

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERES ET DU GRISOU

Siège d'Expériences de Frameries

## EXPÉRIENCES

SUR LES

# Variations des charges-limites des Explosifs

SUIVANT LES

## SECTIONS DES GALERIES

PAR

**Victor WATTEYNE**

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

ET

**J. BOLLE**

Ingénieur principal des Mines, à Mons  
Attaché au Service des Accidents miniers et du Grisou  
(Siège d'Expériences de Frameries)  
Professeur à l'Ecole des Mines et Faculté polytechnique du Hainaut.

### CHAPITRE PREMIER

**Rappel des conditions dans lesquelles se font  
les essais de Frameries. — Examen des causes diverses  
influençant la charge-limite.**

Les déterminations des charges-limites vis-à-vis des atmosphères explosibles, tant grisouteuses que poussiéreuses, en vue du classement dans la liste des Explosifs S. G. P. se font, à Frameries, dans des conditions bien définies : choisies de manière à reproduire, aussi fidèlement que possible, les conditions ordinaires de la pratique

des mines, elles doivent cependant, en effet, si l'on veut obtenir des résultats comparables et un classement équitable, être telles qu'elles puissent rester les mêmes pour les divers explosifs essayés.

Rappelons sommairement en quoi elles consistent :

La galerie d'essais, en bois, est de forme elliptique; elle présente une section de 2 mètres carrés et une longueur de 30 mètres; elle est munie de fenêtres et de soupapes de sûreté. Elle est ouverte à une extrémité, et fermée à l'autre par un massif de maçonnerie dans lequel est logé un mortier d'acier; le fourneau de ce mortier est foré au diamètre de 55 millimètres et présente une profondeur de 500 millimètres; mais, sous l'influence des chocs violents auxquels il est soumis et des réactions à haute température qui s'y produisent, le mortier se détériore; il est rebuté lorsque le diamètre moyen de son fourneau dépasse 62 millimètres.

C'est dans ce mortier qu'on loge la charge d'explosifs à essayer; elle est placée en cartouches dont le diamètre et le nombre de files sont choisis de façon que la section occupée par l'explosif soit environ la moitié de la section du fourneau, ou, plus exactement, que le rapport de ces deux sections soit compris entre 0.4 et 0.6. La charge à essayer n'est pas bourrée et est mise à feu au moyen d'un détonateur électrique.

Le mélange grisouteux dans lequel on essaie les explosifs a une teneur en méthane comprise entre  $7\frac{3}{4}$  et  $8\frac{1}{4}$  %, cette teneur étant vérifiée par des dosages faits par la méthode des limites d'inflammabilité.

Les essais en présence de poussières sont exécutés au moyen de charbons ayant de 20 à 22 % de matières volatiles, passés au broyeur à boulets ayant des toiles à 1280 mailles par centimètre carré; des poussières sont épandues dans les environs du mortier en quantité correspondant à 75 à 100 grammes par mètre cube de la galerie.

Les expériences sont exécutées, en général, à des températures comprises entre 20 et 30 degrés.

La charge-limite d'un explosif donné est déterminée comme suit :

On opère d'abord dans l'*atmosphère grisouteuse* : On commence par produire une inflammation; puis, on diminue progressivement les charges, en descendant de 50 grammes à la fois, jusqu'à ce qu'on arrive à une charge qui ne donne plus aucune inflammation, ce qui doit être constaté par dix essais au moins.

Cette même charge est ensuite essayée dans un *milieu poussiéreux* où l'on procède de la même façon, c'est-à-dire que, si elle donne lieu à une inflammation, on la diminue progressivement, par échelons successifs de 50 grammes, jusqu'à ce qu'on ait déterminé une charge ne donnant pas d'inflammation de poussières, dans au moins dix essais consécutifs.

Cette charge, qui n'a enflammé ni le grisou ni les poussières, dans aucun essai, est appelée *charge-limite* de l'explosif. Si elle est telle que son équivalent en dynamite n° 1 (déterminé au bloc de plomb), soit supérieur à 175 grammes, l'explosif est rangé dans la liste des explosifs S. G. P.

Mais il est manifeste, et l'on n'a pas tardé à le constater expérimentalement, que de nombreux facteurs sont susceptibles d'influencer les charges-limites et cela dans des proportions variant d'un explosif à l'autre, de telle sorte que l'ordre même du classement peut parfois se trouver modifié.

Les circonstances influant sur les charges-limites sont de deux catégories : les unes sont en quelque sorte indépendantes de la méthode d'essai, les autres, au contraire, sont inhérentes à la manière dont les essais sont exécutés.

Donnons quelques exemples des unes et des autres en rappelant éventuellement quelques faits ou données qui s'y rapportent.

PREMIÈRE CATÉGORIE

A) *Légères variations dans la composition chimique de l'explosif.* — Les explosifs soumis aux essais sont des produits commerciaux, dont la composition n'est pas toujours constante. Or, une variation parfois très légère dans le dosage de certains constituants peut avoir une influence notable :

Ainsi, un explosif du groupe des Carbonites a donné des inflammations sous des charges fort inférieures à la charge-limite, par suite d'une légère modification qu'un chef de fabrication avait cru pouvoir apporter à la composition de l'explosif.

Comme il suffit pour cela de très faibles différences, il faut toujours craindre qu'un fabricant peu consciencieux ou négligent, ou même de bonne foi, mais faisant usage de matières premières impures, ne vende des explosifs ayant des charges-limites sensiblement moindres que celles déterminées par les essais officiels.

Par exemple, certains explosifs contiennent une assez forte proportion de trinitrotoluol ; ce corps ne se trouve pas chimiquement pur dans le commerce ; il est, au contraire, souvent mêlé à diverses impuretés, notamment à des binitrotoluols. Or, les dits explosifs ont présenté, aux essais, des inégalités de résultats, qui ont été attribuées à l'impureté du trinitrotoluol employé pour leur fabrication.

L'analyse chimique de ces explosifs est des plus délicate, et il est excessivement difficile, si pas impossible, de déceler certaines irrégularités de composition.

C'est pourquoi, lors des prélèvements de contrôle qui se font, en Belgique, en vertu d'instructions ministérielles, il est toujours procédé, avec ou même sans vérification par

l'analyse, à la vérification directe de la charge-limite et de la puissance ; cette vérification englobe ainsi non seulement les irrégularités de composition, mais aussi celles de la fabrication dont il sera question plus loin.

La teneur en humidité des explosifs influe également sur la grandeur de la charge qui enflamme les milieux grisouteux ou poussiéreux : la volatilisation de cette eau absorbe une certaine quantité de chaleur, et l'on conçoit donc que la charge provoquant l'inflammation soit fonction de l'humidité du produit essayé. L'aptitude à la détonation peut être aussi modifiée par l'humidité et des réactions incomplètes interviennent sans aucun doute. Or, certains explosifs renfermant des sels hygroscopiques, comme les explosifs à base de nitrate ammonique, absorbent en quelques semaines, malgré le paraffinage des cartouches, des quantités d'eau qui atteignent 5 % du poids de la cartouche. Il va de soi que leurs caractéristiques (charge-limite, puissance, etc.) sont alors modifiées ; et, d'une façon générale, on peut dire que, lorsque ces produits sont conservés longtemps en magasin, leur puissance diminue et leur charge-limite apparente augmente.

B) *Variations dans l'état physique de l'explosif.* — Le manque d'homogénéité dans le mélange des constituants de l'explosif est une cause importante d'irrégularités dans la manière de se comporter du dit explosif.

D'abord, il peut avoir pour conséquence que certaines cartouches seront composées différemment des autres, ce qui nous reporte à la cause d'irrégularité que nous venons d'examiner.

Mais, un défaut de mélange des éléments d'une même cartouche peut aussi intervenir, et le degré de finesse des constituants a une influence qui peut être considérable.

Nous avons eu, notamment, le cas d'une carbonite qui donnait des inflammations de poussières à la charge de

250 grammes ; en augmentant le degré de finesse de ses éléments constitutifs, et en améliorant leur mélange, on est arrivé, sans rien changer à la composition chimique de cet explosif, à porter sa charge-limite à 900 grammes. On imagine d'ailleurs très bien que la finesse des grains des corps mis en contact influe sur la rapidité et même sur la nature des réactions qui interviennent, et donc, sur la valeur de la charge enflammant le grisou et les poussières.

On se rappellera aussi le cas de la Dahménite A étudié jadis par M. Heise et dont la charge-limite variait notablement suivant qu'elle était ou non grenée (1).

L'état de compression de l'explosif dans la cartouche intervient également pour le même motif.

c) *Différences dans l'enveloppe.* — Le rôle de l'enveloppe des cartouches, notamment celui des enveloppes paraffinées, a été signalé maintes fois ; l'on sait que le paraffinage des cartouches a parfois entraîné des réductions de charges-limites atteignant 150 grammes. Par exemple, il a été constaté au Siège d'Expériences de Frameries (2), qu'en grisou, la charge-limite de l'ammon-carbonite était de 550 grammes sans enveloppes paraffinées ; avec enveloppes, la charge-limite était réduite à 400 grammes.

A signaler aussi les recherches récentes de M. Taffanel à la galerie d'essais de Liévin, sur les enveloppes en feuilles de métal (3).

Tout ce qui précède explique comment il se fait que des explosifs qualifiés identiques ont pu donner des charges-

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. III, Emploi des explosifs et Note sur les explosifs de sûreté (Annexe I, par L. DENOËL).

(2) *Ann. des Mines de Belg.*, t. X, Les explosifs au Siège d'expériences de Frameries (WATTEYNE et STASSART).

(3) Note technique n° 260 du Comité central des Houillères de France.

limites bien différentes suivant l'outillage de l'usine d'où ils proviennent et suivant les soins apportés à la fabrication, et même, que deux essais consécutifs auxquels il est procédé avec un même produit, dans des conditions en apparence identiques, peuvent donner des résultats divergents : soit que l'un des échantillons ne soit pas bien homogène, soit que la mouture ait été poussée plus loin à l'un d'eux, que l'encartouchage ne soit pas identique, ou encore que l'un des échantillons ait pris un peu plus d'humidité que l'autre.

#### DEUXIÈME CATÉGORIE

A) *Variations dans la composition du milieu grisouteux ou poussiéreux.* — Quand, comme c'est le cas à Frameries, on fait usage de grisou naturel, il peut arriver, et il arrive, que les gaz qui accompagnent en mélange le méthane sont plus ou moins abondants suivant les circonstances qui peuvent agir sur la source du grisou.

Cependant, bien que, à Frameries, il y ait eu, à certains moments, une chute très sensible de la proportion de méthane avec un certain accroissement de la teneur en azote, il ne semble pas, — la proportion de méthane étant ramenée à 8 % (1) et vérifiée par la méthode de la limite d'inflammabilité, — que la charge-limite d'aucun des explosifs qui ont, pendant ces périodes, subi des essais de vérification eût été sensiblement influencée.

Quant aux poussières, après divers essais, il a été reconnu qu'une quantité de 75 à 100 grammes de poussières par mètre cube est la plus propre aux inflammations (2). Mais

(1) On se rappelle que la teneur en méthane la plus dangereuse, c'est-à-dire donnant les charges-limites minimum, avait été déterminée au début des expériences et trouvée être de 7  $\frac{3}{4}$  % environ.

(2) Voir l'annexe II de la note sur « Les mines et les explosifs au Congrès de Londres » (WATTEYNE et STASSART), *Annales des Mines de Belgique*, t. XIV.

la charge-limite ne varie que fort peu si l'on augmente, même dans d'assez fortes proportions, les poussières épandues.

Rappelons que, pour nos déterminations des charges-limites en poussières, nous faisons usage des poussières de charbons à 21-22 % de matières volatiles.

b) *Variations de température, d'humidité, etc.* — A Frameries, on n'a jamais constaté que des variations, même importantes, de *température*, aient une influence quelconque sur la valeur de la charge-limite, dans les milieux grisouteux. Au contraire, dans les milieux poussiéreux, la température paraît intervenir, ou, plus exactement, la différence de température entre l'intérieur de la galerie et l'atmosphère ambiante: lorsque cette différence est élevée, les poussières s'allument plus facilement, ce qui semble attribuable à ce que le degré hygrométrique de l'air situé à l'intérieur de la galerie diminue alors rapidement.

L'*humidité* de l'air ne paraît guère influencer sur la valeur de la charge nécessaire pour enflammer le grisou, mais les coups de poussières s'obtiennent plus facilement quand l'air est sec.

Quant à la *pression barométrique*, les variations, nécessairement faibles relativement, qui ont été observées à la surface ont paru sans influence sur la valeur de la charge-limite.

c) *Variations de la densité de chargement.* — La densité de chargement (nous comprenons par ce mot le rapport entre la section occupée par l'explosif dans le fourneau et la section totale du fourneau est, à Frameries, ainsi que nous l'avons rappelé plus haut, de 0.40 à 0.60.

C'est là un écart sensible, nécessité par les exigences pratiques des essais, avec les conditions réelles de la mine où la densité se rapproche de l'unité.

Cet écart a-t-il de l'influence ?

Sans aucun doute; mais, bien que beaucoup d'essais aient été effectués déjà (1), il reste encore bien des incertitudes sur l'importance, et même parfois sur le sens de ces écarts, qui paraissent d'ailleurs varier fortement suivant les explosifs.

La Commission française des substances explosibles avait déjà examiné cette question et concluait au maximum de sécurité avec le maximum de densité.

Selon elle, tout vide laissé dans la charge est nuisible à la sécurité. « Il faut toujours, conclue-t-elle, employer les explosifs dans les conditions qui leur permettent de développer le maximum de travail utile. L'économie et la sécurité sont d'accord pour recommander cette règle. »

Mais les expériences qui ont motivé cette conclusion se sont faites avec des explosifs enfermés dans une gaine destinée à céder et recouverts d'un bourrage. Il serait donc abusif de l'étendre à tous les cas, notamment à celui de l'explosif tiré à nu dans un mortier rigide, cas qui n'a pas été envisagé par la Commission française.

En fait, dans ces dernières conditions, c'est souvent le contraire qui s'est révélé, du moins dans de certaines limites.

Le problème est des plus complexes. Il est à remarquer que la densité du chargement influe non seulement sur la vitesse de détonation, sur la pression et la température des gaz au moment où ils arrivent à la gueule du mortier, mais aussi sur la nature et la quantité de ces gaz eux-mêmes, car le mode de décomposition de l'explosif peut être aussi influencé.

(1) Voir notamment WATTEYNE et STASSART. *Communications au Congrès de Rome*, 1906;

BEYLING. *Gluckauf*, 1907, nos 36 et 37;

BOLLE. *Annales des Mines de Belgique*, t. XIII, 1908;

HATZFELD. *Zeitschrift für das gesamte Schiess- und Sprengstoffwesen*, 1910, n° 12.

Comme on le verra plus loin, nos essais sur l'influence des sections des galeries ont, pour la plupart, été effectués avec diverses densités de chargement.

Nous en avons noté les résultats plutôt à titre documentaire que pour en tirer des conclusions immédiates.

Aucune conclusion d'ensemble ne s'en dégage permettant, même en les rapprochant de ceux obtenus par d'autres expérimentateurs, de préciser cette influence pour les différents groupes d'explosifs. D'ailleurs, comme on le voit par les nombreuses lacunes des tableaux, nos essais n'ont pas été poursuivis à ce point de vue spécial de l'influence de la densité du chargement, qui exige à lui seul un examen des plus attentifs et une expérimentation très complète.

La question reste donc ouverte.

Il en est de même pour la nature des parois du fourneau. Quelques essais sur cette question ont, ainsi qu'il a été relaté au Congrès de Rome, été pratiqués à Frameries, mais ils ont donné des résultats fort discordants et ils n'ont pas été repris jusqu'ici.

d) *Influence de la section des galeries.* — Comme l'étude de cette influence fait précisément l'objet du présent travail, nous allons l'examiner dans les chapitres suivants qui y sont spécialement consacrés.

## CHAPITRE II

### Compte-rendu des expériences relatives à l'influence de la section des galeries sur la valeur de la charge-limite.

Dans leur communication au Congrès de chimie appliquée, à Londres, en 1909, MM. WATTEYNE et STASSART se sont exprimés comme suit à ce sujet (1) :

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. XIV.

« Dans les essais de classement, tant vis-à-vis du grisou que des poussières, nous avons choisi une chambre d'explosion d'une section de 2 mètres carrés. Nous avons ainsi cherché à nous rapprocher des conditions de la pratique. En effet, en Belgique, dans les gisements grisouteux, on ne mine qu'en roches, à front soit des galeries à travers-bancs soit des galeries en chantiers.

» Dans les gisements non grisouteux, où le minage est permis, les charbons sont généralement moins poussiéreux, circonstance qui compense le supplément de danger résultant d'une restriction occasionnelle de l'espace offert à la détente des gaz de l'explosion.

» Les galeries à travers-bancs ont une section minimum de 3 mètres carrés; au coupage de voie des galeries en chantier, les sections cumulées des galeries suivant lesquelles la détente des gaz chauds peut s'opérer est plutôt plus grande.

» La section de la galerie d'essai a été choisie de 1/3 inférieure au minimum indiqué ci-dessus, soit de 2 mètres carrés, pour tenir compte de l'irrégularité du front de taille où l'on mine et aussi du fait que des soupapes de sûreté existent sur la chambre d'explosion, lesquelles facilitent, dans une certaine mesure, la détente des gaz.

» Suivant les idées émises par M. Heise en 1898 sur l'inflammabilité des milieux explosibles par compression, nous avons jugé qu'il était intéressant de déterminer s'il y avait réellement restriction de la charge-limite, lorsqu'on gênait la détente des gaz, en opérant, par exemple dans des chambres d'explosion de moindre section.

» Nous avons, pour cela, constitué, au moyen de tronçons d'une ancienne chaudière et d'un ancien tube houilleur, une chambre de 1 mètre carré environ et une autre de 1/4 de mètre carré (exactement 0<sup>m</sup>295 et 0<sup>m</sup>28); ce qui, avec notre section initiale, constitue une échelle de

chambre d'explosion dont les sections sont dans le rapport 1, 1/2, 1/7.

» De très nombreux essais ont été exécutés par M. l'Ingénieur principal Bolle, à l'effet de déterminer les charges-limites des explosifs classés dans ces trois sections, tant vis-à-vis des poussières qu'en présence du grisou.

» Ces expériences ne sont pas encore terminées.

» Nous ne pouvons donner, en conséquence, que les résultats globaux qui se dégagent des expériences effectuées jusqu'à présent.

» Douze explosifs appartenant aux groupes Carbonit, explosifs au nitrate, explosifs au chlorate, ont accusé tous une chute notable avec la réduction de section de la chambre d'explosion.

» Le groupe des wetterdynamites n'a eu qu'un seul représentant essayé; celui-ci n'a pas jusqu'ici accusé de chute ni devant les poussières, ni devant le grisou, même dans la section de 1/4 de mètre carré.

» La chute des explosifs des autres groupes varie notablement suivant l'explosif considéré. Pour la section minimum, elle varie de 30 % à 75 %.

» Pour certains explosifs, la chute la plus marquée se fait vis-à-vis des poussières, pour d'autre, au contraire, c'est vis-à-vis du grisou que la chute a été la plus forte ».

Depuis lors, ces expériences ont été complétées et les pages suivantes en sont le compte-rendu.

Faisons remarquer dès à présent que les essais dans la section de 0<sup>m</sup>28 n'ont d'intérêt qu'au point de vue théorique, car si l'on a déjà peine à concevoir le minage s'effectuant à front d'une galerie d'une section de moins de 1 mètre carré, on ne le conçoit pas du tout dans une galerie de 0<sup>m</sup>28.

#### a) Description du procédé suivi lors des essais.

Nous supposons bien connue la galerie d'expériences, qui a été mainte fois décrite et dont, d'ailleurs, la disposition a été rappelée plus haut en grands traits.

Les croquis suivants (fig. 1 et 2) donnent, dans ses lignes principales, la disposition usitée pour les essais que nous allons rapporter :

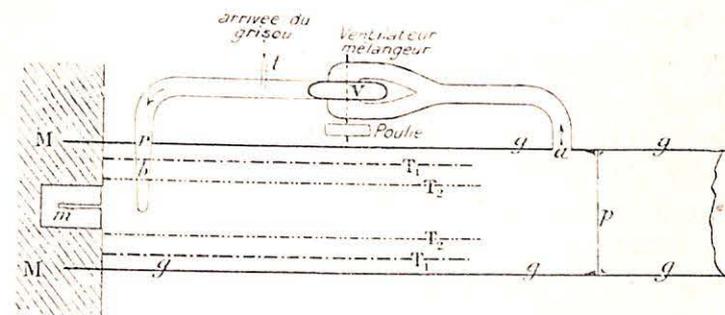


Fig. 1. — Coupe horizontale.

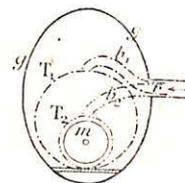


Fig. 2. — Coupe transversale.

Quand on fait des essais en milieux grisouteux, dans la section de 2 mètres carrés, la chambre d'explosion, d'un volume total d'environ 11 mètres cubes, est limitée, comme on le sait, par les parois *g* de la galerie, un massif de maçonnerie *M* dans lequel est logé le mortier et une cloison de papier *p*.

Un ventilateur-mélangeur *V* aspire l'air à une extrémité de la chambre d'explosion par un orifice *a* aménagé dans la paroi *g*, et le refoule à l'autre extrémité de cette même chambre, par un orifice *r*. Le grisou venant de la cloche passe par un compteur et arrive, par un tuyau *t*, dans le canal de refoulement du ventilateur-mélangeur; la vitesse de l'air est grande dans ce canal, de sorte que le grisou est immédiatement entraîné et que le mélange de grisou et

d'air est bien homogène dans la chambre d'explosion : des dosages ont montré que la teneur en  $\text{CH}_4$  ne varie pas sensiblement dans les différents points de la chambre. Lorsque la quantité de grisou nécessaire est introduite dans la galerie, ce qu'on constate au compteur, et ce qu'on vérifie par une analyse sommaire (limites d'inflammabilité), on isole le ventilateur par des vannes, et l'on fait sauter électriquement l'explosif expérimenté; on constate si le grisou est enflammé ou non.

Pour procéder à des essais en milieux grisouteux, dans les sections de  $0^{\text{m}^2}95$  ou de  $0^{\text{m}^2}28$ , on se contente d'introduire dans la chambre d'explosion, contre le massif  $M$  de maçonnerie, un tube de chaudière, long de 4 mètres, et dont le diamètre intérieur est de  $1^{\text{m}}10$  ( $T_1$  section de  $0^{\text{m}^2}95$ ) ou de  $0^{\text{m}}60$  ( $T_2$  section  $0^{\text{m}^2}28$ ). Le mélange grisouteux  $y$  est introduit par un tube de raccord  $b_1$  ou  $b_2$ , engagé d'une part dans l'orifice  $r$  par lequel le ventilateur mélangeur refoule l'air grisouteux dans la galerie, et d'autre part, dans un trou ménagé à la partie supérieure des tubes  $T_1$  et  $T_2$ .

De même que pour les essais dans la section de 2 mètres carrés, toutes les expériences en moyenne et petite sections ont été exécutées dans des atmosphères dont les teneurs en  $\text{CH}_4$  étaient comprises entre  $7 \frac{3}{4}$  et  $8 \frac{1}{4}$  %.

Quant aux essais en milieux poussiéreux, ils ont été exécutés en jonchant l'intérieur des tubes  $T_1$  et  $T_2$  de poussières de charbons à 21-22 % de matières volatiles, analogues à celles dont on fait usage pour les essais en grande section, et dans les mêmes conditions (c'est-à-dire que les charbons sont passés au broyeur à boulets avec tamis à 1280 mailles par centimètre carré et qu'on répand 75 à 100 grammes de poussières par mètre cube de galerie).

Etant donnée l'influence de la densité du chargement sur la valeur de la charge-limite, il a été procédé, pour un certain nombre d'explosifs du moins, comme il a été dit au

chapitre I, à des essais dans lesquels les cartouches étaient placées en une, deux, ou même trois files, de façon à concentrer plus ou moins les charges; nous avons groupé les résultats en réunissant tous les essais exécutés à des densités de chargement voisines; c'est-à-dire que nous avons groupé tous les essais pour lesquels le rapport entre la section occupée par les cartouches dans le mortier et celle du fourneau était compris entre 0.18 et 0.40, entre 0.41 et 0.60, entre 0.61 et 0.80.

Rappelons encore ici que, dans toutes les expériences relatées ici, le diamètre moyen des fourneaux du mortier a varié de 55 à 62 millimètres; rappelons également que, pour le classement officiel des explosifs, on n'a égard qu'aux essais, tant en poussières qu'en grisou, pour lesquels le rapport entre la section occupée par les explosifs dans le mortier, à celle du fourneau même, est compris entre 0.41 et 0.60.

Lors des essais, la température est, en général, comprise entre 20 et 30 degrés.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les charges maxima n'enflammant pas le grisou ni les poussières, en galerie de 2 mètres carrés, ont été déterminées par 20 essais concordants au moins (10 en grisou, 10 en poussières); ce sont les charges-limites servant de base au classement des explosifs. Mais, pour les expériences faites dans les sections de  $0^{\text{m}^2}95$  et de  $0^{\text{m}^2}28$ , ou avec d'autres densités de chargement, en vue d'éviter la trop grande multiplicité des essais, nous nous sommes écartés de cette règle et les charges-limites (charges maxima ne donnant pas d'inflammation) ont été déterminées par trois expériences concordantes, tant en grisou qu'en poussières.

Même dans ces conditions, les expériences ont été extrêmement nombreuses. Pour ne pas allonger cette notice par des documents de peu d'intérêt, nous nous abstien-

drons de les relater en détail, et nous nous contenterons d'en résumer les résultats, nous limitant encore aux explosifs qui ont été soumis aux essais les plus méthodiques. Ajoutons toutefois que les résultats de maints autres essais, plus ou moins isolés, ont été conformes à ceux que nous relatons.

b) **Classification des explosifs S. G. P. sur lesquels ont porté les essais.**

Les explosifs S. G. P. classés à Frameries peuvent se diviser en cinq catégories :

1° Les *wetterdynamites*, renfermant une forte proportion de nitroglycérine et des sels hydratés ;

2° Les *carbonites*, contenant 25 % de nitroglycérine, 20 à 34 % de nitrates de potassium ou sodium, et une forte dose d'hydrates de carbone (cellulose). — Les variétés incongelables contiennent du binitrotoluol ;

3° Les *gélamines dynamites* (dont un seul représentant se trouve dans les listes d'explosifs S. G. P.) ; ils contiennent un quart de leur poids de nitroglycérine gélatinisée, une quantité à peu près égale d'hydrate de carbone. Ils contiennent aussi du nitrate ammonique et du trinitrotoluol ;

4° Les *explosifs au nitrate ammonique*. Dans ces explosifs, le nitrate ammonique forme, avec d'autres nitrates, l'élément prédominant de l'explosif ; comme le nitrate ammonique présente assez peu d'aptitude à la détonation, on y ajoute une petite quantité d'éléments plus actifs ; dans un premier groupe, cet élément est constitué par de la nitroglycérine ; dans un second groupe, il est constitué par des composés nitrés de la série aromatique (binitronaphtaline, trinitronaphtaline, binitrotoluol, trinitrotoluol) ;

5° Enfin les *explosifs chloratés*, caractérisés par une forte teneur en chlorates ou perchlorates.

c) **Résultats des essais entrepris dans les différentes sections.**

GRUPE I. — *Wetterdynamites*.

Trois explosifs de composition analogue font partie de ce groupe. Ils ont la composition ci-après :

	Nitro-glycérine	Sulfate de Na	Sulfate de Mg	Hydrates de C
Dynamite antigrisouteuse V.	44	44	—	12
Grisoutine II	44	44	—	12
Grisoutite	44	—	44	12

La seule différence entre ces explosifs résulte de la substitution du sulfate de soude, à 10 molécules d'eau de cristallisation, dans la dynamite antigrisouteuse V et la grisoutine II, au sulfate de magnésie ne contenant que 7 molécules d'eau de cristallisation, qui est mêlé à la grisoutite.

L'explosif de ce groupe qui a fait l'objet d'essais systématiques est la *dynamite antigrisouteuse V*, de Baelen.

Nous donnons ci-dessous le tableau résumant le résultat de ces essais :

Essais en grisou			Essais en poussières		
Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 mètres carrés	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 mètres carrés

Essais où le rapport de la section des cartouches à celui du fourneau est comprise entre 0.18 et 0.40 (*densité de chargement minimum*)

≥ 450 (a)	≥ 450 (a)	≥ 450 (a)	≥ 450 (a)	≥ 450 (a)	≥ 450 (a)
Id. entre 0.41 et 0.60 ( <i>densité de chargement moyenne</i> )					
300	300	650	≥ 650	≥ 650	≥ 650
Id. entre 0.61 et 0.80 ( <i>densité de chargement maximum</i> )					
—	300	650	≥ 650	≥ 650	≥ 650

(a) Charge maximum qu'il a été possible de loger dans le fourneau sous cette densité de chargement.

Cet explosif n'a donc pas enflammé les poussières sous sa charge-limite officielle, dans aucune des conditions expérimentales. En grisou, pour les densités de chargement moyennes, celles qui ont été le mieux étudiées, la charge-limite subit une réduction de 0.54 lorsqu'on passe de la grande à la moyenne et à la petite section.

GRUPE II. — *Carbonites.*

Ce groupe comprend 7 représentants ayant les compositions ci-dessous :

	Nitroglycérine	Binitrotoluol	Nitrate de K.	Nitrate de Na	Nitrate de Ba	Hydrates de C	Sulfate d'Am.	Carbonate Na
Sécurophore III . . .	25	—	34	—	1	39.5	—	0.5
Antigel de sûreté . . .	25	15	—	20	—	35	5	—
Ingélite . . . . .	25	15	—	20	—	35	5	—
Kohlencarbonite . . .	25	—	34	—	1	39.5	—	0.5
Minérite . . . . .	25	—	34	—	1	39.5	—	0.5
Colinite antigrisouteuse .	25	—	34	—	1	39.5	—	0.5
Minite . . . . .	25	—	35	—	—	39.5	—	0.5

Nous donnons ci-après les charges maxima n'ayant pas donné d'inflammation, pour deux des explosifs de ce groupe.

