 D D_2.

Cette déduction concorde avec les observations faite par l'auteur concernant la présence de fractures ouvertes à la base des strates surmontant les exploitations.

La composante de pression A_1 L = p_1 est doublée par la 2e composante A_2 L × p_2 de même valeur. On arrive ainsi à une compression totale p = A_1 A_2 qui est fonction de l'angle β, lequel est égal à l'angle α.

Fig. III. Figure theorique pour le calcul de la compression et de l'extension dans les affaissements



Les triangles semblables D C D_1 et A_1 D L donnent la proportion

$$\frac{D\,D_1}{D\,C} = \frac{A_1\,L}{A_1\,D}$$

qui équivaut *approximativement* à

$$\frac{h}{b} = \frac{p_1}{t} \text{ d'où } p_1 = \frac{h\,t}{b} \text{ et } p = \frac{2\,h\,t}{b}$$

Comme cas d'application de cette formule l'auteur prend un exemple dans lequel C E = 500 mètres, D D_3 = h = 0^m,50 (une veine de 3 mètres avec remblai rapporté) ; b = 250 mètres, A D = t = 250 mètres. Dans ce cas la formule donne $p = \frac{2 \times 0{,}50 \times 250}{250}$ = 1 mètre soit 0,2 % de la longueur primitive qui est de 500 mètres, résultat qui coïncide avec celui obtenu par mesurage.

L'allongement produit dans la zone d'arrachement peut d'ailleurs être établi de la même façon.

Le massif A B C D est arraché de la zone-limite, de la valeur de l'angle β.

En réalité cet arrachement fait sentir ses effets sur toute l'étendue comprise entre le massif A B C D déplacé et l'endroit où l'influence de l'exploitation cesse. Cette action n'est pas uniforme sur toute cette étendue ; il se produit un effet d'arrachement maximum à une certaine distance de massif A B C D, soit au point G.

Supposons, pour la facilité du calcul, que tout l'effet d'arrachement soit localisé en ce point. Dans ce cas, par suite de cet arrachement théorique, la ligne C G, se déplaçant de l'angle d'arrachement γ, qui est égal à l'angle de compression β et à l'angle d'affaissement α, viendra occuper la position C G_1. Le point G, venant se placer en G_1, subit au léger relèvement, qui explique les soulèvements constatés dans la zone d'arrachement, ainsi qu'il est dit plus haut.

La composante d'arrachement z est donnée par la formule

$$z = \frac{h\,t}{b} = \frac{1}{2}\,p$$

Pour l'exemple choisi plus haut $z = \frac{0^m{,}5 \times 250}{250} = 0^m{,}50$. En

réalité l'allongement mesuré a été seulement de la moité environ de la valeur calculée ci-dessus.

L'explication de cette discordance se trouve dans le fait que les angles du ferme le long du vide sont fortement comprimés en C et E, en sorte les strates dans la zone limitrophe de l'exploitation descendent et qu'une partie de la distension est transformée en compression. Ceci peut être déduit de la figure I, qui indique que les points où la courbe des allongements et raccourcissements rencontre l'axe horizontal sont situés en dehors des limites de l'exploitation, et que la couche des affaissements s'étend dans la zone d'arrachement. Approximativement on peut réduire de moitié l'allongement calculée, ce qui donne $z = 0^m,25$, résultat qui cadre avec les mesurages.

Il convient de noter qu'en pratique les formules déterminées ci-dessus ne doivent pas inspirer trop de confiance; elles renferment en effet une qantité h, valeur de la descente subie par le toit de la couche exploitée, au sujet de laquelle il n'est guère possible d'avoir des données exactes. En somme le mesurage systématique direct permet seul d'obtenir des indications précises sur les mouvements résultant d'exploitations souterraines.

Il serait à souhaiter tant au point de vue scientifique que dans l'intérêt de leurs membres de voir les associations charbonnières de notre pays, s'inspirer du procédé de vérification, introduit Outre-Rhin, pour établir, dans les conditions diverses de nos gisements, l'étendue et les caractères spéciaux des affaissements consécutifs aux exploitations minières. Les mêmes vérifications pourraient sans doute donner des indications très utiles au sujet de la durée des affaissements.

O. VERBOUWE.

Emploi de l'oxygène liquide comme explosif.

Historique. — L'air liquide fut employé en premier lieu comme explosif au tunnel du Simplon ; les essais furent peu concluants, car la tentative n'eut pas de lendemain. L'un des motifs fut vraisemblablement la présence d'azote en quantité trop forte dans le mélange explosible. L'importance de la pureté de l'oxygène liquide fut mise en évidence dans la suite.

D'autre part, le prix peu élevé des matières premières nécessaires à la confection des explosifs attachait peu d'importance économique à la recherche des succédanés des explosifs existants. Aussi ne note-t-on, jusque 1914, aucun progrès ni même de recherche quelque peu suivie en vue de la mise au point du procédé.

La guerre suscita en Allemagne des recherches, couronnées d'ailleurs de succès ; le blocus avait privé les empires centraux de glycérine et de nitrate du Chili, source de tous les produits nitrés utilisés à la fabrication des explosifs ; les produits tirés par synthèse de l'azote atmosphérique étaient exclusivement réservés aux usages de guerre ; l'industrie éprouva de sérieuses difficultés de se ravitailler ; l'armée elle-même eut recours à l'oxygène liquide principalement pour les travaux de tunnels et de destruction. Dès janvier 1917, une instruction confidentielle donnait des détails précis sur le mode d'opérer. Dans la destruction systématique des usines françaises, il semble avoir été fait un large usage de l'oxygène liquide, car on a trouvé dans certaines, à Longwy, par exemple, une installation de fabrication, avec accessoires, ustensiles divers, cartouches, etc.

Du côté des Alliés, la question ne se posait pas de la même manière, le ravitaillement en matières premières n'étant pas coupé ; à part quelques essais tentés en France par M. Claude, de bombes d'avion à oxygène liquide, il ne semble guère y avoir eu aucune tentative d'utilisation de l'oxygène liquide.

En Allemagne, il a été fait grand usage de l'oxygène liquide dans les mines non grisouteuses de Haute-Silésie, et dans les mines de fer de Lorraine, tant dans celles situées sur le territoire annexé en 1871, que dans celles activées par les Allemands sur le territoire français occupé.

Après l'armistice, les sociétés françaises rentrant en possession de leurs mines, conservèrent les installations existantes; d'autres compagnies, persuadées de l'avenir du procédé, montèrent à leur tour une fabrication d'air liquide, si bien qu'à l'heure actuelle, la poudre noire, dont on consommait de grandes quantités en Lorraine, a perdu du terrain.

Il semble donc que le moment soit venu de donner quelques renseignements sur l'emploi du procédé. Une brochure éditée récemment par le *Bureau of Mines* des Etats-Unis, à la suite d'un voyage en Europe, par M. Geo S. Rice, Ingénieur en chef (1), me facilitera beaucoup la rédaction de cette courte note, qui n'a aucune prétention d'originalité; i'y ajoute des renseignements complémentaires, recueillis lors d'un voyage récent en Lorraine.

Appareil producteur de l'oxygène liquide. — L'emploi de l'oxygène liquide comme explosif exige naturellement, en raison de l'impossibilité de transporter ce produit, l'installation, à la mine même, d'un appareil producteur.

Ce n'est pas l'endroit de décrire ici les machines utilisées à cette fin; les basses températures sont produites par détente; en France, on utilise les brevets Claude (détente avec travail extérieur); en Allemagne, c'est le procédé Linde, qui est surtout employé (détente sans travail extérieur).

En deux mots, rappelons ce dernier procédé dont le schéma ci-annexé permet de suivre les opérations : l'air, débarrassé, au préalable, de l'acide carbonique qu'il contient, est comprimé en quatre phases à 200. atmosphères; après chaque étage de compression, l'air est refroidi de façon à enlever la chaleur développée par la compression ; un premier purgeur le prive de toute trace d'huile et d'une partie de son humidité; l'air passe ensuite dans un réfrigérant à azote; ce dernier gaz, venant de l'appareil liquéfacteur, passe dans des tubes concentriques à ceux servant au passage de l'air ; celui-ci passe ensuite dans un second purgeur, puis dans une batterie de tubes sécheurs remplis de chlorure de calcium et de potasse caustique, de manière à éliminer jusqu'aux dernières traces d'eau et

---

(1) Development of liquid oxygene explosives during the war, by George S. Rice. — Washington, government printing office 1920.

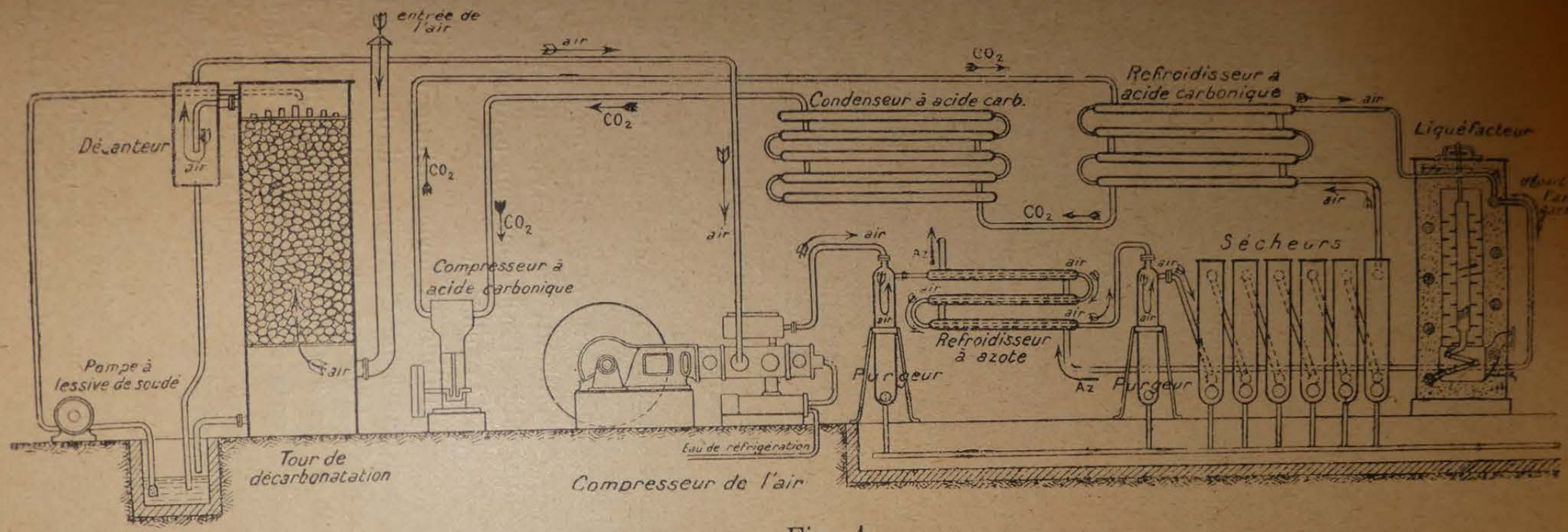

entrée de l'air
air
CO_2
Refroidisseur à acide carbonique
Condenseur à acide carb.
Liquéfacteur
Décanteur
Compresseur à acide carbonique
Sécheurs
Refroidisseur à azote
Purgeur
Az
Pompe à lessive de soude
Tour de décarbonatation
Eau de réfrigération
Compresseur de l'air

Fig. 1.

d'acide carbonique, point essentiel pour éviter toute obstruction par congélation dans le détendeur (1).

A la sortie de la batterie de sécheurs, l'air comprimé est refroidi à — 20° en circulant dans un réfrigérant à acide carbonique (tuyaux concentriques où circule extérieurement de l'acide carbonique porté à la pression de liquéfaction par un compresseur spécial); enfin, se fait l'admission au liquéfacteur ou détendeur. Celui-ci est un corps cylindrique entouré d'une matière calorifuge, et comprenant deux parties distinctes : l'*échangeur* de température, serpentin en gros tuyaux de plomb, à l'intérieur duquel circule, dans de minces tuyaux en cuivre, l'air, avant d'arriver au pointeau de détente; l'air détendu, non liquéfié, circule dans le serpentin, en refroidissant de plus en plus l'air avant son admission au pointeau de détente : il arrive un moment où l'air se liquéfie et tombe dans la deuxième partie de l'appareil, le séparateur : celui-ci est analogue aux colonnes de rectification de distillerie; il permet d'éliminer, en presque totalité, l'azote dont le point d'ébullition est moins élevé (2); l'azote gazéfié, sort par le serpentin de l'échangeur, et le réfrigérant dont il a été parlé plus haut, tandis que l'oxygène liquide peut se recueillir à l'aide de robinets ad hoc à la base de l'appareil.

Le schéma ne donne pas une idée de la compacité de ces installations, les différents appareils étant représentés en longueur pour la clarté du croquis, alors que les tuyauteries garnissent les différentes parois du local : le schéma représente le développement de ces parois.

Constitution des explosifs à l'oxygène liquide. — L'oxygène n'est qu'un élément, le comburant, de ces types d'explosifs. Il faut lui adjoindre un combustible; l'inflammateur provoque la réaction vive des deux éléments, c'est l'explosion.

On donne au combustible la forme d'une cartouche, préparée d'avance, que l'on imprègne d'oxygène liquide, par trempage, au moment de l'emploi : telle est du moins la façon d'opérer la plus récente; au début, on a tenté (procédé Diedrichs) de ne mettre l'oxygène liquide en contact avec la cartouche, que dans le fourneau de mine, grâce à un dispositif ingénieux, permettant d'injecter l'air liquide par un tube de laiton traversant le bourrage mis en place;

---

(1) Lorsque cette éventualité se produit, on souffle dans le liquéfacteur de l'air légèrement comprimé et chauffé après compression.

(2) Le point d'ébullition de l'azote est — 195°, — celui de l'oxygène est — 183°.

on a trouvé, par la suite, que la quantité d'oxygène liquide absorbée, facteur important de puissance, était plus grande par trempage. Ce dernier procédé est, en tout cas, plus simple comme manœuvre et comme outillage. Il permet le chargement habituel en plusieurs cartouches superposées tandis que le précédent exigeait l'emploi d'une seule cartouche allongée formant la charge (1).

Comme matière combustible, on a employé principalement le charbon de bois, la sciure de bois, le liège, imbibé ou non de pétrole, la guhr, des huiles, etc.; une firme Lorraine ajoute un métal en poudre, aluminium ou magnésium, attribuant à différents dosages des puissances atteignant celles de la dynamite. La cartouche est entourée d'une gaîne en papier fort (plusieurs épaisseurs); parfois, une seconde enveloppe en carton plissé est ajoutée pour mieux isoler la cartouche. Mais il semble que dans diverses mines on ait simplifié en supprimant cette seconde enveloppe. — On dose le combustible de manière à réaliser une combustion complète, en tenant compte de la perte d'oxygène par évaporation entre l'introduction des cartouches et la mise à feu (dix minutes environ). En moyenne, une cartouche de 100 grammes de comburant pèse 300 grammes après trempage.

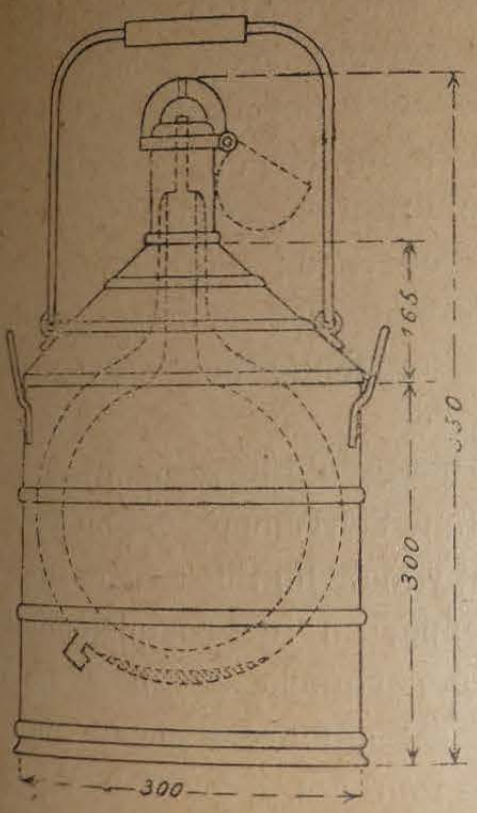


Fig. 2.

Le transport de l'oxygène liquide dans les travaux, se fait à l'aide de récipients dont le type est bien connu: doubles parois séparées par un espace où le vide presqu'absolu est maintenu par présence d'un peu de charbon de bois (Brevet Dewar). Ces récipients ne sont plus aussi fragiles qu'au début, la double paroi ou tout au moins l'extérieure étant actuellement en métal (cuivre étamé à l'intérieur) et non plus en verre argenté (2). La figure 2 représente un

(1) C'est à ce chargement en une seule cartouche que faisait allusion M. Watteyne dans une conference faite à la section de Bruxelles des Ingénieurs de Liége le 29 avril 1915. (Bulletin de l'A. I. Lg., année 1915.)

(2) Tous les récipients contenant l'oxygène liquide sont, pendant le transport, munis d'un couvercle pour éviter toute chute de matières étrangères dans le liquide, mais ces couvercles sont naturellement perforés pour permettre l'évaporation de l'oxygène.

récipient contenant 6 litres d'oxygène liquide ; il est muni de deux poignées latérales en plus de l'anse supérieure.

Dans les mines Lorraines, ces récipients ont une capacité de 6, 18, 24, ou même 50 litres.

Dans ce dernier cas, ils sont pourvus de deux tourillons pour permettre le transvasement aisé dans des récipients plus petits.

Une corbeille métallique protège les vases, l'intervalle étant rempli d'une matière calorifuge et d'une enveloppe en bois.

L'évaporation moyenne, en un poste de dix heures, est, pour les vases de 6 litres utilisés dans une mine Lorraine, d'un litre environ ; la durée de service avant renouvellement du vide est de six mois environ.

Trempage des cartouches — Le trou de mine étant prêt à recevoir la charge, le mineur déverse dans un récipient de plus faible capacité, la quantité d'oxygène liquide nécessaire à l'imprégnation de quelques cartouches. Le croquis 3 donne un type courant de ces « bidons de trempage » ; les cartouches sont plongées à l'aide d'une épinglette dans le liquide où elles séjournent une dizaine de minutes, pendant que le mineur prépare le bourrage ; celui-ci ne doit pas être complètement étanche, pour permettre le dégagement de l'oxygène sans provoquer l'expulsion de la bourre.

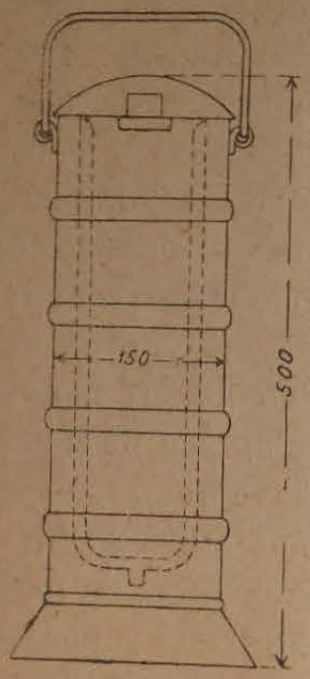


Fig. 3.

Lorsque l'on fait usage d'une seconde enveloppe isolante en carton, l'enveloppe est plongée séparément dans l'oxygène liquide ; la cartouche, comme l'enveloppe, en sort complètement raidie par le froid : la cartouche se glisse dans l'enveloppe et le tout est enfoncé dans le fourneau de mine. Ces manœuvres se font à l'aide de pinces diverses de manière à ne pas exposer au froid intense les doigts des opérateurs (1).

Chaque cartouche composant la charge est ainsi introduite ; la dernière cartouche reçoit l'amorçage (mèche ou simple amorce électrique dans détonateur).

---

(1) Cependant les ouvriers semblent s'habituer très vite à se passer de ces instruments, et à manipuler légèrement, sans se brûler, les cartouches.

Certains recommandent de surmonter la charge d'abord d'un tampon de coton, puis de pratiquer le bourrage en ménageant dans celui-ci un tube en laiton qui est ensuite enlevé avant mise à feu.

D'autres simplifient et se contentent de réaliser un bourrage non étanche en le constituant de cartouches faites d'éléments grenus du forage.

La mise à feu s'opère à l'électricité ou à la mèche ; celle-ci ne subit aucune modification de vitesse de combustion du fait de son immersion dans l'oxygène liquide.

Ces récipients de trempage doivent être à larges goulots pour l'introduction et la sortie faciles des cartouches ; la forme cylindrique, très employée jusqu'aujourd'hui, présente l'inconvénient de ne pas permettre l'épuisement total du liquide et d'obliger le mineur, dès que le niveau du liquide est inférieur à la hauteur d'une cartouche, à opérer le trempage en deux fois, en retournant la cartouche bout pour bout. Aussi maintenant, voit-on s'introduire la forme représentée schématiquement ci-contre (fig. 4) : cylindre large, surmonté d'une partie conique se rétrécissant jusqu'au goulot cylindrique : ce type offre les avantages suivants :

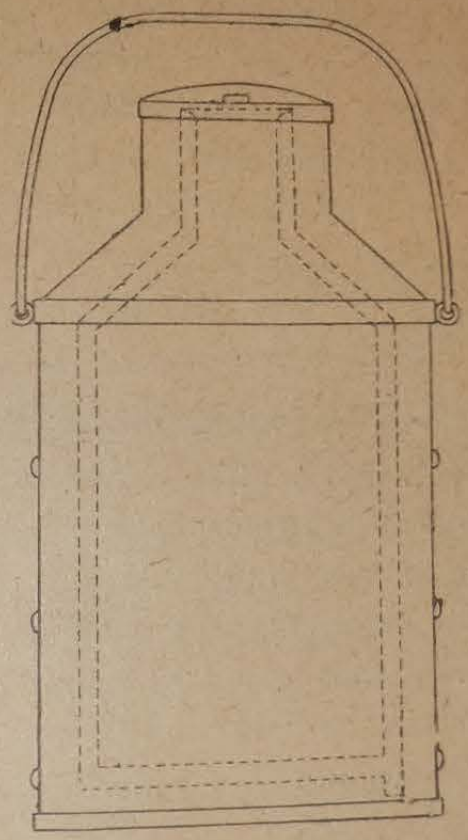


Fig. 4.

1° Il peut servir à la fois de récipient de transport et de trempage ;

2° Il permet d'épuiser tout le liquide, car lorsque le niveau a baissé, on peut l'utiliser couché horizontalement pour imbiber les cartouches.

Force de l'explosion. — En général, un explosif à l'oxygène liquide, correspond, comme puissance, à une dynamite à 40 % de nitroglycérine.

M. Rice donne les renseignements suivants :

Comparaison d'explosifs à l'oxygène liquide.

Analyse.	Echant. A. gr.	Echant. B. gr.	Echant. C. gr.
Pâte de bois	»	»	38,9
Huile brute	31,1	11,3	10,1
Kieselguhr	46,7	60,9	54,2
Noir de fumée	»	23,8	»
Tissu : (cheesecloth) . . .	5,0	6,0	5,7
Carton plissé isolant. . .	38,5	60,0	58,0
Oxygène liquide	161,1	184,0	149,1
Total. . .	282,4	346,0	308,0
Longueur de cartouche . .	14,0 cm.	18,0 cm.	21,5 cm.
Diamètre cartouche extér. en carton	5,7	5,5	»
Diamètre cartouche intér.	4,1	4,1	4,1
Charge correspondant à 227 grammes de dynamite à 40 % de nitroglycérine	200 gr.	217 gr.	211 gr.

Sécurité en présence du grisou. — Comme il fallait s'y attendre, l'oxygène liquide ne présente pas de sécurité vis-à-vis du grisou.

M. Geo S. Rice relate les essais faits à la station de Pittsburg, dans une atmosphère poussiéreuse, contenant 4 % de méthane ; il attribue les inflammations obtenues à la longue durée de la flamme des explosifs à l'oxygène liquide : cette durée fut trouvée de 7.125 millisecondes, alors qu'elle est, pour un explosif de sûreté moyen, de 0.342 milliseconde, sans jamais dépasser, pour les explosifs reconnus « permissibles » aux Etats-Unis, 1 milliseconde.

La longueur de la flamme, d'après les mêmes expériences, est 2 1/2 fois plus grande que celle d'un explosif de sûreté moyen.

Quant à la vitesse de détonation, M. Rice cite 3,031 et 2,996 mètres par seconde ; par comparaison, les « permissible explosives » enregistrent pour ce facteur des valeurs variant de 1,447 à 4,439 mètres.