	Essais en grisou			Essais en poussières		
	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 m. carrés	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 m. carrés

Essais où le rapport de la section des cartouches à celle du fourneau est comprise entre 0.18 et 0.40

Kohlencarbonite . . .	≥450(a)	≥450(a)	≥450(a)	—	250	≥450 (a)
Minite . . . . .	400	≥450(a)	≥450(a)	—	250	≥450 (a)

Id. entre 0.41 et 0.60

Kohlencarbonite . . .	650	850	≥900	50	250	≥900
Minite . . . . .	350	≥900	≥900	100	200	≥900

Id. entre 0.61 et 0.80

Kohlencarbonite . . .	—	800	≥900	250	450	≥900
Minite . . . . .	—	—	≥900	250	—	≥900

Sous les densités moyennes de chargement, l'explosif type de ce groupe, la kohlencarbonite, a donc subi des réductions de charge-limite de 6 % en grisou et de 72 % en poussières, dans la section moyenne; en petite section, ces réductions ont été respectivement de 28 % et de 94 %.

GRUPE III. — *Gélatines dynamites.*

Le seul explosif classé de ce groupe est la *colinite antigrisouteuse B* ayant la composition ci-après :

Nitroglycérine gélatinisée . . . . .	26
(nitroglycérine 25, coton nitré 1)	
Trinitrotoluol . . . . .	12
Nitrate ammonique . . . . .	20
Perchlorate de potassium . . . . .	6
Hydrates de carbone . . . . .	29
Sulfate de magnésie . . . . .	7

Nous donnons ci-après la valeur des charges maxima n'ayant pas donné d'inflammations, dans diverses conditions.

Essais en grisou			Essais en poussières		
Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 mètres carrés	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 mètres carrés

Essais où le rapport de la section des cartouches à celle du fourneau est compris entre 0.18 et 0.40

450 |  $\geq 500$  (a) |  $\geq 500$  (a) | 300 |  $\geq 500$  (a) |  $\geq 500$  (a)

Id. entre 0.41 et 0.60

450 | 650 | 800 | 400 |  $\geq 800$  |  $\geq 800$

Id. entre 0.61 et 0.80

350 | 600 |  $\geq 800$  | 400 |  $\geq 800$  |  $\geq 800$

La charge-limite de cet explosif a donc subi, vis-à-vis du grisou, sous la densité moyenne de chargement, une perte de 19 % en section moyenne, et de 44 % en petite section.

Vis-à-vis des poussières, il n'y a eu chute qu'en petite section.

GRUPE IVa. — Explosifs au nitrate ammonique, avec addition de nitroglycérine.

Les explosifs de ce groupe qui sont classés comme S. G. P. sont au nombre de 3; nous y joignons un autre explosif, le *flammivore I*, qui n'est pas classé comme explosif S. G. P., mais sur lequel de nombreux essais ont été exécutés.

	Nitroglycérine	Nitrate Am.	Nitrate K.	Nitrate Na.	Oxalate Am.	Hydrates C.	Sulfate Am.	Sulfate Ba.
Fractorite D . . .	4	75	—	10	7	4	—	—
Flammivore III . . .	6	70	—	—	—	8	9	7
Ammoncarbonite . . .	4	82	10	—	—	4	—	—
Flammivore I . . .	4	82	10	—	—	4	—	—

Nous donnons ci-dessous la valeur des charges maxima n'ayant pas enflammé le grisou ou les poussières, dans les différentes conditions expérimentales.

	Essais en grisou			Essais en poussières		
	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 m carrés	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 m carrés

Essais où le rapport de la section des cartouches à celle du fourneau est compris entre 0.18 et 0.40

Fractorite D . . . . .	350	$\geq 400$ (a)	$\geq 400$ (a)	100	350	$\geq 400$
Flammivore III . . . . .	300	—	$\geq 450$ (a)	—	—	$\geq 450$ (a)
Flammivore I . . . . .	50	100	400	50	150	250

Id. entre 0.41 et 0.60

Fractorite D . . . . .	250	550	700	150	300	$\geq 700$
Flammivore III . . . . .	—	—	650	—	100	$\geq 650$
Flammivore I . . . . .	50	150	300	50	150	250

Id. entre 0.61 et 0.80

Fractorite D . . . . .	—	350	700	—	—	$\geq 700$
Flammivore I . . . . .	150	200	250	50	100	150

Sous les densités moyennes de chargement, la charge-limite officielle de la fractorite D a donc subi des réductions de 21 % (grisou) et 57 % (poussières) en moyenne section, et de 64 % (grisou) et 79 % (poussières) en petite section.

GRUPE IVb. — Explosifs au nitrate ammonique avec addition de dérivés nitrés de la série aromatique.

Ce groupe compte sept représentants dans la liste des explosifs classés, savoir :

	Trinitrotoluol	Trinitronaphtaline	Binitronaphtaline	Nitrate Am	Nitrate K	Nitrate Na	Permanganate K	Chromate Pb	Hydrates C	Oxalate Am	Sulfate Alun	Chlorure Am	Carbonate Ba
Densité 4 . . . . .	19	—	—	18	45.5	—	—	—	—	—	—	17.5	—
Favier 3bis . . . . .	8.5	—	—	60	11	—	0.5	—	6	—	5	4	5
Densité 3 . . . . .	4	—	—	74	—	22	—	—	—	—	—	—	—
Poudre blanche Cornil Ibis	—	—	3	77	1	—	—	1	—	—	—	18	—
Favier 2bis . . . . .	—	—	2.4	77.6	—	—	—	—	—	—	—	20	—
Fractorite B . . . . .	—	—	2.8	75	—	—	—	—	2.2	—	—	20	—
Minolite anti- grisouteuse	3	2	—	72	—	23	—	—	—	—	—	—	—

Ces explosifs ont fait l'objet d'un grand nombre d'essais; mais ceux-ci ont fréquemment donné des résultats contradictoires (nous rappellerons d'ailleurs que des essais de contrôle pratiqués sur des échantillons d'un explosif de ce groupe, prélevés dans les charbonnages, ont souvent donné des résultats très peu satisfaisants); c'est pourquoi nous ne relaterons ici que quelques résultats relatifs au Favier III<sup>bis</sup>, un des produits qui se sont comportés le moins irrégulièrement.

Essais en grisou			Essais en poussières		
Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 mètres carrés	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 mètres carrés

Essais où le rapport de la section des cartouches à celle du fourneau est comprise entre  
0.18 et 0.40

450	≥ 450 (a)				
-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Id. entre 0.41 et 0.61

250	600	750	350	≥ 750	≥ 750
-----	-----	-----	-----	-------	-------

Sous les densités moyennes de chargement, la charge-limite officielle devrait donc subir une réduction de 20 % (grisou) et 0 % (poussières), en section moyenne) et de 67 % (grisou) et 53 % (poussières) en petite section.

GRUPE V. — Explosifs chloratés.

- Ce groupe a trois représentants sur les listes d'explosifs S. G. P., ce sont :

	Nitroglycérine	Colle de gélatine glycérine	Trinitrotoluol	Nitrate Am	Nitrate Na	Perchlorate K	Perchlorate Am	Hydrates de C	Na Cl
Permonite . . . . .	6	1	7	29.5	—	24.5	—	7	25
Permonite B . . . . .	6	1	7	29.5	—	24.5	—	7	25
Yonckite 10bis.	—	—	10	30.0	15	—	25	—	20

Les tableaux ci-dessous font connaître, pour le premier de ces explosifs, la valeur des charges maxima n'ayant pas donné d'inflammation dans les différents cas.

	Essais en grisou			Essais en poussières		
	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 m. carrés	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 m. carrés
Essais où le rapport de la section des cartouches à celle du fourneau est compris entre 0.18 et 0.40						
Permonite . . . . .	≥ 450 (a)	≥ 450 (a)	≥ 450 (a)	250	≥ 450 (a)	≥ 450 (a)
Id. entre 0.41 et 0.60						
Permonite . . . . .	50	600	≥ 900	550	≥ 900	≥ 900
Id. entre 0.61 et 0.80						
Permonite . . . . .	250	700	≥ 900	—	≥ 900	≥ 900

Sous les densités moyennes de chargement, la charge-limite de la Permonite, explosif type de ce groupe devrait donc subir une réduction de 33 % (grisou), 0 % (poussières) en moyenne section, et de 94 % (grisou), 39 % (poussières) en petite section.

D. — Tableau résumant des essais exécutés sous des densités moyennes de chargement.

Groupons maintenant les résultats des essais consignés ci-dessus, en un tableau où nous représenterons par l'unité la charge limite officielle d'un explosif, déterminée dans une section de 2 mètres carrés, vis-à-vis du grisou ou des poussières; les charges maxima des explosifs-type de chaque groupe ne donnant pas d'inflammation, sous les mêmes densités de chargement, dans les sections de 0m<sup>2</sup>28 et de 0m<sup>2</sup>95 doivent être représentés par les chiffres ci-après :

	Essais en grisou			Essais en poussières		
	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 m. carrés	Section de 0m <sup>2</sup> 28	Section de 0m <sup>2</sup> 95	Section de 2 m. carrés
I. <b>Wetterdynamites :</b> Dynamite antigrisouteuse V . . . . .	0.46	0.46	1	≥ 1	≥ 1	≥ 1
II. <b>Carbonites :</b> Kohlencarbonite . . . . .	0.72	0.94	1	0.06	0.28	≥ 1
III. <b>Gélatines dynamites :</b> Colinite antigrisouteuse B . . . . .	0.56	0.81	1	0.50	≥ 1	≥ 1
IV. <b>Explosifs au NH<sup>4</sup> NO<sup>3</sup> :</b> a) + nitroglycérine : Fractorite D . . . . .	0.36	0.79	1	0.21	0.43	≥ 1
Id. b) + dérivés arom. nitrés : Favier IIIbis . . . . .	0.33	0.80	1	0.87	≥ 1	≥ 1
V. <b>Explosifs chloratés :</b> Permonite . . . . .	0.06	0.67	1	0.61	≥ 1	≥ 1

Rappelons que les essais isolés, exécutés avec d'autres explosifs, ont donné des résultats analogues.

### CHAPITRE III

#### Quelques observations au sujet des résultats des essais.

Il résulte des données exposées au chapitre précédent que, pour tous les explosifs soumis aux essais, la charge-limite vis-à-vis du grisou décroît avec la section de la galerie; il en est de même vis-à-vis des poussières, si ce n'est pour la *Wetterdynamite* essayée, la Dynamite antigrisouteuse V, où, malgré la faible section, l'inflammation des poussières n'a pas été obtenue.

Le taux de la réduction varie beaucoup suivant le type d'explosif et suivant que l'atmosphère explosible est composée de grisou ou de poussières.

Les *Carbonites* se maintiennent bien en grisou, mais la chute est profonde en poussières, déjà dans les sections moyennes.

La *Gélatine-dynamite* n'a pas de chute excessive.

Les *explosifs au nitrate* éprouvent des réductions très sensibles.

Les *explosifs au chlorate* se comportent bien en poussières, ne donnant de réduction de charge-limite qu'en petite section.

Dans les milieux grisouteux, la réduction est modérée en section moyenne, mais est extrêmement forte en petite section.

Pourra-t-on déterminer ce taux avec assez de précision pour chaque type d'explosif, de façon à pouvoir, comme le proposaient MM. Will et Mente au Congrès de Londres, obtenir, dans une petite galerie, des résultats dont on pourra déduire ceux que l'on obtiendrait dans des galeries ayant les dimensions de la pratique? C'est bien possible, et nous souhaitons, dans l'intérêt de la facilité d'essais sommaires destinés à guider les fabricants d'explosifs, qu'il en soit ainsi, mais il faudrait pour cela d'autres essais encore.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il faut se borner à énoncer cette loi qui paraît générale, réserve faite pour les *wetterdynamites* dans les atmosphères poussiéreuses :

*Toutes choses égales d'ailleurs, si un explosif placé dans un mortier détone dans un milieu explosible (grisouteux ou poussiéreux), la charge capable d'enflammer ce milieu diminue en même temps que la section de la galerie dans laquelle on opère (1).*

(1) Nous ferons remarquer, en passant, qu'il ne s'agit ici que de l'explosion initiale, du déclenchement de l'explosion, et nullement de la propagation. Il résulte, en effet, d'observations et constatations déjà nombreuses, que les coups de poussières se propagent mieux dans les galeries de grandes dimensions que dans celles de sections restreintes.

Ce résultat n'a rien d'étonnant. Il n'est que la confirmation, par un certain nombre d'expériences nouvelles, d'une chose bien connue.

Et d'abord, il est bien avéré que la facilité d'inflammation d'un mélange combustible croît avec la pression.

Cette facilité se révèle entre autres, dans les moteurs à gaz comme le rappelait M. Heise dans sa note de 1898, analysée par M. Denoël (1), note où il est dit également : « Les essais effectués, dans cet ordre d'idées, en soumettant à l'action d'une étincelle électrique de longueur et d'intensité constantes, des mélanges de grisou et d'air à des pressions variables, ont nettement démontré que le danger d'inflammation croît avec la pression. La différence est tellement sensible qu'elle se manifeste déjà pour des accroissements de pression correspondant à une profondeur de puits de 700 à 800 mètres. Ce phénomène est facile à expliquer : avec la densité croît le nombre de molécules gazeuses rencontrées par l'étincelle et portées à haute température. »

C'est aussi cette considération qui a motivé à Frameries l'exécution de certaines expériences, notamment sur les rallumeurs, dans des atmosphères sous pression dans l'appareil imaginé par notre regretté collègue Stassart (2).

Or, lorsqu'une charge d'explosifs détone dans un espace quelconque occupé par un gaz, il s'exerce au premier instant une compression violente qui est en rapport avec la nature de l'explosif et qui est la même *au premier instant*, quelle que soit la grandeur de l'espace. Mais, l'influence de celui-ci se fait sentir immédiatement après et, si l'espace est restreint ou étroit, ce qui, vu la rapidité des phénomènes considérés, est à peu près la même chose,

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. III.

(2) Voir *Revue Universelle des Mines*, t. IV, 4<sup>me</sup> série, et *Annales des Mines de Belgique*, t. IX, p. 170.

l'effet de la compression subit une persistance favorable à l'inflammation du milieu.

C'est là un premier point.

D'un autre côté, s'il est vrai que la détente, nécessaire à la sécurité, des gaz produits par l'explosion exige d'autant plus de temps pour se produire jusqu'à refroidissement suffisant que le poids de l'explosif est plus considérable, ce qui explique le danger des fortes charges, il est clair que le rétrécissement de l'espace équivaut à une augmentation de la charge, et, par conséquent, que l'inflammation sera provoquée par une charge-limite plus faible dans un espace plus restreint.

Ce danger des espaces limités était déjà signalé par la Commission française qui s'exprimait ainsi dans son « Rapport supplémentaire » de 1888 : « Il importe, en outre, de remarquer que la sécurité dans l'emploi des explosifs autour d'une atmosphère grisouteuse repose, comme on l'a vu plus haut, sur le mélange presque instantané des gaz de la détonation avec une masse d'air ambiant suffisante. Il serait donc dangereux de tirer des coups de mine dans un espace trop limité avec un poids d'explosif assez grand pour que le volume de l'air ambiant soit comparable avec celui des gaz de la détonation. »

Rappelons aussi que dans les études antérieures à l'établissement du siège d'expériences de Frameries (1), il a été fait remarquer que si l'abaissement par détente de la température des gaz dégagés est une condition nécessaire, elle est insuffisante et l'échauffement des couches d'air par compression est aussi à considérer, d'où l'influence de la *brisançe*.

Pour qu'il n'y ait pas inflammation, la compression doit rester en dessous de certaines limites et sa durée doit être

(1) WATTEYNE ET DENOEL, *Annales des mines de Belg.*, t. III, et *Bulletin de la Société de l'Industrie minière* (Congrès de Paris 1900).

inférieure à celle du retard à l'inflammation correspondant à la température atteinte. La compression initiale, *au contact du fourneau*, dépend de la nature de l'explosif et des conditions du tir et est indépendante de la forme ou de la section de la galerie. Elle engendre dans celle-ci un ébranlement ondulatoire qui se propage par un mécanisme de compressions et de détentes successives et qui s'amortit tout en transmettant la chaleur au milieu ambiant.

Mais la propagation de l'ébranlement n'est pas la même dans tous les milieux. Elle varie notamment avec la grandeur de l'espace où elle se produit. Or, la résistance des petites sections à la propagation du choc initial entraîne évidemment une augmentation de la durée et de la grandeur de la compression.

Dans les milieux restreints, le mécanisme de la propagation peut aussi jouer un rôle par la superposition des ondes directes et réfléchies par les parois et qui peuvent donner lieu à des ondes très comprimées portées à des températures très élevées. Cet effet peut être d'autant plus marqué que les obstacles où les ondes seront réfléchies seront plus près du centre de l'explosion; l'influence de l'étroitesse de la galerie se révèle donc une fois de plus comme nuisible.

La généralité des phénomènes d'une diminution de la charge-limite dans des galeries de dimensions restreintes (bien entendu entre certaines limites) est donc aisément explicable.

Les mêmes raisons générales qui expliquent la réduction de la charge-limite dans une atmosphère grisouteuse s'appliquent à ce qui se passe dans un milieu poussiéreux. Mais on conçoit aussi qu'il y ait des différences, et que, pour certains explosifs, la réduction de la charge soit plus forte en présence des poussières que du grisou et que pour d'autres ce soit le contraire qui se produise.

La température et la vitesse de la détonation, et aussi la

composition des gaz produits par l'explosion interviennent dans ces différences.

En terminant cet exposé, nous croyons de notre devoir d'insister de nouveau sur des observations émises maintes fois à propos des essais sur les explosifs.

Bien que l'on se soit préoccupé, au Siège d'Expériences de Frameries, de se placer dans les conditions les plus rapprochées possible de celles de la pratique des mines, il est manifeste, et ce qui précède a mis le fait en lumière une fois de plus, qu'il s'en faut encore de beaucoup qu'il ait pu en être tout à fait ainsi.

Certes, comme il est dit plus haut, il n'y a pas lieu de s'émouvoir outre mesure de l'énorme réduction qui, pour certains explosifs, affecte la charge-limite dans les galeries de 0<sup>m</sup>28 de section, car jamais dans la pratique, il n'est question de miner dans de pareils réduits; mais la section de 0<sup>m</sup>95 peut parfois, quoique rarement, se rencontrer.

En outre, la question de la densité de chargement, par les incertitudes qu'elle soulève, est assez troublante.

L'augmentation de pression avec la profondeur entraîne aussi un surcroît de danger.

Puis, les irrégularités dans la fabrication des explosifs peuvent diminuer considérablement le degré de sûreté de ceux-ci.

Par contre, il est vrai, le bourrage apporte un surcroît important de sécurité, surcroît paraissant plus considérable pour les explosifs S. G. P. que pour les autres (1). Aussi, tout en recommandant l'usage exclusif des explosifs S.G.P., insistons-nous sur la nécessité d'un bourrage soigné.

Mais on ne peut pas toujours escompter avec certitude

(1) WATTEYNE et STASSART, *Publication du Congrès de Liège*, 1905, et *Annales des Mines de Belgique*, t. X; *Publication du Congrès de Rome*, 1906.

l'appoint de sûreté provenant du bourrage, puisque son efficacité est annihilée, ou tout au moins considérablement réduite dans certains cas de la pratique, notamment celui où les gaz de l'explosion rencontrent des fissures de terrains par où ils s'échappent sans avoir travaillé.

Ainsi, malgré tout, l'emploi des explosifs dans les mines grisouteuses ou poussiéreuses reste-t-il une opération dangereuse et il importe, tout en n'employant que les explosifs les moins dangereux, bien bourrés et à charges limitées, de ne négliger aucune des précautions habituelles pour éviter de miner dans des atmosphères inflammables ou susceptibles de l'être.

C'est moyennant la superposition de toutes ces précautions que nous pourrions améliorer de plus en plus la situation encourageante où se trouvent actuellement, vis-à-vis des accidents en général et, en particulier, des accidents de grisou, les mines de notre pays.

Bruxelles, mars 1911.

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

---

Siège d'expériences de Frameries

---

## INFLAMMATION DU GRISOU

PAR LES

# Filaments incandescents des lampes électriques

PAR

EMMANUEL LEMAIRE

Ingénieur au Corps des Mines

Attaché au Service des Accidents miniers et du Grisou

(Siège d'expériences de l'État à Frameries)

Professeur à l'Université de Louvain.

---

### INTRODUCTION

---

Les lampes électriques portatives présentent de sérieux avantages sur les lampes de sûreté ordinaires, pour l'éclairage des mines à grisou. Leur degré de sûreté est plus grand, car le foyer lumineux n'a aucune communication avec l'air de la mine et le danger n'augmente pas avec la teneur en méthane et la vitesse du courant d'air. Elles ne renferment pas de parties délicates, telles que des toiles métalliques faciles à détériorer et exigeant une surveillance journalière très attentive. Elles ne s'éteignent pas, ce qui dispense du rallumage intérieur et permet aux ouvriers d'effectuer plus facilement leur retraite en cas d'accident.

Elles ont par contre l'inconvénient d'avoir un poids notablement supérieur à celui des lampes de sûreté ordinaires et de ne pas donner d'indication sur la présence du grisou. On peut, il est vrai, remédier à ce dernier inconvénient par l'emploi simultané de quelques lampes de sûreté ordinaires, servant de grisoumètres.

Une lampe électrique de mine bien construite, c'est-à-dire robuste, sans courts-circuits possibles, et dans laquelle les étincelles de fermeture et d'ouverture du circuit ne peuvent se produire qu'en vase clos, ne présente qu'un seul danger : celui de la rupture de l'ampoule. La réalité de ce danger, auquel il est facile de remédier en entourant l'ampoule d'une enveloppe protectrice en verre épais, qui l'isole de l'atmosphère ambiante, a même été contestée et des avis contradictoires ont été formulés à ce sujet.

Nous donnons dans la présente note, le détail des essais principaux, qui ont été faits au Siège d'expériences de l'Etat à Frameries, pour élucider ce point, sur lequel la catastrophe survenue, le 7 juillet 1905, au Charbonnage du Bois de La Haye, à Anderlues, avait tout spécialement attiré l'attention (1).

## CHAPITRE PREMIER

### Inflammation des gaz combustibles par les fils métalliques incandescents.

On sait depuis longtemps que les fils métalliques incandescents peuvent allumer les gaz combustibles et que la température à laquelle ils doivent être portés pour produire cet effet, dépend de leur diamètre et de la nature des gaz.

Davy a montré, en effet, qu'un fil de fer de 1/40 de pouce de diamètre (0.63 millimètre), porté au rouge cerise,

(1) Voir *Ann. des Mines de Belgique*, t. XV, pp. 576 et suiv., « Les accidents du grisou » (WATTEYNE ET BREYRE).

enflammait un jet d'hydrogène s'échappant dans l'air, mais n'enflammait pas un jet d'éthylène. Celui-ci s'enflamme au contact d'un fil de 1/8 de pouce de diamètre ( $3 \frac{m}{m}$  17), chauffé à la même température. Un fil de fer de 1/500 de pouce d'épaisseur (0.05 millimètre) n'enflamme l'hydrogène qu'au blanc ; il allume au rouge sombre un jet d'hydrogène phosphoré. Au blanc, un fil de 1/40 de pouce de diamètre (0.63 millimètre) n'enflamme pas le grisou ; il enflamme au rouge l'oxyde de carbone (1).

D'autre part, les expériences de M. Hauser, Professeur à l'Ecole des Mines de Madrid, sur l'inflammation du grisou par les conducteurs électriques incandescents ont donné les résultats suivants (2) :

1° Des fils de ferronickel de 0.3 millimètre de diamètre n'ont pas enflammé les mélanges les plus sensibles du grisou artificiel, pas plus avec fusion que sans fusion du métal ;

2° Avec un fil de platine de 0.5 millimètre de diamètre, chauffé progressivement jusqu'au rouge, l'inflammation du mélange à 7 ou 7.5 % de grisou naturel, a été obtenue six fois sans aucun raté et sans fusion du fil, qui brillait d'un vif éclat au moment où allait se produire l'explosion.

Avec des fils de platine de 0.2 millimètre de diamètre et du grisou naturel, il y a eu deux inflammations sur trois essais ;

3° Avec des fils de fer doux de 0.9 millimètre de diamètre, les résultats sont très intéressants. En effet, en employant un fil rectiligne horizontal ou incliné ou bien un fil incurvé tantôt vers le haut, tantôt vers le bas, le grisou naturel à 7.2 à 7.5 % s'est allumé 6 fois sur 17 essais, soit dans le 1/3 des cas ; le fil ne fondait pas dans les cas d'inflammation et fondait dans le cas contraire.

(1) WURTZ, *Dictionnaire de Chimie*, Combustion.

(2) DENOEL, *Annales des Mines de Belgique*, t. XII, 1907, p. 1088.

Par contre, en employant un fil incliné avec une spire au milieu, il y a eu 5 inflammations sur autant d'essais et sans fusion du fil. Dans trois de ces essais, le fil a été employé trois fois de suite et dans un quatrième essai, le fil tordu en spirale a enflammé un mélange qui avait résisté à un fil droit chauffé jusqu'à la fusion ;

4° Comme vérification des expériences précédentes, d'autres ont été faites avec du fil d'acier de 0.6 millimètre de diamètre, avec du grisou artificiel pur sans obtenir d'inflammation dans 4 essais avec un fil droit horizontal de 15 millimètres de longueur, tandis qu'il y a eu inflammation par un fil de 25 millimètres de longueur, incurvé vers le haut.

Avec un fil oblique enroulé en trois spires, deux essais ont été suivis d'explosion et dans un de ces cas le même mélange gazeux avait déjà servi trois fois de suite à des essais jusqu'à fusion d'un fil droit horizontal de 15 millimètres de longueur. Cette dernière expérience a été répétée avec le même résultat dans le grisou naturel.

Il résulte de ces expériences de M. Hauser que les fils incurvés ou enroulés allument plus facilement le grisou que les fils droits et que l'aptitude à l'inflammation des mélanges grisouteux n'est pas la même pour tous les métaux.

En opérant avec des fils de fer de 0.05 à 0.35 millimètre de diamètre, MM. Couriot et Meunier n'ont pas fait détoner le grisou mélangé à l'air, même dans les conditions les plus favorables à l'explosion (1).

Rapprochées des précédentes, ces expériences confirment que l'inflammation des mélanges explosibles est d'autant plus difficile à obtenir que les fils sont plus fins.

On sait qu'un gaz combustible ne s'enflamme en pré-

(1) COURIOT ET MEUNIER, *Ann. des Mines de Belg.*, t. XIII, p. 87.

sence de l'air que s'il est porté à une certaine température, appelée température d'inflammation. Pour que l'inflammation, mise en un point d'un mélange d'air et de gaz combustible, se propage dans toute la masse, il faut que la chaleur dégagée par la combustion des premières particules, qui s'allument au contact de la source initiale de chaleur, soit suffisante pour porter à la température d'inflammation une masse au moins égale de particules voisines.

Si la proportion de gaz combustibles dans le mélange est faible, et inférieure à 6 % pour les mélanges d'air et de grisou, le mélange brûle simplement dans le voisinage immédiat de la source de chaleur, en formant autour de celle-ci une auréole plus ou moins développée, mais la chaleur dégagée par cette combustion est trop faible pour porter à la température voulue les masses de gaz voisines et l'inflammation ne se propage pas.

Certains faits, et notamment celui que les fils fins incandescents allument plus difficilement le grisou que les fils de plus gros diamètre, tendent à prouver que, même dans un mélange explosible, il est nécessaire qu'une certaine masse de combustible s'allume à la fois, pour que l'inflammation puisse se propager. Si cette masse de gaz est trop faible, la chaleur dégagée par sa combustion est dispersée trop rapidement dans le milieu ambiant, pour que les masses de gaz voisines soient portées à la température d'inflammation.

Plus le fil est gros et plus sa température est élevée, plus le volume de gaz qui s'allume à son contact est considérable. On conçoit dès lors, que les fils de gros diamètre allument plus facilement les mélanges explosibles que les fils plus fins.

On voit parfois dans les essais de lampes de sûreté en courants grisouteux, une flamme en forme de dard très

aigu, sortir par une fente du verre sans allumer le mélange explosible environnant. Il faut admettre que cette flamme communique le feu à une masse trop faible de mélange explosible, pour que l'inflammation se propage.

Le fait que les fils enroulés en spires allument plus facilement le grisou que les fils droits, paraît dû à ce que la masse de gaz combustibles, qui traverse la boucle formée par le fil, est chauffée de tous les côtés par le filament et par la chaleur que dégage la combustion qui se produit au contact du fil et peut être portée ainsi plus facilement à sa température d'inflammation.

L'influence de la masse de matières combustibles allumées à la fois par la cause initiale d'inflammation a déjà été mise en évidence par l'étude des inflammations des poussières.

En se basant sur ce qui vient d'être dit, on peut prévoir la possibilité d'allumer les gaz combustibles par les fils les plus fins à la condition d'élever suffisamment leur température. Toutefois certaines substances sont exposées à fondre avant que la température nécessaire ne soit atteinte.

Les expériences faites au Siège d'Expériences de l'Etat à Frameries, sur les lampes à incandescence, ont montré qu'il en était bien ainsi. En effet, il a été possible d'enflammer les mélanges explosibles d'air et de grisou, au moyen des filaments de toutes les lampes expérimentées, en élevant suffisamment leur température, bien que ces filaments n'eussent que quelques centièmes de millimètre de diamètre.