Des essais ont été faits à la station de Neunkirchen, dans la Saar, pendant la guerre. L'emploi d'explosifs à air liquide fut interdit dans les mines à charbon gras, permis dans quelques autres. On envisa-

geait, comme moyen de parer au danger d'inflammation de grisou ou de poussières, l'addition de certains sels comme refroidisseurs.

Prix de revient. — Le coût du litre d'oxygène liquide est relativement faible, puisque la fabrication n'exige guère que de la force motrice ; mais le facteur amortissement de l'installation, et surtout des accessoires (vases de transport, bidons de trempage, etc.,) n'est pas négligeable.

H. Diedrichs, dans un mémoire paru en 1915, dans Stahl und Eisen (pp. 1146-1151), citait les chiffres suivants :

Coût d'une installation de 20 litres par heure . .	51,500 Marks
Amortissement : (12 % pour la partie mécanique, 30 % pour les appareils refroidisseurs, 7 % pour les fondations et bâtiments)	7,374 »

En tablant sur une production journalière de 12 heures, avec 300 jours de travail annuel, il arrivait à un prix de revient de 24 pfennigs par litre (dont 10, 24 pour l'amortissement, 7. 2 pour la force motrice, à raison de 2, 4 Kwh par litre à 3 pfennigs le Kwh).

Il est évident que ces prix n'ont plus rien de commun avec les prix actuels.

Ce prix est d'ailleurs calculé à l'installation même ; pour avoir le prix de l'oxygène liquide transporté à pied d'œuvre, il faut ajouter :

1° L'augmentation qui résulte de l'évaporation avant usage, qui, dans une mine moyenne, peut atteindre 20 %.

2° L'amortissement des récipients de transport et de trempage, qui doit être compté très largement. Ces récipients coûtent très cher, Diedrichs cite un coëfficient d'amortissement de 33 1/2 pour cent ; leur entretien est très coûteux, car il faut renouveler périodiquement le vide.

Une mine de Lorraine cite en 1920, comme prix moyen de l'oxygène liquide produit chez elle fr. 1.75 à 2 francs le litre (installation de 30 litres-heure, prix du Kwh fr. 0.35, consommation moyenne pratique de 3 1/2 Kwh par litre, en y comprenant la marche préparatoire journalière d'environ une heure et demie avant d'arriver au rendement normal de l'installation).

Avantages et désavantages du procédé. — A maintes reprises déjà, on a signalé les avantages des explosifs à l'oxygène liquide : tout

danger dans l'emmagasinage et le transport est supprimé, puisque l'explosif n'est créé qu'à pied d'œuvre, au moment de l'emploi.

En cas de raté, il suffit d'attendre au maximum 30 minutes pour être certain de la disparition de tout danger, par suite de l'évaporation de l'oxygène. On peut alors, sans aucun danger, procéder au débourrage, lorsqu'il n'est pas fait usage de détonateurs (ceux-ci sont parfaitement inutiles).

L'explosion, dans un explosif bien dosé, ne produit aucune fumée nuisible : le chantier est très rapidement éclairci, l'air immédiatement respirable.

Par contre, parmi les désavantages, on peut citer : 1°) la nécessité d'avoir à la mine une installation de fabrication de l'oxygène liquide. Cette installation n'a un bon rendement que lorsqu'elle marche d'une façon continue.

2° Le manque de sécurité en présence du grisou et des poussières, ce qui limite le champ d'action des explosifs à l'oxygène liquide aux seules mines non grisouteuses.

3° L'impossibilité de faire du tir simultané, par suite de l'évaporation rapide de l'oxygène, qui permet, au maximum, la préparation de deux ou trois coups. Cet inconvénient l'écarte de maints travaux, notamment des creusements de puits ; dans ceux-ci d'ailleurs le temps relativement plus long qu'exige la mise à l'abri du personnel est un obstacle également.

AD. BREYRE.

L'industrie charbonnière au Spitzberg.

Le *Colliery Guardian* vient de publier le résumé d'une conférence faite par M. A. M. Cadell sur les mines de houille du Spitzberg. Nous en extrayons les renseignements suivants que nous accompagnons d'une carte empruntée à la notice de Bertil Högbom du Congrès de Toronto sur les ressources du monde en charbon. (1).

Les îles du Spitzberg, perdues dans l'océan Glacial à la latitude de 78-80°, bloquées par les glaces pendant 8 à 9 mois de l'année, n'étaient autrefois visités que par les pêcheurs de baleines et n'étaient convoitées par personne. La découverte d'un important gisement de charbon y a attiré quelques centaines de mineurs et a appelé l'attention du monde sur cette région qui vient d'être donnée à la Norvège par le traité de Versailles.

L'île principale du Spitzberg est un plateau de 600 à 700 mètres d'altitude où des sédiments tertiaires, secondaires et primaires reposent sur du gneiss ou du granit archéens.

Ces terrains, taillés à pic sur le pourtour de l'île et le long des fjords, sont partiellement recouverts à l'intérieur de l'île par des glaciers.

Ainsi, le bord Nord et le fond du fjord des Glaces est une coupe dans les terrains carbonifères qui forment en cet endroit un bassin de direction Nord-Sud dont le bord Est est presque horizontal et dont le versant Ouest se relève assez fortement contre une bande de terrains siluriens longeant la côte occidentale de l'île.

Au fond du fjord des Glaces, dans la vallée de Gips qui débouche entre les baies de Klaas Billen et de Tempel, deux couches de charbon sont connues dans le grés carbonifèrien (Culm) séparées par une stampe de 100 mètres. Ces couches, affleurant à quelque distance de la côte, s'enfoncent vers le sud-ouest et sont sous le niveau de la mer au voisinage de la côte. Elles sont assez puissantes; l'une d'elles mesure 2 mètres. Il est possible d'ouvrir quelques exploitations dans la vallée de Gips, le long des affleurements, de transporter le charbon vers la côte par un chemin de fer de quelques kilomètres et de créer un bon port au fond de la baie. Jusqu'à présent, aucune exploitation

(1) *The Colliery Guardian*, 10 décembre 1920, p. 1678 et *The Coal Resources of the World*. Toronto, 1913, vol. III p. 1141.

n'a été tentée, car le charbon y paraît de moins bonne qualité que celui du tertiaire. Il a 20 % de matières volatiles et 10 % de cendres.

La réserve de charbon a été évaluée à 6 milliards de tonnes, mais les données sur lesquelles M. Högbom se base dans son évaluation sont assez incertaines.

Au sud du fjord des Glaces, le terrain carbonifère est recouvert par des sédiments jurassiques et tertiaires.

Au sommet du jurassique, une couche de houille a été reconnue, mais n'est exploitable que sur le bord des baies de Sassen et d'Advent.

Une compagnie anglaise en avait commencé l'exploitation dans la baie d'Advent, mais n'a pas continué les travaux. La réserve constituée par cette couche a été estimée à 750 millions de tonnes.

Les grés et les schistes tertiaires forment une puissante assise où l'on trouve du charbon à différents niveaux, notamment dans une stampe de 30 mètres située à la base. Cette formation tertiaire se développe au sud du fjord des Glaces et est taillée à pic par la falaise sud de ce fjord et par la baie de Mijen. On peut donc y suivre l'affleurement des couches et les exploiter là où il est possible de créer un port en eau profonde.

Les couches sont sensiblement horizontales et ont une puissance de 1 mètre à $1^m,50$.

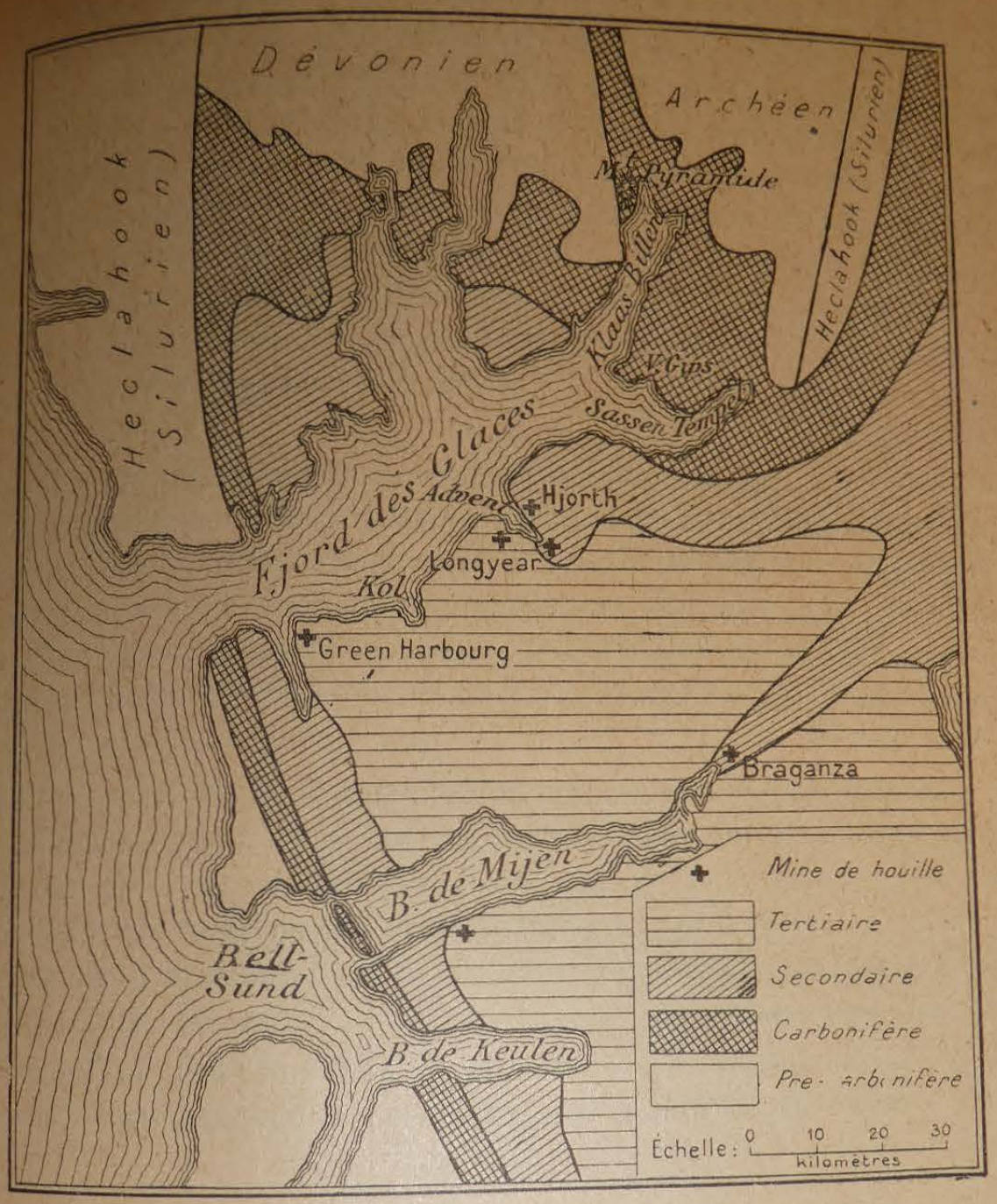
Le charbon est meilleur que ne l'est généralement la houille tertiaire; il renferme de 26 à 37 % de matières volatiles; 1.6 à 3.2 % de cendres et 1.4 à 1.7 % d'humidité.

La réserve a été évaluée par M. Högbom en 1913 à 2 milliards de tonnes; M. Cadell estime que, d'après les recherches récentes, on peut admettre une plus grande réserve encore.

Les conditions d'exploitation sont un peu spéciales au Spitzberg.

Le sol, congelé jusqu'au delà de 300 mètres de profondeur, a une température uniforme de — 4° C. Le toit de la couche est d'une solidité remarquable et l'exploitation peut se faire par longue taille sans remblais ni boisage. Il n'y a pas d'épuisement d'eau à faire. L'auteur anglais ajoute que l'ouvrier est obligé de travailler avec activité, car le « ca'ing canny », bien connu en Angleterre, ne serait pas précisément « confortable » là où il y a 4° sous zéro.

Il n'y a pas de grisou dans les mines, mais des poussières dangereuses. En janvier 1920, une forte explosion de poussières a tué



Esquisse géologique de la partie occidentale du Spitzberg.

Situation des mines de houille.

plusieurs ouvriers de la mine Longyar et a provoqué un incendie dans un quartier de la mine.

Quelques exploitations ont été entreprises à partir de l'année 1900.

Le *charbonnage de Longyear*, créé en 1900 par une société norvégienne de Trondjem, repris par la firme américaine Longyear en 1904 et vendue, en 1916, à la Compagnie Store Norske Kultelter de Christiania, est situé à l'entrée d'une petite vallée débouchant sur le bord Sud de la baie Advent. Les deux couches exploitées, séparées par une stampe de 20 mètres, affleurent à 300 mètres environ au-dessus du niveau de la mer. L'œil des deux galeries par lesquelles se fait l'exploitation partent du flanc de la falaise et sont accessibles par un chemin en zig-zag et par un funiculaire actionné électriquement.

La couche exploitée a une puissance de 1 à 1^{m},20 et donne un excellent charbon. L'exploitation se fait par longues tailles. L'inclinaison de la couche est de 3° à 5°. Le charbon abattu avec l'aide de haveuses Sullivan, est transporté par des convoyeurs. La même compagnie (Norsk Kulfelter) exploite une couche de 1 mètre de puissance donnant un excellent charbon, de l'autre côté de la baie Advent, à Hjorth.

Au fond de la même baie, la Compagnie Anglo-Russian Coal, n'occupant que quelques ouvriers, a entrepris une exploitation à flanc de coteau, à 45 mètres au-dessus du niveau de la mer. La couche exploitée a 1^{m},40 de puissance. Le charbon est descendu directement au rivage et est versé dans les navires qui viennent se ranger contre la falaise.

A l'entrée du fjord des Glaces, sur le bord sud, à Green Harbour, une petite exploitation a été ouverte en 1920 sans grand succès, semble-t-il.

Plus au sud, au fond de la baie de Mijen à Braganza, une compagnie suédoise (Swenske Kulfelter) a ouvert une exploitation dont la production a été de 35,000 tonnes en 1920. La couche exploitée a 1 mètre environ de puissance.

A l'entrée de la baie, à Camp Morton, la Compagnie Northern Exploration a commencé une exploitation sans trop de succès, semble-t-il.

La Société Scottish Spitzbergen Syndicat d'Edinburgh a entrepris des recherches en plusieurs endroits.

La capacité de production des charbonnages en activité est actuellement de 300 à 400,000 tonnes.

Il n'est pas facile de recruter des ouvriers pour les mines du Spitzberg. Les trois cents mineurs actuellement occupés sont d'origine norvégienne. Ils travaillent quarante-huit heures par semaine et gagnent de 25 à 30 s. par jour. Ils produisent en moyenne 3 à 4 tonnes par poste.

Ils vivent dans des habitations en bois, groupées près du charbonnage et ont un cinéma pour rompre la monotonie de la nuit polaire.

Le poste de télégraphie sans fil de Green Harbour apporte aux habitants de Spitzberg quelques nouvelles du monde dont ils sont isolés pendant plus de huit mois.

On peut se demander si ce ne sont pas des conditions spéciales dues à la guerre qui ont permis à l'industrie minière du Spitzberg de prendre un certain développement et si ces conditions venant à disparaître, cette industrie pourra résister.

Pendant la guerre, la houille anglaise se payait 10 à 12 livres sterling dans le nord de la Norvège et le prix de revient du charbon de Spitzberg était de 3 livres.

Les prix de vente du charbon anglais se rapprochent déjà de 3 livres et le prix de revient au Spitzberg n'est pas très compressible car les salaires y seront toujours élevés de même que le prix des matériaux nécessaires à l'exploitation.

Les frets sont chers car les exportations de houille ne sont pas compensées par des importations et les primes d'assurance sont hautes à cause des dangers de la navigation. Les charges financières des compagnies sont grandes car il leur faut mettre en stock la production de neuf mois et approvisionner leur magasin pour une année entière.

On peut résumer comme suit les avantages et les désavantages de l'industrie charbonnière du Spitzberg.

Les avantages sont :

1° le charbon est en général de bonne qualité ;

2° le gisement est partout régulier, sans faille et faiblement incliné, de telle sorte que l'on peut y employer des haveuses et des convoyeurs ;

3° le sol étant congelé, le toit de la veine est solide et ne nécessite pas de boisage ;

4° il n'y a pas d'épuisement ;

5° les affleurements dominant le rivage, il n'est pas nécessaire de foncer de puits ni de construire des voies ferrées. Le charbon est descendu au quai au moyen de transports aériens actionnés par la pesanteur et déversé directement dans les navires ;

6° jusqu'en 1920, il n'y avait aucune redevance à payer ;

7° le climat, quoique rude, est très sain.

Les désavantages sont :

1° l'hiver et la nuit plus ou moins sombre de six mois, et l'inaccessibilité de la côte pendant 8 ou 9 mois de l'année ;

2° l'altération du charbon mis en stock en hiver :

3° le danger d'explosion de poussières ;

4° la nécessité d'importer tout ce qui est nécessaire : bois, matériaux de construction, produits alimentaires, machines ;

5° le fret élevé pour le transport du charbon.

Les études récemment publiées sur le gisement houiller du Spitzberg sont les suivantes :

BEER, R. — Les gisements de charbon au Spitzberg. *Annales des Mines :* 11e série, tome V, p. 125, 1917 avec cartes et sources.

R. BROWN. — The Commercial Development of Spitzbergen — *The scottish Geographical Magazine* — novembre 1012, pp. 561-570 avec gravures.

R. SIMMERSBACH. — Die Steinkohlen vorkommen auf Spitzbergen — *Zeitschrift für praktische Geologie* — 1917, n° 9, page 154 et n° 10 page 167.

A. DELMER.

Prix de revient du charbon en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis

PAR

A. DELMER

Ingénieur principal des Mines

I. **Grande-Bretagne.** — Les bénéfices de chaque mine et de l'ensemble des mines de houille du pays sont contrôlés périodiquement pour l'application de la loi *Coal Mines* (*Emergency*) *Bill*.

Dans ce pays, les prix de vente, fixés par le Board of Trade, sont différents suivant la destination du charbon : c'est ainsi qu'il y a les prix du marché intérieur pour le charbon industriel et pour le charbon domestique ; les prix pour l'exportation destinée aux alliés et les prix pour les neutres et les anciens ennemis. Comme les charbonnages, et même les bassins houillers ne peuvent pas tous profiter, dans la même mesure, des hauts prix d'exportation, il a fallu établir une espèce de compensation qui s'opére par une répartition des bénéfiees mis en commun.

Les bénéfices de toutes les mines constituent un fonds dont la répartition est basée sur le bénéfice *standard* de chaque entreprise c'est-à-dire sur le bénéfice correspondant à celui qui était réalisé avant la guerre.

Si le fonds constitué par le bénéfice global dépasse le total des bénéfices standard des mines (1), la répartition se fait de la manière suivante : chaque mine reçoit son bénéfice standard ; la moitié de l'excédent est distribuée aux charbonnages au prorata de leur production brute ; l'autre moitié enfin est répartie entre les mines qui ont gagné plus que leur bénéfice standard et cette dernière répartition est faite proportionnellement au superbénéfice.

Si le fonds des bénéfices n'atteint pas les 9/10^{e} des bénéfices standard et si le déficit est la conséquence des mesures imposées par le *Controller* ou le *Board Trade*, le Gouvernement supplée, dans la mesure où le déficit est la conséquence de son ingérence et éventuellement à concurrence des 9/10^{me} des bénéfices standard et le fonds, ainsi constitué, est intégralement réparti au prorata des bénéfices standard.

(1) Le total des bénéfices standard est d'environ 2 sh. 7 par tonne.

Année 1920.	1er trimestre.	2e trimestre.	3e trimestre.
Production (en millions de tonnes) :			
1. *Charbon extrait*	63.06	59,07	60,17
2. Charbon consommé et distribué aux mineurs	6.48	5,98	6.06
3. Charbon vendable	56.58	53.09	54.11
Prix de revient par tonne vendable de 1,000 kgs.			
	s d	s d	s d
4. Salaires	22 4.21	25 0.92	25 10.11
5. Consommation et bois	4 6.13	5 1.64	5 4.61
6. Autres frais	1 7.39	2 4.25	2 5.68
7. Redevances	0 7.42	0 7.52	0 7.50
8. Total des dépenses	29 1.15	33 2.33	34 3.90
9. A déduire produit de la vente de charbon aux ouvriers.	0 1.75	0 1.67	0 1.69
10. Prix de revient net (par tonne vendable) (1)	28 11.40	33 0.66	34 2.21
11. *Prix moyen de vente* (par tonne vendable)	34 0.42	36 0.42	38 11,64
12. *Balance*-boni (par tonne vendable)	5 1.02	2 11,76	4 9,43
13. Nombre d'ouvriers occupés	1,168,659	1,178,614	1,186,946
14. Production en tonnes par ouvrier occupé	53.96	50.12	50.68
15. Salaire gagné par ouvrier occupé pendant le trimestre	£ s d 54 1 11	£ s d 56 9 8	£ s d 58 17 10
(1) Prix de revient net en francs. *a*) En admettant le change au pair (1 £ = fr 25 20)	36.66	41.82	43.25
(1) Prix de revient net en francs. *b*) En tenant compte du cours moyen de la livre pendant le trimestre à la Bourse de Bruxelles	68.38	89.62	84.10

Le *Board of Trade* peut seul modifier les salaires ; il a un droit de contrôle sur les dépenses extraordinaires et la distribution des dividendes.

Le *Board of Trade* peut, pour maintenir la production, ou pour tout autre raison, aider financièrement un exploitant en lui faisant des avances sur le fonds.

C'est en vue de l'application de ces dispositions légales, que la valeur produite et les bénéfices de l'industrie charbonnière, considérée comme un tout, ont été établis pour chacun des trois premiers trimestres de l'année 1920. Nous en donnons ci-dessus un tableau résumé où les *longs tons* ont été converties en tonnes métriques.

L'application de la convention conclue pour mettre fin a la grande grève d'octobre dernier a fait hausser les salaires et, par conséquent le prix de revient qui approche actuellement de 38 sh. Le prix de revient moyen est bien supérieur au prix de vente sur le marché intérieur qui est de 33 sh. environ. Les hauts prix obtenus pour les charbons exportés ne compensent plus la différence, car il faut consentir à des rabais pour écouler la production. C'est ainsi que le Gouvernement se trouve en face du déficit (1).

II. **États-Unis.** — A la suite de la grande grève qui sévit aux États-Unis dans les bassins de houille bitumineuse, à la fin de l'année 1919, la « Federal Trade Commission » fut constituée notamment pour établir le bénéfice des exploitants de mines.

Cette Commission a évalué les prix de revient pour l'année 1918 et pour les mois d'avril et de mai 1920 en se basant sur les résultats financiers de 680 mines de houille représentant 20 % de la production des États-Unis et situées dans les différents districts du pays.

Le prix de revient ne comprend ni les frais de vente, ni les charges financières, ni les impôts, ni les taxes sur les bénéfices exceptionnels.

La marge entre le prix de vente et le prix de revient n'est donc pas un bénéfice net, il s'en rapproche cependant beaucoup.

---

(1) Cf. *The Iron and Coal Trades Review*, 7 janvier 1921, p. 22.

Année 1920.

I. Charbon extrait (en millions de tonnes) :

1er trimestre. — 2e trimestre. — 3e trimestre. —

Les prix sont comptés en dollars par tonne de 1,000 kilogrammes :

	Année 1918.	Avril 1920.	Mai 1920.
Salaires	1.64	2.25	2 28
Consommation	0.29	0.34	0.34
Frais généraux	0.32	0.45	0.43
Prix de revient (1) . . .	2.25	3.04	3.05
Prix de vente	2.92	3.59	3.65
Marge entre les prix de vente et de revient.	0.67	0.55	0.60
(1) Prix de revient en francs :			
a) Le dollar étant au pair . .	12.37	16.72	16.77
b) Le dollar étant compté pour sa valeur moyenne à la Bourse de Bruxelles pendant la période considérée	»	45.40	41.20

Projet d'alimentation en eau potable de la région dévastée de la Flandre occidentale.

D'après les « Annales des Travaux publics de Belgique » *numéro d'octobre 1920,*

M. Hachez, directeur général de la Société nationale des Distributions d'Eau en Belgique, rend compte des études entreprises par cet organisme en vue de pourvoir d'eau potable la zone de la Flandre occidentale qui fut dévastée pendant la guerre. Des installations anciennes, d'ailleurs rudimentaires, il n'est rien resté et le bouleversement du sol fut tel qu'il n'est même plus possible d'utiliser la nappe d'eau superficielle.