## CHAPITRE II

### Lampes à filament de charbon.

Les expériences ont porté sur des lampes de 2 et de 4 volts. Les ampoules, montées sur des lampes Sussmann ou reliées, avec ou sans intercalation de résistance, à une batterie d'accumulateurs permettant de mettre en circuit un ou plusieurs éléments, étaient ouvertes avant leur introduction dans l'appareil d'essais, ou brisées dans le courant grisouteux même, par compression entre les mâchoires d'un étau. Les expériences ont été faites dans des courants grisouteux de 0.50 à 10 mètres de vitesse, renfermant 8 à 10 % de méthane.

Le voltage et l'ampérage étaient réglés sur la lampe intacte avant les essais ; le voltage était mesuré aux bornes de la lampe ou plus exactement aux bornes où se fixaient les fils de gros diamètre conduisant le courant à celle-ci.

Le courant électrique était supprimé après chaque inflammation de grisou, pour éviter la combustion ou la destruction du filament pendant le temps que demandait l'extinction des flammes dans l'appareil d'essai ; on le rétablissait immédiatement après.

Dans un certain nombre d'essais, la température du filament avant rupture de l'ampoule, a été mesurée au moyen d'un pyromètre à absorption de Féry. Il convient de faire quelques réserves au sujet de ces mesures de températures que le peu de développement des filaments expérimentés rendait difficiles.

Les expériences faites par M. K.-G. Falk au laboratoire de l'Institut physico-chimique de Berlin ou à la Columbia University à New-York, ont montré que la température d'inflammation des mélanges combustibles varie avec la composition de ces mélanges. C'est ainsi qu'un mélange

renfermant 50 % d'hydrogène et 50 % d'oxygène, s'allume à 788°, alors que le mélange à 80 % d'hydrogène et 20 % d'oxygène ne s'allume qu'à 878°. Un mélange à 66 % d'oxyde de carbone et 34 % d'oxygène s'enflamme à 875° alors que le mélange à 50 % d'oxyde de carbone et 50 % d'oxygène ne s'allume qu'à 915° (1).

Pour les mélanges d'air et de grisou, les expériences effectuées à Frameries, préalablement aux essais sur les explosifs, ont montré que la teneur de plus grande inflammabilité était comprise entre 7.5 et 8 % de méthane (2).

C'est cette teneur qui a été réalisée dans la plupart des essais auxquels ont été soumises les lampes à filament de charbon et dont les tableaux 1 à 7 donnent les détails.

Ces essais ont d'abord montré à l'évidence, qu'il était possible d'allumer les mélanges explosibles d'air et de grisou par l'incandescence d'un filament de charbon.

On voit en effet, en examinant les tableaux d'essais, que de très nombreuses inflammations ont été obtenues sans rupture du filament; dans un essai notamment, le même fil a donné lieu à 42 inflammations consécutives sans se briser.

Il est donc acquis qu'un filament de charbon incandescent peut allumer le grisou et que ce n'est pas nécessairement l'étincelle produite au moment de la rupture du fil qui détermine cette inflammation.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, la combustion d'un filament de charbon dans l'air demande parfois plusieurs minutes; le temps nécessaire dépend de la température à laquelle il est porté, mais ce temps est toujours très appréciable.

La température à laquelle le filament est soumis normalement, varie parfois très notablement d'un type de lampe

(1) *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, t. XV, p. 215.

(2) WATTEYNE et STASSART, *Ann. des Mines de Belg.*, t. X, pp. 1069 à 1079.

à l'autre, tout au moins pour les lampes à bas voltage qui ont été expérimentées; de plus, certaines lampes d'un même type ont une résistance électrique plus grande que d'autres, comme on peut s'en assurer en consultant les tableaux d'essais; les températures de leur filament peuvent donc différer pour le même voltage appliqué à leurs bornes. C'est une première cause du défaut de concordance absolue dans les résultats obtenus.

Il en est une autre. Au moment où l'air pénètre dans l'ampoule, le refroidissement par convection s'ajoute au refroidissement par radiation et la température du filament diminue instantanément. Quand on serre les mâchoires de l'étau lentement et avec précaution, la rupture de l'ampoule se fait parfois en deux ou trois fragments seulement. Dans un essai, il a été constaté que ces fragments, maintenus par les mâchoires, étaient restés si bien en contact que l'inflammation ne pouvait pas se communiquer à l'extérieur. On conçoit dès lors, que dans certains cas, l'air extérieur puisse pénétrer dans l'ampoule et abaisser la température du filament avant que les interstices entre les fragments soient suffisants pour que l'inflammation puisse se communiquer à l'extérieur. La manière dont l'ampoule se brise peut donc avoir également une influence sur les résultats.

La température de fonctionnement normal des lampes à filament de charbon, pour une consommation de 3.5 watts par bougie, est évaluée à 1,400° environ par certains auteurs et à 1,600° environ par d'autres. Le Bureau of Standards fixe cette température à 1,800 ou 1,820° (1). Ces différences proviennent vraisemblablement de la difficulté que présente la mesure des hautes températures en général et surtout de la température des filaments incandescents.

(1) GARÇON, *Applications de la Chimie*, t. II, p. 1411.

Les mesures faites au Siège d'Expériences de l'Etat à Frameries, au moyen du pyromètre à absorption de Féry, ont donné les résultats suivants pour des lampes de 4 volts.

Nos des essais	Voltage V.	Ampéage A.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	3.70	0.46	0.26	6.5	2110
2	4.00	0.54	0.35	6.2	1940
3	4.00	0.52	0.35	6.0	2040
4	4.00	0.52	0.38	5.5	2000
5	4.00	0.54	0.42	5.1	2060
6	3.15	0.56	0.35	4.9	2360
7	4.00	0.60	0.50	4.8	2120
8	3.92	0.53	0.60	3.5	2300
9	4.00	0.56	0.69	3.2	2350
10	3.80	0.53	0.68	3.0	2370
11	4.00	0.52	0.73	2.7	2400
12	4.00	0.62	1.00	2.5	2450
13	4.40	0.60	1.10	2.4	2530
14	4.00	0.60	1.15	2.1	2570
15	4.00	0.60	1.40	1.7	2550
16	4.70	0.62	2.00	1.5	2675
17	4.40	0.70	2.20	1.4	2690

*N. B.* — Les ampoules qui ont fait l'objet de ces essais étaient reliées, avec ou sans intercalation de résistances, à une batterie d'accumulateurs permettant de mettre en série un ou plusieurs éléments.

Quand on brise une ampoule en milieu grisouteux, ou bien quand on fait passer le courant dans le filament d'une lampe brisée à l'avance, on obtient :

1° Soit la combustion du filament sans inflammation du grisou ;

2° Soit une inflammation retardée, qui survient parfois après plusieurs secondes, sans qu'il y ait nécessairement rupture du fil ;

3° Soit une inflammation immédiate.

Après une série d'inflammations immédiates, il se produit parfois une ou plusieurs inflammations retardées ; parfois aussi le filament achève de brûler sans allumer le grisou. D'autre part, les inflammations retardées sont parfois suivies d'inflammations immédiates ou moins retardées.

L'examen des tableaux relatifs aux essais faits sur des ampoules ouvertes avant d'être introduites dans l'appareil d'essai, montre qu'en survoltant fortement les lampes, on obtient des inflammations immédiates, qu'en les survoltant moins il se produit des inflammations retardées et qu'en ne les survoltant pas ou en descendant en dessous du voltage normal, le filament brûle le plus souvent sans allumer le grisou.

Les inflammations immédiates exigent donc pour se produire, de hautes températures du filament. Pour des températures plus basses, le filament brûle sans allumer le grisou ou bien l'on obtient des inflammations retardées.

En brisant les ampoules dans l'appareil d'essai même, on obtient des inflammations immédiates avec des lampes fonctionnant à leur voltage normal. Pour obtenir la même température du filament, il faut évidemment un courant moins intense quand le filament se trouve dans le vide que quand il se trouve dans l'air.

La température minima nécessaire pour obtenir de telles inflammations est d'environ 2,050°. L'examen du tableau

ci-dessus montre que la plupart des lampes de 4 volts expérimentées fonctionnent normalement à des températures supérieures à cette dernière ; celles dont les filaments ont une température moins élevée, n'ont qu'un pouvoir éclairant infime et leur consommation d'énergie par unité de pouvoir lumineux est excessive.

Il est arrivé souvent aussi que, par la rupture des ampoules dans l'appareil d'essai même, des inflammations retardées ont été obtenues pour des températures très élevées supérieures à 2,050°, mais il y a lieu de croire que la manière dont l'ampoule s'est brisée a influencé ces résultats ainsi qu'il a été expliqué ci-dessus. Il est vraisemblable que la température du fil diminuait avant que l'inflammation put se propager à l'extérieur par les interstices compris entre les fragments de l'ampoule brisée. Pour éviter de trop fréquentes ruptures de filament par chute des fragments de verre au moment de la rupture des ampoules, on garnissait de mastic les mâchoires de l'étau de manière à retenir ces fragments. C'est ce qui explique la facilité avec laquelle ceux-ci pouvaient rester en contact.

Les inflammations retardées paraissent dues, tout au moins en partie, à l'influence de la résistance électrique du circuit sur laquelle étaient branchées les ampoules expérimentées.

Cette résistance se compose :

1° De la résistance intérieure de la batterie d'accumulateurs ;

2° De la résistance des conducteurs ;

3° De la résistance intercalée dans la plupart des essais pour régler la différence de potentiel aux bornes de l'ampoule.

La force électromotrice absorbée dans ces résistances diminue quand l'intensité du courant faiblit, et cet affaiblis-

sement de l'intensité se produit au cours des essais quand la combustion du filament diminue son diamètre et augmente sa résistance.

Pendant les essais, la différence de potentiel aux bornes du filament augmente donc de la quantité dont la force électromotrice absorbée dans la résistance extérieure diminue et il peut en résulter une élévation de la température du filament aminci. En observant au moyen d'un pyromètre la combustion d'un filament mis en circuit avec une résistance, on constate que sa température va en augmentant, ce qu'on n'observe pas quand la tension aux bornes de la lampe est constante.

Il semble donc que la résistance du circuit extérieur à la lampe soit, tout au moins en partie, la cause des inflammations retardées. La température du filament, trop basse au début de l'essai pour allumer le mélange explosible, augmente progressivement jusqu'à atteindre le point d'inflammation. Le filament peut donner lieu ensuite à des inflammations immédiates ou moins retardées.

Quand le filament a été très aminci par une série d'incandescences successives, la différence de potentiel aux bornes de la lampe diffère peu de la force électromotrice de la batterie. Le filament se comporte alors comme si la différence de potentiel aux bornes de la lampe était constante ; sa température diminue à chaque incandescence et finalement il achève de brûler sans allumer le grisou.

Les expériences faites sur les lampes ouvertes avant d'être introduites dans l'appareil d'essai, montrent que pour allumer le grisou, il faut survolter d'autant plus fortement les lampes que la vitesse du courant grisouteux est plus grande. Ce résultat dû au refroidissement plus considérable que subit le filament dans les courants de grande vitesse, était à prévoir a priori.

## CHAPITRE III

## Lampes à filaments métalliques.

On sait que la puissance lumineuse et le rendement des lampes à incandescence augmentent rapidement avec la température à laquelle le filament est porté.

En prenant comme unité l'éclat du platine à sa température de fusion, M. Violle a trouvé les rapports suivants entre les intensités lumineuses et les diverses températures :

TEMPÉRATURES	ECLATS RELATIFS
775°	0.00007
956°	0.00120
1035°	0.00450
1500°	0.27100
1775°	1.00000

Pour des températures supérieures à celle qui correspond à une consommation de 3.5 watts par bougie, les lampes à filaments de charbon sont rapidement mises hors d'usage. Pour améliorer le rendement des lampes, on est obligé de recourir à certains métaux très réfractaires, tels que le tungstène, le tantale, l'iridium, l'osmium, le zirconium, etc., dont les filaments peuvent supporter des températures plus élevées sans se détériorer trop rapidement.

L'osmium ne fond qu'à 2,500° environ (1), le tantale entre 2,250° et 2,300° (1), l'iridium à 1,900, d'après Violle, et entre 2,200° et 2,300°, d'après Weyle (2). La température de fusion du tungstène serait de 3,080° d'après Burgess et Waidner (le tantale 2,910°) (1).

(1) BERTHIER. *Les nouveaux modes d'éclairage électrique.*  
 (2) MOISSAN. *Chimie minérale.*

Les lampes à filaments métalliques fonctionnent normalement à des températures très élevées; d'après le Bureau of Standards la température de fonctionnement des lampes au tantale serait de 2,000° et celle des lampes au tungstène de 2,300° (1).

Les mesures de température faites au siège d'Expériences de l'État à Frameries au moyen du pyromètre à absorption de Féry, ont donné les résultats suivants pour des lampes de 2 et de 4 volts

## Ampoules A. E. G. de 4 volts.

Nos des essais	Voltage V	Ampérage A.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	2.90	1.04	0.80	3.90	1970
2	3.00	1.00	1.08	2.77	2070
3	2.95	1.04	1.25	2.45	2120
4	2.95	1.02	1.35	2.22	2175
5	3.55	1.18	2.00	2.10	2265
6	3.02	1.06	1.70	1.75	2200
7	2.95	1.01	1.70	1.88	2350
8	3.67	1.04	2.15	1.74	2315
9	3.00	1.07	1.90	1.69	2345
10	3.45	1.02	2.10	1.67	2190
11	3.35	1.08	2.35	1.54	2420
12	4.05	1.12	3.65	1.23	2450
13	4.55	1.30	6.30	0.94	2835
14	4.65	1.30	6.90	0.88	2830

(1) GARÇON, *Applications de la chimie*, t. II, p. 1411.

## Ampoules A. E. G. de 2 volts.

Nos des essais	Voltage V.	Ampérage A.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	1.52	1.30	0.41	4.80	2025
2	1.70	1.30	0.92	2.40	2130
3	1.80	1.56	1.33	2.10	2540
4	2.00	1.50	2.10	1.43	2345
5	2.15	1.60	2.40	1.43	2505
6	2.00	1.50	2.25	1.33	2340
7	2.25	1.70	3.00	1.27	2842
8	2.25	1.62	3.00	1.21	2570
9	2.67	1.82	4.52	1.07	3000

## Ampoules Zircon Wolfram, de 4 volts.

Nos des essais	Voltage V.	Ampérage A.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	2.25	0.94	0.45	4.70	1875
2	2.65	1.00	0.73	3.63	1825
3	2.75	1.00	0.80	3.41	1900
4	3.20	1.04	1.60	2.10	2100
5	3.60	1.14	2.30	1.78	2150
6	4.35	1.30	4.30	1.30	2450
7	4.00	1.23	4.73	1.04	2475
8	4.35	1.30	5.71	0.97	2530

## Ampoules n° 2, de 4 volts et 0.4 ampère.

Nos des essais	Voltage V.	Ampérage A.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	4.00	0.40	0.38	4.21	1730
2	5.50	0.49	1.10	2.48	2000
3	4.50	0.45	0.88	2.30	1900

## Ampoules n° 1, de 2 volts et 0.8 ampère.

Nos des essais	Voltage V.	Ampérage A.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	1.12	0.58	0.034	18.20	1520
2	2.00	0.81	0.640	2.53	1825

Les tableaux 8 à 20 donnent le détail des essais effectués sur les lampes à filaments métalliques.

En raison de la haute température de leurs filaments, on pouvait prévoir a priori que ces lampes seraient plus dangereuses au point de vue de l'inflammation du grisou que les lampes à filament de charbon. Toutes les lampes à filaments métalliques expérimentées ont allumé le grisou à leur température de fonctionnement normal et même pour des températures inférieures.

Dans un certain nombre de cas, plusieurs inflammations consécutives ont été obtenues avec le même filament, ce qui montre à l'évidence que c'est bien l'incandescence et non pas seulement l'étincelle de rupture qui détermine l'explosion. Un filament notamment a donné lieu à 14 inflammations consécutives avant de se briser. Dans les cas

où on n'obtenait qu'une seule inflammation, il a souvent été constaté qu'un courant continuait à circuler dans le filament après celle-ci, ce qui montre qu'il n'était pas interrompu.

Certains filaments métalliques ont allumé le grisou à des températures pour lesquelles les lampes à filaments de charbon ne présentent aucun danger. Avec les lampes N° 1 notamment des inflammations ont été obtenues dès la température de 1,400°.

## CONCLUSIONS

Il résulte de l'ensemble des essais que la rupture de l'ampoule d'une lampe électrique de mine à filament de charbon ou à filament métallique, doit être considérée comme dangereuse, dans une atmosphère grisouteuse.

Il n'est pas impossible de fabriquer des lampes dont les filaments n'atteindraient pas une température dangereuse, mais le pouvoir éclairant de ces lampes serait très faible et la consommation d'énergie, par unité de lumière, serait excessive.

En raison de l'importance que présente un bon éclairage souterrain, il est préférable de ne pas s'engager dans cette voie et de chercher plutôt à obtenir des lampes électriques de mine à pouvoir éclairant élevé, en poussant la température des filaments jusqu'à une limite compatible avec une durée de conservation acceptable. Les tableaux ci-dessus montrent qu'on peut arriver dans ces conditions, à de magnifiques pouvoirs éclairants, mais pour les obtenir il faudrait que l'accumulateur puisse débiter, pendant la durée d'un poste, un courant de 1.5 ampère sous 2 volts ou mieux un courant de 1 ampère sous 4 volts.

Il est indispensable de se prémunir contre le danger résultant de la rupture de l'ampoule, en entourant celle-ci d'un verre épais et solide, à joints hermétiques.

Mons, février 1911.

TABLEAU I. — Lampes à filament de charbon, de 4 volts et 0.55 ampère.

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs V	Voltage V.	Ampérage A.	Puissance W.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
avant rupture de l'ampoule											
1	1	8	6	4.15	0.58	2.41	»	»	2150	●	Inflammation immédiate du grisou. Un courant continue à circuler dans le filament après cette inflammation.
2	1	8	6	4.05	0.57	2.30	»	»	2100	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule sans inflammation du grisou.
3	1	8	6	4.00	0.48	1.92	»	»	1950	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant continue à circuler dans le filament après celle-ci. On diminue la résistance du circuit et on obtient 10 inflammations consécutives.
4	1	8	6	3.75	0.50	1.88	»	»	2000	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule sans inflammation du grisou.
5	1	8	6	3.75	0.50	1.88	»	»	2000	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 21 inflammations consécutives.
6	1	8	6	3.95	0.50	1.98	»	»	2050	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 14 inflammations consécutives.
7	1	8	6	3.75	0.50	1.88	»	»	1900	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule puis le filament brûle pendant 330 secondes sans allumer le grisou.
8	1	8	6	3.85	0.52	2.00	»	»	2050	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
9	1	8	6	4.00	0.54	2.16	»	»	2040	○	Id.
10	1	8	6	4.05	0.52	2.11	»	»	2150	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 42 inflammations consécutives.
11	1	8	6	3.95	0.51	2.01	»	»	2000	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 21 inflammations consécutives.
12	1	8	6	3.90	0.48	1.87	»	»	1970	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient une inflammation.
13	1	8	6	3.75	0.50	1.88	»	»	1968	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
14	1	8	6	3.80	0.50	1.90	»	»	1900	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule; un courant continue à passer dans le filament.
15	1	8	6	3.90	0.50	1.95	»	»	2050	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on obtient 2 inflammations consécutives; on rétablit la résistance primitive et on obtient 2 inflammations consécutives.
16	1	8	6	3.55	0.48	1.70	»	»	1940	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
17	1	8	4	3.55	0.48	1.70	»	»	1800	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
18	1	8	4	3.55	0.46	1.63	»	»	1850	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on obtient une inflammation. On rétablit le courant primitif, le filament brûle alors pendant 20 secondes sans allumer le grisou.
19	1	8	4	3.57	0.46	1.64	»	»	1790	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En appliquant un courant de 6 volts, on obtient une inflammation. Après rétablissement du courant primitif le filament brûle pendant 200 secondes sans allumer le grisou.
20	1	8	4	3.55	0.45	1.60	»	»	1900	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En appliquant un courant de 6 volts, on obtient une inflammation. Après rétablissement du courant primitif le filament brûle pendant 15 secondes sans allumer le grisou.

Lampes à filament de charbon, de 4 volts et 0.55 ampères (suite).

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
			V.	avant rupture de l'ampoule							
21	1	8	4	3.60	0.46	1.66	»	»	1875	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
22	1	8	6	4.00	0.56	2.24	»	»	2150	○	Rupture immédiate des filaments sans inflammation du grisou.
23	1	8	6	4.00	0.54	2.14	»	»	2110	○	Id.
24	1	8	6	4.00	0.54	2.14	»	»	2060	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on obtient une inflammation. On rétablit la résistance primitive; le voltage s'élève rapidement et le grisou s'allume une deuxième fois au bout de 20 secondes
25	1	8	6	4.10	0.52	2.13	»	»	2150	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on atteint une inflammation. On rétablit la résistance primitive; un courant de 4.45 volts et de 0.44 ampère circule dans le filament: le voltage monte rapidement tandis que l'ampérage diminue et le filament se brise au bout de 40 secondes sans allumer le grisou.
26	1	8	4	3.90	0.60	2.34	»	»	2050	○	Rupture immédiate du filament.
27	1	8	4	3.90	0.52	2.03	»	»	2000	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on obtient une inflammation immédiate. On rétablit la résistance primitive; un courant de 3.9 volts et de 0.4 ampère s'établit; l'ampérage diminue peu à peu et le filament se brise au bout de 170 secondes sans allumer le grisou.
28	1	8	6	3.95	0.51	2.03	»	»	1990	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on obtient une inflammation immédiate. On rétablit la résistance primitive; un courant de 4.2 volts et de 0.48 ampère s'établit. L'ampérage diminue peu à peu et le voltage s'élève. Une deuxième inflammation de grisou se produit au bout de 15 secondes.

TABLEAU II. — Lampes à filament de charbon de 2 volts et 0.64 ampère. Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Ampérage après rupture de l'ampoule au début de l'essai	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition										
	mèt.	%										
			V.	avant rupture de l'ampoule								
29	1	8	2.10	2.00	0.56	1.12	»	»	»	»	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
30	1	8	2.10	2.00	0.64	1.28	»	»	»	»	5 ●	Pas d'inflammation; la lampe n'éclaire plus. Après 10 secondes l'ampèremètre marque 0.56 A. On porte alors le voltage à 4.2 volts et l'on obtient 5 inflammations consécutives.
31	1	8	2.10	2.00	0.64	1.28	0.1	12.8	1550	»	9 ●	Pas d'inflammation: la température du filament diminue au fur et à mesure que l'ampérage baisse. Après 120 secondes l'ampèremètre marque 0.5 A. On porte alors le voltage à 4.1 volts et on obtient 9 inflammations consécutives dont les dernières sont moins immédiates que les premières.
32	1	8	2.10	2.00	0.72	1.44	»	»	»	»	○	Pas d'inflammation. La température du filament diminue progressivement. Après 90 secondes l'ampèremètre marque 0.4 A. et le filament n'éclaire plus. On porte alors le voltage à 4.2 volts et on obtient une inflammation.
33	1	8	2.65	2.55	0.86	2.17	0.48	4.50	2000	»	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
34	1	8	2.65	2.50	0.82	2.05	»	»	2075	»	●	Inflammation immédiate à la rupture de l'ampoule; un courant continue à passer dans le filament après l'inflammation.
35	1	8	2.65	2.47	0.91	2.25	»	»	2125	»	○	Pas d'inflammation. Un courant continue à passer dans le filament après rupture de l'ampoule.
36	1	8	2.65	2.47	0.88	2.18	»	»	2100	»	●	Inflammation immédiate du grisou, puis le filament se brise après un temps très court sans plus allumer le grisou.
37	1	8	2.65	2.47	0.87	2.15	»	»	2010	»	●	Inflammation avec un retard appréciable accompagnée de la rupture du fil. Elle est peut-être due à l'étincelle de rupture.

N. B. La force électromotrice de 2.65 volts a été obtenue au moyen d'accumulateurs Edison.

TABLEAU III. — Lampes à filament de charbon de 4 volts et 0.58 ampère.  
Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro motrice de la batterie d'accumulateurs V	Voltage V.	Ampérage A.	Puissance W.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés	Ampérage après rupture de l'ampoule au début de l'essai	Résultats des essais	Observations	
	Vitesse	Composition											
	mét.	%											
				avant rupture de l'ampoule									
38	1	8	6	3.70	0.46	1.70	0.26	6.50	2110	0.44	○ ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En diminuant la résistance du circuit on obtient une inflammation. Après rétablissement de la résistance primitive, on obtient plus d'inflammation; le filament brûle dans l'air et se brise après 10 secondes sans allumer le grisou.	
39	1	8	6	4.00	0.52	2.08	0.73	2.70	2400	0.52	● 32 ●	Inflammation immédiate du grisou à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 32 inflammations consécutives.	
40	1	8	6	3.80	0.53	2.01	0.68	3.00	2370	0.53	○ 20 ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 20 inflammations consécutives. Le filament se brise enfin sans allumer le grisou après une incandescence de quelques secondes.	
41	1	8	6	3.92	0.53	2.08	0.60	3.46	2300	0.52	○ ● ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En diminuant la résistance du circuit on obtient une inflammation. On rétablit la résistance primitive et on obtient une inflammation après plusieurs secondes pendant lesquelles l'intensité du courant diminuait rapidement. Un courant continue à circuler dans le filament après l'inflammation.	
42	1	8	6	4.10	0.55	2.25	0.73	3.10	2370	0.55	○ 26 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 26 inflammations consécutives.	
43	1	8	6	3.15	0.56	1.76	0.34	4.90	2360	0.56	○ ● ● ● 7 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient une inflammation. On rétablit la résistance primitive et on obtient une première inflammation après plusieurs secondes, puis une deuxième avec un retard moindre, puis 7 autres sans retard bien appréciable.	
44	1	8	6	4.00	0.56	2.24	0.69	3.24	2350	»	○ 3 ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 3 inflammations consécutives. Le filament se brise ensuite sans allumer le grisou après une incandescence de plusieurs secondes.	
45	1	8	6	4.00	0.60	2.40	1.15	2.10	2570	»	○ 9 ●	Inflammation du grisou après un temps appréciable. On diminue la résistance du circuit et on obtient 9 inflammations consécutives.	
46	1	8	6	4.40	0.60	2.64	1.10	2.40	2530	»	○ 2 ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 2 inflammations consécutives. Le filament se brise ensuite sans allumer le grisou après une incandescence d'une dizaine de secondes.	
47	1	8	6	4.00	0.60	2.40	1.40	1.70	2550	»	● 5 ● ○	Inflammation presque immédiate du grisou à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 5 inflammations consécutives. Le filament se brise ensuite sans allumer le grisou après une incandescence de quelques secondes.	
48	1	8	6	4.70	0.62	2.91	2.00	1.45	2675	»	● 7 ● ○	Inflammation immédiate du grisou à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 7 inflammations consécutives. Le filament se brise ensuite sans allumer le grisou après une incandescence de plusieurs secondes.	
49	1	8	6	4.00	0.62	2.48	1.00	2.48	2450	»	● 7 ●	Inflammation presque immédiate du grisou à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 7 inflammations consécutives.	
50	1	8	6	4.40	0.70	3.08	2.20	1.40	2690	»	● 10 ● ○	Inflammation immédiate du grisou à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 10 inflammations consécutives. Le filament se brise ensuite sans allumer le grisou après une incandescence de quelques secondes.	

TABLEAU IV. — Lampes à filament de charbon E. W. de 4 volts et 0.45 ampère.  
Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition						
	mèt.	%						
			V.	V.	A.	W.		
				avant rupture de l'ampoule				
51	5	9	6	4.00	0.45	1.80	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
52	5	9	6	4.00	0.45	1.80	○	Id.
53	5	9	6	4.40	0.50	2.20	○	Le filament brûle pendant 3 secondes sans allumer le grisou, avant de se briser.
54	5	9	6	4.60	0.50	2.30	○	Le filament brûle pendant 20 secondes sans allumer le grisou.
55	5	9	6	4.60	0.52	2.39	○	Le filament brûle pendant 35 secondes sans allumer le grisou.
56	5	9	6	5.00	0.55	2.75	●	Inflammation du grisou au bout de 7 secondes.
57	5	9	6	5.00	0.55	2.75	○	Rupture immédiate du fil sans inflammation du grisou.
58	5	9	6	5.20	0.60	3.12	●	Inflammation immédiate du grisou
59	5	9	6	5.20	0.60	3.12	○	Le filament brûle pendant 23 secondes sans allumer le grisou.

TABLEAU V. — Lampes à filament de charbon Sussmann, de 4 volts et 0.53 ampère.  
Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Expériences faite par M. l'Ingénieur principal BOLLE.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition						
	mèt.	%						
			V.	V.	A.	W.		
				avant rupture de l'ampoule				
60	3	8	6	4.00	0.53	2.12	○	Le filament brûle pendant 95 secondes et s'éteint après une petite étincelle sans allumer le grisou.
61	3	8	6	4.00	0.52	2.08	○	Le filament brûle pendant 100 secondes et s'éteint sans allumer le grisou.
62	1	8	6	4.15	0.55	2.28	○	Le filament brûle pendant 40 secondes sans allumer le grisou; l'intensité du courant était de 0.2 ampère au moment de la rupture du filament.
63	1	8	6	4.15	»	»	○	Le filament brûle pendant 30 secondes sans allumer le grisou.
64	1	8	6	4.20	0.57	2.39	○	Rupture immédiate du fil sans inflammation.
65	1	8	6	4.20	0.59	2.48	2 ●	2 inflammations successives; le pouvoir éclairant avant rupture était de 0.55 U. H correspondant à une consommation de 4.5 watts par U. H.
66	1	8	6	4.18	0.60	2.51	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
67	1	8	6	»	0.61	»	○	Id.
68	1	8	6	»	0.62	»	○	Id.
69	1	8	6	»	0.62	»	○	Id.
70	1	8	6	»	0.67	»	●	Inflammation immédiate après laquelle un courant continue à circuler dans le filament.
71	1	8	6	4.09	0.68	3.33	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
72	1	8	6	»	0.72	»	●	Inflammation immédiate du grisou.
73	1	8	6	»	0.80	»	●	Id.

TABLEAU VI. — Lampes à filament de charbon de 4 volts et 0.46 ampère  
Ampoules brisées avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
			V.	avant rupture de l'ampoule			après rupture de l'ampoule au début de l'essai				
74	3	8	6	4.00	0.46	1.84	4.40	0.40	1.76	○	La lampe éclaire faiblement et s'éteint par rupture du filament au bout de 180 secondes, en jetant un éclat plus vif à la fin de l'essai, mais sans allumer le grisou.
75	3	8	6	4.25	0.46	1.95	4.50	0.42	1.89	○	La lampe éclaire faiblement et s'éteint par rupture du filament au bout de 30 secondes sans allumer le grisou.
76	3	8	6	4.25	0.47	1.99	4.45	0.44	1.95	○	Extinction au bout de 60 secondes par rupture du filament, sans inflammation du grisou. Après 30 secondes le courant était de 4.65 volts et de 0.40 ampère.
77	3	8	6	5.00	0.57	2.85	»	»	»	●	Inflammation au bout de 5 secondes.
78	3	8	6	5.00	0.58	2.90	5.15	0.50	2.57	○	Extinction au bout de 10 secondes par rupture du filament, sans inflammation du grisou.
79	3	8	6	5.25	0.60	3.15	5.45	0.54	2.94	●	Inflammation au bout de 10 secondes au moment où l'éclat de la lampe devient plus vif avant la rupture du filament.
80	3	8	6	5.25	0.60	3.15	5.60	0.54	3.02	○	Extinction au bout de 5 secondes sans inflammation du grisou.
81	3	8	6	5.25	0.58	3.04	5.40	0.54	2.91	●	Inflammation au bout de 10 secondes au moment où l'éclat de la lampe devient plus vif avant la rupture du filament.
82	3	8	6	5.80	0.66	3.82	»	»	»	● 14●	Inflammation immédiate. Aussitôt après l'inflammation on ouvre le circuit, puis on le ferme à nouveau dès que le courant grisouteux est rétabli. On obtient ainsi 14 inflammations consécutives.

TABLEAU VII. — Lampes à filament de charbon Sussmann, de 4 volts et 0.53 ampère.  
Ampoules brisées avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

(Expériences faites par M. l'Ingénieur principal BOLLE).

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
			V.	avant rupture de l'ampoule							
83	3	8	6	5.64	0.84	4.74	»	»	»	●	Inflammation immédiate du grisou; puis le filament brûle pendant 1 seconde.
84	1	10	6	»	0.80	»	»	»	»	4●	4 inflammations consécutives.
85	1	10	6	»	0.74	»	»	»	»	7●	7 » »
86	3	8	6	4.8	0.70	3.36	1.2	2.8	»	4●	4 » »
87	3	8	6	4.8	0.70	3.36	»	»	»	○ 18●	Le filament brûle ensuite un instant sans allumer le grisou. 18 inflammations consécutives.
88	1	8	6	4.6	0.70	3.22	»	»	»	6●	6 inflammations consécutives.
89	1	8	6	4.78	0.64	3.06	»	»	»	7●	7 » successives.
90	1	8	6	4.7	0.62	2.91	»	»	»	4●	4 » »
91	1	8	6	4.6	0.63	2.90	0.74	3.9	»	7●	7 » »
92	1	8	6	4.6	0.60	2.76	»	»	»	5●	5 » » après lesquels le filament n'est pas encore interrompu.
93	1	8	6	4.6	0.62	2.73	»	»	»	●	Inflammation après 5 secondes quand l'ampèremètre marque 0.58 ampère.

TABLEAU VII (Suite).

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
				avant rupture de l'ampoule							
94	1	8	6	4.39	0.61	2.68	0.39	6.87	»	5 ●	5 inflammations; la première après 8 secondes, les autres presque immédiatement.
95	1	8	6	4.37	0.60	2.62	0.56	4.7	»	4 ●	4 inflammations; la première après 5 secondes, les autres presque immédiatement.
96	1	8	6	4.3	0.60	2.58	»	»	»	○	2 inflammations; la lampe brûle ensuite un instant sans allumer le grisou.
97	1	8	6	4.26	0.60	2.56	»	»	»	●	Une inflammation après 6 secondes.
98	1	8	6	4.24	0.60	2.54	0.54	4.7	»	2 ●	2 inflammations; la première 5 secondes, la seconde immédiatement.
99	1	8	6	4.20	0.60	2.52	»	»	»	4 ●	4 inflammations; la première après 5 secondes, les autres immédiatement.
100	1	8	6	4.20	0.60	2.52	0.4	6.3	»	4 ●	4 inflammations; la première après quelques secondes, les autres immédiatement, puis le filament brûle encore un instant sans allumer le grisou.
101	1	8	6	4.20	0.60	2.52	0.3	8.4	»	5 ●	5 inflammations; la première après 6 secondes quand l'ampèremètre marque 0.4 ampère, les autres immédiatement.
102	1	8	6	4.2	0.60	2.52	»	»	»	2 ●	2 inflammations, la première après 5 secondes quand l'ampèremètre marque 0.52 ampère, la seconde immédiatement.
103	1	8	6	4.17	0.59	2.46	0.50	4.92	»	2 ●	2 inflammations successives; la première après 6 secondes, la seconde immédiatement; le filament n'est pas interrompu après ces inflammations.
104	1	8	6	4.16	0.58	2.41	»	»	»	3 ●	3 inflammations successives; la première après 3 secondes alors que l'ampèremètre marquait 0.54 ampère; la seconde après 2 secondes (0.42 ampère); la troisième après 1 seconde (0.3 ampère)
105	1	8	6	4.20	0.57	2.39	»	»	»	○	Pas d'inflammation.
106	1	8	6	4.14	0.57	2.36	»	»	»	●	1 inflammation au bout de 8 secondes.
107	1	8	6	4.00	0.59	2.36	0.23	10.26	»	2 ●	2 inflammations successives; la première après 12 secondes, la seconde immédiatement.
108	1	8	6	4.04	0.58	2.34	0.32	7.14	»	2 ●	2 inflammations; la première après 7 secondes, la seconde immédiatement.
109	1	8	6	4.00	0.58	2.32	0.23	10.1	»	○	Le filament brûle pendant 48" sans allumer le grisou.
110	1	8	6	4.00	0.56	2.24	»	»	»	○	» » 25" »
111	1	8	6	3.82	0.54	2.06	»	»	»	○	» » 46" »
112	1	8	6	»	0.54	»	»	»	»	○	» » 45" »
113	1	8	6	3.84	0.54	2.07	»	»	»	○	» » 28" »
114	1	8	6	3.82	0.52	1.99	»	»	»	○	» » 33" » Après 20 secondes l'ampèremètre marque 0.4 ampère et après 33 secondes 0.15 ampère.
115	1	8	6	3.68	0.50	1.84	»	»	»	●	Le filament brûle pendant 180 secondes sans allumer le grisou.
116	1	8	6	3.58	0.48	1.72	»	»	»	●	Inflammation après 13 secondes alors que l'ampèremètre marquait 0.25 ampère.
117	1	8	6	3.50	0.42	1.47	»	»	»	●	Inflammation après 23 secondes alors que l'ampèremètre marquait 0.15 ampère.

TABLEAU VIII. — Lampes n° 1 à filament métallique de 2 volts et 0.8 ampère.

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mét.	%									
			V.	V.	A.	W.	U. H.	W.	degrés		
avant rupture de l'ampoule											
118	1	8	4	2.00	0.81	1.62	0.64	2.53	1825	●	Inflammation immédiate du grisou, à la rupture de l'ampoule.
119	1	8	4	1.15	0.56	0.64	»	»	1495	●	Inflammation immédiate du grisou.
120	3	8	4	1.125	0.58	0.65	0.034	18.2	1520	●	Inflammation immédiate du grisou, après laquelle un courant de 0.775 volt et 0.66 ampère continue à passer dans le filament. Après 2 minutes, on pousse le courant à 1.275 volt et 0.9 ampère ce qui détermine une deuxième inflammation du grisou après 45 secondes.
121	3	8	4	1.05	0.54	0.57	»	»	1487	●	Inflammation immédiate du grisou après laquelle un courant continue à passer dans le filament pendant quelques secondes.
122	10	8	4	1.10	0.54	0.59	»	»	1515	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
123	10	8	4	1.05	0.54	0.58	»	»	1516	●	Inflammation immédiate du grisou, après laquelle un courant de 0.65 volt et 0.60 ampère continue à passer dans le filament qui n'éclaire plus.
124	1	8	4	1.01	0.52	0.525	»	»	1420	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
125	1	8	4	1.00	0.56	0.56	»	»	1410	●	Inflammation immédiate du grisou, après laquelle un courant de 0.83 volt et de 0.6 ampère continue à passer dans le filament qui n'éclaire plus. Après $\frac{3}{4}$ d'heure on pousse le voltage à un volt, ce qui détermine une deuxième inflammation.
126	1	8	4	1.00	0.50	0.50	»	»	1355	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
127	1	8	4	1.00	0.50	0.50	»	»	1330	○	id.
128	1	8	4	1.00	0.50	0.50	»	»	1240	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule; un courant de 0.65 volt et 0.56 ampère continue à passer dans le filament qui n'éclaire plus. En poussant le courant à 0.95 ampère le filament commence à rougir, son éclat augmente alors presque instantanément et il se brise sans allumer le grisou.
129	3	8	4	0.975	0.48	0.47	»	»	1418	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 0.55 volt et 0.56 ampère continue à passer dans le filament. Après 2 minutes on pousse le courant à 1.10 volt et 0.90 ampère et après 5 minutes à 1.5 volt et 1 ampère. Il s'élève alors de lui même à 1.57 volt et 0.96 ampère en 3 minutes et à 1.60 volt et 0.95 ampère au bout de 4 minutes. Après 5 minutes on pousse le courant à 1 ampère ce qui détermine une inflammation du grisou.
130	1	8	4	0.95	0.56	0.53	»	»	1330	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 0.58 volt et 0.58 ampère continue à passer dans le filament, mais celui-ci n'éclaire plus. Après 5 minutes le courant est poussé à 1.25 volt et 0.92 ampère. Il passe alors de lui même à 1.35 volt et 0.88 ampère après 3 minutes, à 1.45 volt et 0.84 ampère après 5 minutes, à 1.55 volt et 0.80 ampère après 6.5 minutes. Une inflammation de grisou se produit après 7 minutes.
131	0.50	8	4	0.925	0.50	0.46	»	»	1310	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule; un courant de 0.60 volt et 0.53 ampère continue à passer dans le filament qui n'éclaire plus. Après 2 minutes on porte le courant à 1.5 volt et 0.92 ampère. Il passe alors de lui même à 1.6 volt et 0.88 ampère en 1 minute, à 1.75 volt et 0.82 ampère en 2 minutes et une inflammation de grisou se produit après 130 secondes.

TABLEAU IX. — Lampes n° 2 à filament métallique de 4 volts et 0.4 ampère.

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
			V.	avant rupture de l'ampoule							
132	1	8	6	5.50	0.496	2.73	1.10	2.48	2000	●	Inflammation immédiate du grisou au moment de la rupture de l'ampoule.
133	1	8	6	4.50	0.45	2.02	0.88	2.30	1900	●	Inflammation immédiate du grisou.
135	1	8	6	4.00	0.40	1.60	0.38	4.21	1730	●	Inflammation immédiate du grisou.

TABLEAU X. — Lampes à filament métallique E. C. de 4 volts et 0.4 ampère.

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition						
	mèt.	%						
			V.	avant rupture de l'ampoule				
135	5	8	4	3.90	0.40	»	●	Inflammation immédiate du grisou.
136	5	9	4	3.90	0.40	»	●	Inflammation immédiate du grisou.
137	5	8	4	3.40	0.33	»	○	Extinction immédiate sans inflammation du grisou.
138	5	8	4	3.40	0.33	»	●	Inflammation immédiate du grisou.
139	5	8	4	2.60	0.30	»	○	Extinction presque immédiate sans inflammation du grisou. La lampe en s'éteignant jette une lumière plus vive.
140	5	8	4	2.60	0.30	»	○	Mêmes constatations que pour l'essai 139.
141	5	8	4	2.60	0.30	»	○	Mêmes constatations que pour les essais 139 et 140.

TABLEAU XI. — Lampe à filament métallique E. C. de 2 volts et 0.8 ampère.

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage V.	Ampérage A.	Puissance W.	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition						
	mèt.	%						
			V	avant rupture de l'ampoule				
142	5	9	4	2.00	0.80	»	●	Inflammation immédiate ; la lampe continue à être traversée par un courant de 2 volts et de 0.8 ampère, mais elle n'éclaire plus ; une deuxième inflammation se produit au bout de 80 secondes.
143	5	9	4	2.00	0.80	»	●	Inflammation immédiate.
144	5	9	4	2.00	0.70	»	○	Extinction immédiate sans inflammation du grisou.
145	5	9	2	1.80	0.70	»	○	Extinction immédiate sans inflammation du grisou.
146	5	9	2	1.80	0.70	»	●	Inflammation immédiate.
147	5	9	2	1.45	0.60	»	●	Inflammation immédiate.
148	5	9	2	1.40	0.60	»	○	Extinction immédiate sans inflammation
149	5	9	2	1.20	0.50	»	○	id.
150	5	9	2	1.10	0.50	»	○	id.

TABLEAU XII. — Lampes à filament métallique A. E. G. de 2 volts et 1.5 ampère.

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage V.	Ampérage A.	Puissance W.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
			V.	avant rupture de l'ampoule							
151	1	8	4	0.95	1.07	1.02	0.02	»	1440	○	Pas d'inflammation. Après rupture de l'ampoule un courant de 0.55 volts et 1.24 ampère continue à passer dans le filament.
152	1	8	4	1.05	1.12	1.18	»	»	1450	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
153	1	8	4	1.52	1.30	1.98	0.41	4.8	2025	○	Id. id.
154	1	8	4	2.00	1.50	3.00	2.25	1.33	2340	○	Id. id.
155	1	8	4	2.00	1.50	3.00	2.1	1.43	2345	○	Id. id.
156	1	8	4	2.40	1.90	4.56	»	»	3090	●	Inflammation du grisou presque immédiate.
157	1	8	6	2.25	1.70	3.82	3.0	1.27	2842	●	Inflammation immédiate du grisou.
158	1	8	4	2.15	1.60	3.44	2.4	1.43	2505	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
159	1	8	4	2.25	1.62	3.64	3.0	1.21	2572	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
160	1	8	4	2.10	1.69	3.54	»	»	2675	○	Id. id.
161	1	8	4	2.67	1.82	4.86	4.52	1.07	3.00	○	Id. id.

TABLEAU XII (Suite).

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
162	1	8	2	»	»	»	2.70	»	2570	●	L'ampoule est montée sur une lampe Susmann. Inflammation immédiate du grisou.
163	1	8	4	1.70	1.30	2.21	0.92	2.40	2130	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
164	1	8	4	1.80	1.34	2.41	»	»	2300	○	Id. id.
165	1	8	4	1.62	1.30	2.10	»	»	2200	○	Pas d'inflammation du grisou. Après rupture de l'ampoule un courant de 1.54 volt et 1.54 ampère passe dans le filament qui reste obscur. Pendant 7 secondes le courant oscille de 1.4 à 1.55 volt et de 1.32 à 1.54 ampère, puis le filament se brise sans allumer le grisou.
166	1	8	4	1.62	1.30	2.10	»	»	2265	○	Pas d'inflammation du grisou. Après rupture de l'ampoule un courant oscillant de 1.6 à 1.8 volt et de 1.26 à 1.30 ampère passe dans le filament qui n'éclaire plus. On augmente alors le courant, ce qui produit l'inflammation du grisou.
167	1	8	4	1.85	1.26	2.33	»	»	2480	○	Rupture presque immédiate du fil sans inflammation du grisou.
168	1	8	4	1.55	1.43	2.22	»	»	2475	○	Id.
169	1	8	4	1.80	1.56	2.80	1.33	2.10	2540	●	Inflammation du grisou après un temps appréciable, peut-être d'une seconde, pendant lequel l'intensité du courant allait en diminuant.
170	1	8	4	1.55	1.56	2.41	»	»	2315	●	Id.

TABLEAU XIII. — Lampe à filament métallique Zircon Wolfram, de 4 volts.  
Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
171	1	8	6	4.00	1.23	4.92	4.73	1.04	2475	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
172	1	8	6	4.34	1.30	5.61	5.71	0.97	2530	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
173	1	8	6	4.35	1.30	5.61	4.30	1.30	2450	3 ●	Inflammation immédiate du grisou. Après rupture de l'ampoule un courant continue à passer dans le filament. On l'interrompt immédiatement après l'inflammation, puis on le rétablit sans modifier la résistance du circuit, ce qui détermine une 2 <sup>e</sup> inflammation du grisou. En répétant cette opération on obtient encore une 3 <sup>e</sup> inflammation.
174	1	8	6	3.60	1.14	4.10	2.30	1.78	2150	5 ●	Inflammation immédiate du grisou. En opérant ensuite comme pour l'essai 173 mais en diminuant la résistance du circuit on obtient encore 4 infl.
175	1	8	6	2.75	1.00	2.75	0.80	3.41	1900	○	Pas d'inflammation. Après rupture de l'ampoule un courant plus intense circule dans le filament. En diminuant la résistance du circuit on n'obtient pas d'inflammation. On constate que les fragments de l'ampoule sont restés en contact.
176	1	8	6	2.25	0.94	2.11	0.45	4.70	1875	4 ●	Pas d'inflammation au moment de la rupture de l'ampoule. Un courant continue à passer dans le filament. On supprime le courant puis on le rétablit après avoir diminué la résistance du circuit, ce qui détermine une inflammation du grisou. En supprimant le courant après chaque inflammation et en le rétablissant aussitôt après on obtient 4 inflammations consécutives du grisou.
177	1	8	6	2.40	0.90	2.11	»	»	1870	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
178	1	8	6	2.65	1.00	2.65	0.73	3.63	1825	4 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En opérant ensuite comme pour l'essai 176 on obtient 4 inflammations consécutives du grisou.
179	1	8	6	3.20	1.04	3.33	1.60	2.10	2100	6 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En opérant ensuite comme pour l'essai 176, on obtient 6 inflammations consécutives du grisou.

TABLEAU XIV. — Lampes à filament métallique A. E. G. — 4 volts.  
Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
			V.	avant rupture de l'ampoule							
180	1	8	6	4.65	1.30	6.04	6.90	0.88	2830	●	Inflammation du grisou avec un retard appréciable.
181	1	8	6	4.55	1.30	5.91	6.30	0.94	2835	○	Pas d'inflammation. La rupture du filament se fait après un temps appréciable.
182	1	8	6	4.05	1.12	4.53	3.65	1.73	2450	●	Inflammation immédiate du grisou après laquelle un courant continue à passer dans le filament pendant un temps appréciable.
183	1	8	6	3.67	1.04	3.81	2.15	1.74	2315	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
184	1	8	6	3.55	1.18	4.19	»	»	2380	○ 2 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant continue à passer dans le filament. On diminue la résistance du circuit et on obtient 2 inflammations consécutives.
185	1	8	6	3.45	1.02	3.52	2.10	1.67	2190	○ 4 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule : un courant continue à passer dans le filament. On diminue la résistance du circuit et on obtient 4 inflammations consécutives.
186	1	8	6	3.35	1.08	3.62	2.35	1.54	2420	● ●	Inflammation immédiate du grisou, après laquelle un courant continue à passer dans le filament. On diminue la résistance du circuit et on obtient une deuxième inflammation.
187	1	8	6	3.02	1.06	3.20	1.70	1.88	2350	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 2.25 volts et 1.40 ampère continue à passer dans le filament. On le pousse à 1.48 ampère ce qui détermine l'inflammation du grisou.
188	1	8	6	3.00	1.07	3.21	1.90	1.69	2345	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 1.3 ampère continue à passer dans le filament. On augmente l'intensité du courant ce qui détermine l'inflammation du grisou.
189	1	8	6	3.00	1.00	3.00	1.08	2.77	2075	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation du grisou.
190	1	8	6	2.95	1.06	3.12	»	»	2320	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant continue à passer dans le filament. On diminue la résistance du circuit et on obtient une inflammation.
191	1	8	6	3.55	1.18	4.19	2.00	2.10	2265	○	Pas d'inflammation du grisou à la rupture de l'ampoule. La rupture du filament se fait après un temps appréciable, peut-être une seconde.
192	1	8	6	2.95	1.02	3.00	1.35	2.22	2175	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
193	1	8	6	2.95	1.04	3.07	1.25	2.45	2120	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 2.25 volts et 1.4 ampère continue à passer dans le filament qui éclaire encore faiblement. Le filament se brise au bout de quelques secondes sans allumer le grisou.
194	1	8	6	2.95	1.01	2.98	1.70	1.75	2200	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant continue à passer dans le filament. On diminue la résistance du circuit et on obtient une inflammation.
195	1	8	6	2.90	1.02	2.96	»	»	2150	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 2 volts et 1.3 ampère continue à passer dans le filament qui se brise après quelques instants sans allumer le grisou.
196	1	8	6	2.90	1.04	3.12	0.80	3.90	1970	○	Pas d'inflammation. Après rupture de l'ampoule le courant monte à 1.4 ampère. Le filament se brise sans inflammation au bout de 60 secondes.

TABLEAU XV. — Lampes à « Filament spécial » métallique de 4 volts et 0.4 ampère.

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

(Expériences faites par M. l'Ingénieur principal BOLLE).

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition						
	mèt.	%						
			V.	avant rupture de l'ampoule				
197	1	8	»	4.04	0.42	1.70	●	Inflammation immédiate du grisou.
198	1	8	»	3.84	0.40	1.54	○	Pas d'inflammation du grisou; le fil fond au bout d'une seconde.
199	1	8	»	3.84	0.40	1.54	●	Inflammation du grisou au bout d'une seconde.
200	1	8	»	3.84	0.38	1.46	●	Inflammation du grisou au bout d'une seconde.
201	1	8	»	4.10	0.41	1.68	○	L'ampoule est montée directement sur une lampe Sussmann. Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
202	1	8	»	4.10	0.31	1.68	○	L'ampoule est montée directement sur une lampe Sussmann. Le filament brûle 3 secondes, puis s'éteint sans allumer le grisou. L'ampoule ne présentait qu'une ouverture de 3 millimètres de diamètre masquée par une des machoires de l'étau.
203	1	8	»	4.10	0.40	1.64	○	Le filament est brisé en même temps que l'ampoule.
204	1	8	»	4.10	0.40	1.64	●	Inflammation immédiate du grisou. L'ampoule est montée directement sur une lampe Sussmann.
205	1	8	»	4.10	0.40	1.64	●	Inflammation immédiate du grisou. L'ampoule était montée directement sur une lampe Sussmann.
206	1	8	»	4.10	0.39	1.60	●	La lampe est montée directement sur une lampe Sussmann. Inflammation immédiate du grisou.
207	1	8	»	4.00	0.40	1.60	●	La lampe est montée directement sur une lampe Sussmann. Inflammation immédiate du grisou.
208	1	8	»	4.00	0.39	1.56	●	La lampe est montée directement sur une lampe Sussmann. Inflammation immédiate du grisou.

TABLEAU XVI. — Lampes à filaments métalliques.

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

(Expériences faites par M. l'Ingénieur principal BOLLE).

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition						
	mèt.	%						
			V.	avant rupture de l'ampoule				

**Lampes E. C. de 4 volts et 0.4 ampère.**

209 | 3 | 8 | » | 4.00 | 0.40 | 1.60 | ● | Inflammation immédiate du grisou.

**Lampes E. C. de 2 volts et 0.7 ampère.**

210 | 3 | 1 | » | 1.94 | 0.70 | 1.36 | ● | Inflammation immédiate du grisou.  
 211 | 3 | 1 | » | 1.10 | 0.50 | 0.55 | ● | Inflammation du grisou. A cette intensité le filament éclaire peu.  
 212 | 3 | 1 | » | 1.10 | 0.50 | 0.55 | ○ | Le filament se brise en même temps que l'ampoule.

**Lampes E. C. de 2 volts et 0.8 ampère.**

213 | 3 | 8 | » | 1.94 | 0.70 | 1.36 | ● | Inflammation immédiate du grisou.

**Lampes E. C. à 2 filaments, 2 volts, 1.2 ampère.**

214 | 3 | 1 | » | 1.99 | 1.15 | 3.08 | ● | Inflammation immédiate du grisou.

TABLEAU XVII. — Lampes à filament métallique E. C. de 4 volts et 0.4 ampère.

Ampoules ouvertes avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition									
	mèt.	%									
			V	avant rupture de l'ampoule							
215	3	8	4	3.50	0.35	»	2.80	»	»	●	Le filament rougit faiblement. Inflammation après quelques instants quand le voltage qui s'élève rapidement atteint 3.5 volts.
216	5	8	4	3.50	0.35	»	2.60	0.50	»	●	Inflammation après quelques instants.
217	5	8	4	3.50	0.35	»	2.60	0.50	»	●	Inflammation au bout de 170 secondes.
218	5	8	4	3.50	0.35	»	3.20	0.40	»	●	Le filament rougit faiblement sur une partie de sa longueur; au bout de 90 secondes cette partie du filament devient vivement incandescente et allume le grisou.
219	5	8	4	3.50	0.35	»	2.80	»	»	●	Le filament rougit faiblement en un point, puis en un deuxième; au bout de 60 secondes une vive incandescence se produit en un de ces points et le grisou s'allume.
220	10	8	4	3.50	0.35	»	2.4	0.55	»	○	Extinction au bout de 360 secondes sans inflammation du grisou.
221	5	8	6	4.00	0.40	»	3.1	»	»	○	Le filament rougit faiblement; au bout de 140 secondes il se brise sans allumer le grisou; le voltage était en ce moment de 3.6 volts
222	5	8	6	4.00	0.40	»	3.4	»	»	●	Le filament rougit faiblement; vive incandescence et inflammation du grisou au bout de 40 secondes. Le voltage en ce moment atteignait 3.8 volts.
223	10	8	6	4.00	0.40	»	3.15	0.55	»	○	Le filament rougit faiblement; il se brise sans allumer le grisou, au bout de 80 secondes.
224	10	8	6	4.00	0.40	»	3.10	0.60	»	●	Le filament reste obscur; au bout de 60 secondes le voltage atteint 3.2 volts et le filament rougit faiblement; inflammation du grisou au bout de 120 secondes.

TABLEAU XVIII. — Lampes à filament métallique de 4 volts et 1 ampère.

Ampoules brisées avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition							
	mèt.	%							
			V.	avant rupture de l'ampoule					
225	1	8	6	5.30	1.24	7.07	2615	3 ●	3 inflammations consécutives du grisou.
226	1	8	6	5.70	1.26	7.18	2580	4 ●	4 inflammations consécutives du grisou
227	1	8	6	4.75	1.10	5.22	2500	9 ●	9 inflammations consécutives du grisou, puis le filament se brise sans plus allumer le mélange explosible.
228	1	8	6	4.50	1.06	4.77	2350	10 ●	10 inflammations consécutives du grisou.
229	1	8	6	4.20	1.06	4.45	2450	14 ●	14 inflammations consécutives du grisou, puis le filament se brise sans plus allumer le mélange explosible.
230	1	8	6	4.00	1.02	4.08	2300	●	Inflammation du grisou au bout de 25 secondes. Le filament éclaire faiblement; sa température s'élève peu à peu.
231	1	8	4	3.70	1.00	3.70	2200	2 ● ○	Une inflammation retardée, suivie d'une inflammation immédiate, puis le filament se brise sans plus allumer le grisou.
232	1	8	4	3.70	1.00	3.70	2150	14 ●	14 inflammations consécutives du grisou.
233	1	8	4	3.50	0.98	3.43	2100	○	Inflammation du grisou au bout de 15 secondes.
234	1	8	4	3.00	0.90	2.70	2000	○	La température du filament s'élève peu à peu; le filament se brise au bout de 45 secondes sans allumer le grisou.
235	1	8	4	3.25	0.90	2.92	2000	○	Un courant de 2.35 volts et de 1.32 ampère passe dans le filament, qui éclaire faiblement. Au bout de 60 secondes le courant est de 2.10 volts et de 1.30 ampère. Le filament se brise sans inflammation du grisou au bout de 3 minutes.

TABLEAU XIX. — Lampes à filaments métalliques.

Ampoules brisées avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

(Expériences faites par M. l'ingénieur principal BOLLE).

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition						
	mét.	%						
			V.	V.	A.	W.		
				avant rupture de l'ampoule				

**Lampes à filament métallique Osram, de 2 volts.**

236	1	z	»	1.8	0.96	1.73	○	Le filament se brise au bout de 5 secondes sans allumer le grisou.
237	1	z	»	1.9	1.02	1.94	○	Id. 7 id.
238	1	z	»	1.9	1.02	1.94	3 ●	Inflammation immédiate, suivie de deux autres inflammations. Quand le circuit est fermé pour la quatrième fois une étincelle se produit sans inflammation
239	1	z	»	1.9	1.04	1.97	4 ●	4 inflammations consécutives. Le pouvoir éclairant de la lampe avant rupture de l'ampoule était de 0.46 U. H. correspondant à une consommation de 4.31 watts par U. H.

**Lampes à « filament spécial » métallique, de 4 volts.**

240	1	z	»	4.10	0.40	1.68	●	Inflammation immédiate du grisou.
241	1	z	»	4.10	0.40	1.68	●	Id.
242	1	z	»	3.80	0.40	1.52	●	Inflammation au bout d'une seconde.
243	1	z	»	3.70	0.40	1.48	2 ●	2 inflammations immédiates du grisou.
244	1	z	»	3.65	0.38	1.39	●	Inflammation immédiate du grisou. Quand le circuit est fermé pour la deuxième fois, une étincelle se produit sans inflammation du grisou.