Pour trouver rapidement les 36000 mètres cubes d'eau nécessaires journellement, on propose d'utiliser la nappe du bassin calcaire du Tournaisis, dont les carrières épuisent, en été, au moins 60000 mètres cubes d'eau par jour. Les eaux de cette nappe, déjà employées à Tournai, ne laissent rien à désirer au point de vue hygiénique mais elles sont assez « dures ». Comme leur captage, au sein de la roche, exigerait de longs et coûteux travaux, on prendra, aux carrières, les eaux d'exhaure qui seront stérilisées, au chlore, avant leur départ pour la Flandre. On commencera par les eaux de quatre carrières importantes, qui seront emmagasinées à la cote 15 puis refoulées, par des pompes électriques, dans un château d'eau à la côte 85 d'où elles s'écouleront vers la Flandre.

L'auteur fait remarquer que, si le système de distribution, sur lequel il donne de nombreux détails, doit être considéré comme définitif, le moyen d'alimentation pourra pourtant être remplacé par un autre sans trop grandes pertes d'argent. On renoncera aux eaux du Tournaisis si les études de longue haleine, entreprises par la Société Nationale, montrent qu'il est possible d'alimenter la région en question dans de meilleures conditions, c'est-à-dire à moins de frais et avec des eaux de meilleure qualité.

L. L.

Emploi de l'air comprimé dans les Mines de l'Etat, en Hollande.

Extrait de « De Ingenieur », Revue technique hollandaise publiée à La Haye, N° 11 du 13 mars 1920.

M. Van Iterson, l'un des directeurs des mines de l'Etat, donne d'intéressants renseignements sur les compresseurs de ces charbonnages où l'emploi de l'air comprimé est très développé, quoi qu'ils soient peu grisouteux.

Les locomotives souterraines fonctionnent à l'aide d'air comprimé à 175 atmosphères et réduit à 16 atmosphères ; elles remplacent les locomotives à benzine, essayées à l'un des sièges, dont l'entretien est coûteux, qui vicient l'air et ne sont pas exemptes de danger, et qui ont été reconnues comme moins économiques que celles à air.

Sauf près des puits, l'air, comprimé à 7 atmosphères, est employé comme force motrice, au lieu de l'électricité, pour les couloirs à secousses, les treuils, les petites pompes, les petits ventilateurs, les marteaux, etc. Il l'emporte sur l'électricité comme prix de revient, sécurité, commodité. Les appareils à air comprimé peuvent être confiés à des ouvriers peu exercés.

Avant la guerre, on comptait sur 1 cheval de puissance de compresseur pour une production journalière de 1 tonne de charbon. Cette proportion est maintenant dépassée.

Au siège Emma, dont la production journalière est d'environ 2,000 tonnes, il y a 32,5 km. de conduites de 300 à 50 millimètres de diamètre et des tuyaux de 32 et 25 millimètres de diamètre, alimentant 445 appareils divers. Le volume total des conduites est de 393 mètres cubes. On évalue les pertes à 35 %, l'emploi aux machines à marche continue à 25 % et celui aux autres appareils à 40 % du volume total comprimé.

Le tableau des compresseurs des mines de l'Etat, avec indication de leurs principales caractéristiques, est reproduit ci-contre.

L'auteur décrit chaque type, avec l'aide de nombreux dessins ; il signale les qualités, les défauts, les accidents.

Tableau des compresseurs des mines de l'Etat

Nombres	FOURNISSEURS	CYLINDRES Diamètres / Courses m/m	Tours par min.	Puiss. du moteur Chev.	Essai de garantie: Vapeur Pression atm.	Essai de garantie: Vapeur Temp. o C.	Essai de garantie: eau de circulation o C.	Air comprimé: Pression atm	Air comprimé: Volume m³ par heure	Force consommée par 10 m³ d'air Chx	Vapeur consommée en pleine charge Kg.	Vapeur consommée par m³ d'air Kg.	Eau de refroidissement du compres. m³ par heure	Consommation d'huile par jour litres
2	Königin Marienhutte à Cainsdorf	585 — 350 / 800	125	300	9	300	30	6	2900	1.03	1650	0.57	6	moteur 28 comp. 1
1	Schütz à Wurzen	645 — 380 / 500	125	250	électro moteur			7	2200	1.1	—	—	9	—
2	Meer à Gladbach	940 — 565 / 650	122	668	électro moteur			7	6000	1.11	—	—	18	10
1	Reavell et Ce à Ipswich	3 : 16 1/2/4 1/2" / 1 : 14/5" / 8"	240	125	électro moteur			7.4	1060	1.23	—	—	3.6	—
1	Meyer à Duisburg	rotatif	735	60	électro moteur			7	510	1.15	—	—	1.9	5.5
1	Pokorny et Wittekind à Frankfort	890 — 540 / 900	81	530	9	300	20	6	6000	1.14	3500	0.58	10 1/2	moteur 20 comp. 3
3	Storck à Hengelo	turbine	4500	1540	11	280	25	7	9500	1.62	5600	0.59	80	3
1	Brown Boverie et Co à Baden	turbine	2950	2180	électro moteur			7	16000	1.16	—	—	—	—
1	Brown Boverie et Co à Baden	turbine	4050	2300	11	300	25	7	18000	1.28	10500	0.58	—	—
1	Brown Boverie et Co à Baden	turbine	4800	1300	9	300	25	7	10000	1.3	6320	0.63	—	—
2	Meyer à Duisbourg	5 cylindres	172	200	électro moteur			175 à 200	630	3.2	—	—	7	2 1/2
1	Meyer à Duisbourg	3 cylindres	172	200	électro moteur			175 à 200	960	2.1	—	—	—	—
4	Hoek à Schiedam	4 cylindres	148	246	électro moteur			175 à 200	750	3.—	—	—	18	1 1/2

Les turbo-compresseurs à turbines consomment 10 % de vapeur de plus que les compresseurs à piston de même puissance, marchant en régime. Les turbo-compresseurs à électro-moteur consomment 20 % de courant de plus que les compresseurs à piston.

En marche normale, le turbo-compresseur se trouve dans une situation encore plus défavorable parce qu'il y a presque toujours pénurie d'air dans la mine, ce qui fait tomber la pression sous le taux prévu par le constructeur, d'où diminution de l'effet utile. L'inverse se produit aux changements de poste et lors de la mise en service d'un nouveau compresseur, trop puissant pour les besoins du moment. La production d'air est alors trop abondante.

Dans les compresseurs à piston, la consommation de force motrice s'adapte mieux à la production d'air.

Cependant, dans ces derniers temps, on a établi des turbo-compresseurs de grande puissance parce que leur coût est moins élevé et qu'ils occupent peu de place. On peut les faire marcher en régime en se servant d'anciens appareils pour parer aux acoups.

Les deux premiers compresseurs Meyer, à haute pression, compriment l'air, en cinq étages, à la pression de 180 atmosphères. A l'essai, on alla même jusqu'à 250 atmosphères. Le troisième prend de l'air déjà comprimé à 7 atmosphères, ce qui a permis la suppression de deux cylindres à basse pression. Les machines Hoek sont à quatre étages de compression.

Les trams dans le sud du Limbourg hollandais.

Extrait de la même revue.

La même livraison contient un article de M. Meyer, secrétaire de la Commission des tramways, sur la question des trams dans le Sud du Limbourg.

L'auteur rappelle d'abord qu'un port, pour le chargement du charbon, sera créé à Born. Il sera relié à la Meuse par un canal latéral qui débouchera dans celle-ci à Maesbrocht. Il est à remarquer

que ce port se trouvera sur le bord septentrional du bassin limbourgeois qui ne sera pas traversé par le canal. Port et canal n'auront donc pas à souffrir de l'exploitation minière.

Pour améliorer le transport des personnes, les chemins de fer de l'Etat étendront quelque peu leur réseau, mais l'on aura surtout recours à de nombreuses lignes de tram qui feront aussi le service local des marchandises.

La commission, installée le 25 octobre 1918, a examiné quelles lignes doivent être établies en vue du développement de l'industrie minière.

Elle propose la construction d'une dizaine de lignes primaires et de quelques lignes secondaires. La traction serait électrique pour les lignes à fortes pentes ou à trafic important et à vapeur pour les autres, mais le service des marchandises pondéreuses pourrait se faire par locomotives à vapeur sur les lignes électriques.

La commission s'est prononcée en faveur de la voie à écartement normal (1^{m}435) sur toutes les lignes, et pour la transformation des lignes à voie étroite existantes.

Le réseau primaire mesure 180 kilomètres et est estimé à 15 millions de florins. Le coût kilométrique est évalué à 70,660 florins pour l'électricité et 66,480 florins pour la vapeur.

La construction et l'exploitation de tout le réseau seraient confiés à une société formée exclusivement par l'Etat, la province, les communes et les mines de l'Etat et qui absorberait les trois sociétés existantes.

L. Lebens.

Utilisation du Charbon pulvérisé au Chauffage des Fours à Cuivre

par G. de Venancourt

Revue de Métallurgie, janvier 1920

Suffisamment sec et réduit à une grande finesse, le charbon pulvérisé se comporte presque comme un fluide. Il était donc naturel de chercher à l'utiliser dans les fours métallurgiques, précédemment chauffés au pétrole, et spécialement dans les fours à réverbère.

Les premiers essais, faits vers 1911, par la Canadian Copper C° à Copper Cliff (Ontario) ayant pleinement réussi, ce procédé de chauffage a ensuite été introduit aux Etats-Unis, aux fonderies de l'Anaconda, où il a été appliqué à un four de 37m,20 de long, 6 mètres de large et 1m,65 à 2m,50 de hauteur de voûte.

Les trémies de chargement du lit de fusion sont placées, de part et d'autre de ce four, le long des piedroits, ce qui augmente la surface d'action des gaz chauds, tout en protégeant les murs latéraux contre la corrosion.

Jadis, on fondait à l'Anaconda, 4.5 t. par tonne de charbon consommé et 275 t. par vingt-quatre heures; en utilisant le charbon pulvérisé dans des brûleurs qui comportent un petit transporteur à hélice et un injecteur à air comprimé, on a fondu par tonne de charbon : 6,4 t., puis 7,5 t. de matière et on a passé par vingt-quatre heures, 395 tonnes puis 500 tonnes de lit de fusion.

L'utilisation du charbon pulvérisé dans les Water-Jacket était plus malaisée. Il était admis, d'ailleurs, que la charge de ces fours doit contenir un combustible en morceaux, suffisamment dur et poreux. De plus des expériences déjà anciennes, avaient échoué.

Une nouvelle application du procédé a été faite aux Etats-Unis par Garred, en 1915, pour la fusion du cuivre noir, dans un four rond de 1 mètre de diamètre.

Au début de 1918, des expériences ont été poursuivies aux fonderies de la Tennessee Copper C°, à Copper Hill, dans un water-jacket de 6m,75 de long sur 1m,75 de large, servant à la fusion des minerais

et possédant vingt-sept tuyères sur une face et vingt quatre sur l'autre.

La consommation de ce four, qui était de 5,7 kil. de coke pour 100 kilogrammes de charge, a été abaissée à 3,7 kil. de charbon pulvérisé.

L'International Nickel C° à Copper Cliff (Ontario) a également procédé, en juin 1918, à des essais qui ont été moins concluants.

Le water-jacket utilisé mesurait, au niveau des tuyères, 7m,65 sur 1m,50; il possédait vingt-quatre tuyères, sur chacun de ses longs côtés, et pouvait passer 500 tonnes de charge par jour, en consommant 12,5 % de coke. On introduisit d'abord du charbon pulvérisé par la moitié seulement des tuyères, en les utilisant alternativement, et on tenta de réduire de moitié la charge de coke.

Il se produisit alors des engorgements des tuyères par le charbon non brûlé et on constata des fuites et des dangers d'explosion.

Des résultats plus satisfaisants furent obtenus, en rétrécissant fortement l'ouvrage au-dessus des tuyères, au moyen de jackets d'une forme spéciale, dont le croquis est donné par l'auteur, qui en énumère les différents avantages.

Tandis qu'à Copper Cliff, la charge contenait 74 % de minerai menu, grillé, et ne tenait que 10,5 % de soufre, on a traité à Copper-Hill, des minerais crus en morceaux, riches en soufre, dont la fusion est beaucoup plus aisée.

Quoi qu'il en soit, il est dès maintenant démontré, qu'on peut remplacer dans les fours à cuve, une partie du coke par du combustible pulvérisé, houille de qualité quelconque ou même lignite.

A Anaconda, la houille consommée contenait :

Humidité	6,8 %
Matières volatiles	39,2 %
Carbone fixe.	44,7 %
Cendres	9,3 %

Mais il est possible d'utiliser des charbons à 22 % de cendres.

Toutefois, des précautions doivent être prises, pour éviter les incendies spontanés et les explosions de poussières charbonneuses, qui peuvent se produire dans les installations de pulvérisation.

V. Firket.

L'Avenir des Fours Martin basculants en France

Revue de Métallurgie, janvier 1920

L'auteur attribue le peu d'importance relative du procédé Martin dans l'Est Français, aux difficultés que soulève l'utilisation des fontes phosphoreuses, dans les fours Martin fixes.

Cette question n'a été résolue qu'imparfaitement par le procédé Bertrand-Thiel, ou par la méthode de Hoesch, qui comporte la coulée dans une poche du métal partiellement déphosphoré, puis sa réintroduction dans le four, après écoulement de la scorie.

A son avis, on éviterait de pareilles pertes de temps et de chaleur, par l'emploi d'un four basculant, qui permet d'atteindre, en outre, les résultats suivants :

1° Lorsque le laitier a absorbé la majeure partie du phosphore, on s'en débarrasse, en inclinant le four; puis on constitue un nouveau laitier et on termine l'affinage ;

2° Ce second laitier reste dans le four, lors de la coulée de l'acier, et est utilisé dans l'opération suivante. Ainsi, on évite l'obtention d'une scorie pauvre en phosphore ;

3° Pour l'alimentation des fours électriques, le four Martin basculant permet de préparer, par le procédé Talbot, un métal partiellement épuré ;

4° Lors de la décarburation, on peut toujours, en inclinant le four, empêcher le laitier d'atteindre les portes ;

5° Le travail des fondeurs est facilité, notamment, en ce qui concerne : la réparation de la sole, parce que le four peut être vidé entièrement; le bouchage du trou de coulée, qui est maintenu au-dessus du niveau du bain d'acier pendant l'affinage et le travail de décrassage, qui n'a pas besoin d'être complet, car la teneur en phosphore du second laitier est faible.

Dans les fours Martin basculants, généralement le laboratoire seul est mobile et on doit ménager, entre ce laboratoire et les têtes de four, un jeu suffisant, qui provoque des rentrées d'air et diminue le rendement thermique. L'utilisation de têtes de four amovibles, montées sur galets, ne supprime pas ces rentrées.

Le but principal du mémoire analysé est de décrire le nouveau four basculant de M. J. Lambot de Marcinelle, dont il donne plusieurs coupes assez détaillées. Dans ce four, les brûleurs sont solidaires du laboratoire et celui-ci peut basculer sans découvrir aucun joint.

Les carneaux d'amenée du gaz sont amovibles ; leur jonction avec les carneaux correspondants des brûleurs se font suivant un joint vertical circulaire, dont le centre coïncide avec l'axe de rotation du four, et qui est rendu étanche par une bande métallique, flexible, garnie d'amiante.

Les carneaux à air, qui sont solidaires des brûleurs, reposent sur un cercle de roulement concentrique à l'axe de basculage.

Enfin, une rigole remplie de sable assure l'étranchéité de la jonction des parties fixes et mobiles, en ce qui concerne le conduit vertical d'arrivée d'air, entre les récupérateurs et les brûleurs.

On a, de plus, assuré la stabilité du four, en plaçant l'axe de basculage notablement plus haut que le centre de gravité de la partie mobile.

Après avoir fait ressortir les avantages que procurent les têtes de four amovibles et les brûleurs interchangeables du four Lambot, spécialement quant à la rapidité et à la perfection des réparations, l'auteur conclut que ce four Martin basculant est bien conçu et qu'il répond à tous les desiderata actuels de la sidérurgie.

V. FIRKET.

Les Fours Siemens-Martin

PAR

AD. WILLIAMS

Chapitre IV. traduit de l'anglais, par A. Schubert

Revue de Métallurgie, février 1920

Ce chapitre est consacré au chauffage des chaudières par les gaz brûlés des fours Siemens, qui sortent des récupérateurs à des températures rarement inférieures à 700°.

Après avoir signalé un mémoire présenté en 1918, par Thomas-B. Mackensie, à l'Iron and Steel Institute, l'auteur signale les difficultés dues aux explosions de gaz, très fréquentes, qui se produisent lors de l'inversion. Ces explosions prennent une grande importance, lorsqu'il existe des chaudières et économiseurs, avec carneaux en briques, dont la dislocation amène des rentrées d'air.

Des pertes de chaleur sensibles, souvent considérables, sont imputables à ces carneaux, qu'il convient de protéger et de rendre aussi droits et aussi courts que possible. L'analyse des gaz permet de déceler les rentrées d'air; quant aux fuites de gaz aux valves, on peut les réduire, en étudiant mieux celles-ci.

Un schéma donne un dispositif utilisé aux Etats-Unis, qui exige l'installation de huit valves et de deux registres et qui comporte des manœuvres assez complexes, en dix opérations successives. Ce dispositif a réduit le nombre des explosions à quatre, pour une période de cinq jours, correspondant à quatre cent onze renversements, alors que précédemment, il s'en produisait une quarantaine par jour.

Dans les installations de ce genre, l'essentiel est qu'il y ait un intervalle de temps suffisant entre l'ouverture de la valve de sortie du gaz et celle de la valve de sortie de l'air, d'un même côté du four.

L'auteur critique ensuite, assez vivement, la façon dont on réalise parfois la circulation des gaz chauffant les chaudières et il répète cette boutade « qu'il lui semblait que les chaudières commerciales

sont plutôt construites pour produire de la suie sous la forme de noir de fumée, que de la vapeur ».

Puis il expose une méthode de calcul de la surface de chauffe nécessaire et de la quantité de vapeur à produire, en admettant que par mètre cube de gaz combustible, consommé dans le four, on dispose de 2.68 mètres cubes de gaz brûlés, à la température moyenne de 665°.

Si cette température est abaissée jusqu'à 200° et si les chaudières et réchauffeurs d'eau recueillent les deux tiers des 473 calories cédées par les gaz, on vaporisera par seconde, 0,480 kilo d'eau à la pression de 5.54 kilos.

Enfin, en admettant une vaporisation de 15 kilos d'eau par heure et par mètre carré de surface de chauffe, et en tenant compte d'une consommation de 1,75 mètre cube de gaz par seconde, on trouve pour la surface nécessaire 203 mètres carrés, qu'il est avantageux de répartir entre la chaudière et l'économiseur.

En pratique, les installations utilisant les chaleurs perdues des fours Martin nécessitent l'emploi du tirage forcé, ce qui a d'ailleurs l'avantage de rendre la marche du four indépendante de toute influence atmosphérique. Il convient, d'autre part, que les chaudières soient installées en dérivation sur le carneau de cheminée, de façon qu'une avarie à ces chaudières n'entraîne jamais l'arrêt du four, dont la fonction primordiale est de produire de l'acier.

A la fin du chapitre, on trouve la reproduction de deux tableaux contenant d'intéressants renseignements numériques. Le premier, extrait du mémoire déjà cité de Thomas B. Mackensie, résume les données de cinq installations de chaudières chauffées par des fours Siemens-Martin ; le second renseigne les résultats de quatre essais effectués sur des installations du même genre, d'après des mémoires de C.-J. Bacon (American Iron and Steel Institute, 1915) et de A.-D. Pratt (American Society of Mechanical engeneers, décembre 1916).

V. Fikket.

L'aciérie du Breuil

Revue de Métallurgie, mars 1920

Accompagné de photographies, d'un plan coté et de coupes détaillées, cet article décrit d'une façon très complète, l'importante aciérie établie pendant la guerre, près du Creusot, par la firme Schneider.

Dès 1914, cette firme avait mis à l'étude la transformation de ses anciennes installations. Mais les évènements l'ont amené à retarder l'exécution de cette transformation, puis à décider, à la fin d'août 1915, la construction d'une nouvelle aciérie Martin, sur un vaste terrain acquis au Breuil.

Les études et la réalisation de ce projet ont été extrêmement rapides; dès le premier janvier 1916, on mettait en place le premier pilier de la charpente métallique de l'usine ; le 30 juillet de la même année, on faisait la première coulée d'acier ; enfin, toute l'installation était achevée au commencement de 1918.

Elle comprend notamment :

1° Un parc à lingot, de 224^{m},50 de long, sur 25 mètres de large, desservi par un pont de 12 tonnes, avec électro-aimant de levage ;

2° Une halle de démoulage et d'expédition des lingots, de 224^{m},50 de long sur 18 métres de large, avec deux ponts de 12 tonnes, un compresseur de 150 HP et 70 marteaux pneumatiques, pour le burinage des lingots ;

3° Une halle de coulée, de 224^{m},50 sur 22 mètres, située entre la précédente et la halle des fours, desservie par 3 grues vélocipédes de de 6 tonnes, 3 ponts de coulée, dont un de 80 tonnes et deux de 100 tonnes, 2 strippers et un pont de secours de 30 tonnes ; une des travées de la halle de coulée est occupée par deux cubilots destinés à la fusion des recarburants.

4° La halle des fours, qui a 25 mètres de large et la même longueur que les précédentes ; elle contient 8 fours Martin, chargés mécaniquement, soit 6 fours de 50 à 60 tonnes (un four acide et cinq basiques) et 2 fours basiques de 25 à 30 tonnes.

Toutes les portes et les brûleurs sont refroidis par circulation d'eau ; les chambres placées latéralement sous les brûleurs, laissent libre l'espace sous la sole, ce qui facilite son refroidissement.

Tandis que la valve à air est un simple papillon à 3 orifices, la

valve à gaz, du type écossais à quatre compartiments, a 2,680 mètres de diamètre pour les grands fours et 2,180 mètres pour les petits. Un dispositif spécial permet d'interrompre l'admission du gaz, pendant l'inversion.

Les appareils de levage de la halle des fours comprennent trois chargeuses, avec chariot auxiliaire de 10 tonnes; un pont de 40 tonnes avec chariot auxiliaire de 10 tonnes et un pont ordinaire de 12 tonnes.

5° Un parc à riblons, occupant l'espace libre de 37 mètres de largeur, entre la halle des fours et le bâtiment des gazogènes, desservi par trois ponts à flèche tournante, de 12 tonnes, et deux ponts ordinaires de 5 et de 10 tonnes;

6° La halle des gazogènes, de 181^{m},50 de longueur, sur 18 mètres de largeur, renfermant deux batteries de 14 gazogènes, d'un système analogue au système Hilger. de 2^{m},600 de diamètre intérieur utile, à chargement par bennes preneuses et décrassage automatique.

Ces gazogènes sont soufflés par 4 ventilateurs, débitant chacun 500 mètres cubes d'air à la minute, sous une pression de 150 à 300 millimètres d'eau; ils reçoivent la vapeur fournie par six chaudières de 180 mètres carrés chacune, timbrées à 7 kil. et chauffées au charbon.

7° Divers services accessoires, tels que : atelier dolomitique. magasin de briques, forges et ateliers, sous-station électrique, fosse de décrassage, etc.

V. Firket.

La destruction des Usines de Denain et d'Anzin par les Allemands

par Robert JORDAN

Revue de Métallurgie, avril 1920

Accompagné de photographies faites avant et après la guerre, ainsi que d'un plan d'ensemble, à l'échelle de 1/4.500, sur lequel on a indiqué par de hachures, les ateliers complètement détruits et ceux qui ont été vidés de leur outillage et endommagés, l'article de Robert Jordan présente un très vif intérêt, au point de vue documentaire.

Il constitue une preuve irréfutable de l'état de dévastation des industries minières et métallurgiques du Nord de la France.

D'autres études du même genre ont été publiées par la *Revue de Métallurgie*, notamment dans les numéros de mai et juin 1920, afin d'établir la réalité et l'importance des déprédations faites, des ravages volontaires commis et des vols, imputables à la sauvagerie, à la haine et à cupidité de nos ennemis.

On peut regretter que les revues techniques belges n'aient pas suivi ce patriotique exemple.

V. Firket.

BIBLIOGRAPHIE

Précis des Cours de Mécanique appliquée et de Physique industrielle de l'Université de Liége, par H. HUBERT, inspecteur général des Mines, professeur à l'Université de Liége. — 2e édition revue et augmentée. Trois volumes. — *Liége : Vaillant Carmanne.*

La longue interruption de publication des Annales, les difficultés de réorganisation de ses services, ne lui ont pas encore permis d'analyser cet important ouvrage, paru quelques mois avant la guerre. Les années écoulées depuis lors, n'en ont diminué ni l'intérêt, ni l'actualité ; aussi nous faisons-nous un devoir de le faire connaître à nos lecteurs.