**Lampes E. C. de 2 volts et 0.7 ampère.**

245	3	z	»	1.45	0.60	0.87	●	Inflammation immédiate du grisou.
246	3	z	»	1.33	0.60	0.80	●	Id.
247	3	z	»	1.20	0.60	0.72	○	Pas d'inflammation du grisou.
248	8	z	»	1.05	0.50	0.52	●	Inflammation immédiate du grisou, après laquelle un courant de 0.4 ampère passe encore dans le filament

TABLEAU XX. — Lampes à filaments métalliques.

Ampoules brisées avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition						
	mét.	%						
			V.	V.	A.	W.		
				avant rupture de l'ampoule				

**Lampes E. C. de 2 volts et 0.8 ampère.**

249	5	9	4	2.00	0.80	1.60	●	Le filament n'éclaire pas; le voltmètre marque 1.4 volt et l'ampèremètre 1 ampère. Après 15 minutes on élève le voltage à 2.5 volts; l'intensité du courant est de 1.2 ampère. Le grisou s'allume au bout de quelques secondes.
250	5	9	4	2.65	0.90	2.38	●	Un courant de 1.2 ampère sous 2.2 volts passe dans le filament, qui éclaire faiblement en deux points. Le voltage s'élève lentement, tandis que l'ampérage diminue et le grisou s'allume au bout de 80 secondes.

**Lampes Osmium de 2 volts et 1 ampère.**

251	5	8	4	2.00	1.00	2.00	●	Inflammation immédiate du grisou.
-----	---	---	---	------	------	------	---	-----------------------------------

369-438

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

---

QUELQUES MOTS SUR LE DÉVELOPPEMENT RÉCENT

DU

# Creusement des Puits par Congélation

ET SUR LA

## Sécurité dans le Fonçage des Puits

PAR

**Ad. BREYRE**

Ingénieur au Corps des Mines, à Bruxelles,  
Attaché au Service des Accidents miniers et du Grisou.

---

### AVANT-PROPOS (1)

La mise à fruit des richesses minières découvertes au cours de ces dernières années dans le sous-sol de la Belgique, généralement à grande profondeur, donne un grand intérêt d'actualité à la question du creusement des puits et notamment, pour ce qui concerne la Campine surtout, au creusement par procédés spéciaux.

Soucieux de signaler tous renseignements utiles résultant des creusements en cours ou récemment effectués, d'attirer

---

(1) Par VICTOR WATTEVNE, Inspecteur général du Service des Accidents miniers et du Grisou.

l'attention sur les dangers inhérents à ces sortes d'ouvrages et de suggérer les moyens de les combattre, le *Service des Accidents miniers et du Grisou* a jugé opportune une publication sur la matière.

Cette opportunité est d'autant plus grande que l'application des prescriptions de l'arrêté royal du 10 décembre 1910, ayant trait précisément à cet objet, est prochaine, et que des difficultés particulières naîtront nécessairement des grands travaux en cours ou projetés.

M. l'Ingénieur Breyre, qui, dans ces derniers temps, notamment à l'occasion de l'Exposition de Bruxelles (1), a étudié et suivi de près les travaux de ce genre, a été chargé de poursuivre cette étude.

Il l'a fait dans la notice qu'on va lire. Dans cette notice il s'est occupé spécialement du creusement des puits par congélation, analysant notamment un mémoire d'un haut intérêt présenté par M. Zaeringer au Congrès de Dusseldorf, et y ajoutant nombre de constatations personnelles.

Le procédé de la congélation paraît, en effet, destiné à recevoir, dans nos prochains creusements de puits, les applications les plus importantes.

Cependant bien des observations présentées et des indications signalées sous le rapport de la sécurité, sont d'application plus générale, et sont, pensons-nous, de nature à rendre des services, pour aider à résoudre divers problèmes relatifs à la sécurité du travail dans le creusement de puits par tous procédés.

V. W.

(1) Voir sa notice sur *Les creusements de puits spéciaux en morts-terrains aquifères* dans la notice explicative de l'exposition collective des Charbonnages de Belgique, *Annales des Mines de Belgique*, t. XV, et *Revue Universelle des Mines, etc.*, 4<sup>me</sup> liv., t. XXX, et son étude sur les *Mines à l'Exposition de Bruxelles 1910* (Dunod et Pinat, Paris).

Considéré en lui-même, le procédé de congélation a, en somme, subi peu de modifications depuis son apparition ; il est resté, dans ses grandes lignes, tel que Poëtsch l'utilisa en 1883 au puits Archibald à Schneidlingen. Par contre, le développement qu'il a pris, a reporté sa limite d'application bien au-delà de ce que pouvaient prévoir les plus optimistes il y a quelques années. Lorsqu'en 1898 les puits du siège d'Harchies des charbonnages de Bernissart furent entrepris par congélation pour une profondeur de 236 mètres, la chose était considérée à juste titre comme très hardie, car, après 15 ans d'existence du procédé, ces puits étaient les premiers à atteindre semblable profondeur : avant eux, on n'avait pas dépassé 125 mètres.

Aujourd'hui, les applications à 200 mètres de profondeur sont considérées comme l'enfance de l'art en la matière ; en Belgique, la profondeur de 330 mètres est atteinte actuellement au Levant-du-Flénu et, pour la plupart des puits en préparation de la Campine, la profondeur de congélation approche ou dépasse 400 mètres. En Allemagne, les deux puits de la *Gewerkschaft Lohberg* que la Société *Deutscher Kaiser* a établis près de Dinslaken ont atteint la profondeur de 415 mètres.

Ce développement a été signalé au Congrès international des Mines et de la Métallurgie tenu à Dusseldorf en 1910 par M. Zaeringer, directeur de la *Tiefbau- und Kältindustrie* (ancienne firme Gebhardt et König), de Nordhausen. *L'Osterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen*, dans ses trois derniers numéros de 1910, a reproduit l'étude de M. Zaeringer, qui contient des renseignements utiles que nous voulons analyser en appuyant plus spécialement sur certains points visant la sécurité.

M. Zaeringer, après avoir rappelé le principe du procédé de creusement des puits par congélation et, dans ses grandes lignes, son application pratique, entre dans quelques détails auxquels sa grande expérience prête un intérêt particulier :

Pour juger de la fermeture du mur de glace, on sait que l'on utilise les indications du niveau de l'eau dans l'avant-puits ou, plus généralement, dans le sondage central pratiqué dans l'axe du puits : lors de la fermeture, la colonne d'eau s'élève par suite de la dilatation prise par la base. Pour éprouver la résistance du bouchon de glace, on peut relever artificiellement le niveau de l'eau; si, malgré cette surpression, l'eau continue à monter, on peut généralement commencer le creusement sans danger.

Les terrains se comportent très différemment; M. Zaeringer attribue aux sables saturés d'eau la plus grande rapidité et facilité de congélation, tandis que l'argile se congèle beaucoup plus lentement, sans atteindre cependant la difficulté qu'offre le lignite à cause de sa mauvaise conductibilité de la chaleur.

La résistance du mur de glace varie d'ailleurs d'après les terrains et l'on admet généralement les chiffres suivants :

	Résistance en Kg par cm <sup>2</sup>	A la température de
Sable saturé d'eau. . . . .	138	-15° C.
Sable saturé d'eau. . . . .	200	-25° C.
Argile sableuse. . . . .	90	-15° C.
Argile assez pure . . . . .	72	-15° C.
Glace pure . . . . .	18	-17° C.

On voit que la glace pure a une résistance beaucoup plus faible que la glace mélangée de sable et d'argile; ce qui prouve que la glace ne sert que de liaison, de mortier, entre les particules des terrains congelés; il est probable que la grandeur et la forme du grain joue un rôle dans la solidité du mur de glace.

D'autres données intéressantes sont citées par M. Zaeringer; elles sont basées sur des essais faits en vue de l'application de la congélation à l'établissement de fondations maritimes. Les éprouvettes prélevées ont donné les résultats suivants :

	Température en degrés Celsius					
	-20°	-15°	-10°	-20°	-15°	-10°
	à la compression			à la traction		
Argile à la fouille de l'écluse . . .	50	37	24	39	33	22
Sable fin à mortier, saturé d'eau .	141	133	87	52	39	20
Id. saturé aux $\frac{3}{4}$	136	106	77	23	22	15
Id. id. à moitié	109	62	52	33	16	7
Sable de dragage fin, lavé . . .	185	163	142	32 <sup>(1)</sup>	33	21
Mélange moitié gravier, moitié sable . . . . .	150	109	100	—	—	—
Mélange $\frac{1}{4}$ gravier, $\frac{3}{4}$ sable . . .	146	106	95	—	—	—

Ces expériences peuvent prétendre à un grand degré d'exactitude, car la salle elle-même où se trouvaient les appareils d'essai, était maintenue à une température de -16° C.

Vu les difficultés spéciales des essais à la traction (les éprouvettes se fendent sous la pression des pinces), les chiffres indiqués pour la résistance à la traction ne présentent pas toute garantie.

Ces chiffres, qui résultent d'une moyenne de dix essais, sont surtout intéressants pour les *argiles*; car pour les sables existaient déjà des données expérimentales. Un point digne de remarque est que l'argile possède, comparative-

(1) Les publications du Congrès de Dusseldorf portaient le chiffre de 12, reproduit dans l'*Oesterreichische Zeitschrift*. Comme ce chiffre nous avait paru anormal, nous en avons écrit à M. Zaeringer qui nous confirme qu'il y avait erreur, 32 étant le chiffre exact.

ment à sa résistance à la compression, une résistance à la traction proportionnellement plus forte que les sables. Une observation générale, c'est que la résistance croît avec l'augmentation du degré de froid, circonstance favorable pour les creusements profonds où nous disposons, jusqu'à un certain point, du *froid* pour contrebalancer l'augmentation de pression.

L'abaissement de la température ne va pas sans augmenter le risque de rupture des circuits, naturellement; récemment en Allemagne, on a néanmoins réussi à abaisser la température du liquide réfrigérant à  $-40^{\circ}$ , pour congeler même les dissolutions de chlorure de sodium qu'on peut rencontrer dans les terrains. Un premier essai, tenté aux Kaliwerke Niedersachsen, à Wathlingen bei Celle (Hanovre), en 1906, échoua par suite de divers mécomptes, ruptures de circuits, variations très brusques de températures, etc. Il fallut achever le puits par le procédé Kind-Chaudron. Le second essai, tout récent (1909-10), fut couronné d'un plein succès: au puits de la Kaliwerke Prinz Adalbert bei Oldau (Hanovre), la congélation était en cours avec une machine à ammoniaque ordinaire; lorsque le creusement arriva à 95 mètres de profondeur, une forte venue d'eau se fit jour dans du gypse fissuré et remplit le puits: l'eau contenait 25 % de NaCl au fond et 18 % près de la surface. La firme Haniel et Lueg décida d'employer le *Tiefkälteverfahren*, le procédé à froid intense pour essayer de donner une traduction littérale. A côté des machines à glaces existantes, on monta une installation frigorifique à acide carbonique. On commença à travailler d'abord à faible pression; la solution réfrigérante était du  $\text{CaCl}_2$  (encore fluide à  $-50^{\circ}$ ); plus tard (août 1909), la compression fut portée à 58 atmosphères. Au 18 octobre 1909, le mur de glace était fermé; la température atteinte au départ de la solution était  $-43^{\circ}$ , au retour,  $-37^{\circ}$ . Au

15 janvier 1910 on reprit l'enfoncement; la température au fond était  $-30^{\circ}$ . De 104 à 120 mètres, on traversa la couche salifère; au 5 août 1910, le puits atteignait 150 mètres et était continué par les procédés ordinaires (voir STEGEMANN, n° du 21 janvier 1911 du *Zeits. des Vereines Deuts. Ingen. et Festchrift zum XI Allgem. deutsch. Bergmannstage in Aachen*). Le point essentiel dans ce procédé à froid intense est d'avoir une installation frigorifique à l'abri de tout accroc, si minime soit-il.

Le creusement en terrain congelé se fait à sec et à l'aide d'explosifs; M. Zaeringer, outre les précautions élémentaires qui sautent aux yeux (bourrages modérés, prohibition du minage aux parois), recommande l'usage d'*amorces à temps*, qui diminuent sensiblement l'effet nuisible de la pression de l'air et, en plus, rendent possible un excellent contrôle en cas de raté.

L'auteur entend-il disposer les amorces de façon à ce que les coups partent l'un après l'autre, en ménageant, entre l'amorce électrique et le détonateur, des bouts de mèche de longueurs croissantes pour chaque mine. Evidemment ce système permet, en comptant le nombre de détonations, de se rendre compte de l'existence d'un raté: mais n'introduit-on pas, par ces mèches, tous les dangers de long-feu qui leur sont inhérents et le départ des premières mines ne court-il pas grand risque de détériorer l'amorçage des mines voisines? M. Zaeringer nous écrit qu'il a employé avec succès, depuis des années, les amorces à temps disposées de façon que les coups se succèdent à un intervalle un peu moindre qu'une seconde.

Quant au choix de l'explosif à utiliser en terrain congelé, M. Zaeringer estime que les recherches ne sont pas achevées, vu l'apparition continuelle de nouveaux mélanges sur le marché; il se borne à énumérer deux qualités essentielles de l'explosif à choisir: son insensibilité à la

gelée et la conservation de sa puissance à ces faibles températures (1).

La question du revêtement provisoire des puits en terrain congelé a provoqué des divergences de vue; M. Zaeringer estime, d'une façon générale, que tout revêtement est inutile; « il manquerait du reste son but, c'est-à-dire de garantir contre une irruption imprévue de sables mouvants car, dans une telle éventualité, il ne pourrait offrir aucune protection contre le fait et ses conséquences. Au contraire il pourrait, en cas de chute du garnissage, qui viendrait à perdre, par dégel, tout appui et calage, devenir plus fatal encore que le commencement d'une irruption de sables mouvants, pour l'équipe d'ouvriers travaillant au fond du puits.

» Un autre inconvénient du revêtement provisoire est de rendre impossible le contrôle des parois de la partie déjà creusée : de petites fuites, conséquence d'un défaut d'étanchéité d'un joint de tube congélateur, peuvent ne pas être remarquées et provoquer à la longue une catastrophe, alors qu'il eût été facile d'y parer à leur origine (2).

(1) Dans les premières applications on fit usage de poudre noire; à Bernissart, ce fut encore le cas; plus tard on eut recours à des explosifs détonants, de brisance modérée, en excluant ceux à base de nitroglycérine. A présent que l'on fabrique des dynamites incongelables, insensibles à la gelée sous des températures de  $-13^{\circ}$ , cette interdiction ne nous paraît plus nécessaire. Nous avons vu employer sans mécompte des dynamites de ce genre, par un hiver très rigoureux, aux travaux de creusement d'une ligne de chemin de fer en Ardenne.

(2) Dans une lettre qu'il nous adresse, M. Zaeringer appuie encore sa manière de voir des considérations suivantes : s'il n'y a pas de revêtement provisoire, le début d'une irruption de sables ou d'eau sera remarqué à temps non seulement pour sauver l'équipe, mais encore pour remplir le puits de matériaux ou d'eau en vue de créer une contrepression.

Au contraire, s'il y a un revêtement, on remarquera généralement trop tard la dissolution du mur de glace et le puits sera obstrué par la chute du garnissage; dans ces conditions on rencontre de grosses difficultés à enlever ce revêtement enchevêtré, pour rendre possible dans la suite le travail d'épuisement. M. Zaeringer préfère, lorsque les terrains donnent des appréhensions, diminuer la hauteur des passes de cuvelage et même poser les anneaux suspendus, en descendant.

» Les avis semblent, du reste, partagés sur ce point, puisque, malgré les objections énumérées ci-dessus, l'Administration des mines, dans certains districts, persiste à imposer un revêtement provisoire. »

L'opinion de M. Zaeringer nous paraît un peu trop absolue; faisons remarquer d'abord que le revêtement provisoire n'a pas pour but de parer à une irruption de sables mouvants: si tel était le but à atteindre, il faudrait poser le cuvelage définitif en descendant, par anneaux suspendus.

Le revêtement provisoire a bien plutôt pour but d'empêcher la chute de fragments ou de blocs qui viendraient à se détacher des parois et à s'abattre sur les ouvriers occupés au creusement. Assez souvent, les passes de cuvelage sont d'une centaine de mètres de hauteur, de sorte que la surface de roche à nu peut être considérable.

La question du revêtement provisoire est avant tout une question de circonstances locales, de terrains: généralement, les terrains à grains saturés d'eau, tels que les sables et certaines craies, se maintiendront sans revêtement sans qu'aucun éboulement ou simple chute de bloc soit à redouter, et ce d'autant plus que le givre, qui ne tarde pas à recouvrir les parois à nu, cimente les petites parcelles mal détachées par l'outil du mineur. Par contre, certains terrains argileux-schisteux, en masses compactes séparées par des cassures lisses dépourvues d'eau, peuvent très bien donner lieu à des éboulements et nécessitent ainsi un revêtement provisoire. Récemment, dans un puits en creusement en Belgique, le fait a été encore douloureusement mis en lumière par un accident survenu à la tête du terrain houiller. La chose est très naturelle dans ces terrains dépourvus d'eau et échappant par le fait même à la cimentation que provoque la congélation. Par contre, les puits de Harchies en 1898-1903, le puits n° 9 du Grand-Hornu, lors de la réfection des 60 mètres supérieurs en

1906, les puits de Thieu en 1908-10, ont été creusés sans aucun revêtement et sans donner aucun mécompte; de même récemment, au puits n° 1 du siège de l'Héribus, on a laissé sans revêtement des passes de 90 mètres sans qu'aucune chute se produise.

On ne peut donc proclamer *a priori* l'inutilité de tout revêtement provisoire puisque cela dépend des circonstances particulières. L'objection qui mérite le plus d'attention est celle qui reproche au revêtement provisoire de masquer la paroi et d'empêcher son inspection au point de vue d'une fuite d'un tube congélateur, qui se marque par une tache sombre sur la paroi blanche de givre. Il existe d'autres moyens, mais moins aisés, de s'apercevoir d'un tel incident: les avertisseurs électriques placés aux machines frigorifiques de la surface signalent la baisse de niveau dû à une perte de liquide froid; généralement, il est vrai, cet indicateur, placé sur un groupe de cuves communicantes, ne fonctionne qu'après une forte déperdition de liquide et les recherches pour isoler l'origine de la fuite demandent un certain temps pendant lequel les congélateurs ont le temps de se vider. Aussi à Beeringen a-t-on monté un dispositif spécial sur chaque circuit, et qui décèlera immédiatement le tube où la fuite se produit.

La question de la composition du béton à employer dans les fonçages par congélation ne paraît pas bien clairement élucidée; on conçoit du reste que les sociétés de fonçage se trouvant bien de telle ou telle composition, préfèrent ne pas les divulguer. M. Zaeringer cite des mélanges de chaux éteinte, soudé calcinée et chlorure de magnésium, et considère le chlorure de sodium comme désavantageux (1) (voir aussi *Glückauf*, 1906, n°s 18-22, art. de Joosten).

(1) Relativement à cette assertion, disons qu'une importante société de fonçage utilise cependant avec complète satisfaction le chlorure de sodium. Aux puits de Harchies de la Société de Bernissart, on a utilisé le sulfate de soude.

En résumé, l'auteur conclut qu'un béton à prise lente, contenant le minimum d'eau et bien pilonné, donne les meilleurs résultats. Des bétons à prise rapide peuvent trouver leur application dans des cas tout spéciaux.

Nous rappellerons qu'en 1906, au charbonnage du Grand-Hornu, on s'est contenté de damer derrière le cuvelage, à sec, le squelette du béton constitué de grenailles de porphyre de Quenast; l'injection de ciment se fit après dégel, par des orifices ménagés dans le cuvelage. A présent, dans les puits creusés en Belgique tout au moins, on ménage la possibilité de cette injection en munissant le cuvelage, tous les dix mètres environ, de tubulures spéciales prévues à cet effet. A Harchies, ces tubulures n'avaient pas été prévues et il fallut tarauder des trous spéciaux dans le cuvelage en place pour permettre d'assurer l'étanchéité par injection de ciment.

Le revêtement définitif des puits creusés par congélation est, dans l'immense majorité des cas, le cuvelage circulaire en fonte, mais il y a des exemples de muraillement, notamment dans les puits des mines de lignite, généralement de forme rectangulaire. Récemment en Russie deux puits ont été revêtus de plaques de béton, préparées d'avance et s'assemblant l'une à l'autre, pour un diamètre de 5 à 6 mètres et une profondeur de 180 mètres, dans un calcaire crevassé fort aquifère. Le choix de ce système avait plutôt été dicté par les droits de douane élevés frappant les cuvelages allemands à leur entrée en Russie (1).

Quant au dégel des terrains, M. Zaeringer attribue au

(1) En Belgique, le puits n° 2 d'Hautrage, actuellement en creusement à niveau vide, est revêtu de cette manière depuis la cote de 60 mètres. Ce revêtement existe à présent (1er mars 1911) jusqu'à la cote de 235 mètres. Au puits Carl-Alexander, à Völklingen, on a employé, sur 135 mètres de hauteur, un système mixte renforcé: derrière le cuvelage en fonte, se trouve un revêtement en béton armé de 0m30 d'épaisseur, avec armature en fers ronds.

dégel artificiel, outre l'énorme avantage de la rapidité, celui d'assurer une plus grande régularité dans le dégel, et par conséquent une charge uniforme, non unilatérale, du cuvelage. On conçoit aisément que, dans le cas de dégel naturel, les mouvements des eaux dans les terrains doivent favoriser l'échange de calories à certains points et répartir très irrégulièrement le dégel. Il y a donc lieu, au point de vue de la sécurité, de donner la préférence au dégel artificiel. Le dégel artificiel est du reste aisé : il suffit de faire circuler, au lieu de la solution froide, une solution progressivement échauffée (1).

Après dégel, les tubes congélateurs peuvent être retirés. M. Zaeringer dit qu'on les laisse généralement pour consolider le puits ; on les remplit de béton.

Nous pensons qu'en Belgique et en France on essaie généralement de reprendre ces tubes congélateurs ; mais la chose n'est pas aisée (2), car, comme on a généralement retiré les tubes de soutènement du sondage après la descente des tubes congélateurs, les parois du trou se sont éboulées et les tubes se brisent fréquemment lorsqu'on veut les remonter.

Un des avantages du dégel artificiel est encore de pouvoir retirer les tubes congélateurs avant que les terrains n'aient perdu toute leur rigidité et se soient tassés contre les tubes.

Ces dernières années ont vu s'accomplir des progrès énormes dans le creusement des puits par congélation. Le perfectionnement des installations mécaniques, les améliorations des machines frigorifiques, le développement con-

(1) Nous disons *progressivement* échauffée, pour éviter les ruptures de congélateurs ; on sait qu'à Harchies notamment, au puits n° 1, le dégel artificiel a causé plusieurs ruptures de circuits. A ce puits, pour diminuer les tensions du cuvelage au dégel, on a rempli d'eau l'intérieur du puits : d'où grand retard. A notre connaissance, ce procédé n'a plus été appliqué depuis.

(2) A Harchies, 8 circuits sur 36 furent retirés intacts.

sidérable de la technique des sondages, et l'expérience acquise dans les creusements antérieurs, telles sont les causes que M. Zaeringer assigne à l'extension prise par le procédé. On pourrait, croyons-nous, ajouter à ces faits positifs l'émulation créée par la découverte et la nécessité de mettre à fruit des gisements de plus en plus inaccessibles : pour notre pays, la mise en valeur du bassin de la Campine a été un puissant facteur de l'extension du procédé.

Il y a quelques douze ans, on considérait encore les creusements de plus de 180 mètres comme très hasardeux ; suivant M. Zaeringer, la *Tiefbau- und Kältindustrie* fut la première à entreprendre (en 1906) d'une seule traite, sous pleine garantie de réussite, le creusement d'un puits de 330 mètres, dont 270 mètres de sables bouillants alternant avec des bancs d'argile plus ou moins tendres et sableux : c'est le puits I des établissements Solvay allemands, division de Borth près de Büderich (Wesel). Antérieurement, on pensait assez généralement que, pour les profondeurs dépassant 200 mètres (1), on devrait recourir à la congélation *par passes*, à cause de l'impossibilité de se rendre compte des déviations des sondages.

Aussi les efforts se concentrèrent-ils vers la réalisation pratique des mesures de déviation ; les appareils imaginés à cette fin furent multiples (2), mais ce n'est que tout récemment que quelques types tout-à-fait mis au point reçurent la consécration de la pratique et se montrèrent adéquats à leur but. Deux appareils sont utilisés par la *Tiefbau- und Kältindustrie* : l'appareil Erlinghagen et l'appareil Gebhardt. M. Zaeringer leur attribue de pouvoir,

(1) Rappelons encore que les puits de Harchies, en 1898-1903, furent foncés à 236<sup>m</sup>50 par congélation.

(2) Voir dans le numéro de septembre 1910 de la *Revue Universelle des Mines* une étude très complète de M. l'ingénieur Bodart sur ces différents appareils.

même pour des profondeurs de 700 mètres, donner la déviation à quelques centimètres et l'orientation à quelques degrés près. Ces appareils ont déjà été décrits dans plusieurs revues; esquissons en le principe; tous les deux sont basés sur l'emploi d'un pendule actionné au moment voulu aux diverses profondeurs du sondage, et dont la pointe marque une trace sur un papier à diagrammes; dans chaque mesure, il y a deux éléments: la grandeur de la déviation et son orientation.

Les deux appareils mesurent l'orientation en empêchant toute rotation pendant la descente; à cette fin, l'appareil Erlinghagen est suspendu à deux tubes télescopiques glissant l'un sur l'autre et toujours parallèlement, grâce à des encoches spéciales; ces tubes sont reliés au jour par deux câbles distincts renfermant un conducteur électrique; pendant que l'un descend dans le trou de sonde, l'autre est immobilisé dans le tubage par des électro-aimants qui font saillie sous l'influence d'un courant qu'on lance dans le câble correspondant; lorsque le tube arrive à fond de course, il est immobilisé à son tour par ses électro-aimants et le second tube, décalé, vient le rejoindre. Par cette série de descentes, — sorte de mouvement de reptile, — on ne modifie en rien l'orientation de l'appareil: dès lors le pendule qui, dans l'appareil, doit indiquer la déviation, donnera, en même temps que la grandeur de celle-ci, son orientation.

Dans l'appareil Gebhardt, le tube contenant le pendule porte à deux niveaux différents trois roulettes à arêtes vives pressées contre le tubage par de forts ressorts à boudin; les roulettes placées sur une même génératrice du tube sont de plus réunies par une tige qui les maintient dans le même plan; un assemblage spécial des tiges par manchon à tenon empêche (théoriquement) toute torsion de l'appareil. Le pendule est actionné électriquement dans l'appareil

Erlinghagen, par un mouvement d'horlogerie dans l'appareil Gebhardt; un rouleau de papier se présente à ces moments sous la pointe du pendule et enregistre la déviation (1). Les points ainsi marqués permettent de déterminer l'inclinaison du sondage aux différents niveaux d'observation et par conséquent, en supposant l'inclinaison constante entre deux points d'observation, de tracer le graphique de déviation du sondage.

Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur cette question des déviations des sondages et de mentionner l'appareil de l'*Entreprise générale*, le téléclinographe, qui figurait à Bruxelles et est employé avec succès en Campine aux puits de Winterslag (Société de Ressaix).

Il est à remarquer que les progrès dans l'art du sondeur sont parvenus à réduire au minimum la durée des sondages à exécuter pour le creusement d'un puits par congélation, comme nous aurons l'occasion de le voir plus loin par quelques exemples, mais ils n'ont jamais réussi à exercer une influence sensible sur les déviations des sondages: trop de facteurs interviennent et surtout les circonstances même du gisement, l'ordre de succession des couches, leurs duretés différentes, etc., etc...

M. Zaeringer appuie sur ce conseil qu'il ne faut craindre aucune dépense de temps ou d'argent pour assurer, par les sondages supplémentaires nécessaires, la fermeture du mur de glace et, à ce point de vue, la *sécurité* du travail est intimement liée à la *réussite*. Aussi reviendrons-nous plus loin sur cette question en nous plaçant plus spécialement au point de vue de la sécurité.

(1) Dans l'appareil d'Erlinghagen, c'est la bande de papier qui se déplace; dans l'appareil Gebhardt, c'est le pendule qui se meut vers le bas au moment des observations; ce déplacement du point de suspension pouvant entraîner des erreurs, la Société Solvay a fait construire (au puits de Borth-Wesel) un appareil Gebhardt modifié, avec le premier dispositif.

L'auteur cite ensuite un cas d'application du procédé de congélation par passes : dans sa forme primitive, ce procédé comportait des retrécissements graduels du diamètre du puits, tout comme dans le procédé des tours descendantes (1).

La firme Gebhardt et König supprima cette sujétion dans l'application qu'elle fit aux puits Baldur I et II de la *Bergwerksgesellschaft Trier*. Ces puits avaient été entrepris par congélation pour une profondeur de 135 mètres. Un peu avant que le creusement n'atteignît ce niveau, une cassure du fond indiqua qu'il existait encore au-dessous, des marnes sableuses très aquifères. La Société se décida à faire poursuivre le procédé de congélation mais imposa la condition de garder le diamètre admis, soit 6 mètres. C'était là une grosse difficulté et plusieurs firmes se refusèrent. Le premier projet avait été, après établissement d'un noyau de béton dans le fond du puits, de prolonger les sondages existants jusqu'à la profondeur de 175 mètres, fixée par des sondages de recherche ; mais deux obstacles contrecarraient la réalisation de ce projet : d'une part, la forte glace des 135 mètres supérieurs aurait empêché le lavage à l'eau douce à travers les tubes congélateurs (2) ; d'autre part, l'espace très réduit dont on disposait à travers

(1) Voir notamment dans la *Revue Universelle des Mines*, t. V et VII (1904), la description sommaire des procédés *Unger* et *Grotevath und Hillenblink*. A notre connaissance, ces procédés n'ont jamais été appliqués. — Mentionnons encore qu'au puits de la société de *Schieferkante*, à Göttingen (district de Goslar), une sorte de congélation par passes avait été appliquée en ajoutant simplement 4 sondages pratiqués à l'intérieur de la section du puits et n'allant que jusque 100 mètres de profondeur. Les sondages extérieurs atteignaient 185 mètres mais les tubes congélateurs n'y furent d'abord descendus qu'à la profondeur de 100 m. Cette façon de procéder hâta beaucoup le moment où il fut possible de commencer le creusement grâce à la formation d'un bouchon provisoire de glace à 100 m., et c'était là surtout le but à atteindre.