Dans une intéressante préface, l'auteur retrace brièvement l'histoire des cours de Mécanique et de Physique appliquées à l'Université de Liége ; il en montre l'évolution, parallèle à celle de la technique, jusqu'à l'état actuel de cet enseignement.

Limité à la Physique industrielle, à la Résistance des matériaux et à la Mécanique appliquée proprement dite, ce cours dont le domaine reste immense, porte sur les principes fondamentaux de la science de l'ingénieur. Il s'adresse à tous les ingénieurs et constitue à la fois, un cours de statistique appliquée : la Résistance des matériaux et un cours de dynamique ou d'énergétique appliquée : la Physique industrielle et la Théorie des machines.

Une telle œuvre ne pouvait être entreprise que par un savant et un érudit, capable de dégager dans les sciences pures, les principes essentiels à la science industrielle, de choisir dans le champ infini des applications, les types caractéristiques, de les étudier et de les expliquer scientifiquement ; elle ne pouvait être réalisée avec succès que par un maître dominant entièrement le sujet. Nul n'était mieux qualifié que l'éminent professeur de Liége, pour accomplir une telle tâche.

Voyons comment il y a réussi.

Le tome I est consacré à la *Physique industrielle.*

La section I traite des *Propriétés des gaz et des vapeurs.* Elle débute par l'exposé clair et concis des principes fondamentaux de la thermodynamique, envisagée constamment au point de vue des applications. Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des gaz. Après avoir rappelé les lois fondamentales auxquelles ils obéissent,

l'auteur examine la question de leurs chaleurs spécifiques; il développe ensuite les équations des transformations qu'ils subissent et expose, dans le dernier paragraphe, les lois de l'écoulement des gaz. Ce chapitre renferme plusieurs tableaux de constantes physiques et chimiques utilisées fréquemment dans les applications techniques; il rappelle les valeurs attribuées aux chaleurs spécifiques par les nombreux physiciens qui ont étudié cette question.

Le troisième chapitre se rapporte à l'étude des vapeurs et particulièrement de la vapeur d'eau. Non seulement les propriétés exposées dans les traités classiques s'y trouvent, mais aussi les résultats des recherches les plus récentes sur ces matières, telles que celles de MM. Knoblauch et Jacob d'une part, et de M. A. Duchesne d'autre part, sur la chaleur spécifique *Cp* de la vapeur surchauffée ; et celles de M. A. Duchesne sur la loi de compressibilité de la vapeur surchauffée.

L'auteur traite ensuite du diagramme entropique pour l'eau et la vapeur ; cet exposé fait apparaître les avantages d'une méthode aussi heureuse au point de vue didactique, que simple pour les applications. L'auteur explique la construction et l'usage du diagramme de Mollier qui donne les chaleurs totales en fonction de l'entropie. Le chapitre se termine par l'étude de la détente d'un mélange d'eau et de vapeur et par celle de l'écoulement des vapeurs. Ce dernier paragraphe d'une importance capitale pour la théorie des turbines à vapeur, contient aussi les résultats des recherches de Rateau et de Stodola, sur ce sujet.

Dans la section III, l'auteur expose la question de la *Production et de la Transmission de la Chaleur*.

Après avoir donné une classification des combustibles et avoir étudié les conditions nécessaires pour que la combustion soit complète, l'auteur examine successivement les différents problèmes qui se posent à l'ingénieur à l'occasion de la combustion :

L'examen de ces problèmes comporte : la description des calorimètres de Fabre et Lilbermann, de Berthelot, de Mahler, de Junker ; la détermination du pouvoir calorifique basée sur les lois de la thermo-chimie et sur l'analyse chimique ; la mesure des hautes températures et la description des principaux types de pyromètres. Toutes ces questions sont exposées avec une richesse de documentation étonnante.

Le 6e paragraphe du 1er chapitre formerait à lui seul un véritable traité sur les combustibles industriels. L'auteur y passe en revue

successivement le bois, la tourbe, le lignite, les briquettes, le coke, les combustibles liquides et gazeux. L'étude des derniers types de combustibles entraîne celle des carburateurs et des gazogènes. Les principes et la description de ces appareils sont donnés d'une façon aussi claire que complète. Ce chapitre se termine par l'examen de l'utilisation, si importante dans notre pays, des gaz des fours à coke et des hauts fourneaux. On connaît la part importante prise par M. Hubert dans la réalisation de ce grand progrès industriel ; on conçoit dès lors, l'intérêt que prennent ces pages écrites par une plume aussi autorisée.

Le chapitre II traite des *foyers*. Dans les foyers pour combustibles solides, l'auteur prévoyant déjà toute l'importance de la question, a consacré quelques pages à l'utilisation de la houille à l'état de poussières ; de même, dans l'examen des combustibles liquides, il signale l'intérêt de l'utilisation du mazout et des huiles lourdes. Les foyers à chargement mécanique et les foyers fumivores sont ensuite décrits. Les deux derniers paragraphes traitent de l'organisation des chaufferies et du rendement des foyers.

Dans le chapitre III, relatif au *tirage*, les systèmes les plus modernes sont étudiés et décrits, notamment les tirages Prat et Mac Lean, dit équilibré.

L'étude de la transmission de la chaleur est faite dans le chapitre IV, qui sert d'introduction à l'étude de la surface de chauffe, par laquelle débute le chapitre V.

Celui-ci est particulièrement consacré aux *chaudières* ; il est donc en grande partie descriptif ; on y rencontre cependant la théorie thermodynamique des injecteurs. Il traite, en outre, des conduites de vapeur, de l'épuration des eaux, et finit par une analyse des principaux accidents qui peuvent être dus à l'emploi des chaudières.

La section III intitulée du *Refroidissement*, donne d'abord la théorie et la description des condenseurs, jusqu'aux plus récents, tels que les systèmes Westinghouse-Leblanc et ses analogues.

Le chapitre III de cette section retiendra particulièrement l'attention des ingénieurs des mines. On y trouve, en effet, la théorie et la description des machines frigorifiques et des machines servant à la liquéfaction des gaz. Les creusements de puits par congélation, la question du refroidissement de l'air des mines profondes et l'utilisation de l'air liquide, comme explosif, sont des questions très actuelles qui ne peuvent être étudiées sans un certain rappel de principes et

sans la connaissance schématique des installations typiques. Ce chapitre constitue a la fois ce rappel et cette description.

La *section IV* traite du *Chauffage et de la Ventilation des édifices*. L'auteur y expose les différents systèmes utilisés à ces fins. Les notions qu'il donne sont suffisantes pour l'élaboration d'un avant-projet d'installation, et pour la discussion ou le choix d'un système de chauffage. Cette section sera lue avec intérêt par la plupart des ingénieurs qui n'ont guère eu l'occasion de se renseigner sur la question.

Le premier volume se termine par quelques tables numériques, renfermant notamment celles de J. Deruyts relatives à la vapeur d'eau.

Le *tome II* constitue le cours de *Résistance de matériaux*.

Dans le premier chapitre, l'auteur définit la nature des problèmes que doit résoudre cette science ; il montre les relations qui existent entre les forces extérieures et les actions moléculaires, et entre les forces moléculaires et les déformations ; puis, il expose avec une remarquable clarté les propriétés élastiques des surfaces.

Le deuxième chapitre traite du solide de résistance et de ses déformations simples. En faisant ressortir le caractère hypothétique des lois qui sont à la base de la résistance des matériaux, l'auteur précise la portée et la valeur de cette science avant tout, pratique ; dans tout l'ouvrage, ce dernier caractère n'est jamais perdu de vue.

En ce moment où nos usines dévastées se réorganisent, où une expérience cruelle a fait admettre par les plus routiniers, l'importance de l'introduction des méthodes scientifiques dans l'industrie et celle des laboratoires d'études et de contrôle, le troisième chapitre, consacré à l'étude expérimentale des propriétés élastiques des métaux, devrait être lu aussi bien par les ingénieurs qui ont à s'occuper d'essais, que pour les chefs d'industrie qui doivent transformer leurs usines. Ils y trouveraient décrits les appareils et les méthodes d'essais ; ils y remarqueraient notamment les méthodes qui s'introduisent d'une façon courante dans la pratique : les essais de dureté et les essais au choc. Dans l'étude de l'influence de la composition chimique sur les qualités de résistance des métaux, l'auteur tient compte des progrès de la métallographie, dont il résume les notions les plus importantes ; il peut aborder ainsi l'explication de la trempe, du recuit et de la théorie cellulaire de l'acier.

C'est dans ce chapitre qu'est étudiée la question de la résistance vive; l'auteur qui n'ignore pas les vives critiques dont elle est l'objet de la part de l'éminent physicien Bouasse, — cité dans la bibliographie — la maintient; mais, en prenant soin de faire ressortir l'influence de la vitesse de transmission du choc sur la déformation, il répond en quelque sorte à l'objection principale du professeur de Toulouse.

Les chapitres IV, V et VI traitent successivement de l'extension, de la compression et du cisaillement.

Le chapitre VII étudie le phénomène important de la flexion. L'auteur y expose la formule fondamentale de la flexion, puis la théorie de l'élastique et il fait des applications typiques de ces théories. Après l'étude de la question de l'effort rasant ainsi que celle de la variation des efforts tranchants dans une section, vient la théorie de la flexion des pièces continues reposant sur plusieurs appuis, des pièces courbes et des ressorts.

Dans l'étude de la torsion qui fait l'objet du chapitre VIII, l'auteur prend soin de signaler que la théorie élémentaire ne peut s'appliquer aux pièces à section non circulaire et il donne les résultats des études de M. de Saint-Venant sur cette question difficile.

Le chapitre IX traite des *déformations composées*. Il débute par un exposé extrêmement simple de la première partie de la théorie de l'Elasticité, qui aboutit à l'équation dite de compatibilité, au moyen de laquelle on détermine l'effort maximum, en un point, en fonction des efforts normaux et tangentiels à trois facettes, qui se coupent à angle droit en ce point. Cette équaiion est ensuite appliquée à la plupart des combinaisons qu'on rencontre dans la pratique des constructions.

Le chapitre X étudie les *déformations composées des arcs*.

Le chapitre XI est consacré à la résistance des pièces *longues, comprimées ou chargées debout*. Cette question qui a fait dans notre pays l'objet de travaux importants de MM. Keelhof, Vierendeel et Gérard est traitée d'une façon très complète.

Le chapitre XII, relatif à *la résistance des enveloppes*, comporte d'abord la théorie élémentaire des enveloppes cylindriques simples; ce paragraphe contient des renseignements intéressants pour le calcul des chaudières. Les formules de Lamé sont ensuite établies simplement, et l'auteur en montre l'application au calcul des presses

des ascenseurs du canal du Centre, et au calcul des « serrements » des mines.

Un intéressant chapitre est consacré à la résistance des disques animés d'un mouvement de rotation. Puis, dans un dernier chapitre, l'auteur expose la théorie élémentaire et approchée de la résistance des plaques.

Ce volume se termine par un tableau des moments d'inertie des profils usuels, et par un tableau des coefficients de résistance des différents matériaux de construction, y compris les aciers spéciaux.

Le tome III de l'ouvrage est intitulé : *Lois générales du mouvement des machines. Etude des moteurs thermiques et des moteurs à pesanteur.*

Le chapitre Ier est l'application du théorème des forces vives au mouvement des machines. L'auteur distingue d'abord les travaux en travaux moteurs, utiles et résistants ; il montre les différents aspects sous lesquels on peut envisager les forces correspondantes et arrive à l'expression simplifiée du théorème des forces vives appliqué aux machines à mouvement alternatif. Il en transforme ensuite l'expression, en adjoignant aux forces réellement appliquées les forces d'inertie des pièces à mouvement alternatif, de façon à mettre mieux en évidence les variations de la vitesse de rotation. L'application de l'équation des forces vives entraîne nécessairement la détermination des travaux moteurs d'une part et résistants d'autre part. L'auteur décrit donc les moyens et appareils utilisés dans la mesure des travaux, pour les moteurs hydrauliques et thermiques, et résume nos connaissances actuelles sur les résistances passives.

Le chapitre II est consacré à la *Régularisation du mouvement des machines*. Après avoir examiné le rôle et le calcul des volants, l'auteur étudie les régulateurs à force centrifuge, et, utilisant la méthode graphique de MM. Beer et Dwelshauwers, il en fait une théorie statique simple ; puis, donne un aperçu de leur théorie dynamique ; il traite ensuite des régulateurs à action indirecte.

Le livre I de la IIe partie du tome III est consacré aux moteurs à vapeur à piston. Dans un premier chapitre, l'auteur décrit les principaux éléments d'une installation simple et il en expose le fonctionnement; ensuite, il introduit très heureusement pour l'ensemble du cours, un chapitre relatif aux distributions de vapeur. Le IIIe chapitre. intitulé *rendement de la machine à vapeur*. est du plus haut intérêt ; la matière y est trop abondante pour être analysée ici.

Mais quiconque connaît la part de l'Ecole de Liége dans l'étude de la machine à vapeur ne sera pas étonné d'y trouver bien expliqués, par la doctrine de l'Ecole, tous les faits intéressants acquis dans la théorie des machines à vapeur. On y trouvera notamment résumés les travaux de MM. Dwilshauwers, G. Duchesne et A. Duchesne.

Le livre II est intitulé des *moteurs à gaz tonnant à piston*. Comme nous l'avons rappelé plus haut, la compétence particulière de l'auteur en cette matière donne à cette partie du cours le plus vif intérêt. Procédant toujours avec la même méthode qui révèle sous le savant un excellent pédagogue, l'auteur nous fait d'abord un aperçu historique, et descriptif des moteurs à gaz tonnant, depuis les types primitifs jusqu'au moteur Dilsel. Le sujet étant ainsi bien posé devant le lecteur, l'auteur fait la théorie générique du divers cycles, puis il indique les résultats actuellement acquis par la théorie pratique des moteurs à gaz, dont il fait ensuite l'étude orgauologique — En quelques pages, richement documentées, l'éminent professeur nous fait alors assister à l'évolution des grands moteurs à gaz, à laquelle il a lui-même largement contribué.

Ce livre se termine par l'étude des moteurs d'automobile et d'aviation.

Le livre III, plus bref, se rapporte aux moteurs hydrauliques à piston.

Le livre IV, très important, est consacré à l'étude des *turbomachines*.

Après l'exposé des questions générales, et l'étude des principes fondamentaux de l'hydraulique, l'auteur examine assez rapidement la question des roues hydrauliques, pour étudier d'une façon très complète les turbines hydrauliques en utilisant une méthode graphique due à M. Rateau.

Le chapitre VI et dernier du cours traite de la question si importante des *turbines à vapeur*. — En ce moment, où des turbines sont en service dans de nombreuses usines, beaucoup d'ingénieurs regrettent de ne pas avoir une connaissance suffisante de ces machines, dont l'étude, d'après certains ouvrages spéciaux, trop étendus ou trop diffus, leur a paru difficile, tandis que dans d'autres œuvres plutôt de vulgarisation, ils n'ont trouvé que des exposés descriptifs. Le cours de monsieur Hubert satisfera tous ces lecteurs. Nous espérons que, dans une prochaine édition, l'auteur, sans entrer dans ces descriptions minutieuses qu'on trouve dans les catalogues, con-

sacrera un paragraphe à l'étude organologique des turbines, dont les types paraissent maintenant bien fixés. Enfin, un aperçu sur les turbines à gaz fait connaître l'état actuel des recherches relations à ces machines.

Cette analyse assez longue ne donne qu'une faible idée d'un tel ouvrage, l'un des plus importants de la littérature technique et didactique. Il présente des qualités générales qu'il importe de signaler : Non seulement chaque chapitre est accompagné de nombreux renseignements bibliographiques, mais, dans l'exposé même de différentes questions, l'auteur, cite les sources auxquelles il a puisé. Des descriptions sobres des figures schématisées, une langue pure, élégante et souple rendent la lecture de ce cours facile et agréable. Cette lecture rapellera à beaucoup d'ingénieurs le charme des leçons de leur ancien maître.

En résumé, cet ouvrage est de ceux qui ne peuvent manquer dans la bibliothèque d'aucun ingénieur.

E. DESSALLE.

Statique et éléments de graphostatique avec applications aux constructions civiles, par Léon Hamal, Ingénieur A. I. Lg., et Charles Hamal, Architecte, V. de G., décoré de la croix de guerre. — Ch. Bérauger, Paris et Liége, 1920.

La préface nous avertit que cet ouvrage constitue la première partie d'un *traité élémentaire de mécanique théorique et appliquée* que les auteurs se proposent de publier sans faire usage du calcul différentiel ou intégral.

Après quelques considérations générales sur les principes fondamentaux, le but et les divisions de la mécanique, l'ouvrage donne les chapitres habituels et bien connus de tout traité de statique, relatifs à la composition des forces, à la composition des couples, à la réduction et à l'équilibre des forces appliquées à un solide invariable, à l'équilibre des solides invariables soumis à des liaisons, à l'équilibre des systèmes funiculaires ou articulés et aux centres de gravité.

Chaque loi est établie d'abord par une démonstration géométrique; elle est ensuite traduite analytiquement par rapport à 2 ou 3 axes. Ces méthodes géométriques n'ont pas l'abstraction de celles de mécanique analytique pure; elles ont l'avantage d'être très claires et d'habituer le lecteur aux compositions de forces et de couples, dans leurs développements assez longs.

Quoique ne recourant pas au calcul différentiel ou intégral, ce traité de statique est complet.

Dans l'étude des systèmes soumis à des liaisons, on ne trouve évidemment pas le principe des travaux virtuels et l'équation de Lagrange (traduction analytique de ce principe), qui surtout dans les traités de mécanique analytique, est matière à beaux développements mathématiques; cependant, après avoir indiqué, la manière de tenir compte des liaisons dans les équations générales d'équilibre, l'ouvrage traite longuement les 3 machines simples (levier, treuil et plan incliné).

Par l'absence de mathématiques supérieures, ce traité est à la portée d'un grand nombre de personnes. Il se recommande par des applications, intercalées dans le texte et traitées analytiquement, dans le but de guider le lecteur dans le choix des axes, de le familiariser avec la mise en pratique des principes de la mécanique rationnelle et de faire disparaître bien des difficultés pour les débutants, ou pour les ingénieurs qui n'utilissent pas couramment ces lois.

Comme les problèmes de la statique relatifs aux constructions civiles sont souvent traités dans la pratique par des méthodes graphiques, les principes de la grasphostatique sont rappelés au cours de l'ouvrage. Un chapitre spécial est consacré à l'étude des systèmes réticulaires et à l'établissement, par la méthode graphostatique, des efforts dans les barres des fermes à 2 versants et à 1 ou plusieurs pannes intermédiaires, et dans les barres des poutres en treillis simples soumises à des charges fixes. Ce chapitre se termine au surplus par l'étude analytique de quelques fermes.

Le traité ne donne de la graphostatique que les éléments nécessaires à la solution de ces applications.

Enfin, comme les résistances passives contribuent grandement à l'équilibre des systèmes réels, leur étude doit former le complément logique du traité. Cette étude fait l'objet du dernier chapitre. Celui-ci applique, de plus, les lois du frottement et de la raideur des cordes à l'examen de l'équilibre dynamique de la poulie, du treuil et du plan incliné.

M. GUÉRIN.

Association Belge de Standardisation
(A. B. S.)

Publication des Travaux

L'influence de la teneur en cendres sur l'utilisation des charbons (1).

L'Association belge de Standardisation a constitué depuis un an une commission technique appelée à standardiser, dans la mesure où le sujet le comporte, les règles propres à obtenir l'économie de charbon dans les chaufferies à vapeur.

Au cours de ses travaux, qui se poursuivent activement, cette commission a eu son attention attirée très vivement sur les inconvénients résultant de l'augmentation dans la teneur en cendres des charbons, constatée depuis l'armistice.

Cette augmentation est indéniable. Voici, pour en préciser la portée, les résultats de recherches faites sur du charbon demi-gras, type IV, au laboratoire des Chemins de Fer de l'Etat, à Schaerbeek.

Avant la guerre. cent analyses de ce charbon donnaient une teneur moyenne en cendres de 13,08 % et les écarts étaient relativement faibles.

Depuis l'armistice les résultats ont été les suivants, également par groupes d'une centaine d'analyses :

Du 27 janvier au 18 septembre 1919 . . .	18,25	% de cendres.
19 septembre 1919 au 19 avril 1919 . .	20,50	»
20 avril au 21 juin 1920	19,50	»
22 juin au 13 août 1920	19,95	»
14 août au 17 septembre 1920	22,25	»
18 septembre au 30 septembre 1920 . .	19,98	»
1er octobre	20,55	»

En outre, les écarts sont considérables, les teneurs extrêmes étant de 7 et de 40 % et une société, par exemple, produisant, en

(1) Extrait d'une note constituant l'aboutissement d'une étude à laquelle s'est livrée la Commission des économies de charbon; cette note constitue un travail préliminaire rédigé en anticipation sur le rapport définitif de la Commission.

moyenne, du charbon type IV à 32,20 % de cendres et une autre à à 8,93 % de cendres.

Ce point étant acquis, la commission a cherché à chiffrer l'influence du manque de propreté du charbon sur le rendement qu'il procure à la vaporisation.

A cet effet, elle a repris les résultats d'essais effectués jadis et dont elle tient les sources, à l'occasion d'une étude méthodique visant à la classification générale des charbons pour vapeur.

Le combustible employé était du demi-gras à environ 15 % de matières volatiles. Il en fut préparé artificiellement six échantillons dont la teneur en cendres variait de 10 à 35 % par échelons réguliers de 5 %.

Les résultats des essais communiqués en détail aux membres de la commission, avec toutes les justifications nécessaires, se résument comme suit :

Numéro de l'essai .	1	2	3	4	5	6
Cendres %. . . .	10	15	20	25	30	35
Pouvoir calorifique du charbon. . .	7,670	7,245	6,820	6,395	5,970	5,540
Calories utilisées. .	5,924	5,210	4,592	4,117	3,285	2,669
Rendement %. . .	77,5	72	67,8	64,5	54,7	48,1

Ces résultats deviennent plus saisissants encore si on les rapporte au cas du charbon pur ayant un pouvoir calorifique de 8,520 calories et dont le rendement peut, par extension du tableau ci-dessus, être évalué idéalement à 85 %. L'effet utile de ce charbon est donc de :

Teneur en cendres %	Utilisation	
	Calories	% par rapport au charbon pur
0	7,250	100
10	5,924	82
15	5,210	72
20	4.592	63
25	4,117	57
30	3,285	45
35	2,559	37

Ainsi, quand la teneur en cendres passe de 10 à 35 %, c'est-à-dire quand la fraction utilisable du charbon se réduit de 90 à 65 %, ou aux deux tiers de celle du charbon pur, l'effet utile tombe de

82 à 37 %, ou environ au tiers de celui du charbon pur. Autrement dit, *la perte d'effet utile augmente deux fois aussi vite que la teneur en cendres.*

Il ne s'agit évidemment pas d'attribuer à cette conclusion établie dans un cas particulier, encore que tout à fait courant, le caractère d'une loi mathématique absolue. Il est permis cependant de considérer comme acquis le point suivant : *la perte d'effet utile est plus que proportionnelle à la teneur en cendres.*

Reste à examiner les conséquences de ce fait au point de vue économique. Celui-ci exige d'avoir égard non seulement au coût du combustible consommé, mais également aux frais d'exploitation de la chaufferie, lesquels varient suivant le type de chaudière et les conditions générales de l'installation.

En ce qui concerne le combustible, prenons, pour fixer les idées :

A) Une fine lavée 0/10, demi-grasse, à 10 % de cendres et 5% d'eau.

B) Un menu graineux, demi-gras 30 % de cendres et 3 % d'eau.

Supposant un transport de 50 kilomètres chiffre moyen, les coûts respectifs s'établiront comme suit :

	A.	B.
	fr.	fr.
Prix à la mine, suivant barême du 3-10-20	88,50	85,75
Frais de raccordement . . .	2,—	2,—
Transport, tout compris . . .	7,68	7,68
Mise à pied d'œuvre	2,—	2,—
Coût rendu sur place. . . .	100,18	97,43

Quant aux frais d'exploitation, on peut les évaluer, pour le travail de la chauffe, à 5 francs par tonne dans les deux cas, et pour l'enlèvement des cendres, à 25 centimes par tonne pour A, et 1 franc par tonne pour B, la différence s'expliquant par la propreté plus grande du premier type.

L'emploi d'une tonne de chacun de ces charbons coûte donc :

Type A : 100,18 + 5,25 = 105,43 fr.
Type B : 97,43 + 6,— = 103,43 fr.

Tenant compte de l'humidité et considérant deux genres de chaufferies, l'une tout à fait moderne avec un rendement idéal (emploi de charbon pur) de 82 % l'autre plus ordinaire avec un

rendement idéal de 70 %, on trouve en utilisant les données expérimentales du tableau ci-dessus, que chaque tonne de charbon donne respectivement les productions en vapeur suivantes :

Installation à 82 % de rendement .	avec fines lavées.	8,455 kilos.
	avec menu graineux . . .	5,097 »
Installation à 70 % de rendemeut .	avec fines lavées	7,307 »
	avec menu graineux . . .	4,351 »

En divisant les couts respectifs des deux deux types de charbon par ces productions en vapeur, on obtient finalement *le coût de la tonne de vapeur*, qui est le résultat cherché, savoir :

Installation avec 82 % de rendement . .	avec fines lavées . .	12,47 francs.
	avec menu graineux .	20,39 »
Installation à 70 % de rendement . .	avec fines lavées . .	14,43 »
	avec menu graineux .	23,87 »

On peut répéter ces calculs pour d'autres compositions de charbon et on en conclura que l'emploi du menu graineux de la catégorie considérée, comparée aux fines lavées, augmente en moyenne les frais de production de la vapeur dans les proportions suivantes :

Pour 20 % de cendres.	20 %
Pour 30 % »	60 %
Pour 40 % »	135 %

Avec 60 % de cendres, l'augmentation sera infinie, c'est-à-dire que le rendement sera nul.

DIVERS

Archives de guerre

Les années 1914 à 1918 marqueront parmi les plus glorieuses et les plus douloureuses de notre histoire.

Le courage de nos soldats en face de l'ennemi, la résistance passive, mais indomptable des Belges au régime oppressif de l'envahisseur, la détresse économique de la Nation et enfin l'exode ou la déportation d'une partie de la population, constituent autant de pages de notre vie sociale que l'histoire aura à écrire un jour.

Il importe grandement que le souvenir de ces actions d'éclat et de ces vicissitudes diverses ne soit pas perdu et qu'il ne s'altère pas avec le temps par des légendes incontrôlables. Les premières assises d'une histoire de la guerre en Belgique doivent donc consister dans la recherche et l'inventaire d'une documentation sérieuse, abondante et de provenance variée.

Aussi le gouvernement a-t-il constitué dès le 15 novembre 1919 une commission qui a pris le nom de *Commission des Archives de la guerre*. Notre grand historien, M. Pirenne, en a été nommé président.

Mais pour venir à bout de la tâche énorme il a fallu aussi créer des comités provinciaux.

Le Comité provincial du Brabant a été installé le vendredi 7 janvier 1921 et se compose de la manière suivante :

M. Beco, gouverneur de la province, président d'honneur ; le R. P. de Moreau, président, 11, rue des Récollets, Louvain ; M. Marinus, du service des recherches historiques et folkloriques de la province, secrétaire, hôtel du gouvernement provincial, rue du Chêne; M. Mayence, professeur à l'Université de Louvain, 174, rue de Namur, Louvain; M. le baron de Troostembergh, à Cleerbeek, par Vinghe-Saint-Georges ; et M. Fauconnier, attaché au service des archives économiques contemporaines à l'Hôtel de ville de Bruxelles. M. Desmarez, professeur à l'Université de Bruxelles et archiviste en chef de la Ville, représente la Commission centrale au sein du Comité provincial. Le siège de celui-ci est établi rue du Chêne dans les locaux du Gouvernement provincial.

Les comités des Archives ne recueillent pas, comme le *Musée de l'Armée*, les objets militaires (canons, fusils, armements, etc.), ni les documents touchant les opérations de guerre. Ils se réservent le rôle de rassembler *les sources écrites, imprimées et iconographiques de nature non militaire*. La Commission provinciale des Archives de guerre adresse donc un appel pressant aux sociétés et aux habitants. Elle se permet de leur proposer, soit de lui envoyer les documents qu'ils possèdent (affiches, journaux, gravures, photographies, circulaires, feuilles volantes, chansons, ouvrages imprimés, caricatures, etc.), soit au moins de lui signaler l'existence de leurs collections, même si celles-ci ne contiennent que quelques pièces, et de les autoriser à en dresser l'inventaire.

Les documents envoyés à quelqu'un des membres du Comité provincial ou au siège du Comité, rue du Chêne, serviront à enrichir le dépôt des Archives de guerre, déjà établi à Bruxelles, rue de Terre-Neuve, 105. Les noms des généreux bienfaiteurs, qui permettront ainsi d'écrire plus tard l'histoire de la Belgique pendant la grande guerre, ne seront pas oubliés. N'est-ce pas d'ailleurs déjà pour eux une récompense enviable que celle de servir notre cher pays dont la noble attitude pendant la guerre mérite bien d'être connue en détail par les générations futures.

STATISTIQUES

BELGIQUE

INDUSTRIE CHARBONNIÈRE
en 1920

(*Statistique provisoire*).

Production et prix du charbon. — Salaires des ouvriers mineurs.
Nombre d'ouvriers et production par ouvrier.
Production du coke et des agglomérés.
Commerce extérieur. — Consommation (1).

par A. DELMER

Ingénieur principal des Mines.

I. — Production.

§ 1. — Houille.

Le tableau suivant donne la production des différents districts miniers de Belgique en 1913, en 1919 et en 1920.

PRODUCTION DE CHARBON (EN MILLIERS DE TONNES)
DES DIFFÉRENTS DISTRICTS HOUILLERS

Années	Couchant de Mons	Centre	Charleroi	Namur	Liége	Limbourg	Le Royaume
1913	4,407	3,459	8,149	830	5,998	»	22,842
1919	4,048	3,114	6,224	512	4,405	140	18,483
1920	5,032	3,804	7,309	606	5,417	246	22,414

(1) Voir les statistiques trimestrielles antérieures dans les *Annales des Mines de Belgique*, 1920, t. XXI, 1re livr., p. 783, 2e liv., p. 1,217 et 3e liv., p. 1,639.

La production du **Couchant de Mons** en 1920 est un record ; elle représente 114 % de l'extraction de l'année 1913, et elle est en augmentation de près d'un million de tonnes sur celle de 1919.

L'augmentation provient de deux nouveaux charbonnages (Espérance-Hautrage exploité par les charbonnages du Hainaut et Hensies-Pommerœul).

Les anciens charbonnages qui ont réussi à accroître sensiblement leur extraction ne sont pas nombreux.

Quelques charbonnages n'ont pas atteint leur extraction normale. Les charbonnages du Nord de Genly et du Nord de Flénu, endommagés pendant la guerre, ne sont pas encore revenus à la production normale.

Dans le **Centre**, comme à Mons, la production de 1920 a dépassé celle de toutes les années antérieures. L'extraction y a été de 110 % de celle de 1913 et dépasse celle de l'année 1919 de 700,000 tonnes environ.

Comme à Mons, l'augmentation de la production est due à la mise en exploitation de nouveaux puits : ceux du charbonnage de Bray et du nouveau siège Marie-José du charbonnage de Maurage.

Deux charbonnages du Centre ont dépassé sensiblement leur production de 1913, les autres n'ont pas atteint leur production normale.

A **Charleroi**, la production de l'année 1920 n'est que de 90 % de celle de 1913, elle dépasse cependant celle de l'année 1919 de plus d'un million de tonnes.

La plupart des charbonnages de la région de Charleroi ont extrait en 1920 sensiblement moins de charbon qu'en 1913 : quelques uns ont réussi à atteindre le taux de la production d'avant-guerre et quatre seulement l'ont dépassé sensiblement.

La production des charbonnages de **Namur** n'a atteint en 1920 que 73 % de celle de 1913; elle est cependant supérieure à celle de 1919 de plus de 100,000 tonnes.

La diminution de la production affecte tous les charbonnages importants de la province et est très sensible pour certains d'entr-eux. Une mine, du reste peu importante, inondée en août 1914, n'a pas été remise en activité.

La production des charbonnages de **Liége** en 1920 n'est que de 90 % de celle de 1913, mais dépasse cependant celle de 1919 de plus

d'un million de tonnes. Depuis l'armistice, la production se relève d'une manière continue et des progrès ont été encore réalisés au cours de l'année 1920.

Si quelques charbonnages de la province ont eu en 1920 une production légèrement supérieure à celle de 1913, la plupart d'entre eux sont sensiblement en dessous de leur extraction normale.

Dans le **Limbourg**, la production fut en 1919 de 140,000 tonnes et en 1920 de 246.000 tonnes. Il n'y a encore qu'un siège d'exploitation en activité et sa capacité de production atteint 1,000 tonnes environ par jour de travail.

Pour l'**ensemble du pays**, la production a été de 98 % de celle de 1913.

La production avait été, antérieurement, abstraction faite des années de guerre :

	Tonnes
En 1910. . . .	23,917,000 (maximum atteint).
1911. . . .	23,054,000
1912. . . .	22,972,000
1913. . . .	22,842,000
. . . . .	
1919. . . .	18,483,000
1920. . . .	22,414,000

Les charbonnages ont donc produit en 1920 à peu près le même tonnage qu'avant la guerre. Ce résultat n'a pu être atteint que grâce à l'appoint apporté par de nouveaux charbonnages.

Ainsi donc l'épuisement des anciennes mines et le fléchissement général du rendement de l'exploitation ont été compensés par l'exploitation de nouvelles mines. Il est à espérer que dans l'avenir il en sera de même, car le comble Nord du Couchant de Mons et la partie occidentale des districts du Couchant de Mons et du Centre, constituent des réserves encore peu entamées dont on commence l'exploitation. La mise à fruit de l'extension méridionale du bassin du Hainaut et le développement de l'exploitation de nouvelles concessions en Campine ouvrent des perspectives magnifiques, mais pour un avenir assez éloigné.

Lorsque l'on compare la production actuelle à celle d'avant guerre, il faut tenir compte de l'augmentation de la teneur en cendres qui

est, d'après les analyses faites par l'Administration des Chemins de fer, de 10 % environ.

§ 2. — Prix du charbon

Le Ministre des Affaires Economiques n'a pas usé du pouvoir que lui confère une loi de fixer le prix maximum du charbon et même de réquisitionner le charbon produit pour en assurer une répartition équitable. Son Office des Charbons s'est appliqué à limiter les exportations de combustible à ce qui était nécessaire pour satisfaire à des accords avec la France, l'Italie et d'autres pays, à distribuer rationnellement le charbon livré par les Allemands en vertu du traité de paix, et à s'entendre avec les producteurs belges pour répartir aussi équitablement que possible le charbon disponible entre les consommateurs et à empêcher les prix de dépasser un taux raisonnable.

C'est d'accord avec l'Office des Charbons, que la Fédération des Associations charbonnières de Belgique établit, en octobre 1919, et remania ensuite à plusieurs reprises un barême de prix, qui fut appliqué par tous les charbonnages du pays.

Les prix du premier barême d'octobre 1919 furent augmentés à différentes reprises : à partir du 30 décembre 1919, de 10 francs par tonne pour les charbons industriels et de fr. 7.50 par tonne pour les charbons domestique ;

à partir du 1er avril 1920, de 7 francs à la tonne
id. 1er juin 1920, de 3 »
id. 1er juillet 1920, de 3 »
id. 3 octobre 1920, de 3.75 à 8 fr à la tonne.

A partir du 3 octobre également, les charbons domestiques furent en outre augmentés de fr. 3.50 pour unifier les prix des charbons industriels et domestiques.

Le tableau ci-dessous montre, à titre d'exemple, quels furent les prix depuis 1914 des « têtes de moineaux » et du charbon demi-gras type IV.

	Têtes de moineaux 1/2 gras	Fines brutes o/70 — o/80 Type IV — 1/2 gras
1914 . . . . . fr.	34.00 (1)	14.50 (1)
1919 août	90.00	54.00
— 22 octobre (barême)	95.00 (2)	60.00 (2)
— 30 décembre id.	105.00 (2)	70.00 (2)
1920 1er avril id.	112.00 (2)	77.00 (2)
— 1er juin id.	115.00 (2)	80.00 (2)
— 1er juillet id.	118.00 (2)	83.00 (2)
— 3 octobre id,	126.00	85.75

Les prix des différentes catégories de charbon n'ont pas été relevés proportionnellement aux prix de 1914; depuis l'année 1919, les augmentations se sont faites en relevant tous les prix d'une même valeur. Toutefois, la dernière hausse, appliquée depuis le 3 octobre dernier a affecté différemment les diverses catégories; le prix des charbons bruts a été majoré de fr. 3.75; celui des charbons lavés de 0 à 10 millimètres a été majoré de fr. 5.50 et enfin, celui des charbons classés et lavés de plus de 10 millimètres, a été majoré de 8 fr. Les charbons spéciaux : ceux de la Concorde et d'Espérance-Batterie peuvent se vendre avec un supplément de 5 francs.

Avant cette dernière hausse, la différence de prix existant entre les fines brutes et les classés les plus haut cotés était de fr. 21.50 (3) soit 19 % seulement du prix le plus élevé; tandis qu'en 1914, cette différence était de fr. 19.50 soit 57 % du prix le plus fort. L'augmentation uniforme des prix des différentes catégories de charbon dont la conséquence a été le nivellement relatif des prix, a diminué l'intérêt que le producteur doit avoir de classer et de laver le plus possible son charbon. Elle n'a pas conduit non plus à une utilisation rationnelle des combustibles. Le barême des prix n'est certes pas étranger à l'augmentation de la teneur en cendres des charbons.

---

(1) Prix du contrat de juin 1914 de l'Administration des Chemins de fer de l'Etat (dernier contrat avant la guerre).

(2) Pour le charbon destiné à l'usage domestique, oes prix sont déduits de fr. 3.50.

(3) En effet, les têtes de moineaux, utilisées pour usage domestique, coûtaient 118 francs — fr. 3.50 = fr. 114.50 et les fines brutes industrielles 83 francs.

§ 3. — Les salaires des ouvriers mineurs (1).

Les salaires ont été augmentés à quatre reprises au cours de l'année 1920: de 15 % à partir du 1er mars; de 5 % à partir du 1er juin; de 5 % à partir du 4 juillet et de 5 à 10 % à partir du 3 octobre. Cette dernière augmentation s'est faite d'après l'échelle suivante :

10 %	pour les salaires	inférieurs à 20 francs.
9 %	»	de 20 à 22 »
8 %	»	22 à 24 »
7 %	»	24 à 26 »
6 %	»	26 à 28 »
5 %	»	supérieurs à 28 »

L'enquête sur les salaires a établi que cette dernière augmentation correspond dans l'ensemble à 7.17 %.

D'après ces bases, les salaires auraient dû augmenter, du commencement à la fin de l'année, de 38 %. En réalité, ils ont augmenté dans une plus forte proportion qui dépasse 40 % généralement et 50 % dans certains bassins (Mons et Liége) et pour certaines catégories d'ouvriers (ouvriers à veine).

Les plus fortes augmentations sont constatées dans les nouveaux charbonnages qui ont dû accroître leur personnel et dans les charbonnages voisins de ceux-ci qui ont retenu leurs ouvriers en augmentant les salaires.

Les tableaux suivants donnent les résultats de l'enquête sur les salaires faite par l'Administration des Mines.

---

(1) Les salaires des ouvriers mineurs ont commencé à augmenter en 1917; l'augmentation s'est accentuée en 1918. En 1919, il y eut une augmentation de 25 % en février ; pendant la deuxième quinzaine de novembre et les premiers jours de décembre, il y eut une augmentation suivant la formule Lombard :

Soit 15 %	pour les salaires	de moins de 10 francs.
10 %	»	de 10 à 15 »
5 %	»	de 15 à 18 »

Après la grève de Charleroi, le 16 décembre, une nouvelle augmentation uniforme de 2 fr. 50 (formule Libotte) fut appliquée à tous les salaires.

SALAIRE JOURNALIER MOYEN DES OUVRIERS A VEINE

Districts	Janvier	Avril	Août	Septembre	Octobre
Mons	21,80	27,22	30,59	31,05	32,99
Centre. . . .	22,33	26,31	30,40	30,71	32,17
Charleroi . . .	21,84	26,01	29,45	29,61	31,35
Namur.	21,96	24,86	28,54	28,47	30,45
Liége . . .	22,46	27,34	31,59	32,01	33,79
Liége Herve . .	21,63	26,26	29,57	30,01	31,25
Limbourg. . .	22,15	26,20	29,13	30,66	32,05
Le Royaume. .	22,03	26,62	30,35	30,66	32,41

SALAIRE JOURNALIER MOYEN DES OUVRIERS DU FOND

Non compris les ouvriers à veine

Districts	Janvier	Avril	Août	Septembre	Octobre
Mons	18,95	22,45	25,85	25,88	27,88
Centre. . . .	18,81	22,21	25,11	25,44	26,75
Charleroi . . .	19,27	22,35	25,50	25,59	26,82
Namur . .	18,83	22,13	24.92	25.13	26,90
Liége	17,25	21,17	24,36	24,75	26,79
Liége Herve . .	18,68	21,26	23,79	23,92	25,75
Limbourg. . .	17,52	20,17	21,89	22,25	23,95
Le Royaume.	18,61	22,01	25,13	25,31	26,95

SALAIRE JOURNALIER MOYEN DES OUVRIERS DE LA SURFACE (hommes)

Districts	Janvier	Avril	Août	Septembre	Octobre
Mons	14,70	17.33	19,07	19,22	20,79
Centre. . . .	15,91	18,66	20,87	20,85	22,82
Charleroi . . .	15,28	17,74	19,53	19,59	21,29
Namur. . . .	14,63	16,67	18,72	18,67	20,19
Liége	14,36	16,40	18,20	18,31	20,99
Liége Herve . .	15,39	17,81	20,12	20,38	21,36
Limbourg. . .	13,30	15,96	17,11	17,48	18,49
Le Royaume. .	14.97	17,45	19,24	19,35	21,03

SALAIRE JOURNALIER MOYEN DES OUVRIERS DE LA SURFACE (femmes)

Districts	Janvier	Avril	Août	Septembre	Octobre
Mons	7,51	8,55	9,43	9,40	10,21
Centre. . . .	8,61	9,71	10,35	10,51	11,53
Charleroi . . .	8,47	9,71	10,58	10,65	11,65
Namur . . .	8,54	9,73	10,92	10,91	11,95
Liége	8,17	9,42	10,52	10,67	11,55
Liége Herve . .	8,96	10,49	11,71	11,82	12,83
Limbourg. . .	7,70	8,14	9,66	9,61	9,64
Le Royaume. .	8,24	9,44	10,34	10,42	11,36

SALAIRE JOURNALIER MOYEN DE L'ENSEMBLE DU PERSONNEL

Fond et surface réunis

Districts	Janvier	Avril	Août	Septembre	Octobre
Mons . . .	17.81	21,33	24,08	24,25	26,07
Centre. . . .	18,17	21,32	24,08	24,33	25,03
Charleroi . . .	17,77	20,78	23,31	23,45	25,15
Namur. . . .	17,92	20,76	23,38	23,42	25,16
Liége	17.11	20,25	23,09	23,48	25,27
Liége Herve . .	17,81	20,49	23,01	23,21	24,66
Limbourg. . .	15,41	18,01	19,25	19,70	20,98
Le Royaume. .	17,67	20,80	23,47	23,68	25,38

§ 4. — Nombre d'ouvriers.

Production par jour et par ouvrier.

Les nombres d'ouvriers ne sont pas obtenus par un dénombrement, mais déduits, d'une manière approximative, des nombres de journées faites.

Les ouvriers de charbonnages ont été beaucoup plus nombreux en 1920 qu'en 1919 et qu'en 1913 surtout.

Le tableau suivant donne, pour les différents districts houillers, la production par jour et par ouvrier à veine, par ouvrier du fond et par ouvrier du fond et de la surface réunis.

PRODUCTION MOYENNE PAR JOUR DE TRAVAIL ET PAR OUVRIER

	Ouvriers à veine. Kilogr.	Ouvriers du fond (y compris les ouvriers à veine). Kilogr.	Ouvriers du fond et de la surface réunis. Kilogr
COUCHANT DE MONS			
1913	2.422	627	460
1919	2.843	610	427
1920 — janvier . . .	2.803	631	445
décembre . . .	2.806	632	446
l'année. . . .	2.802	628	440
CENTRE			
1913	2 986	744	535
1919	3.124	667	450
1920 — janvier. . . .	3.248	675	484
décembre . . .	3.360	700	503
l'année . . .	3.304	691	480
CHARLEROI			
1913	3.659	831	575
1919	3.456	746	483
1920 — janvier. . . .	3.520	744	486
décembre . . .	3.798	776	520
l'année . . .	3.696	768	501
NAMUR			
1913	3.146	764	573
1919	3.348	690	477
1920 — janvier. . . .	3.416	696	465
décembre . . .	3.816	752	530
l'année. . . .	3.656	730	497
LIÉGE			
1913	3.406	704	517
1919	3.218	606	428
1920 — janvier. . . .	3.294	611	433
décembre . . .	3.857	631	452
l'année. . . .	3.374	629	445
BASSIN DU SUD			
1913	3.160	731	528
1919	3.187	662	450
1920 — janvier. . . .	3.230	670	462
décembre . . .	3.397	689	482
l'année. . . .	3.310	682	468

Il faut tenir compte, dans l'examen de ce tableau, de la proportion de pierres dans le charbon produit qui relève depuis 1913 d'une manière factive les rendements de 10 % environ.

Le relèvement de la production par ouvrier à veine est partiellement dû à l'exploitation de nouveaux sièges où le rendement est supérieur à ceux des anciens charbonnages.

L'augmentation générale de la production des ouvriers à veine est la conséquence de l'emploi des marteaux-pics.

Les progrès réalisés au cours de l'année 1920, et marqués par les résultats des mois de janvier et de décembre, sont remarquables.

§ 5. — Coke.

Le tableau suivant donne la production et la consommation des fabriques de coke en 1913, en 1919 et en 1920.

FABRIQUE DE COKE — PRODUCTION ET CONSOMMATION

UNITÉ : 1,000 TONNES

Production		1913	1919	1920
Couchant de Mons		778	319	551
Centre		692	256	557
Charleroi		730	129	358
Liége		877	53	320
Autres districts		446	»	»
Le Royaume		3,523	757	1,800
Consommation				
Charbon	belge . .	2,806	986	1,964
	étranger .	1,795	1	379
	TOTAL . .	4,601	987	2,343

La production de coke a atteint pour l'ensemble de l'année 63 % de celle de 1913.

Le tableau suivant, donnant la production en janvier et en décembre de l'année 1920, montre les progrès qui ont été réalisés au cours de l'année.

Année 1920	Production de coke (1,000 tonnes) en janvier	en décembre
Couchant de Mons	43	50
Centre	41	51
Charleroi	17	40
Liége	11	41
Total.	112	182

Les progrès sont remarquables surtout à Charleroi et à Liége où ils sont dus à l'utilisation de fines à coke livrées par l'Allemagne.

Le charbon étranger dans l'approvisionnement des fours à coke représentait en janvier 1920 6,000 tonnes, et en décembre 65,000 tonnes. Ce charbon étranger est employé presque exclusivement à Charleroi et à Liége.

§ 6. — Agglomérés.

La production d'agglomérés pendant les années 1913, 1919 et 1920 est donnée dans le tableau suivant :

FABRIQUE D'AGGLOMÉRÉES. — PRODUCTION.
UNITÉ : 1,000 TONNES

PRODUCTION	1913	1919	1920
Couchant de Mons	22	46	77
Centre	148	123	199
Charleroi	1,694	1,561	1,711
Namur	171	204	232
Liége	453	614	703
Autres districts.	120	»	»
Le Royaume	2,608	2,548	2,922
Pourcentage par rapport à l'année 1913.	100	98	112

La production de l'année 1920 est sensiblement plus forte que celle de l'année 1913 ; les progrès sont remarquables dans tous les districts charbonniers, sauf dans celui de Charleroi dont la production d'agglomérés est relativement constante.

Les besoins en briquettes toujours plus grands des Chemins de fer de l'Etat belge en expliquent le développement de la fabrication.

II. — Commerce extérieur.

A. — Exportations.

Unité 1,000 Tonnes	1913	1919	1920
Houille	4.981	3,412	1,638
Coke	1,114	281	219
Agglomérés	643	367	215
Total (le coke et les agglomérés étant comptés pour leur équivalent en houille)	7,009	4,112	2,120

Les exportations de 1920 sont bien inférieures à celles de l'année 1919.

DESTINATION DES EXPORTATIONS DE L'ANNÉE 1920

Unité 1000 tonnes	Houille	Coke	Agglomérés	Total (1)
France	939	11	40	986
Gd-Duché de Luxembourg .	104	194	»	362
Italie	134	»	»	134
Suisse	82	5	12	100
Pays-Bas	21	7	»	30
Autres pays	2	2	4	8
Provision de bords . . .	356	»	159	500
Total .	1,638	219	215	2,120

(1) Le coke et les agglomérés étant comptés pour leur équivalent en houille.