(2) Dans ce projet on aurait d'abord enlevé les tubes de descente de chaque circuit, coupé à la fraise le fond de chaque tube congélateur, puis poursuivi les sondages en faisant passer la sonde et les tiges dans les tubes congélateurs.

les tubes congélateurs, surtout à cause des bourrages ou joints élastiques ménagés de distance en distance pour permettre la dilatation de la colonne; était trop petit pour pouvoir atteindre avec certitude le niveau de 175 mètres avec un diamètre utilisable.

On résolut donc de procéder autrement : le puits était cuvelé jusqu'à 116 mètres, et le front de creusement se trouvait à 3 ou 4 mètres plus bas ; une couronne de sondages en fonte, ayant le diamètre du puits à nu, fut disposée au fond ; elle portait 26 tubulures légèrement divergentes (voir fig. 1) sur lesquelles furent greffés, suivant les

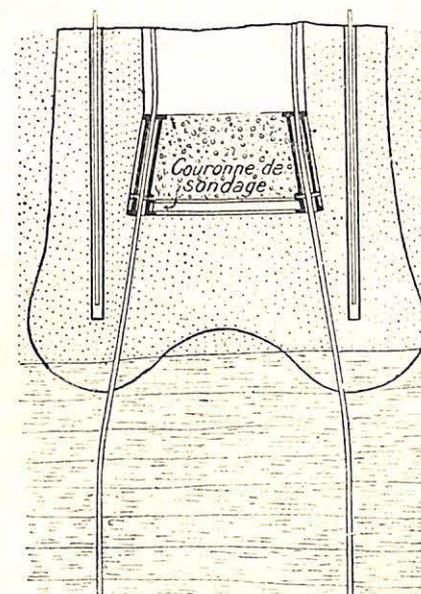


Fig. 1.

mêmes directions, des tubes-guides de 3 mètres de longueur ; le tout fut noyé dans du béton. Les tubes-guides furent prolongés jusqu'au jour par des tubages verticaux. L'inclinaison des tubes guides vers l'extérieur avait pour but de reporter les trous de sonde à l'extérieur du puits,

mais les sondages ne conservent pas cette direction inclinée et, après un certain parcours, reviennent vers la verticale par suite du poids du trépan et des tiges (voir la fig. 1) (1).

Pendant le forage, c'est-à-dire après la traversée du fond de glace, de 132 à 135 mètres, les eaux montèrent dans les tubages (c'était d'ailleurs ce qui avait dicté leur prolongement jusqu'au jour), mais sans pouvoir pénétrer dans le puits. On descendit dans chaque sondage les tubes de congélation, en les isolant hermétiquement dans la traversée de la couronne de sondages.

Malgré la lenteur inhérente à ces travaux de longue haleine, ils furent menés à bien et M. Zaeringer conclut par cet exemple à la faillite des procédés imaginés pour la congélation par passes avec diminution du diamètre.

Nous mentionnerons ici qu'une application semblable, mais beaucoup plus pénible à cause de la profondeur, s'achève actuellement au puits n° 1 d'Hautrage, en Belgique : ce puits avait atteint, à niveau vide, la cote de 280 mètres, lorsque la rencontre de la *meule* (2) exigea le recours à la congélation pour atteindre le houiller à 305 mètres. Un dispositif absolument semblable à celui décrit par M. Zaeringer fut adopté.

Rappelons encore que la première application de la congélation en Belgique (au puits n° 9 de Houssu, en 1886) fut du même genre (voir *Annales des Mines de Belgique*, t. XV, 3<sup>e</sup> liv.).

Parmi les fonçages qui sont rappelés au tableau que

(1) Le même fait avait déjà été constaté au fonçage du puits de Laura et Vereeniging à Eyselshoven (Limbourg hollandais), où l'éboulement de la paroi sud du puits exigea un travail analogue de congélation au fond du puits (voir *Gluckauf*, 23 mai 1903, article de M. PIERRE, et *Annales des Mines de Belgique*, 1905, p. 65, article de M. BODART).

(2) Terrain aquifère qui se trouve parfois à la base du crétacé se présentant sous forme de gravier à plus ou moins gros éléments.

nous reproduisons ci-après, signalons quelques données particulièrement intéressantes.

Le temps considérable exigé par l'exécution des sondages restera toujours un des points faibles de la congélation ; cependant des progrès notables ont été réalisés ; c'est ainsi qu'aux puits Charles-Alexandre, 18,300 mètres de sondages, y compris l'installation des tubes congélateurs, furent forés en huit mois ; la profondeur de congélation y est de 404 mètres, les terrains formés d'alternances de sables et d'argiles (1). Les installations frigorifiques y sont naturellement très importantes.

Le puits I des *Deutsche Solvay Werke* fut foncé (1906-09) dans le délai de 36 mois au lieu du délai de 68 mois fixé par contrat. La profondeur de congélation était de 330 mètres (2) ; le seul incident du fonçage fut la rencontre, à 240 mètres de profondeur, de couches d'argile plastique gonflante (3) qui nécessitèrent la pose de quelques anneaux de cuvelage suspendus au lieu du travail habituel en remontant. Partout ailleurs le mur de glace se montra compact et sans fracture, et notamment au fond, bien qu'il eût à supporter plus de 30 atmosphères de pression. Ainsi, dit M. Zaeringer, on peut considérer comme absolument démentie l'opinion souvent émise que la glace ou *a fortiori* un mur de glace deviendrait plastique sous une certaine pression dépassant 20 à 25 atmosphères (4).

(1) A titre d'indication, les puits qui détiennent actuellement, à notre connaissance, le record de la profondeur de congélation sont les deux puits de la *Gewerkschaft Lohberg*, que la société *Deutscher Kaiser* a établis à 3 kilomètres au nord de Dinslaken : ils ont atteint le niveau de 415 mètres, le 1<sup>er</sup> au 13 janvier 1910, le second au 6 mai 1910.

(2) Ce puits doit exploiter à la fois le sel gemme (à 750 mètres) et le houiller dont la tête se trouve à 771 mètres.

(3) D'après nos renseignements, ces argiles tertiaires correspondent à nos argiles de Boom.

(4) Cette assertion était encore exprimée par M. l'Ingénieur Bodart dans les *Annales des Mines de Belgique*, t. X, p. 61 (1905).

Citons encore un autre incident dû à des couches d'argile. Au puits de la Société charbonnière Frédéric-Henri, la rencontre, à 145 mètres de profondeur, d'une couche d'argile gonflante, donnant une pression unilatérale, eut pour conséquence une interruption du creusement. On remplit la partie inférieure du puits et l'on renforça, du côté où se faisait la poussée, le mur de glace par l'exécution d'une seconde ligne de sondages, qui furent munis de tubes congélateurs. Après une suspension du travail relativement courte, le sable gelé qui remplissait provisoirement le puits put être enlevé et le travail reprit sans incident.

M. Zaeringer ne donne malheureusement pas le prix de revient de tous ces travaux, ce qui n'eut pas manqué d'intérêt ; évidemment ces prix varient beaucoup d'après les circonstances locales, la profondeur, le diamètre, les terrains traversés, etc. Nous comprenons du reste que les exigences de l'industrie ne permettent pas toujours de divulguer ces questions de prix de revient.

Des exemples qu'il a cités, M. Zaeringer conclut avec raison que le procédé de congélation, dans son développement actuel, est à la tête de tous les procédés spéciaux ; car, sans compter qu'il est souvent le seul applicable, il renferme en lui deux éléments de succès que pourraient en vain lui disputer les autres procédés : 1° il est relativement indépendant de la puissance des couches à traverser, de la quantité d'eau qu'elles contiennent, de leur nature ; il s'applique indifféremment, qu'il s'agisse de traverser des couches fissurées, compactes ou fort aquifères, ou plusieurs centaines de mètres de terrains bouillants ; 2° il est le seul procédé qui se prête à un calcul préalable précis, permettant de fixer un prix par contrat, tout en garantissant la réussite et des limites certaines de délai d'exécution.

Nous donnons ci-dessous un tableau renfermant des données intéressantes sur quelques-uns des puits creusés par la *Tiefbau und Kältindustrie* (1).

(1) Rappelons ici la liste si documentée donnée par M. l'Ingénieur Joosten dans le *Glückauf* du 2 juin 1906 et rappelant les principales données relatives aux fonçages entrepris par congélation de 1883 à 1906, déjà alors au nombre de 93. M. l'Ingénieur principal Denoël a résumé ce travail, pour les puits les plus intéressants, dans les *Annales des Mines de Belgique* 1906 pp. 787 et suiv.

A part les deux premiers puits, déjà repris dans le relevé de M. Joosten sous les nos 50 et 56, le tableau suivant renferme tous fonçages achevés ou entrepris postérieurement.

**Données relatives à quelques puits creusés par congélation**  
par la Société « Tiefbau und Kältindustrie ».

Numéros	NOM et SITUATION de la mine	Diamètre du puits et profondeur creusée sous la protection du mur de glace	Comment la profondeur du bon terrain a été estimée	Diamètre et profondeur de l'avant-puits	Nombre de sondages	NATURE DES TERRAINS à traverser	Profondeur des trous de congélation	Puissance de la machine à ammoniaque de l'installation frigorifique en calories par heure	Durée des sondages	Durée de la congélation jusqu'au début du creusement	Durée du creusement compris la pose du cuvelage ou du muraillement	AVANCEMENTS MOYENS	
1	Salines Leopoldshall du Grand-Duché d'Anhalt, puits n° 6.	d. 5 <sup>m</sup> 50 p. 175 <sup>m</sup> 93	par les sondages de congélation	d. 4 m. p. 10 m.	26	0 à 1 mètre, terre végétale. — 1 à 24 mètres, sables bouillants, graviers, éboulis. — de 24 à 48 <sup>m</sup> 5, grès bigarré. Sous 48 <sup>m</sup> 5, argiles.	163 m.	230,000	du 14-6-1899 au 20-6-1900 = 12 mois	du 22-6-1900 au 2-12-1900 = 164 jours	du 2-12-1900 au 8-11-1901 = 337 jours	Sondages : 7 <sup>m</sup> 40 Creusement : 0 <sup>m</sup> 75 sans cuvelage ou 0 <sup>m</sup> 40 cuvelage compris	} par jour
6	Mine de lignite Marie, à Atzendorf.	d. 5 mètres p. 66 m.	id.	d. 7 m. p. 9 m.	26	0 à 61 <sup>m</sup> 5, sables mouvants; en dessous, lignite.	61 m.	110,000	du 8-7-1900 au 8-1-1901 = 6 mois	du 23-1-1901 au 4-6-1901 = 132 jours	du 5-6-1901 au 17-11-01 = 103 jours	Creusement : 0 <sup>m</sup> 76 par jour, non compris la pose du cuvelage.	
17	Charbonnage Gemeinschaft, puits n° 2, à Duffesheide bei Aachen	d. 6 mètres p. 168 m.	id.	d. 11 <sup>m</sup> 5 p. 16.5	32 1 central 3 supplémen- taires	0 à 138 mètres, sables mouvants. — 138 à 148 mètres, id. avec coquillages. — 148 à 155 <sup>m</sup> 2, sable argileux. — 155 <sup>m</sup> 2 à 156 <sup>m</sup> 7, argile bleue. — 156 <sup>m</sup> 7, houiller.	169 m.	300,000	du 7-10-1905 au 12-2-1906 = 126 jours	du 5-4-1906 au 7-8-1906 = 123 jours	du 8-8-1906 au 13-2-1907 = 186 jours	Sondages : 48 m. par jour. Creusement : 0 <sup>m</sup> 90 »	
25	Charbonnages de Saar et Moselle, puits Hugo Merlenbach.	d. 6 <sup>m</sup> 10 p. 178 <sup>m</sup> 42	id.	d. 9 <sup>m</sup> 20 p. 18 m.	26 2 supplémen- taires	Jusque 175 mètres, grès bigarré, puis <i>Rothliegendes</i> .	175 <sup>m</sup> 50	250,000	du 10-5-1904 au 7-5-1905 = 12 mois	du 17-11-1905 au 2-10-1906 = 108 jours	du 2-10-1905 au 6-4-1906 = 185 jours	Sondages : environ 10 m. par jour. Creusement : 0 <sup>m</sup> 94 par jour.	
27	Bergwerksgesellschaft Trier, puits Baldur I et II, Dorsteni, W.	d. 6 <sup>m</sup> 1 p. 135 m.	id.	d. 10 m. p. 4.5	30	Sables mouvants, marnes sableuses et bancs de grès.	135 m.	250,000	I) du 11-6-1905 au 27-10-1905 = 4 ½ mois	du 16-11-1905 au 4-2-1906 = 79 jours	du 5-2-1906 au 5-7-1906 = 151 jours		
28								id.	II) du 2-11-1905 au 21-1-1906	du 3-7-1906 au 21-12-1906	du 1-3-1906 au 2-7-1906		
31	Etablissements Solvay allemands, à Borth-Wesel. Puits n° 1	d. 6 m. p. 330 <sup>m</sup> 20	id.	d. 12.80 p. 5 <sup>m</sup> 23	35 compris 1 central et 8 supplémen- taires	0 à 135 mètres, sables avec couches de gravier. — 135 à 225 m., sable argileux. — 225 à 265 mètres, sable mouvant. — A partir de 265 mètres, grès bigarré crevasé.	330 <sup>m</sup> 20	500,000	du 28-9-1906 au 4-9-1907 = 311 jours	du 5-11-1907 au 16-2-1908 = 92 jours	du 17-2-1908 au 13-5-1909 = 447 jours	Sondages : 41 m. environ par jour. Creusement, cuvelage compris : 0 <sup>m</sup> 88 par jour.	

N°	NOM et SITUATION de la mine	Diamètre du puits et profondeur creusée sous la protection du mur de glace	Comment la profondeur du bon terrain a été estimée	Diamètre et profondeur de l'avant-puits	Nombre de sondages	NATURE DES TERRAINS à traverser	Profondeur des trous de congélation	Puissance de la machines à ammoniac de l'installation frigorifique en calories par heure	Durée des sondages	Durée de la congélation jusqu'au début du creusement	Durée du creusement compris la pose du coulage ou du muraillement	AVANCEMENTS MOYENS
32	Etablissements Solvay allemands, à Borth-Wesel.	d. 6 m.	par les sondages de congélation	d. 12m80 p. 5m23	34 compris 1 central	0 à 135 mètres, sables avec couches de gravier. — 135 à 225 m., sable argileux. — 225 à 265 mètres, sable mouvant. — A partir de 265 mètres, grès bigarré crevassé.	330 m.	500,000	août 1910 à février 1911 = 6 mois.		en creusement	Sondages : 65 mètres par jour.
42	Société anonyme Donnersmarckhütte, à Zabrze, o/s.	d. 6m10 p. 198 m.	id.	d. 9m50 p. 30 m.	27 1 central et 10 supplémentaires	Calcaires, sables, argiles et argiles schisteuses.	198 m	400,000	du 1-2-1907 au 19-2-1908 = 409 jours	du 12-3-1908 au 30-6-1908 = 109 jours	du 1-7-1908 au 2-4-1909 = 272 jours	Sondages : 18m4 par jour. Creusement : 0m73 »
43	Gewerkschaft Karl Alexander, à Völklingen	d. 6 m. p. 404	par des sondages à couronne	d. 12m80 p. 5 m.	34 1 central et 15 supplémentaires	Sable argileux, avec couches d'argile, sable stratifié, argile compacte.	404 m.	1,250,000	du 23-4-1909 au 5-1-1910 = 253 jours	du 2-3-1910	en creusement Profondeur atteinte au 24-3-11 : 245 mètres	Sondages : 80 mètres par jour.
44	Id.	id.	id.	id.	34 1 central et 4 supplémentaires	Id.	id.	id.				Travail en cours
45	Charbonnage Frédéric Henri, à Lintfort	d. 6m10 p. 313 m.	id.	d. 12m80 p. 7 m.	34 1 central 13 supplémentaires	Sable argileux, gravier, schiste houiller, conglomérat, couches de calcaires et argile compacte.	313 m.	750,000	du 14-9-1907 au 2-9-1908 = 349 jours	du 14-10-1908 au 11-2-1909 = 118 jours	en creusement Profondeur atteinte au 24-3-11 : 299 mètres	Sondages : 48 mètres par jour.
46	Id.	id.	id.	id.	34 1 central 5 supplémentaires.	Id.	id.	id.	du 26-5-1908 au 16-3-1909 = 291 jours	du 17-7-1909 du 3-1-1910 = 167 jours	du 4-1-10 au 7-11-10.	Sondages : 40 mètres par jour. Creusement : 1 mètre par jour.
49	Konsol. Alkaliwerke Westeregeln.	section : 3m5 × 7 m. p. 100 m.	par les sondages de congélation	section : 14 × 12m80 p. 3m50	43	Gravier, sable vert, gravier, charbon, sable, argile, charbon, sable argileux.	100 m.	180,000	du 28-6-1908 au 21-10-1908 = 119 jours	du 3-11-1908 au 9-2-1909 = 97 jours	du 10-2-1909 au 10-7-1909 = 151 jours	Sondages : 37m2 par jour. Creusement : 0m66 »
53	Charbonnage Rossenray II et X, à Rheinberg.	d. 6m10 p. 300 m., éventuellement 480 m.	id.	d. 12m80	34							en cours d'exécution

Dans les quelques pages qui suivent, nous n'avons pas la prétention de codifier les règles de la sécurité en matière de fonçage de puits, mais nous voulons simplement présenter quelques observations suggérées par la visite de quelques chantiers de fonçage; nous devons ici des remerciements particuliers à toutes les Sociétés charbonnières et de fonçage, auprès desquelles nous avons toujours trouvé le meilleur accueil (1).

Nous disions plus haut que le procédé de congélation avait, en Belgique, pris une grande extension en vue de la mise en valeur du bassin de la Campine: en effet, les puits de cinq des six sièges en établissement actuellement auront recours au procédé, pour la traversée des morts-terrains tertiaires tout au moins.

On sait (2) qu'à l'endroit des futurs puits, le houiller se rencontre à des profondeurs variant de 486 à 620 mètres; les morts-terrains se groupent, au point de vue des creusements de puits, en deux catégories bien distinctes: tandis que les terrains tertiaires et la tête du crétacé comprennent des assises meubles aquifères où la congélation paraît le seul procédé possible (3), la partie moyenne et inférieure du crétacé est formée de masses compactes ayant une résistance propre, que l'on espère pouvoir traverser à niveau

(1) Qu'il nous soit permis de remercier tout spécialement: M. BRY, Ingénieur divisionnaire de l'Entreprise générale de fonçage de puits, études et travaux de mines; M. P. GOFFART, Administrateur-Directeur de la Société de fonçage de puits franco-belge; M. P. HABETS, Administrateur-délégué des Charbonnages de Beeringen; M. V. MEGANCK, Directeur de la Société anonyme Foraky, pour l'amabilité avec laquelle ils nous ont fourni tous les renseignements et documents que nous leur demandions.

(2) Voir dans les *Annales des Mines de Belgique*, t. XV, 3<sup>e</sup> livraison, l'article de M. PAUL HABETS résumant si clairement la situation des recherches et travaux de reconnaissance en Belgique.

(3) Cinq des six sociétés minières ont donné la préférence à la congélation; la sixième (Helchteren - Zolder) compte faire usage du procédé Stockfisch, procédé à niveau plein, opérant par battage avec injection de liquide dense pour maintenir les terrains éboulés.

vide après une cimentation préalable à la congélation. Cette cimentation se fait par quelques-uns des sondages de congélation poursuivis à cette fin jusqu'au houiller.

Mais il semble que les premiers essais de cimentation ne donnent pas les résultats espérés et que notamment le tuffeau de Maestricht n'absorbe pas le ciment: il faudra donc vraisemblablement reporter plus bas la profondeur de congélation et les essais qui se poursuivent fixeront bientôt la limite des deux procédés (1).

La profondeur de la congélation était déjà importante dans les projets primitifs: 330 mètres à Beeringen et aux Liégeois, 360 mètres à Waterscheid (André-Dumont), 428 mètres à Winterslag (Ressaix), 470 mètres à Limbourg-Meuse. Pour ces deux derniers sièges, cette profondeur est définitive, elle atteint respectivement le Hervien et le Houiller.

Pour des profondeurs semblables, la fermeture du mur de glace, outre qu'elle est indispensable à la réussite, intéresse aussi la sécurité, car une brèche sous des pressions de ce genre amènerait une catastrophe.

Aussi la **mesure des déviations** des sondages mérite-t-elle de retenir l'attention d'une manière spéciale au point de vue de la sécurité. Au siège de Beeringen, l'un des plus

(1) A titre de renseignement, notons brièvement la situation des travaux en mars 1911: A Beeringen, tous les sondages (37) sont achevés au puits n° 1; ils se terminent au puits n° 2; les essais de cimentation se poursuivent au n° 1 par les 10 sondages poursuivis jusqu'à 625 mètres (houiller); à André-Dumont, au puits n° 1, 2/3 des sondages de congélation sont achevés, 11 d'entre eux atteignent le houiller à 510 mètres et servent à la cimentation; au puits n° 2, on a commencé les sondages de congélation qui doivent servir à la cimentation préalable; à la Société de Ressaix (Winterslag) on exécute les sondages supplémentaires au puits n° 1; aux Liégeois, seul le sondage central de chacun des deux puits est achevé et celui du puits n° 2 sert aux essais de cimentation; dans les concessions d'Helchteren-Zolder et de Limbourg-Meuse, les travaux de creusement des puits sont en préparation seulement; à la plupart des sièges, les installations de surface, notamment les centrales électriques, sont en montage ou en achèvement, de même que les installations frigorifiques, très importantes.

avancés, on a procédé à ces mesures à l'aide de l'appareil d'Erlinghagen (1); le tracé de chaque sondage est repéré d'après les observations de deux opérateurs distincts, l'un délégué par le Charbonnage, l'autre par la Société de sondage. La combinaison de ces deux séries distinctes d'observations élimine les erreurs de lecture ou personnelles. Souvent, du reste, il y a une remarquable similitude dans les tracés, bien que les opérateurs ne puissent se communiquer leurs observations.

Pour se rendre compte de l'allure du mur de glace, on fait, à l'aide des plans de chaque sondage, une coupe horizontale du puits tous les 50 mètres : sur ces coupes figurent les traces des sondages, à ce niveau, entourées d'un cercle de 1 mètre de rayon, qui est considéré comme le minimum d'influence d'un tube congélateur : l'enveloppe de ces cercles représente l'allure qu'aura le mur de glace; généralement ces cercles s'interfèrent, se recoupent l'un l'autre; mais si, par suite de déviations en sens inverse de sondages voisins, il se marque une solution de continuité, une brèche dans le rempart de glace, un sondage supplémentaire est exigé pour la fermer : après exécution, on repère l'allure de ce sondage et l'on reporte sur les coupes ses traces pour vérifier l'obstruction de la brèche.

Une telle manière d'opérer présente certainement de fortes garanties. Au puits n° 1, 30 sondages avaient été répartis sur un cercle de 10<sup>m</sup>80 de diamètre. A la suite des résultats des épures dont nous venons de parler, 7 sondages supplémentaires furent exécutés ensuite. Pour faire saisir l'utilité du mode que nous venons de décrire, nous donnons ci-contre quatre coupes aux différents niveaux montrant l'état des sondages après exécution des sept

(1) Au charbonnage André Dumont, à Waterscheid, les mesures de déviation ont été faites également à l'aide de l'appareil Erlinghagen.

sondages supplémentaires. Nous avons supprimé les coupes tous les 50 mètres pour simplifier et nous reproduisons uniquement (fig. 2, 3, 4 et 5) les coupes à 100, 200, 300 et 330 mètres de profondeur (1); on remarquera qu'à 100 mètres les déviations sont très minimes et n'auraient exigé aucun sondage supplémentaire; à 200 mètres, les sondages 5, 6 et 7 se concentrent en des points très voisins et laissent une brèche entre eux et le groupe 8-9-10 également concentré; les sondages supplémentaires 6<sup>bis</sup> et 7<sup>bis</sup> ont obstrué cette fissure; il existait encore une interruption entre 11 et 13 (sondage 11<sup>bis</sup>), entre 19 et 22 (sondage 20<sup>bis</sup>), entre 27 et 29 (28<sup>bis</sup>). Au niveau de 300 mètres, le sondage 7<sup>bis</sup> suffit à lui seul pour obstruer la brèche entre 5-6-7 et 9-10; le sondage 6<sup>bis</sup> n'a été poussé que jusqu'à 272 mètres; le sondage 11<sup>bis</sup> continue son office à 300 mètres; les sondages 8 et 20 dévient fortement vers l'extérieur, s'échappant de la ceinture de glace; à 330 mètres le sondage n° 1 s'ajoute aux deux précédents; le sondage 16<sup>bis</sup> renforce, comme déjà au niveau de 300 mètres, le mur dans une partie où les sondages 12 à 16 sont fortement enchevêtrés; le 22<sup>bis</sup> se plante entre le 22 et 23 tandis que le 28<sup>bis</sup> continue à remplacer le 28 fortement dévié. Au niveau de 300 mètres, il existe bien une légère brèche entre les 27 et 29-30, mais elle disparaît au niveau de 330 mètres. Le liseré noir formant l'enveloppe des cercles d'influence fait ressortir d'une manière plausible l'allure du mur de glace.

A Winterslag, la Société de Ressaix pousse d'emblée la congélation jusque dans le Hervien, soit 428 mètres. 27 sondages, répartis sur une circonférence de 11 mètres de

(1) La position des sondages à 330 mètres a été obtenue par extrapolation en prolongeant l'inclinaison du dernier tronçon de 5 mètres relevé dans chaque sondage : en effet pour éviter de placer l'appareil dans les boues qui s'accumulent au fond de chaque trou, les dernières mesures ont été opérées à des niveaux variant de 307 à 327 mètres.

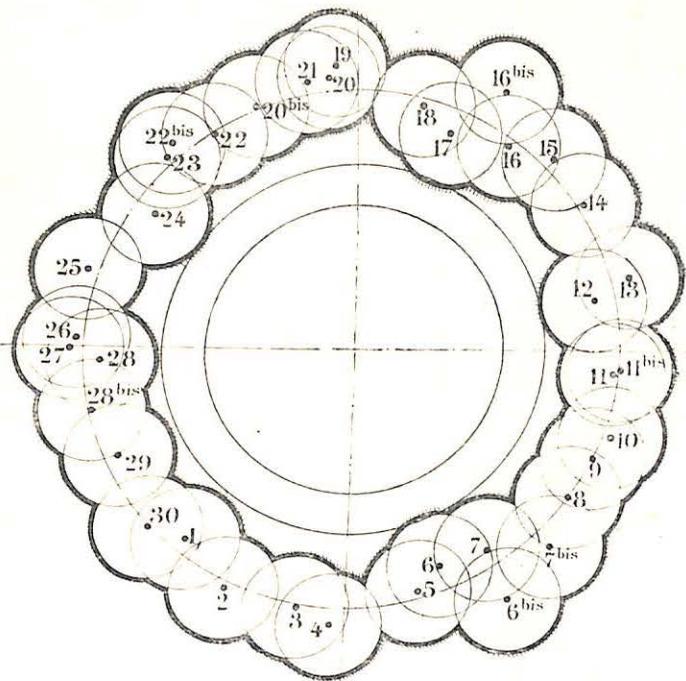


Fig. 2. — A 100 mètres.

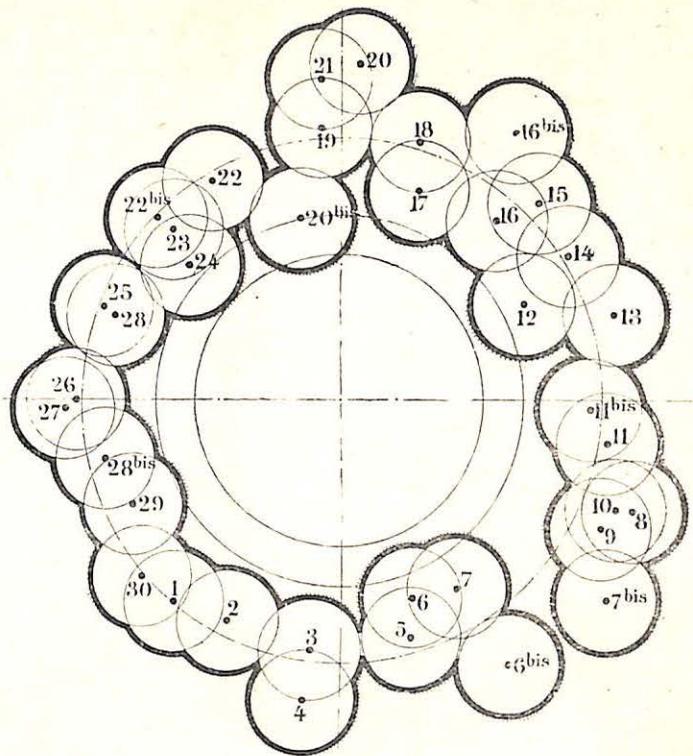


Fig. 3. — A 200 mètres.