B. IMPORTATIONS

Unité : 1000 tonnes	1913	1919	1920
Houille	8,856	124	1,541
Coke	1,128	7	124
Agglomérés	467	»	152
Total (le coke et les agglomérés étant comptés pour leur équivalent en houille)	10,753	133	1,841

PROVENANCE DES IMPORTATIONS DE L'ANNÉE 1920

Unités : 1,000 T.	Houille	Coke	Agglomérés	Total
Allemagne . . .	1,211	111	97	1,445
Grande-Bretagne .	301	»	55	351
États-Unis	28	2	»	30
France	1	»	»	1
Pays-Bas . . .	»	3	»	4
Autres pays . .	»	8	»	10
Total	1,541	124	152	1,841

Dans les derniers mois de l'année, le charbon importé provenait exclusivement de l'Allemagne.

III. – Consommation

Unité : 1,000 Tonnes	1913	1919	1920
Production	22,842	18,483	22,414
Différence des stocks	— 539	+ 759	+ 314
Importation	10,753	133	1,841
Exportation	7,009	4,112	2,120
Consommation	26,047	15,263	22,449
Pour cent par rapport à l'année 1913	100	59	86

La consommation apparente de 1920 représente 86 % de celle de 1913. Si l'on tient compte de l'augmentation de 10 % de la teneur en cendres du charbon belge, la consommation en 1920 n'est plus que de 78 % de celle de 1913.

INDUSTRIES METALLURGIQUES

Production métallurgique pendant les années 1913, 1919 et 1920

Unité : 1000 tonnes	1913	1919	1920 (1)
Fonte	2,485	251	1,129
Acier brut	2,467	334	1,234
Acier fini	1,858	342	1,072
Fer fini	304	69	197
Zinc brut	204	20	83

(1) Chiffres provisoires.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Constitution d'une commission chargée d'étudier les dispositifs ou procédés propres à augmenter la salubrité intérieure des usines à zinc et autres métaux spéciaux, et à diminuer les dommages causés par ces usines aux propriétés environnantes.

RAPPORT AU ROI

Bruxelles, le 8 décembre 1920.

SIRE,

Dans les usines à zinc et autres métaux spéciaux, de par la nature des matières traitées, de même que par suite des opérations qui se pratiquent, l'atmosphère des halles est toujours plus ou moins insalubre. Dans certains cas même, les émanations qui se produisent peuvent provoquer de graves désordres dans l'organisme des ouvriers.

D'un autre côté, les fumées qui s'échappent de ces usines renferment ou entraînent, en plus ou moins grande quantité, des éléments qui exercent une action nocive sur la végétation des régions environnantes.

De tels dangers pour la santé des travailleurs, de tels inconvénients pour les propriétés situées dans le voisinage des dites usines, doivent évidement être réduits au minimum.

Il importe de créer une commission qui aura pour mission d'étudier et de rechercher les moyens d'arriver à ce résultat.

Tel est l'objet du projet d'arrêté que j'ai l'honneur de soumettre à à l'approbation de Sa Majesté.

Les travaux de cette commission apporteront, je n'en doute pas, des remèdes efficaces à la situation, aussi ai-je la confiance que ma proposition recevra Son entière et bienveillante approbation.

Je suis, Sire,

de Votre Majesté,
le très humble et dévoué Ministre.

Le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

ARRÊTÉ ROYAL INSTITUANT LA COMMISSION

ALBERT, Roi des Belges,

A TOUS, PRÉSENTS ET A VENIR, SALUT.

Considérant que dans l'intérêt général, il y a lieu de rechercher les dispositifs et procédés propres à augmenter la salubrité intérieure des usines à zinc et autres métaux spéciaux et à diminuer les dommages causés par ces usines aux propriétés environnantes ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article premier. — Il est institué, à la direction générale des mines, une commission chargée de rechercher et d'étudier les moyens — dispositifs ou procédés — propres à augmenter la salubrité intérieure des usines à zinc et autres métaux spéciaux et à diminuer les dommages causés par ces usines aux propriétés enbironnantes.

Art. 2. — Sont nommés membres de cette commission :

MM. Chertier, L., directeur de l'Usine à zinc de et à Ougrée ;
Devlieger, L., membre de la Fédération syndicale des métallurgistes, à Beyne-Heusay ;
MM. Dor, E., ingénieur, administrateur-délégué de la Société anonyme de Rothem, à Liége ;
Firket, V., ingénieur en chef, directeur des mines, à Hasselt ;
Gillet, J., membre de la Fédération syndicale des métallurgistes, à Antheit ;
Glibert, D., docteur, inspecteur général du service médical du Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement, à Uccle ;
Goetgebuer, G., secrétaire général de la Fédération nationale des métallurgistes, à Gand ;
Lebacqz, J., directeur général des mines à Ixelles ;
Micheels, H., docteur en sciences naturelles, à Liége ;
Proost, E., professeur à l'université de Liége ;

MM. Raven, G., ingénieur en chef, ff. à l'administration centrale des mines, à Schaerbeek ;

Simonis, A., ingénieur attaché à la direction générale de la Société anonyme des Usines et Fonderies de Zinc de la Vieille-Montagne, à Bruxelles.

Art. 3. — MM. Lebacqz, Firket et Raven rempliront respectivement les fonctions de président, secrétaire et secrétaire-adjoint de la commission.

Art. 4. — La commission pourra, sous réserve de l'approbation du Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement, faire appel aux lumières de toutes personnes compétentes en la matière, soit par leurs études, soit par leur expérience spéciale.

Art. 5. Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 14 décembre 1920

ALBERT.

Le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

Commission de révision des règlements miniers.

MODIFICATION

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DU RAVITAILLEMENT,

Vu l'arrêté du 4 décembre 1897, instituant une Commission de révision des règlements miniers ;

Vu l'arrêté du 15 mai 1919 réorganisant cette commission ;

Considérant qu'il y a lieu de pourvoir au remplacement de M. EVRARD, N., décédé :

ARRÊTE :

ARTICLE PREMIER. — M. STEIN, Edgard, Ingénieur, Directeur-Gérant de la Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine, à Monceau-sur-Sambre, est nommé membre de la Commission de révision des règlements miniers.

ART. 2. — Expédition du présent arrêté sera adressée pour information à la Cour des Comptes et, pour exécution, au Directeur Général des Mines, président de la Commission.

Bruxelles, le 10 novembre 1920.

J. WAUTERS.

Comité Directeur
des « Annales des Mines de Belgique ».

MODIFICATION

ALBERT, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT,

Vu l'arrêté royal du 9 mars 1896, instituant la publication des *Annales des Mines de Belgique* ;

Vu l'arrêté royal du 30 juin 1919 réorganisant le Comité Directeur de ces Annales ;

Vu l'arrêté royal du même jour nommant les membres de ce Comité ;

Considérant qu'il y a lieu d'accepter la démission de M. J. JACQUET, Inspecteur Général honoraire des Mines et de pourvoir à son remplacement ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

ARTICLE PREMIER. — La démission de M. J. JACQUET, Inspecteur Général honoraire des Mines, de ses fonctions de membre du Comité Directeur des *Annales des Mines de Belgique*, est acceptée.

ART. 2. — M. Victor LECHAT, Ingénieur en Chef, Directeur des Mines à Liége, est nommé membre du dit Comité.

ART. 3. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 18 novembre 1920.

ALBERT

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

CORPS DES MINES

Règlement organique. — Modification.

ALBERT, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu le dernier paragraphe de l'article 35 de l'arrêté royal du 31 décembre 1919, apportant modification au règlement organique du service et du corps des ingénieurs des mines, paragraphe ainsi conçu :

« Lorsqu'un membre du corps est chargé, soit d'un service extraordinaire, soit d'une mission dans l'intérieur du pays en dehors du ressort, le Ministre peut lui accorder une indemnité fixe de déplacement ou l'autoriser à présenter des états de frais de voyage établis d'après le tarif prévu à l'arrêté royal du 23 octobre 1850 » :

Considérant que ce dernier tarif n'est plus en rapport avec la situation actuelle et qu'il y a donc lieu de le modifier ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

ARTICLE PREMIER. — En ce qui concerne son application aux fonctionnaires et agents de l'administration des mines, l'arrêté royal du 23 octobre 1850 est abrogé.

ART. 2. — Les frais de route et de séjour résultant des déplacements prévus au dernier paragraphe de l'article 35 de l'arrêté royal du 31 décembre 1919, apportant modification au règlement organique du service et du corps des ingénieurs des mines, seront calculés conformément aux dispositions de l'arrêté royal du 14 mai 1920, concernant les frais de déplacement des fonctionnaires et agents du Ministère de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement.

ART. 3. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 30 novembre 1920.

ALBERT,

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

Lois coordonnées du 30 août 1920 sur les pensions de vieillesse en faveur des ouvriers mineurs.

EXÉCUTION

Arrêté royal du 5 novembre 1920 fixant pour les anciens ouvriers non pensionnés, nés avant le 1er janvier 1868, les conditions d'admission à la pension.

ALBERT, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu les lois coordonnées sur les pensions de vieillesse en faveur des ouvriers mineurs du 30 août 1920 ;

Vu l'article 10 des dites lois ainsi conçu :

« La condition d'avoir travaillé jusqu'à l'âge prévu par les articles 8 et 9 n'est pas requise pour les anciens ouvriers non pensionnés, nés avant le 1er janvier 1868, s'ils sont incapables de travailler normalement dans un charbonnage et se trouvent dans le besoin.

» Néanmoins la pension ne sera pas accordée s'il est prouvé que l'ancien ouvrier a quitté prématurément la mine pour une autre raison qu'un motif de santé. »

Revu l'arrêté royal du 8 février 1919 pris en exécution de la loi du 26 mai 1914, complétant la loi du 5 juin 1911 sur les pensions de vieillesse en faveur des ouvriers mineurs ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

ARTICLE PREMIER. — Pour être admis à la pension annuelle et viagère prévue par l'article 10 des lois coordonnées du 30 août 1920, l'intéressé doit réunir les conditions suivantes :

1° Etre né avant le 1er janvier 1868 ;

2° Avoir perdu la qualité d'ouvrier mineur et n'être pas pensionné ;

3° Avoir travaillé pendant trente ans au moins dans une exploitation houillère belge ;

4° Avoir quitté prématurément le travail de la mine pour motif de santé ;

5° Etre âgé de 60 ans ;

6° Etre incapable de travailler normalement dans un charbonnage, soit au fond, soit à la surface et se trouver dans le besoin.

ART. 2. — L'âge d'admission est réduit à 55 ans pour les anciens ouvriers qui, indépendamment des conditions requises par l'article précédent, justifieront avoir travaillé pendant trente ans au moins dans les travaux souterrains d'une exploitation houillère belge.

ART. 3. — Est considéré comme ayant quitté la mine pour motif de santé, tout ancien ouvrier qui a abandonné prématurément le travail ; cette présomption peut être renversée par la preuve contraire.

ART. 4. — L'ouvrier qui demande à être admis au bénéfice de la pension, doit établir l'incapacité dans laquelle il se trouve, de travailler normalement dans le charbonnage, soit aux travaux du fond, soit à ceux de la surface ; il devra éventuellement se soumettre à un examen de la part d'un médecin désigné par la Caisse de prévoyance.

ART. 5. — L'appréciation du besoin aura lieu conformément aux règles tracées par la loi générale sur les pensions du 20 août 1920.

ART. 6. — Sous réserve de la disposition de l'arrêté du 8 février 1919 fixant rétroactivement au 1er juillet 1914 l'entrée en jouissance des pensions allouées en application de ce dernier, les dispositions du présent arrêté ne sont applicables qu'à partir de la date de sa mise en vigueur.

ART. 7. — L'arrêté royal du 8 février 1919 est abrogé dans celles de ses dispositions qui sont contraires au présent arrêté.

ART. 8. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 5 novembre 1920.

ALBERT.

Par le Roi,

Le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

Lois coordonnées du 30 août 1920 sur les pensions de vieillesse en faveur des ouvriers mineurs.

EXÉCUTION

Arrêté royal du 6 novembre 1920 assimilant les ouvriers des mines métalliques concédées aux ouvriers des mines de houille.

ALBERT, Roi des Belges.

A tous présents et à venir, SALUT.

Vu les lois coordonnées sur les pensions de vieillesse en faveur des orvriers mineurs, du 30 août 1920 ;

Vu notamment l'article 17 de ces lois, conçu comme suit :

« Sont assimilés aux ouvriers houilleurs, les ouvriers des mines métalliques concédées » ;

Considérant que cette assimilation a pour conséquence d'assurer aux ouvriers des mines métalliques concédées, le bénéfice des pensions et autres avantages garantis aux ouvriers des charbonnages, et de les soumettre d'autre part, aux obligations édictées par les lois coordonnées à charge de ces derniers ; que l'application de ces mesures est subordonnée, toutefois, à la condition que les exploitants des mines métalliques concédées soient assujettis à un régime identique à celui établi par les lois coordonnées pour les exploitants des charbonnages, au point de vue de l'affiliation aux caisses de prévoyance reconnues, ainsi qu'à celui de la contribution aux charges des dites caisses ;

Considérant qu'il y a lieu d'organiser ce régime en vue d'assurer l'exécution de l'article 17 précité ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement ;

Nous avons arrêté et arrêtons :

ARTICLE PREMIER. — Les ouvriers occupés dans les exploitations métalliques concédées du pays à la date du 1er octobre 1920, sont assimilés aux ouvriers houilleurs au point de vue des droits et obligations définis par les lois coordonnées sur les pensions de vieillesse au profit des ouvriers mineurs.

ART. 2. — Tous les ouvriers âgés de moins de 60 ans au 1er octobre 1920 seront assurés à la Caisse Générale de Retraite sous la garantie de l'Etat dans les conditions prévues par les articles 1, 2 et 6 des lois coordonnées sur les pensions de vieillesse.

ART. 3. — Ils bénéficieront des pensions et compléments de pension prévus par les articles 7, 8, 9 et 11 à charge des caisses de prévoyance reconnues du royaume ainsi que des allocations prévues à l'article 15 à charge des pouvoirs publics.

ART. 4. — Les veuves des ouvriers des mines métalliques concédées bénéficieront des dispositions prévues à l'article 14 des lois coordonnées.

ART. 5. — En vue d'assurer aux caisses de prévoyance les ressources qui leur sont nécessaires pour le service des pensions reconnues par les dispositions qui précèdent, il est perçu :

1° A charge de chaque ouvrier occupé dans les exploitations métalliques concédées, une contribution de 1 franc par mois pour les ouvriers âgés de plus de 18 ans et de fr. 0.50 pour ceux âgés de moins de 18 ans;

2° A charge des exploitants, une cotisation de 2 1/2 % sur les salaires payés.

ART. 6. — Les exploitants des mines métalliques concédées sont tenus de réaliser l'assurance de leurs ouvriers à la Caisse Générale d'Epargne et de Retraite, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une société mutualiste reconnue par le gouvernement ou d'une caisse de prévoyance. Ils doivent, en outre, être affiliés à une caisse commune de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs, dans les conditions prévues par l'article 4 des lois coordonnées.

ART. 7. — Les dispositions des lois coordonnées sur les pensions de vieillesse et des arrêtés pris pour leur exécution, concernant les ouvriers houilleurs ainsi que les exploitants de charbonnages seront, d'une manière générale, applicables aux ouvriers des mines métalliques concédées, ainsi qu'aux exploitants des mines en activité ou mises en activité à partir de l'entrée en vigueur du présent arrêté.

ART. 8. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 6 novembre 1920.

ALBERT.

Par le Roi,

Le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

Lois coordonnées du 30 août 1920, sur les pensions de vieillesse en faveur des ouvriers mineurs.

EXÉCUTION

Arrêté royal du 7 novembre 1920 organisant le fonds national de retraite des ouvriers mineurs.

ALBERT, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu les lois coordonnées sur les pensions de vieillesse en faveur des ouvriers mineurs, du 30 août 1920 ;

Vu notamment l'article 18, § 3, de ces lois, relatif à l'institution d'un fonds spécial commun à toutes les caisses de prévoyance du royaume ;

Vu l'article 19 des mêmes lois visant l'organisation en commun des services rentrant dans l'objet social des caisses de prévoyance ;

Vu la loi du 28 mars 1868 sur les caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs ;

Considérant qu'il y a lieu de régler l'organisation du fonds national ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

ARTICLE PREMIER. — Il est créé, sous la dénomination de « Fonds national de retraite des ouvriers mineurs », un fonds spécial commun aux caisses de prévoyance reconnues du royaume.

ART. 2. — Le siège administratif du fonds national est établi à Bruxelles.

ART. 3. — Le fonds national est destiné à constituer une réserve au profit des caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs.

Il a pour but :

1° De couvrir le déficit des caisses de prévoyance, lorsque les charges dépassent les recettes et de faire éventuellement l'avance des fonds nécessaires pour le paiement régulier et intégral des pensions ;

2° D'assurer le maintien des pensions et compléments de pension prévus par la loi au profit des ouvriers houilleurs pensionnés qui ont appartenu à des charbonnages abandonnés ou ayant cessé leur exploitation ;

3° De satisfaire aux obligations légales qui peuvent éventuellement être mises à sa charge dans le cadre de l'article 3 de la loi du 28 mars 1868.

ART. 4. — Le fonds national est formé au moyen des versements des caisses de prévoyance. Chacune des caisses de prévoyance est tenue, à l'expiration de chaque exercice, de verser dans ce fonds, l'excédent de ses recettes sur ses dépenses.

Les recettes des caisses de prévoyance sont constituées par les cotisations des exploitants dont le taux est fixé à 2 1/2 % des salaires payés aux ouvriers, les contributions des ouvriers, et les subventions de l'Etat.

Les dépenses comprennent les pensions et les compléments de pension servis par les caisses conformément à leurs statuts, ainsi que les frais d'administration.

L'exercice social commence le 1er janvier pour finir le 31 décembre de chaque année ; exceptionnellement le premier exercice ne comportera qu'une durée de trois mois et commencera le 1er octobre pour finir le 31 décembre 1920.

ART. 5. — Le fonds national est administré et représenté par un conseil d'administration au sein duquel les exploitants et les ouvriers seront représentés en nombre égal.

Le conseil d'administration est composé :

1° De deux délégués de chacune des six caisses de prévoyance, représentant, l'un des exploitants des charbonnages affiliés à la caisse, l'autre le personnel ouvrier occupé dans les exploitations affiliées ;

2° De deux délégués du gouvernement qui remplissent respectivement les fonctions de président du conseil et de directeur général.

La durée des mandats est fixée à six ans,

ART. 6. — Les délégués des caisses de prévoyance sont respectivement élus dans chacune des caisses, pour les représentants des exploitants par les membres patrons effectifs et suppléants de la commission administrative de la caisse, pour les représentants des ouvriers, par les membres ouvriers effectifs et suppléants des mêmes commissions.

En vue de cette élection, les membres effectifs et suppléants seront convoqués en assemblée distincte pour chacune des catégories et réunis en collège par le président de la commission administrative.

Celui-ci n'aura voix délibérative que s'il appartient lui même à l'une des catégories, soit des patrons, soit des ouvriers.

ART. 7. — En cas de vacance d'une place d'administrateur, il est pourvu au remplacement du titulaire dans les trois mois au plus tard par la caisse qui l'aura désigné.

ART. 8. — Le président et le directeur général sont nommés par le Roi qui fixe leur traitement initial. Celui-ci peut être augmenté par une décision du conseil d'administration.

ART. 9. — Les résolutions du conseil sont prises à la majorité des voix. En cas de parité, la voix du président est prépondérante.

ART. 10. — Le conseil d'administration représente le fonds national et fait tous actes d'administration et de disposition qui intéressent celui-ci.

ART. 11. — Le conseil désignera dans son sein un comité de trois à cinq membres chargé de la gestion de l'avoir du fonds ; il pourra être adjoint à ce comité un délégué du gouvernement à désigner par le Ministre des Finances.

ART. 12. — Les fonds disponibles peuvent être placés temporairement en dépôt ou en compte courant dans les établissements financiers dont la désignation appartient au conseil d'administration.

Les placements définitifs ne peuvent être faits qu'en fonds d'Etat, obligations créées ou garanties par l'Etat, les provinces ou les communes, etc., et en valeurs de premier ordre.

Toutes autres opérations sont interdites.

ART. 13. — Le conseil d'administration arrête le règlement d'ordre intérieur. Celui-ci règle ce qui a trait à la nomination du personnel, à leurs attributions, aux émoluments et au jetons de présence du président, des administrateurs et du directeur général.

ART. 14. — Le directeur général fait exécuter les décisions du conseil d'administration; il est chargé de la gestion courante du fonds; il représente celui-ci dans tous les actes relatifs à cette gestion. Les actions judiciaires sont exercées à sa poursuite et diligence. Il signe les procès-verbaux des délibérations ainsi que toutes pièces à produire en justice ou ailleurs.

Il contrôle et vérifie les recettes et les dépenses des caisses de prévoyance au point de vue notamment de leur conformité avec les statuts; il peut, le cas échéant, soumettre à l'avis du conseil d'administration du fonds, les cas litigieux. Tous les actes qui engagent le fonds national sont signés conjointement par le président et le directeur général; à défaut des signatures du président ou du directeur général, la signature de deux administrateurs est requise.

ART. 15. — Le président peut suspendre l'exécution de toute décision qui lui paraîtra contraire aux lois et aux intérêts de l'Etat. Il en est donné avis au gouvernement. Si le gouvernement n'a pas statué dans la quinzaine de cet avis, la décision peut être exécutée.

ART. 16. — Le fonds national bénéficie des avantages prévus par l'article 3 de la loi du 28 mars 1868.

ART. 17. — Les frais d'administration sont à la charge du fonds national. Les fonctions des membres du conseil d'administration sont gratuites. Le règlement d'ordre intérieur peut toutefois leur allouer des jetons de présence; en outre des émoluments peuvent être alloués aux membres du conseil chargés de délégations spéciales.

ART. 18. — Dans le cas où les charges d'une caisse de prévoyance ont dépassé les recettes de l'exercice, le montant du déficit sera couvert par le fonds national. Dans le cas où, au cours d'un exercice, les recettes prévues par la caisse, à charge tant des exploitants affiliés que du personnel occupé dans les exploitations, sont insuffisantes pour couvrir le paiement des pensions ou compléments de pension en cours, le fonds national fera à la caisse l'avance des sommes nécessaires au paiement intégral des pensions et au fonctionnement régulier de l'institution.

Les mêmes sommes ainsi avancées sont sujettes à remboursement dans le cas où, à la fin de l'exercice, les comptes de la caisse accusent un excédent des recettes totales sur les dépenses.

ART. 19. — Le fonds national prendra à sa charge les pensions et compléments de pension et autres avantages reconnus au profit

d'ouvriers pensionnés ayant appartenu à des charbonnages qui viendront à être abandonnés ou qui cesseront leur exploitation après la mise en vigueur du présent arrêté.

Le service de ces allocations sera effectué par l'intermédiaire de la caisse de prévoyance à laquelle les exploitations se trouvaient affiliées.

ART. 20. — A l'expiration de chaque année, le conseil d'administration fera rapport au gouvernement sur l'activité du fonds national et sur la situation financière de celui-ci. Il y annexera un état des biens de toute nature affectés à la réalisation de son objet.

ART. 21. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 7 novembre 1920

ALBERT.

PAR LE ROI :

Le Ministre de l'Industrie du Travail,
et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

POLICE DES MINES

Utilisation des câbles végétaux fabriqués en matériaux de remploi, à la translation de personnel

CIRCULAIRE

A MM. les Ingénieurs en chef Directeurs des dix arrondissements des mines.

BRUXELLES, le 11 octobre 1920.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

Pendant l'occupation et même après l'armistice, d'assez nombreux câbles de mine ont été fabriqués au moyen d'aloès de remploi, soit de fils de caret en bon état retirés de tronçons de câbles hors d'usage, soit de fibres elles-mêmes provenant des meilleurs éléments de ces derniers.

Dans une circulaire du 12 mai 1917, M. le Directeur Général d'alors, tout en faisant remarquer que rien dans les règlements ne s'oppose à ce genre de fabrication, a spécifié toutefois que, vu les variations que peuvent présenter la qualité et par suite, la résistance de la matière première de remploi utilisée, il y avait lieu, pour les câbles ainsi obtenus, de renforcer, en quelque sorte, les conditions habituelles de contrôle et de surveillance.

Il a estimé tout d'abord, qu'avant fonctionnement, un essai effectué sur éprouvette prélevée à chacune des extrémités donnerait des indications suffisantes au sujet du profil adopté, et ensuite que, « pendant le fonctionnement, il y aurait lieu d'exiger le renouvellement de l'essai à la patte après un laps de temps ne dépassant pas un an. »

L'expérience a prouvé que ces précautions sont insuffisantes et que les câbles fabriqués en aloès remanié constituent un réel danger.

Dans ces derniers temps, en effet, plusieurs ruptures de câbles de l'espèce se sont produites, sans qu'il y ait eu choc, mais uniquement par suite du manque de résistance du câble.

Les enquêtes auxquelles il a été procédé au sujet de ces accidents, tout matériels heureusement, ont nettement démontré que les essais effectués à la patte ne donnaient aucune indication sérieuse au suiet de la charge de rupture en plein câble.

Alors que dans la plupart des cas, les résultats des essais à la patte étaient satisfaisants ou relativement satisfaisants, il a été établi, par des constations précises, qu'en plein câble, de nombreux fils étaient brisés et la résistance, considérablement diminuée.

Cet état de choses, que l'on peut attribuer, en grande partie, à un trop long usage de la matière première employée dans la fabrication des câbles, est d'autant plus grave qn'il peut passer inaperçu à l'agent visiteur. C'est ainsi que, dans l'un des cas, la visite n'avait précédé la rupture que de quelques heures et l'agent-visiteur avait estimé que le câble était en bon état.

Une telle situation ne peut évidemment durer.

C'est pourquoi vous voudrez bien, Monsieur l'Ingénieur en chef, inviter les exploitants, par inscription au registre d'ordres, à ne plus utiliser des câbles en aloès remanié, à la translation du personnel, et attirer leur sérieuse attention sur la grave responsabilité qu'ils encourraient en cas d'accident dû à la non-observation de l'invitation précédente.

Si, par suite de circonstances spéciales, il était nécessaire d'user temporairement, d'une certaine tolérance, il y aurait lieu de ne le faire que tout à fait exceptionnellement, avec une prudence extrême, et moyennant l'observation de conditions rigoureuses à déterminer dans chaque cas particulier.

Au nom du Ministre :

Le Directeur Général des Mines,

JEAN LEBACQZ.

Application de l'arrêté royal du 15 septembre 1919, relatif aux installations superficielles des mines, minières et carrières souterraines.

CIRCULAIRE

A MM. les Inspecteurs Généraux

BRUXELLES, le 2 décembre, 1920.

MONSIEUR L'INSPECTEUR GÉNÉRAL,

Des instructions m'ont été demandées sur la manière dont il convient d'interpréter le premier paragraphe de l'article 14 de l'arrêté royal du 15 septembre 1919, relatif aux installations superficielles des mines, minières et carrières souterraines.

Ce paragraphe prescrit la mise à la disposition du *personnel de la surface*, des bains-douches ou de lavabos avec vestiaire y attenant, installés conformément aux dispositions des arrêtés royaux du 28 août 1911 et du 6 septembre 1912.

Ces deux arrêtés s'appliquent au *personnel du fond* des mines de houille.

L'arrêté royal du 28 août 1911 prescrit l'installation de bains-douches dans les sièges d'exploitation comportant au moins 50 ouvriers au poste le plus chargé, tandis que *l'arrêté royal du 6 septembre 1912* prévoit l'installation de lavabos avec vestiaires attenant, dans les siéges ne possédant pas de bains-douches établis conformément aux prescriptions de l'arrêté précédent, et dont le poste le plus chargé ne comporte pas 50 ouvriers

Or, alors que le personnel du fond des mines de houilles ne comprend pas de femmes, il n'en est pas toujours de même du personnel de la surface.

La distinction à faire entre les installations réservées aux deux sexes est déterminée par le second paragraphe de l'article 14 de l'arrêté royal du 15 septembe prérappelé, paragraphe ainsi conçu : « Les installations pour les deux sexes seront complètement indépendantes l'une de l'autre. »

La question s'est ainsi posée de savoir comment il y a lieu de comprendre le nombre de 50 ouvriers prévu dans les arrêtés royaux du 28 août 1911 et du 6 septembre 1912, lorsqu'il s'agit de personnel de surface comprenant des représentants des deux sexes.

Pour éviter les anomalies qui pourraient résulter d'une interprétation trop étroite des dispositions ci-dessus rappelées, vous voudrez bien dorénavant considérer que pour l'application de l'article 14 de de l'arrêté royal du 15 septembre 1919 sur les installations superficielles des mines, minières et carrières souterraines, le nombre 50 doit s'entendre pour chacun des deux sexes, séparément.

D'un autre côté, un doute s'est élevé sur la portée de l'arrêté royal du 15 septembre 1919.

Cet arrêté a été pris en exécution du paragraphe final de l'article 8 de l'arrêté royal du 5 mai 1919. (Réglement général de police sur les mines, minières et carrières souterraines). Or, si cet arrêté du 5 mai 1919, vise et définit même en son premier paragraphe, les dépendances immédiates des mines, minières et carrières souterraines et si en considérant de l'arrêté royal du 15 septembre 1919 spécifie que celui-ci a pour but de réglementer les dépendances immédiates de ces dernières, classées ou non comme établissements dangereux, insalubres ou incommodes, le premier paragraphe du *dit arrêté royal du 15 septembre 1919* expose nettement que le nouveau « réglement est applicable, dans la mesure où les conditions de travail le comportent, à *toutes* les installations superficielles des mines, minières et carrières souterraines. »

Dans ces conditions, il importe peu que ces dépendances soient installées dans le voisinage immédiat des sièges d'extraction, il suffit qu'elles en constituent en quelque sorte le complément.

D'autre part, il ne peut être question de comprendre parmi les dépendances immédiates des mines de houilles, les fabriques d'agglomérés ou les fabriques de coke. Celles-ci constituent, en réalité, des industries connexes.

Vous voudrez bien vous inspirer de ce qui précède dans l'application de l'arrêté royal du 15 septembre 1919 sur les installations superficielles.

Le Ministre,

J. Wauters.

Ankylostomasie.

Arrêté royal du 31 décembre 1920, déterminant le modèle du registre prescrit par l'article 6 de l'arrêté royal du 30 juin 1919.

ALBERT, Roi des Belges,

A TOUS, PRÉSENTS ET A VENIR, SALUT,

Vu l'arrêté royal du 30 juin 1919, relatif à l'ankylostomasie ;

Revu spécialement l'article 6 de cet arrêté ;

Considérant qu'il a été reconnu nécessaire de prescrire un modèle pour le registre prévu au dit article 6 ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

ARTICLE PREMIER. — L'article 6 de l'arrêté royal du 30 juin 1919, relatif à l'ankylostomasie, est complété comme suit :

Ce registre sera coté et une page sera réservée à chaque ouvrier.

Chaque page comportera les mentions suivantes :

1° Nom de l'ouvrier ;

2° Prénoms, et, éventuellement, sobriquets ;

. . . . . .

3° Lieu et date de naissance ;

4° Domicile ;

5° Catégorie de travail ;

Ouvrier à veine ;
Sclauneur-hiercheur ;
Conducteur-cheval ;
Coupeur de voies-bosseyeur ;
Bouveleur-bacneur ;
Surveillant ;
Autre.

6° Date d'entrée au siège ;
7° Date de la revision ;
8° Numéro d'ordre et date du premier examen ;

. . . . . .

9° Résultat positif ou négatif, signé du médecin ;

. . . . . .

10° Numéro d'ordre et date du deuxième examen ;
11° Résultat positif ou négatif, signé du médecin ;

. . . . . .

12° Pour les ouvriers se présentant à l'embauchage, même pour ceux venant d'un autre siége de la société :

Etat de services pendant les deux années antérieures (charbonnages, sièges : date du commencement et date de la fin de chaque service. Eventuellement, mêmes renseignements pour les autres industries où l'ouvrier a été occupé).

. . . . . .

13° Observations médicales et autres, et, éventuellement, dates et résultats des examens complémentaires.

. . . . . .

ART. 2. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 31 décembre 1920.

ALBERT.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

MACHINES A VAPEUR

RÈGLEMENT DE POLICE

Arrêté royal du 22 décembre 1920.

RAPPORT AU ROI

BRUXELLES, le 22 décembre 1920.

Sire,

L'arrêté Royal du 28 mars 1919, portant règlement général sur les chaudières à vapeur, a distrait les moteurs du régime spécial des appareils à vapeur et les a soumis au régime simplifié de la 2e classe des établissements dangereux insalubres ou incommodes.

Cette modification, adoptée dans un but de simplification, a eu pour conséquence de compliquer les formalités d'autorisation et l'expérience acquise, depuis la mise en vigueur du nouveau règlement, prouve qu'un même régime administratif doit être appliqué aux générateurs et aux machines à vapeur.

Le présent arrêté établit la situation qui existait autrefois, en ce qui concerne les machines à vapeur.

J'ai l'honneur d'être, Sire, de Votre Majesté, le très fidèle et dévoué Ministre.

Le Ministre de l'Industrie, du Travail
et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

ALBERT, *Roi des Belges.*

A tous présent et à venir, SALUT.

Vu les articles 9 et 67 de la Constitution ;

Vu la loi du 5 mai 1888, relative à l'inspection des établissements dangereux, insalubres et incommodes et à la surveillance des machines et chaudières à vapeur ;

Vu l'arrêté royal du 28 mars 1919, portant règlement général sur les appareils à vapeur ;

Vu l'arrêté royal du 15 avril 1919, sur le classement des appareils à vapeur ;

Considérant que l'expérience a prouvé qu'un même régime administratif doit s'appliquer aux chaudières et aux moteurs à vapeur ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement ;

Nous avons arrêté et arrêtons :

I. — Machines à vapeur fixes.

Article premier. — Aucune machine à vapeur destinée à fonctionner à demeure, ne peut être établie qu'en vertu d'une autorisation administrative, demandée et obtenue ainsi qu'il a été prescrit pour les chaudières placées à demeure, par l'arrêté royal du 28 mars 1919.

Art. 2. — La demande en autorisation adressée au Gouverneur de la province fera connaître :

1° Le nom et le domicile du demandeur ;

2° Le nom et domicile du constructeur ;

3° La commune et le lieu où la machine doit être établie;

4° La destination de l'appareil ;

5° Le système (nombre et position des cylindres ; mode de distribution de la vapeur) ;

6° La pression de marche normale et la désignation de la ou des chaudières qui alimentent la machine ;

7° La contrepression (ou degré de vide) si la contrepression est différente de la pression atmosphérique ;

8° Le degré d'admission ;

9° Pour les machines à piston, les diamètres des cylindres, les courses des pistons moteurs et le nombre moyen de coups de piston par minute ;

10° La puissance en kilowatts (ou en chevaux-vapeur) à pleine charge.

11° Pour les turbines, le diamètre, et le nombre moyen de tours par minute, ainsi que la puissance en kilowatts (ou en chevaux vapeur).

A la demande sera joint, en double expédition, un plan de la localité extrait du cadastre indiquant l'emplacement de la machine et des bâtiments et voies publiques situés à moins de cinquante mètres de cet emplacement ; les noms des propriétaires des bâtiments susdits seront portés sur ce plan, dont l'exactitude devra être certifiée par le Directeur du Cadastre.

Art. 3. — Les demandes en autorisation des machines seront instruites dans la forme prévue pour les chaudières et il sera statué sur ces demandes conformément aux articles 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, et 12 de l'arrêté royal du 28 mars 1919.

Art. 4. — Toute modification importante apportée, soit à la puissance, soit à l'emplacement d'une machine, devra faire l'objet d'une permission préalable de l'autorité qui a statué. L'autorité compétente appréciera s'il y a lieu de

soumettre la demande de modification à l'enquête de commodo et incommodo.

Art. 5. — Lorsque des machines à vapeur seront comprises dans des demandes d'autorisation d'établissements dangereux, insalubres ou incommodes de 1re classe, ces demandes devront contenir, en ce qui concerne les machines à vapeur, les renseignements énumérés à l'article 2. Il sera statué sur l'ensemble de ces demandes, conformément aux règles imposées en matière d'établissements classés.

Art. 6. — Aucune machine à vapeur établie à demeure, ne pourra être mise en activité avant que le fonctionnaire chargé de la surveillance, n'en ait vérifié la puissance pratique maximum calculée suivant les règles établies par circulaire ministérielle, et qu'il n'ait constaté qu'elle satisfait entièrement aux conditions de l'autorisation d'établissement.

La vérification visée au paragraphe premier sera faite dans les quinze jours de l'information donnée à cet effet par le propriétaire de la machine à l'Ingénieur en Chef Directeur, chef de service pour la surveillance des appareils à vapeur.

Il sera délivré un procès-verbal constatant que la vérification et la constatation visées au 1er alinéa ont été faites. Ce procès-verbal constituera l'autorisation de mise en usage de la machine et copie en sera délivrée au propriétaire par les soins de l'Administration communale.

II. — Machines à vapeur mobiles.

Art. 7. — Est considérée comme mobile toute machine à vapeur qui se déplace par son propre fonctionnement ou qui, montée sur chaudière mobile ou sur châssis aisément

transportable, ne fonctionne que temporairement au même endroit et n'exige, pour fonctionner, aucune construction.

Art. 8. — Aucune machine à vapeur mobile ne pourra être mis en usage qu'après une autorisation délivrée par le Gouverneur de la province où elle doit fonctionner en premier lieu.

Art. 9. — La demande en autorisation sera adressée au Gouverneur compétent.

Elle contiendra les renseignements énumérés à l'article 2 pour les machines fixes ; toutefois, la commune et le lieu où la machine doit être établie seront remplacés par la commune et le lieu du dépôt principal de la machine mobile.

Art. 10 — L'autorisation de mise en usage sera délivrée, dans la même forme que pour les chaudières mobiles, sur le vu du procès-verbal dressé par le fonctionnaire chargé de la surveillance des appareils à vapeur, procès-verbal indiquant la puissance pratique maximum calculée de la machine.

Surveillance administrative.

Art. 11. — Le titre V de l'arrêté royal du 28 mars 1919, traitant de la surveillance administrative, des accidents, pénalités, etc.., est applicable aux machines à vapeur.

Art. 12. — L'arrêté royal du 15 avril 1919, soumettant les machines à vapeur au régime simplifié de 2^{me} classe des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, est rapporté.

Art. 13. — Les machines à vapeur autorisées sous le régime de l'arrêté royal du 15 avril 1919 feront l'objet d'une autorisation de mise en usage, donnée dans la forme prévue par les articles 6 et 10 du présent arrêté.

Les propriétaires signaleront au chef de service des appareils à vapeur leurs machines qui n'ont pas encore été l'objet d'une autorisation de mise en usage.

Les autorités mettront à la disposition des chefs de service des appareils à vapeur les dossiers des autorisations de machines à vapeur accordées en vertu de l'arrêté royal du 15 avril 1919, afin qu'il soit possible de dresser les procès-verbaux de mise en usage.

Art. 14. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 22 décembre 1920.

ALBERT.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

SERVICE DES EXPLOSIFS

Nomenclature et classement des explosifs reconnus officiellement en Belgique

Nouvelle liste remplaçant celle publiée par arrêté ministériel du 28 février 1911

Arrêté ministériel du 10 décembre 1920.

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DU RAVITAILLEMENT,

Vu l'article 3 de l'arrêté royal du 29 octobre 1894, portant qu'un arrêté ministériel contiendra la liste et le classement des produits explosifs reconnus officiellement à la date dudit arrêté royal ;

Revu les listes annexées aux arrêtés ministériels du 31 octobre 1894, du 30 janvier 1895, du 30 avril 1899, du 27 octobre 1903, du 1er juin 1906 et du 28 février 1911, pris en exécution de l'article 3 prémentionné ;

Considérant que, depuis la promulgation de ce dernier arrêté, la liste des explosifs reconnus a subi de nombreuses modifications et additions,

ARRÊTE :

Art. 1er. La nomenclature des produits explosifs reconnus et leur classement au point de vue du règlement sont établis comme il suit :

1re CLASSE. — Poudres.

1. Poudre noire ordinaire, à canon, de tir, de chasse, etc., de toutes provenances ;

2. Poudre brune ou poudre chocolat, de toutes provenances ;

3. Fortis nos 2, 3 et 4 ;
4. Lithotrite, de M. Cornet, à Verviers ;
5. Lithofracteur, de M. Anciaux, à Hévillers ;
6. Néoclastite, de Mme Yonck, à Jambes ;
7. Poudre de chasse colorée (en rose, violet, bleu, vert, etc.) ;
Poudre de chasse (grise ou blanche),
Poudre de chasse sans fumée dite poudre bleue C. R. B.,
Poudre sans fumée pour tir en blanc,
Poudre sans fumée dénommée Papier-poudre,
Poudre de guerre sans fumée dite L3,
Lessinite, de la Société anonyme Cooppal et Cie, à Wetteren ;
8. Poudre Schultze, de la Société « The Schultze Gunpowder Cy Ld », à Londres ;
9. Poudre E. C., de la Société « E. C. Powder Cy Ld », à Londres ;
10. Poudres sans fumée SS, SR, SK et SV, de la Société « The Smokeless Powder Cy », à Londres ;
11. Poudre de guerre sans fumée Troisdorf, pour armes à feu portatives,
Poudre de chasse Troisdorf, de la Société « Rheinisch-Westfälische Sprengstoff Actien Gesellschaft », à Cologne ;
12. Poudre de chasse sans fumée R. K. P. ou Arkap,
Poudres sans fumée, marques M. 88/91, M. 91/93, M. 91/94, R. G. P.,
Poudres : de chasse : W. P.; D. R. P. (en tuyaux) ; R. R. P. (en tuyaux) ; Cordite, de la Société « Vereinigte Köln-Rottweiler Pulverfabriken » à Rottweil (Wurtemberg) ;
13. Poudre de guerre sans fumée dite Cordite, de la Société Chilworth Cy », à Chilworth (Surrey, Angleterre) ;
14. Poudre sans fumée dite Balistite, de la Société anonyme espagnole de dynamite et de produits chimiques de Galdacano (Bilbao) ;
15. Poudre de guerre sans fumée « Normale ».
Poudre de chasse sans fumée « Normale », de la Société « Aktiebolaget Svenska Krutfaktorierna », à Landskrona (Suède) ;
16. Poudres de chasse sans fumée, dites Müllerite, Clermonite, Müllerite T et Clermonite T, de la Société anonyme « Les Poudreries Réunies de Belgique », à Bruxelles ;
17. Poudres de chasse sans fumée dites : Sporting Ballistite et Empire Powder,
Poudre de chasse sans fumée N. S., de la Société « Nobel's Explosives Cy Ld », à Glascow ;

18. Poudre de chasse sans fumée K. S.,

Poudre sans fumée dite Cordite, pour armes à feu portatives ou pour canons.

Poudre sans fumée K. S. G., de la Société « Kynoch L^{d} », à Birmingham ;

19. Poudres de chasse pyroxylées type M et type T (variétés T et T*bis*),

Poudre de guerre sans fumée dite poudre B, fabriquées par le gouvernement français ;

20. Poudre de chasse sans fumée dite Lanite, de la Société anonyme de dynamite Nobel, à Turin ;

21. Poudre sans fumée de chasse ou de guerre,

Poudre J. B.,

Poudre L. B. P., de la Société Wolff et C^{ie}, à Walsrode (Prusse) ;

22. Poudre de chasse sans fumée dite Ambérite n° 2,

Poudre de chasse sans fumée dite Cannonite n° 2,

Poudre de chasse sans fumée dite Smokeless <·> Diamond, de la Société Curtis's and Harvey L^{d}, à Londres ;

23. Poudres dénommées : Félixite, Néonite et Red Star, de la Société « The New Explosives Cy L^{d}, à Londres ;

24. Préposite, de M. Léon Lévy, à Deux-Acren ;

25. Poudre sans fumée « Diana », de la société « Cramer et Buchkolz Pulverfabriken », à Hanovre ;

26. Poudre de guerre sans fumée $\frac{0,5}{2}$ m/m, M$_{92}$, de la régie autrichienne ;

27. Cahucites I, II et III, de M. Cahuc, à Nurenberg ;

28. Prœposit, de la société Deutsche Prœposit Werke, à Ettlingen (Grand Duché de Bade) ;

29. Poudres sans fumée Eley Smokeless 33, E. B. Smokeless 42, et Moddite, de la maison Eley Brothers, à Londres ;

30. Acapnia, de la société italienne pour la fabrication de l'acapnia, Baschieri et Pellagri, à Bologne ;

31. Les cartouches à blanc qui ne satisfont pas aux conditions spécifiées au § 7 de la 6^{e} classe de la présente nomenclature ;

32. Les cartouches à enveloppe non rigide et les cartouches primitivement de sûreté qui auraient perdu ce caractère par une cause

quelconque (altération de l'enveloppe, corrosion, fendillement, déchirure, etc.);

33. Les cartouches pour canon débarrassées de leur capsule et de leur fusée, ces deux artifices étant remplacés par des bouchons filetés fermant hermétiquement ;

34. Les projectiles détachés dépourvus de leur fusée, celle-ci étant remplacée par un bouchon fileté fermant hermétiquement l'œil du projectile.

N. B. — Il est entendu que les poudres ou explosifs quelconques, chargés dans les projectiles et dans les cartouches pour armes à feu portatives ou pour canons, doivent avoir été reconnus officiellement.

2me CLASSE. — Dynamites

A. *Dynamites proprement dites*

1. Dynamite à la Guhr de toutes provenances, pourvu qu'elles ne contiennent pas plus de 75 % de nitroglycérine ;

2. Dynamites diverses d'Arendonck, de Baelen-sur-Nèthe et de Matagne-la-Grande, dont les dénominations commerciales et les compositions auront été communiquées au service des explosifs ;

3. Ablonites nos 1, 2 et 00, Gélatine explosive ou dynamite gomme supérieure, Dynamite gomme, Gélignite ou dynamite Transvaal 1*a*, de la Société Générale pour la fabrication de dynamite, à Paris ;

4. Gélatine explosive ou gomme pure, Dynamite-gomme, Gélignite ou dynamite-gomme n° 2, Carbonite, des sociétés allemandes suivantes :

I. Dynamit-Actien-Gesellschaft, vormals Alfred Nobel, à Hambourg ;
II. Rheinische Dynamitfabrik, à Opladen ;
III. Deutsche Strengstoff Actien Gesellschaft, à Hambourg ;
IV. Sprengstoff-Actien-Gesellschaft Carbonit, à Hambourg ;
V. Rheinisch-Westfälische Sprengstoff Actien Gesellschaft, à Cologne ;
VI. Actien Gesellschaft Siegener Dynamitfabrik, à Cologne ;
VII. Sprengstoff Gesellschaft Kosmos, à Hambourg ;

5. Gélignites nos 1, 2 et 3, Dynamite de sûreté, Sécurophores II et III, de la Société « Westfälisch-Anhaltische Sprengstoff Actien Gesellschaft, à Berlin ;

6. Gélatines-dynamites n^{os} 1 et 2, Gélignite, Gélatine-dynamite pour l'Australie, Gomme pure, Phénix n° 1, Winterdynamit, de la Société Sprengstoffwerke D^r R. Nahnsen et L^d, à Hambourg;

7. Kohlencarbonit, Carbonite II, Gélatine-carbonit, de la Société « Sprengstoff-Actien-Gesellschaft Carbonit », à Hambourg;

8. Blasting-Gélatine, Gélatine-Dynamite, Nitrogelignite, Pitite, Stowite, Stowmarket-gélignite, de la Société « The New Explosives Cy L^d » à Londres;

9. Gommes A, B et C, Gélignite, de la Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques, à Paris;

10. Dynamites-Gélatines I, I*a*, II, III et III*bis*, Tremonite, de la Société « Westdeutsche Sprengstoffwerke Actien Gesellschaft », à Hagen (Westphalie).