## Charbonnages de Beeringen — Puits N° 1

Coupes horizontales indiquant la position des sondages et l'allure du mur de glace.

Diamètre utile du puits . . . . . 5m80  
 » creusé . . . . . 7m40  
 » de la circonférence des sondages . 10m80

Les sondages supplémentaires sont indiqués par la notation *bis*.

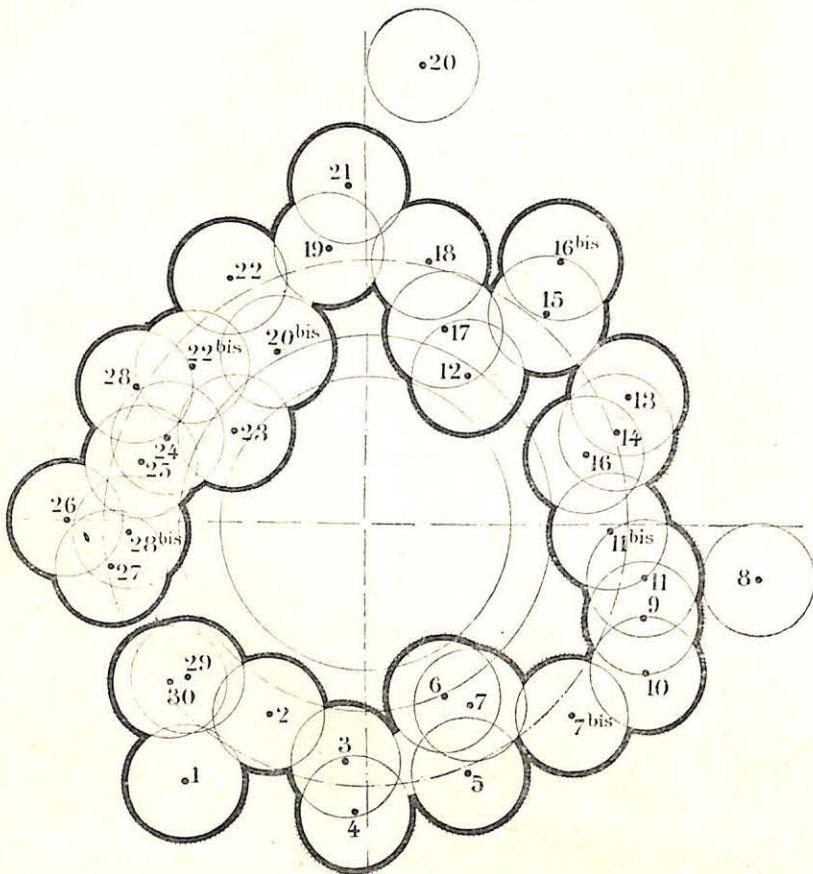


Fig. 4. — A 300 mètres.

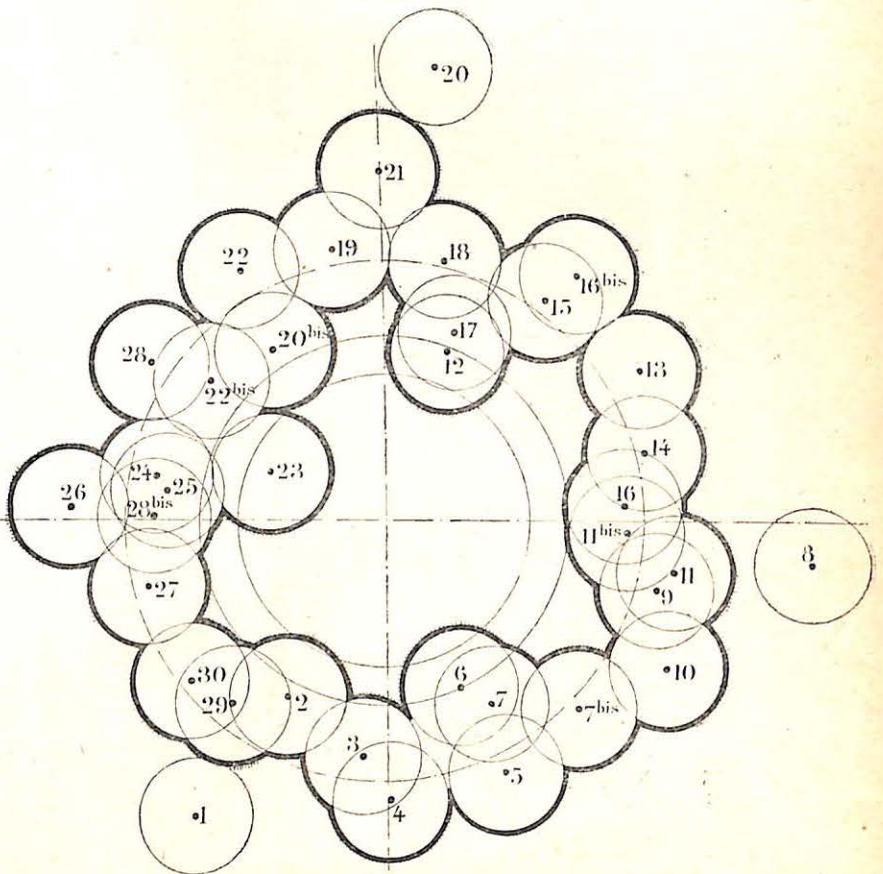


Fig. 5. — A 330 mètres.

diamètre, sont déjà exécutés au premier puits et l'on commence ceux du second puits. Ici la vérification des déviations se fait à l'aide du téléclinographe, breveté au nom de la Société d'Entreprise générale de fonçage de puits et de M. Luc Denis.

Cet appareil, qui figurait à l'Exposition de Bruxelles, est appliqué pour la première fois à un creusement de puits; l'appareil consiste en un tube de cuivre, renfermé dans un tube en fer étanche, suspendu aux tiges de descente, de manière à ne pouvoir tourner sur lui-même; cette boîte tubulaire comportait extérieurement des touches qui devaient assurer son appui sur deux génératrices invariables du tube de revêtement du sondage, mais on y a renoncé; à l'intérieur, elle renferme un pendule conique, suspendu par articulation à la Cardan, et que l'on actionne électriquement au moment de l'observation; la masse de ce pendule porte en son centre un stylet constamment en contact avec une cuvette sphérique ayant pour centre le centre d'oscillation du pendule; cette cuvette est formée d'une surface isolante dans laquelle est noyée une grille formée de quatre réglottes métalliques reliées électriquement à l'appareil récepteur installé à la surface. Celui-ci permet d'enregistrer sur un diagramme l'instant précis où le stylet touche les quatre réglottes (1). Si le sondage est absolument vertical, le stylet décrira une courbe elliptique dont le centre coïncidera avec le centre du carré des réglottes; si le sondage est dévié, les deux centres ne

(1) L'appareil a donné d'excellents résultats, mais comme la pratique a montré dans certains cas particuliers, l'insuffisance de l'orientation du diagramme à l'aide de la grille précédemment réalisée, l'inventeur a imaginé une nouvelle cuvette ayant un grillage plus complet et permettant d'orienter un diagramme quelconque, même dans le cas de fortes déviations du sondage. Dans l'ancien système, si le pendule décrivait une ellipse ne recoupant pas les réglottes, ou ne recoupant que l'une ou l'autre de celles-ci, l'appareil n'enregistrait rien ou ne permettait pas d'orienter le diagramme. Ce cas ne se produira plus désormais.

coïncident plus et la distance entre le centre de l'ellipse et celui des réglottes mesurera en grandeur et direction la déviation du sondage sur la hauteur du pendule ( $0^m80$ ).

Remarquons en passant que la longueur du pendule est beaucoup plus forte que dans les autres appareils, ce qui réduit au minimum les erreurs dues à la lecture des diagrammes; de plus l'appareil est relié à une première tige comprenant un bourrelet cylindrique d'un diamètre égal à celui du tube contenant le pendule, de telle façon que tout se passe comme si l'appareil avait 10 mètres de longueur; le pendule donne l'inclinaison moyenne de ces 10 mètres et comme les observations se font tous les 10 mètres, l'appareil relève le profil complet du sondage.

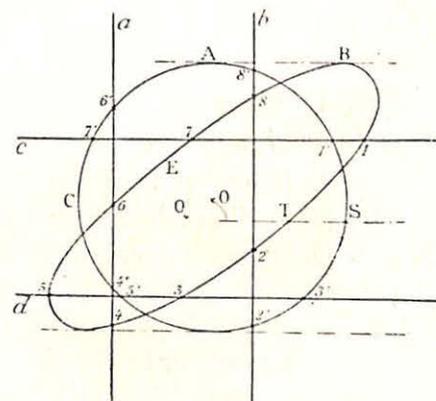


Fig. 6

Le téléclinomètre est basé sur les propriétés suivantes :  
 Considérons (fig. 6) une circonférence C et une ellipse E concentriques, décrites par les masses de deux pendules de même longueur, effectuant par conséquent leurs oscillations dans le même temps. Si la marche de ces pendules est réglée de manière qu'ils passent à la même époque l'un au point A, l'autre au point B, la droite qui les joindra sera constamment parallèle à la droite AB; lorsque l'un

sera en un point quelconque S, l'autre sera en T. Comme le pendule circulaire C décrit sa trajectoire d'un mouvement uniforme, l'arc AS est proportionnel au temps et peut servir de mesure au temps que le pendule elliptique a mis pour venir de B en T. L'appareil récepteur réalise un pendule circulaire décrivant une rotation complète dans le même temps que le pendule conique de l'appareil; un mécanisme simple permet d'assurer un synchronisme complet au départ.

Or il est possible de tracer, avec les indications données par l'enregistreur, l'épure de la position des réglottes par rapport au centre de l'ellipse : la plume de l'appareil enregistreur trace non des cercles, mais un diagramme spiraloïde ; chaque fois que le stylet touche une réglotte, un courant est lancé dans un électro-aimant qui attire la plume en marquant une brisure.

Par ces brisures, l'observateur connaît donc le temps exact où le pendule conique passe dans l'appareil aux points 1, 3, 5, etc. Les temps qu'il met pour passer d'un point à l'autre sont proportionnels aux arcs de circonférence 1'-3', 3'-5', etc. On conçoit donc qu'en divisant une circonférence quelconque en parties proportionnelles on puisse reproduire la figure formée par la circonférence C et les réglottes *a, b, c, d*, donc trouver la distance des centres. Pour orienter la déviation, une cinquième demi-réglotte dite Nord est aménagée sur la cuvette ; de plus, à l'aide de dispositifs spéciaux, les tiges sont repérées et assemblées toujours dans le même ordre ; à cette fin, l'assemblage par vis est remplacé par la jonction de deux têtes à tenon provenant d'une pièce unique sciée, artifice qui assure un contact parfait entre les deux têtes ; deux rondelles à écrou serrent les deux parties. Il suffit de guider l'assemblage des tiges supérieures, au jour, pour être certain de l'orientation de toutes les tiges dans le sondage.

Cette assertion nous paraît faire bon marché de la torsion élastique d'une colonne de tiges de 300 à 400 mètres par exemple, quelle que soit la rigidité des assemblages. Mais le mode de descente des tiges réduit les chances de torsion au minimum.

Sous réserve de l'absence de torsion, l'appareil permet donc de déterminer à toute profondeur la position du centre des sondages. Il est séduisant par son côté scientifique ; il n'est pas sujet aux erreurs dues à l'emploi d'aiguille aimantée. Par contre, comme il ne détermine que l'inclinaison du sondage en des points déterminés, il exige la totalisation des mesures pour tracer l'épure ou calculer la déviation en un point donné, d'où chance d'erreur, par la solidarité des diverses opérations. Cette chance d'erreur est du reste commune à tous les appareils pratiques : la méthode du fil à plomb ou de la lanterne échappe à ce reproche, mais elle n'est applicable avec exactitude qu'à de faibles profondeurs, car dès que le sondage dévie dans des directions diverses — en tire-bouchon, suivant le terme des sondeurs — le fil à plomb ne donne plus aucune indication (1).

On pourrait reprocher au clinographe la délicatesse du récepteur, véritable instrument de précision ; mais cet appareil est installé dans le bureau de l'ingénieur du fonçage et n'est manœuvré que par lui ; il est donc soustrait à toutes les causes de détérioration.

La figure 7 donne une vue de l'appareil récepteur d'après une photographie prise à Genck. Sur la tablette horizontale, la plume trace le diagramme spiraloïde.

Le téléclinographe donne à Genck toute satisfaction.

(1) Il a cependant été appliqué encore à l'Héribus pour une profondeur de 330 mètres, mais des précautions spéciales avaient été prises pour l'exécution des sondages et les déviations dans les craies étaient peu accentuées et régulières.

Naturellement on ne pourra se prononcer sur l'exactitude des indications que lorsque le fonçage les aura contrôlées; mais il y a, entre les séries d'indications relevées avec l'appareil placé successivement dans des positions à 180° l'une de l'autre, un tel parallélisme que les craintes de

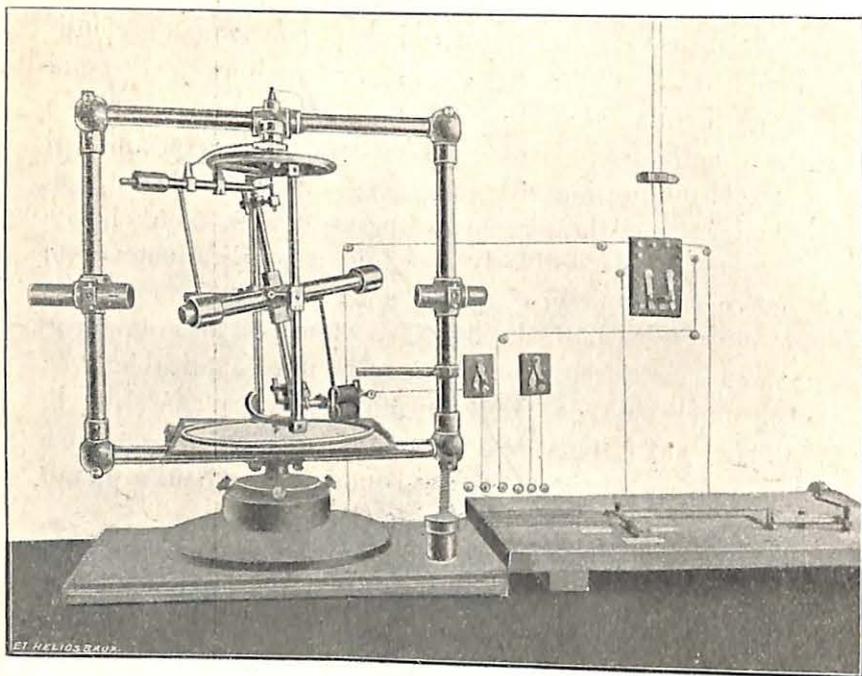


Fig. 7. — Appareil récepteur du téléclinographe.

La plume et l'électro-aimant sont portés sur un châssis qui tourne autour d'un axe vertical; la plume trace une ligne spiraloïde par suite du jeu d'un parallélogramme articulé qui la rappelle constamment au centre. A droite, les connexions électriques; le courant est fourni par une simple batterie de piles.

torsion dans la descente, que nous avons exprimées plus haut, semblent ne pas se réaliser. Il suffit de comparer les deux courbes de chaque sondage pour s'en convaincre.

Le téléclinographe enregistre lui-même ses résultats.

Pour faire comprendre la facilité avec laquelle ces résultats s'interprètent, nous donnons ci-après (fig. 8

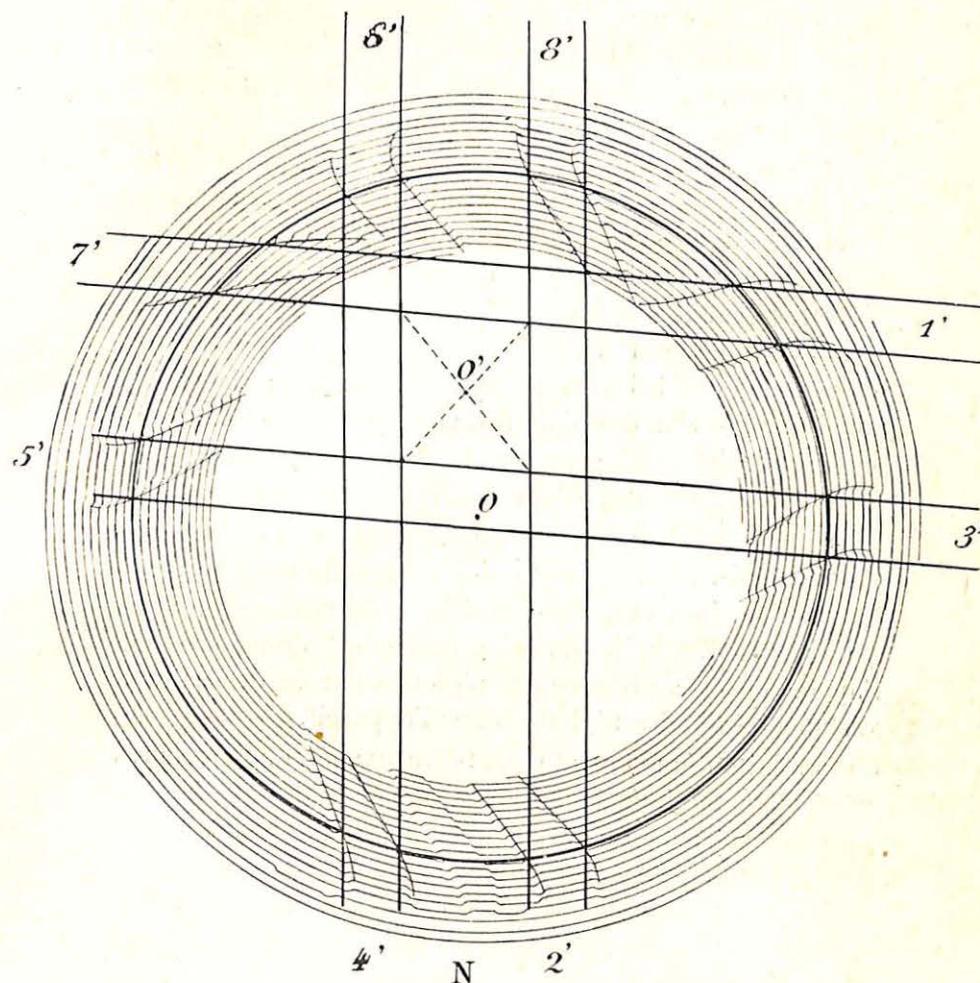


Fig. 8. — Reproduction d'un diagramme obtenu par le téléclinographe au puits de Genck.

la reproduction d'un diagramme spiraloïde obtenu dans une observation : les brisures qui se marquent à chaque

tour indiquent le moment précis où le stylet du pendule touche les réglettes métalliques de la cuvette : c'est-à-dire, pour nous rapporter à la figure que nous avons donnée plus haut, les points 1', 2', 3', etc., de la circonférence (pour la facilité de la comparaison, nous avons reproduit ces notations sur le diagramme); en réalité, il y a deux brisures par réglette, une au début du contact et une seconde au départ du stylet. On réunit les brisures correspondantes de chaque spire par un trait qui forme comme la courbe enveloppe des points de recoupe. Il suffit de considérer le cercle moyen de la courbe spiraloïde (que l'on trace sur le diagramme obtenu), et de réunir par des droites les points 1' 7', 3' 5', 2' 8', 4' 6' où les courbes-enveloppes des brisures recouperont ce cercle; on obtient ainsi la projection des réglettes, ainsi qu'on le voit aisément en examinant le diagramme. La distance du centre O du diagramme au centre O' du losange formé par les projections, indique la déviation en grandeur et en direction, car la demi-réglette d'orientation se marque très bien en N. Comme vérification, les droites obtenues doivent être parallèles. L'échelle du diagramme est donnée par le rapport entre la distance des réglettes sur le dessin et la distance réelle des réglettes dans l'appareil.

Par suite d'une crainte peut-être exagérée, l'entreprise générale emploie à Genck un tubage spécial d'un diamètre un peu supérieur à celui du téléclinographe, et fermé en dessous, tubage que l'on enfonce dans le trou dont il faut mesurer les déviations; cette précaution a pour but d'opérer à sec et d'éviter les courts-circuits. C'est là une sujétion dont on pourrait, semble-t-il, s'affranchir par une construction plus robuste de l'appareil et par l'isolement électrique qui ne paraît pas impossible à réaliser.

Dans l'appareil Erlinghagen, l'eau des sondages donne souvent des mécomptes, naturellement, mais son emploi

est néanmoins possible. On ne voit pas dès lors pourquoi le téléclinographe ne pourrait, moyennant certains perfectionnements, être employé dans les mêmes conditions.

Nous donnons ci-contre l'épure des déviations mesurées des sondages au puits n°1 de Winterslag au 1<sup>er</sup> mars 1911 (fig. 9).

Cette épure montre que les déviations les plus fortes ont été de 5 mètres environ à 428 mètres.

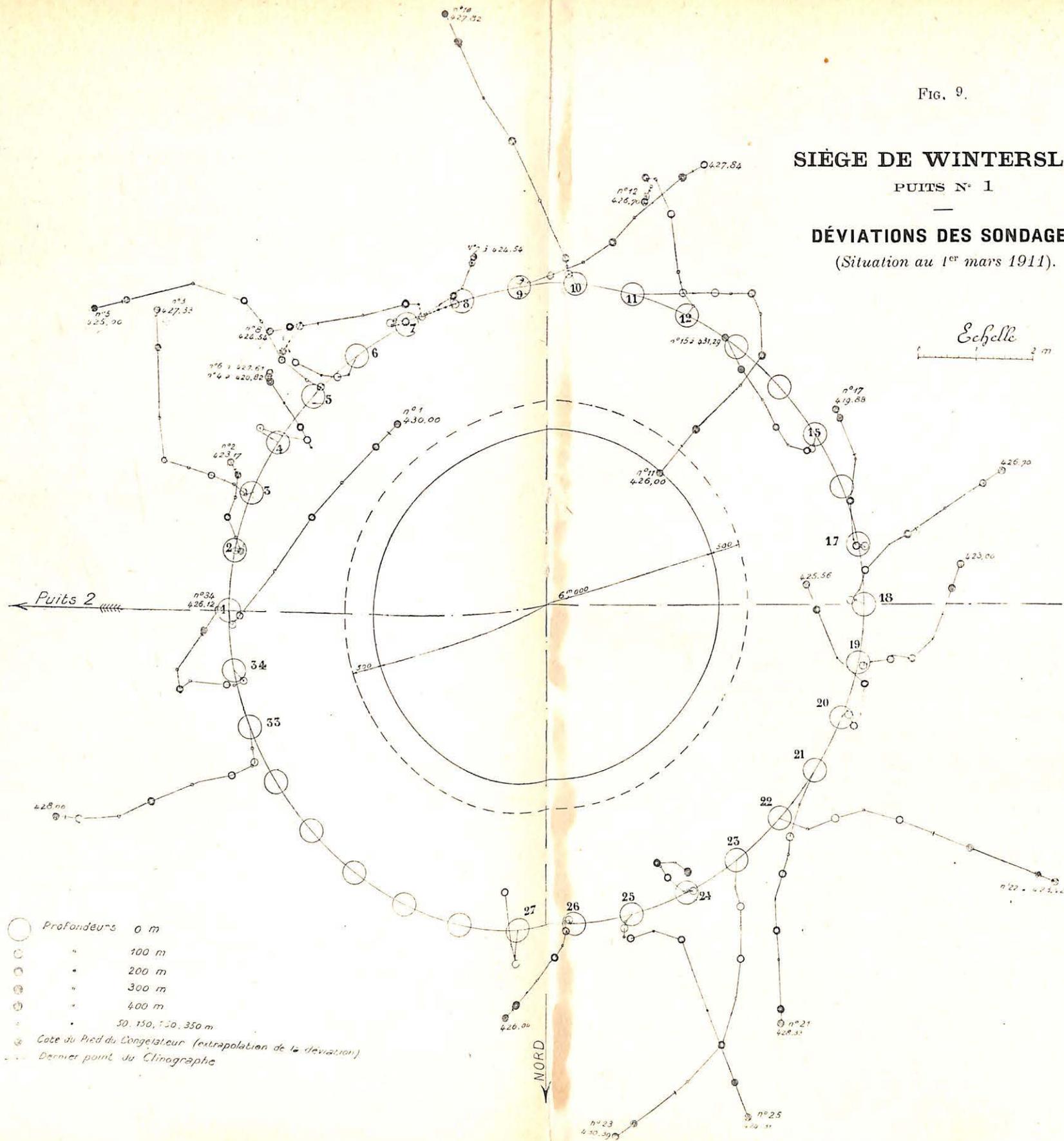
FIG. 9.

# SIÈGE DE WINTERSLAG

PUITS N° 1

## DÉVIATIONS DES SONDAGES

(Situation au 1<sup>er</sup> mars 1911).



La figure 10 donne le plan du sondage n° 33, avec les deux tracés donnés par les observations faites avec l'appareil placé successivement dans des positions à 180° l'une de l'autre. On voit qu'il y a concordance complète. Mais cet exemple pourrait paraître insuffisamment probant à cause de la constance de la déviation en direction. C'est pourquoi nous donnons les figures 11 et 12 relatives au sondage n° 4.

Ce sondage, comme on voit, a une allure fort variable; la figure 11 donne les diagrammes établis directement d'après les résultats enregistrés, et déjà suffisamment concordants.

Mais si l'on élimine l'erreur constante de l'appareil, en faisant à la surface quatre essais sur l'appareil placé verticalement mais subissant des rotations de 90°, — correction qui se traduit en sens inverses sur les observations à 180° l'une de l'autre, — on obtient la figure 12, où les tracés sont tellement concordants qu'on doit mettre leur dualité sur le compte des erreurs de lecture des diagrammes.

En prenant la moyenne des deux tracés, on élimine d'ailleurs et cette erreur constante de l'appareil et dans une certaine mesure, les erreurs de lecture.

Nous avons, au début, fait allusion à la question des explosifs dans les creusements des puits par congélation, à propos du choix de la *nature* des explosifs; au point de vue de la sécurité, une autre question se pose, commune à tous les fonçages.: dans ce genre de travaux, le tir par volées s'impose, car il n'est pas possible de songer un instant à remonter les hommes pour les tirs successifs de mines isolées.

Le tir par volées ne va pas, d'autre part, sans comporter des dangers; il se fait exclusivement par l'électricité, l'exploseur étant manié de la surface. Généralement deux volées successives suffiront: une première comprendra les mines de déchaussement vers le milieu du puits, une seconde, la circonférence des mines de paroi. Nous

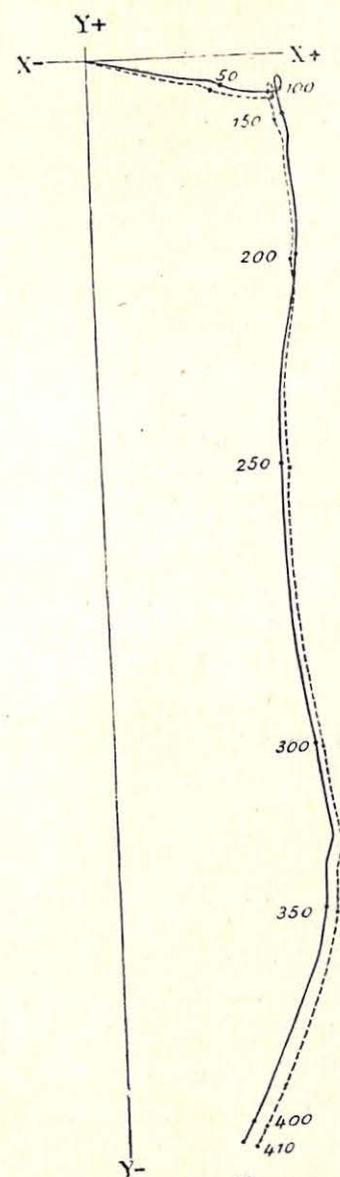


Fig. 10.  
Sondage n° 33.

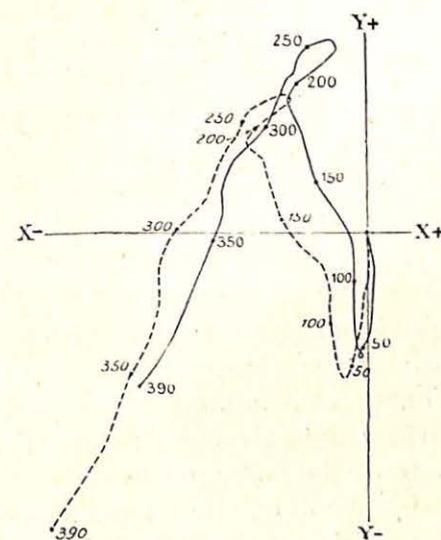


Fig. 11.  
Sondage n° 4: Diagrammes établis sans tenir compte de l'erreur constante de l'appareil.

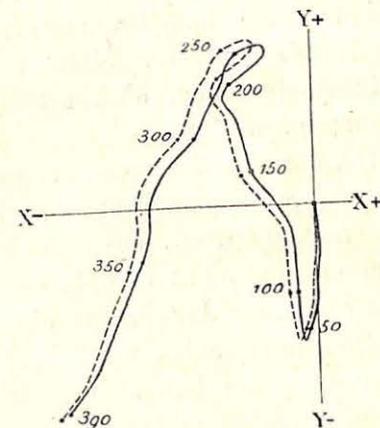


Fig. 12.  
Sondage n° 4: Diagrammes obtenus en introduisant la correction de cette erreur.  
Echelle: 1/25.

faisons abstraction des erreurs de connexion si faciles à commettre dans un tel fouillis de conducteurs ; à ce point de vue la disposition en série, une seule chaîne, paraît la plus facile et la moins sujette à erreurs. — Mais, indépendamment de ces erreurs matérielles, dans ces circuits qui peuvent comprendre chacun 10 à 12 mines ou plus encore, la résistance des amorces telles qu'on les trouve dans le commerce joue un rôle considérable. Nous supposons qu'il ne s'agisse que d'amorces à basse tension, les seules à conseiller puisque seules elles permettent un certain contrôle avant usage. Généralement — et encore bien des sociétés n'ont pas ce minimum de contrôle — on se contente de vérifier au galvanomètre que l'amorce laisse passer un courant de faible intensité ; conclusion : l'amorce a une résistance finie, elle est qualifiée bonne.