11. Boxites I, II et III, de la Société « Sprengstoff Fabriken Hoppecke Aktien Gesèllschaft », à Dusseldorf;

12. Erin Gelignite, de la Société Kynoch L^d, à Witton (Birmingham);

13. Dynamite-gomme J, Gélignite, N° 1 Gélatiné, de la Société Française des Explosifs, à Paris;

14. Gélignite, Blasting gélatine, Gélatine dynamite, de la Société « Custis's and Harvey L^d », à Londres;

15. Blasting gélatine, Gélatine dynamite, Gélignite, Samsonite, Dynamite 40 %, Polarite, Carbonite. Cambrite, Arctic-carbonite, de la Société « Nobel's explosives C^o L^d », à Glascow;

16. Blasting gelatine, Arkite, Gélignite, à 34 %, de la Société « Kynoch-Arklow L^d », à Londres;

17. Gomme E, de la Société Française pour la fabrication de la Dynamite, à Paris;

B. *Nitrocelluloses.*

1. Coton-poudre de guerre pulpé, de toutes provenances;
2. Coton nitré pour collodion, de toutes provenances;
3. Fulmicoton comprimé, de toutes provenances;
4. Tonite, de toutes provenances;

C. *Explosifs divers.*

1. Cheddites types 1, 2, 41, 60*bis*, 91 et 120, Cheddite gélatine *B*, de la Société Anonyme de Dynamite de Matagne, à Matagne-la-Grande;

2. Prométhée, de M. Louis Larrüe, ingénieur civil, à Paris;
3. Arendonckite, de la Société d'Arendonck;
4. Steelites n° 2 et n° 4, de la Société « The Continental and Colonial Explosives L[d] », à Paris;
5. Gélatine Donarite I, de la Société « Sprengstoff Aktien Gesellschaft Carbonit », à Hambourg;

3e Classe. — **Explosifs difficilement inflammables.**

1. Explosifs Favier ou Ducalites suivants : n° 1, n° 1*a* (anti-grisou Favier), n° 2*bis*, n° 3, antigrisou n° III*bis*, antigrisou n° 4, n° 4*bis*, n° 5 brisant et n° 5 antigrisou, n° 0 pour roches et n° 0 antigrisou, de la Société Belge des Explosifs Favier, à Vilvorde;
2. Sécurite n° 2, de la Société « The Flameless Explosives Cy L[d] »;
3. Veltérines n[os] 1 et 2, de la Société Boinet et C[ie], à Viesville;
4. Dahmémite *A* ou Victorite, de la Société « Castroper Sicherheits-Sprengstoff Actien Gesellschaft », à Castrop, Westphalie;
5. Bellite, de M. Carl Lamm;
6. Fractorites *A*, *B*, *C* et *D*, Pulvérite, Matagnite, de la Société Anonyme de Dynamite de Matagne;
7. Explosif de sûreté S. S. P., Explosifs de Casteau n[os] 1 et 2, Baelenite, Permonite B, Explosif de Baelen n° 1, de la Société anonyme Les Poudreries Réunies de Belgique, à Bruxelles;
8. Flammivores n[os] 1, 2, 3 et 3*bis*, Ruptol, de la Société d'Arendonck;
9. Minolites n[os] 1 et 3 et Minolite antigrisouteuse, de M. Paul Cornet, à Verviers;
10. Poudres blanches Cornil n[os] 1, 2, 3, 4, 5 et 6, de la Société Anonyme de la Poudrerie de Carnelle, à Châtelet;
11. Westphalites n[os] 1 et 2, fabriquées à Reinsdorf près Wittenberg et à Sinsen (Westphalie), par la Société « Westfälisch-Anhaltische Sprengstoff Actien Gesellschaft », à Berlin;
12. Densites n[os] 1, 2, 3 et 4, *A*, *D*, et *E*. Macarite, Alsilite et Alsilite S. G. P., de M. E. Ghinijonet et C[ie], à Ougrée;
13. Yonckites n[os] 0, 1, 2, 3, 9, 10, 13 et 14, de la Société anonyme Les Explosifs Yonckites, à Jambes;
14. Perforites n[os] I, II, III et IV, de M. le chevalier von Dahmen, fabriquées à la poudrerie de Muiden (Hollande);
15. Wallonites n[os] 1, 2, 3 et 4, de M. Victor Ansay, à Forêt-Trooz;

16. Détonite, nouvel explosif d'Ombret, de la Société P.-J. Gérard et C^ie^, à Liége ;

17. Ammon-Carbonit, Permonite, Donarite, Donarite I, de la Société «Sprengstoff-Actien-Gesellschaft Carbonit », à Hambourg;

18. Glückauf *A*, *E*, *N* et *S*, de la Société « Sprengstoffwerke Glückauf Actien Gesellschaft », à Hambourg ;

19. Odite, de la Société « The New Explosives C° L^d^ », à Londres;

20. Trinitrotoluol ou Trinitrotoluène ;

21. Espinite I, Grisoulite-couche, Grisoulite-roche, Cordeau détonant pour roche, Cordeau détonant pour couche, de la Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques, à Paris ;

22. Brisite, Luxite I et Luxite II, de la Société luxembourgeoise pour la fabrication des explosifs de sûreté, à Kockelscheuer-lez-Luxembourg ;

23. Sabulite n° 0, Sabulites antigrisouteuses *A* et *C*, Sabulite S_1, de la Société anonyme la Sabulite belge, à Namur ;

24. Cordeau détonant au trinitrotoluène, de la Société « Davey, Bickford, Smith et C^ie^ », à Rouen ;

25. Astralite, de la Société « Dynamit Actien Gesellschaft vormals Alfred Nobel et C° », à Hambourg ;

26. Monobel powder, Nobel ammonia powder, Rendite, Viking powder n° 1, Viking powder n° 2, de la Société « Nobel's explosives Cy L^d^, à Glascow ;

27. Flammivore III, de la Société Générale pour la fabrication de la dynamite, à Paris ;

28. Ammoncahucite, Ammoncahucite 20, Ammoncahucite W VI, Ammoncahucite W VI*b*, Ammoncahucite W VI*d*, de M. Cahuc, à Nuremberg ;

29. Schneiderite, du gouvernement belge ;

30. Grisou-naphtalite-couche, du gouvernement français ;

31. Aldorfite, Dorfites I et II, de la Société Oberschlesische Actien Gesellschaft für Fabrikation von Lignose, à Schönebeck-sur-Elbe ;

4^e^ CLASSE. — **Détonateurs.**

1. Détonateurs proprement dits (capsules à dynamite), contenant exclusivement du fulminate de mercure pur ou chloraté (quelle qu'en soit la provenance) ;

2. Détonateurs à l'acide picrique et détonateurs au trinitrotoluol (quelle qu'en soit la provenance) ;

3. Pétards de chemins de fer, autres que ceux classés parmi les munitions de sûreté (voir 6e classe, n° 11);

4. Amorces électriques avec détonateur, fabriquées par :

a) La Société Nobel's Explosives Cy L[d], à Glasgow;

b) M. Ghinijonet, ingénieur, à Ougrée;

c) La Société « The Electric Blasting Apparatus Cy », à Cinderford (Angleterre), amorces à haute et à basse tension);

d) La Société « The patent Electric Shot Firing Cy », à Chesterfield;

e) La Société « Fabrik Elektrischer Zünder », à Cologne, (amorces types Orion, Sirius, Vulcain et Vénus);

f) M. R. Linke, à Spandau (à haute et à basse tension);

g) La Société française des munitions, à Paris (amorces de tension et de quantité);

h) La Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques, à Paris, (amorces à basse tension);

i) La Société « Bensberger Fabrik Elektrischer Minenzünder » à Bensberg (à haute et à basse tension);

j) MM. Marcel Gaupillat et C[ie], à Paris;

k) La Société anonyme de dynamite de Matagne, à Matagne-la-Grande (à haute et à basse tension);

l) La Société « Zündhütchen und Patronen-Fabrik vormals Sellier et Bellot », à Schoenebeck-sur-Elbe (amorces avec conducteurs électriques en cuivre et noyau à base de soufre);

m) M. Guillaume, à Carouge (Genève), (à basse tension);

n) M. Guillaume Norres, à Gelsenkirchen-Schalke (Westphalie);

o) M. Wilhelm Bartsch, à Berlin (amorces à basse tension avec conducteurs en cuivre);

p) MM. Bartsch et Réal, à Porz-lez-Cologne (amorces à basse tension avec conducteurs en fer);

q) MM. Davey, Bickford, Smith et C[ie], à Rouen (amorces à basse tension avec conducteurs en cuivre) :

5[me] CLASSE. — Artifices

1. Artifices de joie;

2. Artifices de signaux exempts d'explosifs brisants et de détonateurs;

3. Amorces électriques sans détonateur;

4. Etoupilles à friction ou à percussion;

5. Bonbons fulminants;
6. Pois fulminants ;
7. Amorces pour briquets ou pour jouets d'enfants.

6me CLASSE. — Munitions de sûreté.

1. Cartouches de guerre métalliques (pour armes portatives);
2. Cartouches métalliques pour tir en blanc, chargées en poudre sans fumée et à balles en cellulodine (pour armes portatives) ;
3. Cartouches de chasse à douille rigide;
4. Cartouches de revolver et cartouches Flobert à balle ou à plombs ;
5. Amorces (capsules chargées) ;
6. Appareils percutants (godets amorcés, broches amorcées);
7. Cartouches à blanc pour armes à feu portatives, à douille rigide, pourvu qu'elles soient hermétiquement fermées par une ou plusieurs bourres serrantes, en feutre élastique, d'une épaisseur totale de 5 millimètres au moins, ou bien que, étant à douille métallique, elles soient fermées par une ou plusieurs bourres serrantes d'une épaisseur totale d'un millimètre au moins et que l'étui métallique soit soigneusement serti sur la bourre;
8. Allumeurs de sûreté Davey, Bickford et Cie ;
9. Fusées de projectiles, pourvues d'un dispositif empêchant leur fonctionnement lorsqu'elles ne doivent pas être utilisées;
10. Mèches de sûreté, non amorcées, pour mineurs;
11. Pétards de chemins de fer des types Kynoch, Jenkins, Ludlow, chargés en poudre noire, présentés par l'administration des chemins de fer de l'Etat Belge;
12. Allumeurs de sûreté Robert Steeg (Oberhausen).

Remarques. — 1. Les douilles vides amorcées, pour cartouches de guerre ou de chasse, sont considérées comme marchandises ordinaires.

2. Il est entendu que les poudres chargées dans les cartouches pour armes à feu portatives doivent être reconnues officiellement.

Art. 2. Le présent arrêté abroge celui du 28 février 1911, ainsi que les divers arrêtés de reconnaissance et de classement pris depuis cette date jusqu'à ce jour.

BRUXELLES, le 10 décembre 1920.

J. WAUTERS.

FONDATION ÉMILE JOUNIAUX

RÉSULTATS DU CONCOURS 1917 (PÉRIODE QUINQUENNALE 1912-1916).

La fondation Emile Jouniaux a été instituée par arrêté royal du 5 octobre 1888, dans le but de récompenser « tout auteur d'une amélioration ou d'un perfectionnement ayant pour conséquence directe ou indirecte l'accroissement du bien-être et de la sécurité des ouvriers de l'industrie charbonnière ».

Le jury désigné par les arrêtés royaux du 30 juin 1919 et du 15 novembre 1919, pour décerner les prix du concours quinquennal 1912-1916, a accordé les récompenses suivantes :

Médailles d'argent du 1er degré.

I. Le jury a examiné les travaux du Comité provincial d'enquête sur l'ankylostomasie à Liége, dont l'action a contribué puissamment de 1901 à 1919 à enrayer et à vaincre un fléau qui avait gravement atteint de nombreuses mines du pays de Liége. Il a décerné une médaille d'argent de 1re classe aux trois membres suivants de ce comité :

1° feu M. le directeur général des mines Joseph Libert, délégué du gouvernement auprès du dit comité, qui a apporté à la commission la tenacité persévérante, le dévouement total qu'il donnait à l'accomplissement de toutes les missions qui lui étaient confiées. Son action fut une cause déterminante de succès, notamment par la persuasion qu'il employait auprès des directeurs de charbonnages, par la mise en lumière, dans de substantielles publications, des résultats obtenus, etc.

2° feu M. le docteur Delbastaille, qui assuma avec un grand dévouement les fonctions de secrétaire du comité pendant toute son existence.

3° M. le docteur Malvoz, E., professeur à l'université de Liége, directeur de l'Institut provincial de bactériologie de Liége, dont les travaux scientifiques permirent d'asseoir sur des bases solides le programme de lutte contre l'ankylostomasie.

II. Le jury a octroyé également la médaille d'argent du 1er degré à M. Ruelle, Hector, ingénieur à Péronnes-lez-Binche: s'est consacré à l'étude de la lutte contre les dégagements instantanés de grisou et a notamment imaginé un procédé de revêtement du front de taille de nature à éviter ou à diminuer les conséquences de dégagements instantanés.

III. Une médaille d'argent du 1er degré est également décernée à la Société anonyme des Charbonnages des Produits (M. Paul André, directeur des ateliers) : pour avoir étudié et construit un appareil évite-molettes efficace pour machines d'extraction à vapeur ; cet appareil, grâce à une disposition heureuse, ne met en jeu que des organes contrôlés sans cesse par le travail du mécanicien.

Médaille d'argent du 2e degré.

Le jury a décerné une médaille d'argent du 2e degré à M. André, Léon, directeur général des Charbonnages du Bois-du-Luc : pour avoir introduit, le premier en Belgique, la commande mécanique des couloirs oscillants destinés à supprimer le travail pénible du boutage dans les tailles.

Médailles de bronze.

Le jury a décerné une médaille de bronze à :

1° M. Bastin, Benjamin, délégué à l'Inspection des mines à Charleroi, auteur d'un dispositif simple, original et efficace pour immobiliser les wagonets sur les plans inclinés en cas de déraillements;

2° M. Géronnez, Pierre, ingénieur aux Charbonnages des Produits, auteur d'une griffe ou grappin remplissant le même rôle que l'appareil précédent.

ARRÊTÉS SPÉCIAUX

MINES

Par arrêté royal du 10 janvier 1920, a été déclaré d'utilité publique l'établissement d'un chemin de fer aérien reliant les deux sièges du charbonnage du Boubier à Châtelet.

Par arrêté royal du 24 mars 1920, la Société anonyme de la Nouvelle Montagne, à Engis, a été autorisée à céder sa concession et la Société anonyme des Charbonnages du Pays de Liége a été autorisée à acquérir cette dernière et à la réunir à la concession de Sart d'Avette et Bois des Moines, de manière à former une seule concession à dénommer « Concession du Pays de Liége » s'étendant sous 2,035 hectares, 50 ares, 94 centiares des communes de Chokier, Les Awirs, Engis, Flemalle-Grande, Flemalle-Haute, Gleixhe, Horion Hozemont et Saint-Georges, et à rompre les espontes séparant les concessions susdites.

Par arrêté royal du 26 avril 1920, la Societé d'Hensies Pommerœul, à Hensies, a été autorisée à réunir les deux concessions lui appartenant, de Hensies Pommerœul et du Nord de Quiévrain et à supprimer les espontes séparatives des deux concessions.

Par arrêté royal du 12 juin 1920, la Société anonyme des Charbonnages d'Oupeye, à Oupeye, a été autorisée à renoncer à sa concession de Bicquet-Gorée.

Par arrêté royal du 2 juillet 1920, la Société anonyme des Charbonnages d'Ormont, à Châtelet, a été autorisée à percer l'esponte ouest de sa concession dans la partie sud, à l'étage de 800 mètres de son siège Saint-Xavier, et à pratiquer des travaux de reconnaissance dans des terrains non concédés.

Par arrêté royal du 6 juillet 1920, M. de Ponthière a été autorisé à céder par voie d'apport à la Société anonyme des Charbonnages d'Argenteau, la concession d'Argenteau-Trembleur.

Par arrêté royal du 6 juillet 1920, la Société anonyme du Charbonnage Saint-Roch-Auvelais, à Auvelais, a été autorisée à occuper

pour les besoins de son exploitation un terrain de 14 ares 90 centiares, sis à Auvelais.

Par arrêté royal du 9 août 1920, la Société de Recherches et d'Exploitation Eelen-Asch, la Société civile « Dury (Bastin), Smits et Piette » et la Société civile Ed. Huwart-Dumont, de Pitteurs de Budingen et Alexandre Doreye » propriétaires de la concession de Houthaelen, ont été autorisées à céder ladite concession à une société anonyme à constituer au capital de 35 millions sous la dénomination de « Société anonyme des Charbonnages de Houthaelen.

Par arrêté royal du 9 août 1920, la Société anonyme des Charbonnages de la Meuse à Villers-le-Bouillet a été autorisée à occuper pour les besoins de son exploitation deux parcelles de terrain sises à Villers-le-Bouillet.

Par arrêté royal du 31 août 1920, une concession de mines de fer d'une étendue de 377 hectares s'étendant sous les communes de Velaine et Keumiée a été accordée à la Société anonyme Entreprises minières de l'Orneau.

Par arrêté royal du 31 août 1921, une concession de mines de fer d'une étendue d'environ 385 hectares s'étendant sous partie des communes de Fleurus et de Wanfercée-Baulet et dénommée concession de Wanfercée-Baulet, a été accordée à la Société anonyme Entreprises minières de l'Orneau.

Par arrêté royal du 31 août 1920, la Société anonyme du Charbonnage de Belle-Vue et Bien-Venue, à Herstal, a été autorisée à occuper, pour les besoins de son exploitation, des terrains sis dans cette commune au lieu dit « Les Eplantes » et d'une superficie de 2 hectares 40 ares et 54 centiares.

Par arrêté royal du 5 novembre 1920, la Société civile des Charbonnages du Bois-du Luc et Trivières à Houdeng-Aimeries, d'une part, et la Société anonyme des Charbonnages de Ressaix-Leval-Péronnes-Sainte-Aldegonde et Genck, à Ressaix, d'autre part, ont été autorisées à rectifier les limites séparatives de leurs concessions.

Par arrêté royal du 5 novembre 1920, la Société anonyme des Charbonnages de Falnuée, en liquidation, à Courcelles, a été auto-

visée à renoncer à sa concession de mines de houille de Falnuée-Wartonlieu.

Par arrêté royal du 5 novembre 1920, la Société anonyme de Trieu-Kaisin, à Châtelineau, a été autorisée à occuper, pour les besoins de son exploitation, diverses parcelles de terrain sises à Gilly.

Par arrêté royal du 10 novembre 1920, la Société anonyme de Herman Pixherotte, à Bellaire, a été autorisée à céder et la Société anonyme des Charbonnages des Quatre Jean à acquérir la concession de Herman Pixherotte.

La Société anonyme des Charbonnages des Quatre Jean a été, en outre, autorisée à réunir les concessions des Quatre Jean et de Herman Pixherotte, sous la dénomination de concession de Quatre Jean et Pixherotte, et à supprimer les espontes séparatives des deux concessions.

Par arrêté royal du 14 décembre 1920, la Société anonyme du Charbonnage de Lonette, à Rétinne, a été autorisée à occuper, pour les besoins de son exploitation, une parcelle de terrain sise à Rétinne.

Par arrêté royal du 14 décembre 1920, la Compagnie des Charbonnages Belges, à Frameries, a été autorisée à céder à la Société anonyme du Charbonnage du Bois de Saint Ghislain, à Dour, une partie de la concession de l'Escouffiaux d'une étendue de 9 hectares 68 ares. Le territoire de la concession du Bois de Saint Ghislain est ainsi porté à 212 hectares 68 ares et celui de la concession de l'Escouffiaux ramené à 1,279 hectares 32 ares.

Par arrêté royal du 30 décembre 1920, la Société anonyme des Charbonnages de la Meuse, à Villers-le-Bouillet, a été autorisée par dérogation aux cahiers des charges, à traverser par une bacnure au niveau de 210 mètres les espontes séparant la concession de Halbosart-Kivelterie de celle de Château du Sart.

SOMMAIRE DE LA 1re LIVRAISON, TOME XXII

Nécrologie. — Joseph JULIN . . . . . .

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

Les Accidents du roulage souterrain, sur les voies horizontales ou à faible pente, survenus de 1904 à 1913, dans les mines de houille de Belgique (2e *suite*). . . . . V. Watteyne et L. Lebens 3

MÉMOIRE

Les Gisements houillers de la Belgique (7e *suite*) . . . . . A. Renier 49

Carte générale et abornements des Concessions minières du bassin de la Campine. . . . . M. Dehalu 135

NOTES DIVERSES

Machines d'Extraction. Note sur l'état actuel du problème de l'extraction par Machine à vapeur et par Machine électrique . . . . . A. Halleux 157

La manœuvre des trappes recouvrant les puits en fonçage . . . . . L. de Jaer 183

LES SONDAGES ET TRAVAUX DE RECHERCHES DANS LA PARTIE MÉRIDIONALE DU BASSIN HOUILLER DU HAINAUT

Sondage no 96 du Bois des Malagnes 185

Sondage no 103 de Vitrival (Bruyère) 200

EXTRAITS DE RAPPORTS ADMINISTRATIFS

1er *Arrondissement.* — Charbonnages Réunis de l'Agrappe, Siège no 10 : Emploi d'un aspirateur de poussières pour marteaux pneumatiques. — Charbonnage de Ciply : Fixation des guides-rails aux traverses ; paliers mobiles destinés au travail dans les puits ; Transport dans les tailles par couloirs oscillants . . . . . L. Demaret 205

3e *Arrondissement.* — Charbonnages du Nord de Charleroi : Machine à façonner les bois de mines . . . . . Ed. Libotte 219

4e *Arrondissement.* — Charbonnage d'Amercœur : Emploi de la haveuse Sullivan à commande électrique, ... Jos. Vrancken 225

LE BASSIN HOUILLER DU NORD DE LA BELGIQUE

Situation au 31 décembre 1920 . . . . . V. Firket 237

CHRONIQUE

Note sur les mouvements qui accompagnent les affaissements du sol consécutifs aux exploitations minières. . . . . O. Verbouwe 261

Emploi de l'oxygène liquide comme explosif . . . . . Ad. Breyre 269

L'Industrie charbonnière au Spitzberg . . . . . A. Delmer 279

Prix de revient du charbon en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis . . . . A. Delmer 285

Projet d'alimentation en eau potable de la région dévastée de la Flandre occidentale 289

Emploi de l'air comprimé dans les Mines de l'Etat, en Hollande . . . . L. Lebens 291

Les trams dans le sud du Limbourg hollandais. . . . . L. Lebens 294

Utilisation du charbon pulvérisé au chauffage des fours à cuivre . . . . V. Firket 297

L'avenir des Fours Martin basculants en France . . . . . V. Firket 299

Les Fours Siemens Martin. . . . . V. Firket 301

L'Aciérie du Breuil . . . . . V. Firket 303

La destruction des Mines de Denain et d'Anzin par les Allemands. . . . V. Firket 305

BIBLIOGRAPHIE

Précis des cours de Mécanique appliquée et de Physique Industrielle de l'Université de Liége, par H. Humbert . . . . . E. Dessalle
Statique et éléments de graphostatique avec applications aux constructions civiles, par L. et C. Hamal . . . . . M. Guérin.
Association Belge de Standardisation. Publication des travaux L'influence de la teneur en cendres sur l'utilisation des charbons 1

DIVERS

Archives de guerre 1

STATISTIQUE

Belgique. — Industrie charbonnière en 1920. (Statistique provisoire) . . .
— Production métallurgique pendant les années 1913, 1919 et 1920. A. Delmer.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Constitution d'une Commission chargée d'étudier les dispositifs ou procédés propres à augmenter la salubrité intérieure des usines à zinc et autres métaux spéciaux, et à diminuer les dommages causés par ces usines aux propriétés environnantes. Rapport au Roi ; Arrêté royal du 14 décembre 1920. 1
Commission de revision des règlements miniers. — Modification. — Arrêté ministériel du 10 novembre 1920 2
Annales des Mines de Belgique. — Comité Directeur — Modification. — Arrêté royal du du 18 novembre 1920 2
Administration des mines. — Corps des Mines. — Règlement organique. — Modification. — Arrêté royal du 30 novembre 1920 3
Lois coordonnées du 30 août 1920 sur les pensions de vieillesse en faveur des ouvriers mineurs. — Exécution :
Arrêté royal du 5 novembre 1920 fixant, pour les ouvriers non pensionnés, né avant le 1er janvier 1868, les conditions d'admission à la pension 3
Arrêté royal du 6 novembre 1920 assimilant les ouvriers des mines métalliques concédées aux ouvriers des mines de houille 3
Arrêté royal du 7 novembre 1920 organisant le fonds national de retraite des ouvriers mineurs 3

Police des Mines :

Utilisation des câbles végétaux fabriqués en matériaux de remploi, à la translation du personnel. Circulaire du 11 octobre 1920 4
Application de l'Arrêté royal du 15 septembre 1919, relatif aux installations superficielles des mines, minières et carrières souterraines. Circulaire du 2 décembre 1920. 4
Ankylostomasie. — Arrêté royal du 31 décembre 1920, déterminant le modèle du registre prescrit par l'article 6 de l'Arrêté royal du 30 juin 1919 5

Machines à vapeur.

Règlement de police : Rapport au Roi ; Arrêté royal du 22 décembre 1920 5

Service des explosifs.

Nomenclature et classement des explosifs reconnus officiellement en Belgique. — Nouvelle liste. — Arrêté ministériel du 10 décembre 1920 6

Fondation Emile Jouniaux.

Résultats du concours 1917 (Période quinquennale 1912-1916) 7

Arrêtés spéciaux.

Extraits d'arrêtés pris en 1920, concernant les mines. 8