Mais cela ne suffit pas dans un tir multiple : s'il s'agit de chaînes en dérivations, les amorces de moindre résistance pourront détourner le courant au détriment des autres ; s'il s'agit d'une chaîne en série, le courant est unique, mais dans les amorces de moindre résistance, (le produit  $i^2r$  étant trop faible), le fil pourra ne pas être porté à l'incandescence, d'où raté au milieu des autres mines qui explosent.

Or, dans les fonçages, ces ratés sont d'autant plus dangereux qu'ils passeront inaperçus lorsque les ouvriers reviendront à front, parce que les déblais des mines retombent en masquant l'emplacement primitif des fourneaux ; à la vérité, ce danger est plus grand pour les mines du centre que pour les mines de paroi, parce que celles-ci rejettent généralement vers le centre déchaussé par les premières mines : l'endroit d'un raté s'indiquera rapidement à la paroi restée intacte.

La possibilité d'avoir un raté partiel dans le tir électrique même en série s'est révélée plus d'une fois au cours d'un creusement récent effectué en Belgique par congélation ; lorsqu'on s'apercevait du raté, on parvenait géné-

ralement à faire partir la mine en la branchant seule sur le circuit, ce qui prouvait que dans le circuit général, la résistance trop faible de l'amorce avait empêché l'incandescence du fil.

Il ne suffit donc pas de se contenter d'un essai *négatif* si l'on peut s'exprimer ainsi, constatant que l'amorce n'a pas une résistance infinie, il faut un essai positif donnant quantitativement la résistance de chaque amorce et permettant de grouper les amorces de résistance égale pour un tir simultané. A la suite d'une demande que nous lui avons faite, M. Bry, Ingénieur divisionnaire de l'Entreprise générale de fonçage de puits, acquit un ohmmètre à l'aide duquel on mesurerait dorénavant la résistance de chaque détonateur avant de les employer à une même volée. Les résultats de cette vérification ont été trop instructifs pour que nous ne rapportions ici les chiffres donnés par l'examen du premier mois.

Un premier lot de 25 détonateurs a donné les résultats suivants, les résistances étant exprimées en ohms :

1 détonateur . $R = 1.14$	3 détonateurs . $R = 1.44$
3 — . . . . . 1.26	3 — . . . . . 1.5
12 — . . . . . 1.3 à 1.4	3 — . . . . . 1.6

Différents lots de détonateurs d'une autre provenance, comportant au total 217 détonateurs, ont donné :

77 détonateurs . $R = 0.9$ à $1.0$	24 détonateurs . $R = 1.2$ à $1.5$
77 — . . . . . 1.0 à 1.1	2 — . . . . . 1.5 à 2.0
33 — . . . . . 1.1 à 1.2	
4 détonateurs de résistance infinie (défectueux).	

Enfin, 100 autres détonateurs ont fourni la répartition suivante :

4 détonateurs . . . . . $R = 2.1$	9 détonateurs . . . . . $R = 2.65$
16 — . . . . . 2.2	10 — . . . . . 2.7
19 — . . . . . 2.3	4 — . . . . . 2.8
19 — . . . . . 2.4	2 — . . . . . 3.0
17 — . . . . . 2.5	

On voit donc la résistance varier de 50 % dans un même lot de détonateurs. C'est dire la nécessité, pour les sociétés qui ont un réel souci de la sécurité de leur personnel, de vérifier au préalable la résistance des amorces à employer dans un tir simultané, pour permettre de choisir des unités d'égale résistance. Une autre précaution est de procéder avec grande prudence à l'enlèvement des pierres projetées par les mines, surtout par les mines du centre.

Un point qui mérite une attention particulière, dans les fonçages de puits, est la question du sauvetage éventuel de l'équipe occupée au creusement, lors de la rencontre d'un danger soudain : irruption d'eau, de sables, etc. Dans les puits munis d'échelles, celles-ci suffisent généralement à assurer la retraite du personnel; mais si leur emploi ne soulève pas de graves objections dans les creusements ordinaires, il n'en est pas de même dans les puits creusés par congélation : outre que l'aménagement d'un compartiment aux échelles dans la passe en creusement créerait l'obligation d'entamer les parois pour l'établissement des supports nécessaires, opération présentant toujours un certain danger, — la circulation sur les échelles dans tout le puits, aussi bien dans la partie déjà cuvelée que dans la passe inférieure, présenterait de grosses difficultés et même de réels dangers parce que échelons et montants se couvriraient de glace (1).

D'autre part, le sauvetage par cuffats n'offre pas toute garantie : d'abord, le cuffat peut ne pas se trouver au fond au moment du besoin ; il ne pourra, dans nos puits à grand diamètre, recevoir avec sécurité toute l'équipe travaillant

(1) L'art. 6 de l'A. R. du 10 décembre 1910 prescrit en Belgique l'établissement d'échelles dans tous les nouveaux puits ou approfondissements. Cet article, comme tous ceux de cet arrêté d'ailleurs, est susceptible de dérogation dans des cas spéciaux et sous réserve de conditions assurant une sécurité égale. Le fonçage par congélation pourrait être un de ces cas spéciaux.

au fond : généralement 4 hommes peuvent prendre place sur un cuffat ; en cas de besoin, supposons même qu'on puisse en loger 6 ou 7, cela ne suffira pas dans des puits de 6 mètres où la force des équipes atteindra certainement 12 hommes.

L'emploi de deux treuils *indépendants* diminuerait sans aucun doute le danger et permettrait un sauvetage plus rapide et plus efficace, d'autant plus que cette disposition exigera généralement le guidage des cuffats, d'où possibilité d'une vitesse plus grande. (Ce système est notamment employé, à notre connaissance, aux avallereses de l'Héribus du Levant-du-Flénu).

Néanmoins les deux cuffats peuvent manquer au moment du besoin ; nous signalerons une solution qui nous paraît particulièrement heureuse et que nous avons vu employer dans un chantier de l'Entreprise générale de fonçage de puits (aux avallereses de La Louvière) ; une échelle en fer, (fig. 13, 14 et 15) entourée d'un fuselage en fers **T** et fers plats qui la transforme en une sorte de cage, est suspendue, à front de creusement, à un câble relié à un treuil spécial à la surface ; en cas d'alerte, les ouvriers prennent place dans cette échelle qui peut être remontée aussitôt. La disposition de cette échelle de sauvetage offre un appui au dos de l'ouvrier et empêche toute chute pendant la remonte.

Par les croquis ci-contre, on voit qu'elle se compose de tronçons de 5 mètres, assemblés par boulons et comportant chacun un palier *A* ; comme ces paliers pourraient présenter une difficulté pour la descente, on remarquera que leur bord est échancré au milieu suivant un demi-cercle, ce qui permet à l'ouvrier de soulever le plancher à l'aide du pied.

Des fers *b* forment des anneaux à 1 mètre de distance.

Pour être moins encombrante au fond, l'échelle se termine à sa base par un tronçon sans filet.

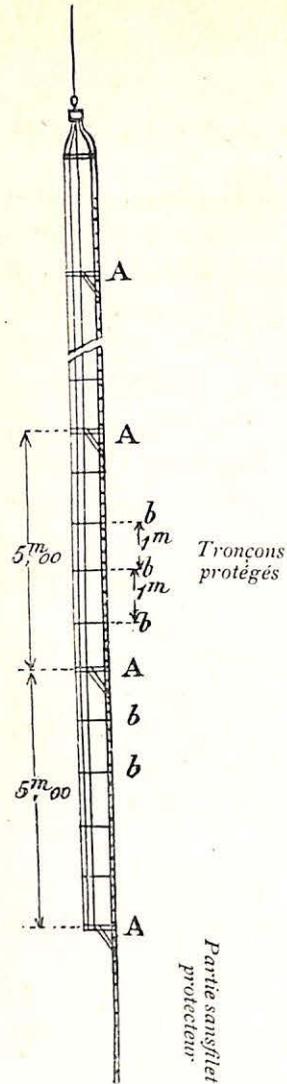


Fig. 13. — Schéma de l'échelle.

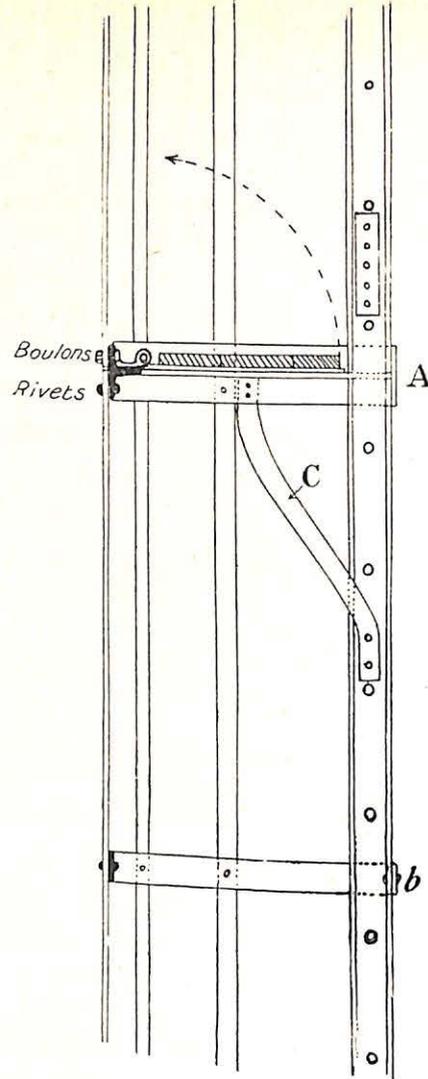


Fig. 14. — Détails montrant la disposition des paliers et l'agencement des tronçons de 5 mètres.

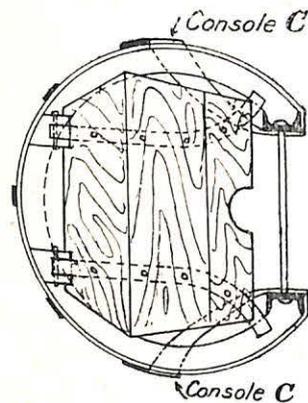


Fig. 15. — Vue en plan au niveau d'un palier A.

Cette échelle nous paraît un excellent dispositif à appliquer dans les puits en creusement par congélation, de même que dans les puits destinés à être murillés, pour la passe en creusement; en effet, la confection du revêtement en maçonnerie exigerait la démolition du compartiment aux échelles à peine établi. Dans ce cas, ces échelles seraient poursuivies jusqu'au plancher des maçons. D'après les renseignements que nous possédons, c'est même le cas de muraillement et creusement simultanés qui a donné naissance en Allemagne à ces échelles suspendues, primitivement rectangulaires, et auxquelles M. l'Ingénieur Bry a donné la forme circulaire pour diminuer l'encombrement et faciliter l'engagement dans l'orifice d'un plancher.

Une échelle volante d'un autre genre qui mérite d'être signalée aussi est celle que nous avons vue aux avaleresses de l'Héribus; des câbles plats en acier forment les montants de l'échelle, sur lesquels sont rivés des échelons en fer; elle est constituée de tronçons terminés par des crochets où s'engagent des boulons. Les échelles sont suspendues à un treuil de la surface. Elles offrent évidemment moins de garantie que les précédentes par leur rigidité moindre, leur absence d'appui et de paliers, mais elles sont remarquablement plus simples et très légères et peuvent même s'enrouler sur un tambour.

Le manque de protection des ouvriers occupés au creusement des puits a suscité plus d'un accident et l'arrêt du 10 décembre 1910, auquel nous faisons allusion plus haut, a voulu les enrayer en prescrivant une série de mesures dans son article 13: chargement modéré des cuffats, qui ne peuvent être remplis à plus de 10 centimètres du bord, assujettissement convenable des objets dépassant les bords, crochets présentant toute garantie, établissement de paliers de sûreté.

Sous le rapport des crochets, le type dit crochet allemand, à ressort, paraît manquer de la robustesse exigée de

tous les appareils employés aux fonçages de puits; un ressort dans ce genre de travaux paraît peu recommandable; à la vérité on peut avoir un ressort enroulé en spirale et protégé, qui offre plus de garantie d'efficacité. Nous préférons le crochet fermé à l'aide d'une broche que nous avons vu employer par l'Entreprise générale de fonçage de puits et que nous reproduisons ci-contre (fig. 16, 17 et 18); la broche ou clavette qui assure la fermeture du

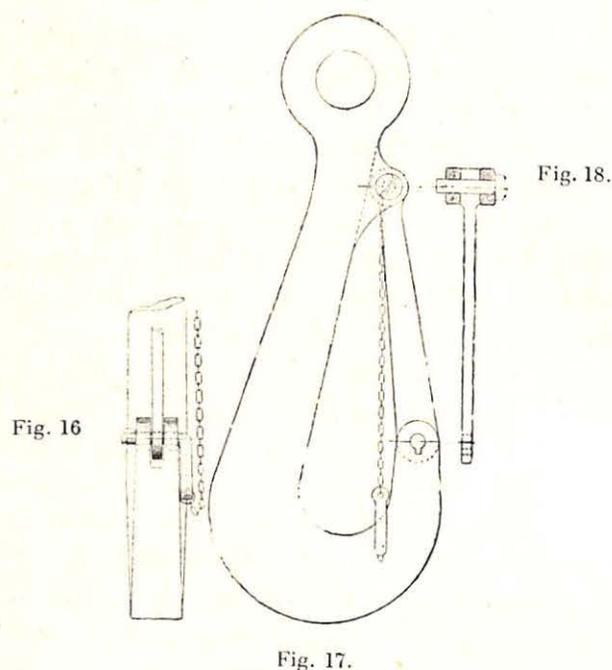


Fig. 17.  
Crochet employé à l'Entreprise générale de fonçage de puits.

crochet porte un ergot qui ne peut s'effacer que lorsqu'il est tourné vers le bas, circonstance rendue impossible par le poids du marteau qui termine la clavette à l'autre extrémité: ce contre-poids maintient l'ergot vers le haut. On voit cette clavette suspendue à la chaînette qui la retient au crochet dans la figure 17; on la voit remplissant

son office de fermeture à la figure 16. Au point de vue de la sécurité, ce crochet présente toute garantie; on peut lui reprocher une certaine lenteur dans les manœuvres. Un autre type, utilisé aux chantiers de la Société Franco-Belge de fonçage de puits, et qui n'est pas nouveau du reste, est le crochet à double hélice que les ouvriers dénomment *queue de cochon*; il allie à une sécurité notable une plus grande facilité de manœuvre au décrochage (fig. 19). Mais il reste un certain risque de voir la charge se transmettre, au démarrage, par un point autre que la base du crochet, ce qui réaliserait une suspension dangereuse propice à la rupture par flexion ou au décrochage par rotation.

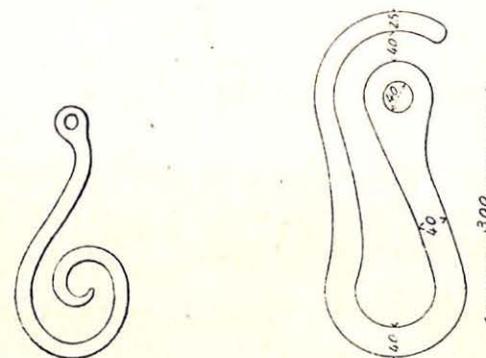


Fig. 19.

Fig. 20. — Crochet employé au Charbonnage du Fief de Lambrechies

Un autre type qui nous a été signalé, il y a quelque temps déjà, par la Direction du Charbonnage du Fief de Lambrechies, semble parer à cette éventualité par la forme allongée du crochet qui assure la mise en tension toujours par la base (fig. 20).

Plus difficile semble l'établissement des paliers de sûreté protégeant les ouvriers occupés au fond; évidem-

ment l'orifice des puits doit être aménagé de façon qu'aucune chute de matériaux ne puisse se produire pendant les manœuvres de chargement et déchargement des cuffats; la chose est aisée et réalisée dans la plupart des fonçages : des trappes maintenues relevées pour l'arrivée des cuffats chargés se referment après que ceux-ci ont dépassé la recette; sur les rails établis sur ces trappes ou volets, on glisse un truck portant deux flasques terminées par deux encoches ou pivots ouverts où il suffit de faire pénétrer les tourillons que porte le cuffat en laissant redescendre légèrement celui-ci : on décroche le cuffat et l'on roule le truck loin du puits, à l'endroit du déversement des déblais; l'opération inverse est aussi simple.

En Allemagne on préfère souvent, pour accélérer les manœuvres, basculer le cuffat soulevé à une certaine hauteur et amené à la gueule d'une trémie *ad hoc*. Ce dispositif ne change rien à la nécessité de protéger l'orifice du puits.

Ces planchers de surface ont pour but d'empêcher les chutes de matériaux de la surface, mais il reste le risque de chutes de pierres ou objets se détachant des parois sur la hauteur du puits.

On a objecté que des planchers établis dans le puits iraient, en cas de chute d'un cuffat ou d'une lourde pièce, s'abîmer au fond, occasionnant la mort certaine d'ouvriers qui, par hasard, auraient pu ne pas être atteints; on peut déjà répondre qu'il y a aussi des chances que ce plancher, en s'effondrant, crée au contraire un abri sous lequel certains ouvriers restent sains et saufs. De plus cette éventualité est exceptionnelle, tandis que la chute de menus objets, est une circonstance qui peut se présenter, malgré toutes précautions, plusieurs fois quotidiennement. Ces objets, dont la chute directe sur un ouvrier peut

occasionner la mort, seront retenus efficacement par le plancher de sûreté et cela suffit à justifier son emploi.

Reste l'ouverture de passage du cuffat qui constitue une difficulté spéciale; parfois un homme placé au niveau du plancher, dans une niche spéciale, manœuvre la trappe aux moments du besoin; d'autres fois (disposition vue, notamment dans un petit puits au pays de Liège), cette trappe se manœuvre du fond par contre-poids.

Dans la partie déjà cuvelée, le danger des chutes est évidemment très faible et à peu près nul; cependant dans la congélation, en cas de légers suintements, il peut se détacher à la longue des morceaux de glaçons; c'est pourtant cette partie qui se prête le plus facilement à l'établissement d'un plancher: celui-ci repose sur les brides du cuvelage par l'intermédiaire de verrous.

Quant à la passe en creusement, tandis que dans les procédés ordinaires et surtout dans le terrain houiller, on trouve facilement des assises permettant l'établissement d'un solide plancher, il n'en est pas de même dans la congélation, où l'on devrait entamer la paroi congelée. Il semble qu'une solution, dans ce cas, est d'avoir recours à un plancher volant, suspendu par des chaînes ou amarres appropriées à la partie de cuvelage déjà établie et qui suit, à une certaine distance, le front de creusement.

L'Entreprise générale de fonçage de puits a, dans certains cas, posé un plancher de protection dans la passe de creusement en engageant les poutrelles dans des potelles creusées dans les parois et que l'on remplit ensuite de sable mouillé, ce qui forme un excellent scellement.

Dans les fonçages modernes, les planchers bien étudiés simplifient beaucoup le travail de la pose du cuvelage et en accélèrent la rapidité. Mentionnons le plancher de la Société Franco-belge de fonçage de puits: il comprend une partie centrale, autour de laquelle, pour les manœuvres

Fig. 21.

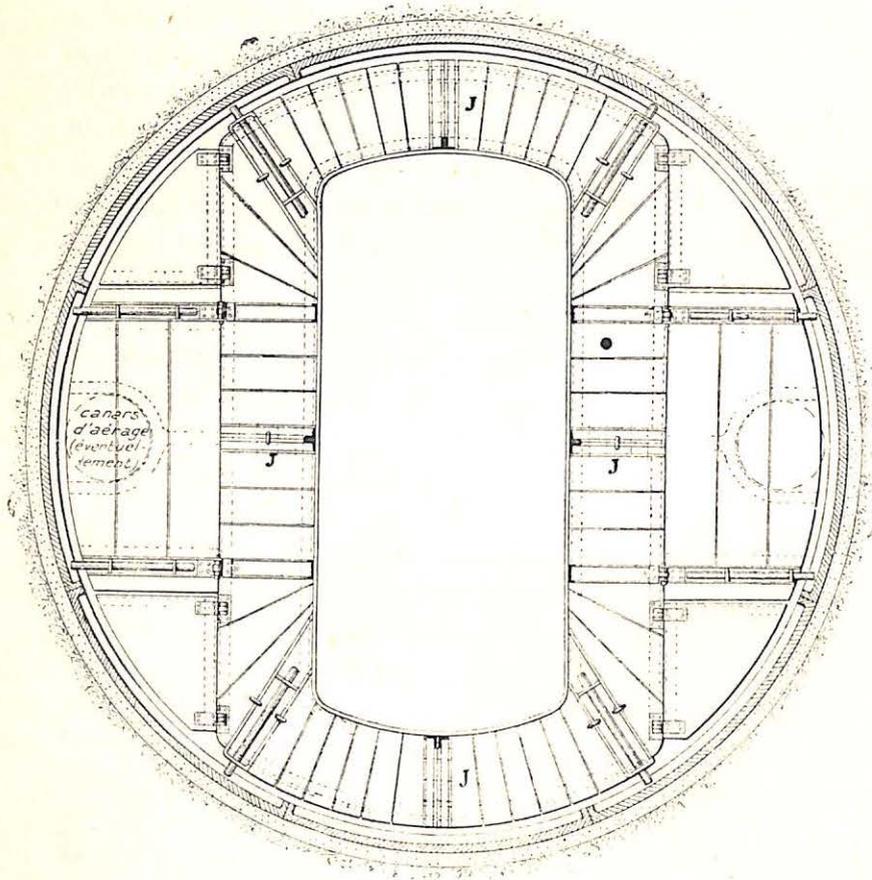
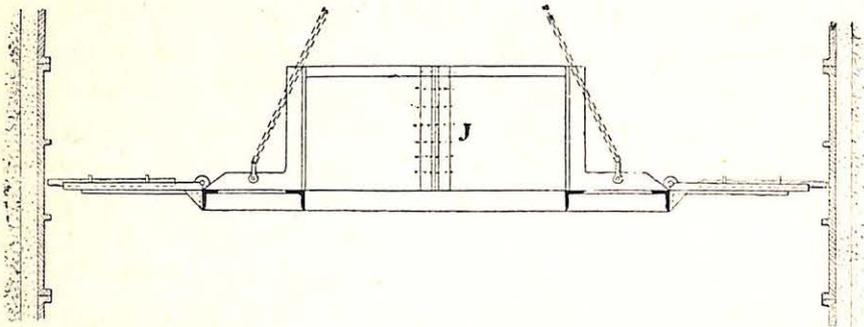


Fig. 22.

de descente et de remonte, les segments peuvent se replier (fig. 21 et 22). Au centre, un espace rectangulaire sert de passage aux cûffats. Pendant la pose du cuvelage, cette ouverture est couverte de madriers; le plancher est remonté successivement après la pose d'un anneau; l'opération marche très rapidement, les ouvriers étant à l'aise dans la section du puits et pouvant travailler en plusieurs points sans se gêner mutuellement.

Le plancher est suspendu par six chaînes à un fort câble manœuvré de la surface. De légères modifications adaptent ce plancher au cas de creusement et muraillement simultanés.

Bruxelles, avril 1911.



# RAPPORTS ADMINISTRATIFS

---

## EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. S. STASSART

Ingénieur en chef, Directeur du 1<sup>er</sup> arrondissement des mines, à Mons.

### SUR LES TRAVAUX DU 1<sup>er</sup> SEMESTRE 1910

---

*Charbonnages d'Hautrage.— Continuation de l'aménagement du puits n° 1 pour l'installation de la congélation à grande profondeur. — Creusement du puits n° 2. Cuvelage en béton,*

Au cours du premier semestre de 1910, on a établi, à l'intérieur du puits n° 1 les tubes-guides des 23 sondages et on a procédé au forage de ceux-ci jusqu'au terrain houiller.

On a ensuite effectué la descente des tubes de congélation, tandis qu'à la surface on achevait le montage de l'installation frigorifique.

Au puits n° 2, l'enfoncement s'est continué dans de très bonnes conditions jusqu'à la profondeur de 270<sup>m</sup>70 atteinte le 28 août.

L'avancement mensuel moyen dans la craie a été de 29 mètres.

De même qu'au n° 1, on utilisera le procédé de la congélation pour traverser les terrains meubles qui recouvrent immédiatement la formation houillère.

Un tronçon du puits n° 2 a été cuvelé au moyen d'un revêtement en béton, de prix de revient peu élevé et de pose très rapide qui a donné toute satisfaction.

M. l'ingénieur **Dehasse** relate en détail, dans la note ci-dessous, ces intéressants travaux.

*Puits n° 1.* — La descente des colonnes de 268 millimètres de diamètre, destinées à servir d'enveloppe guide aux tiges de sondage, fut opérée en deux fois. On descendit d'abord une première série de colonnes de 50 mètres de hauteur; la partie inférieure de ces

colonnes présentait une incurvation vers l'extérieur de façon à se raccorder aux tubes déjà placés et qui étaient répartis sur une circonférence de plus grand diamètre.

Pour faciliter la descente de ces tubes, on fit usage d'un câble en acier, le long duquel le tubage fut guidé.

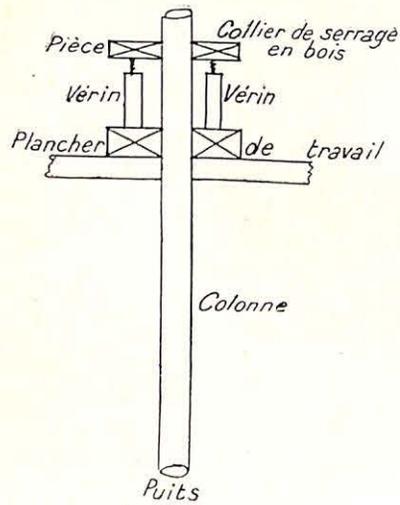


Fig. 1.

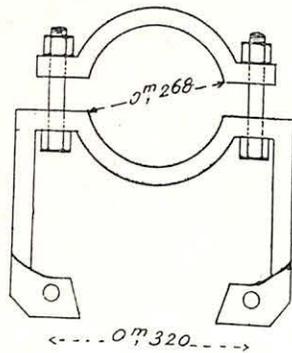


Fig. 2. — Collier-guide.

ble, on utilisa trois colliers de support, placés aux profondeurs respectives de 10 mètres, 100 mètres et 225 mètres. Ces colliers de support sont constitués par un anneau en acier coulé A

Le complément de chaque colonne, d'une hauteur de 230 mètres environ, fut descendu en une fois. Les tubes de 15 mètres environ de longueur étaient vissés bout-à-bout à la surface, tandis que la partie suspendue dans le puits était retenue sur le plancher de la recette au moyen de carcans de sondeur. Lorsque la colonne avait atteint sa longueur totale et n'était plus qu'à 0m 15 de la tête de la partie déjà fixée dans le puits, on la soutint au moyen de vérins à vis (voir fig. 1) qui permirent de procéder à une descente lente pour raccorder les deux extrémités de chaque colonne.

Pour relier les tubes-guides aux parois du puits, on fit usage de carcans en fer, placés tous les 15 mètres, fixés au cuvelage par l'intermédiaire de boulons de serrage (voir fig. 2).

Enfin, pour supporter les colonnes qui, remplies d'eau, avaient un poids considéra-

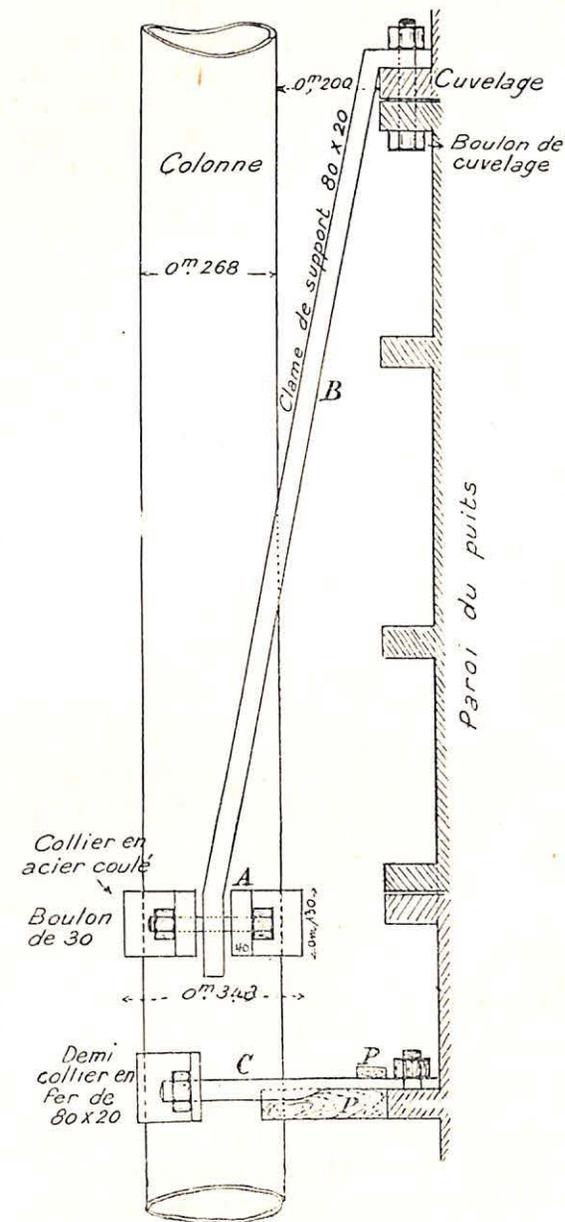


Fig. 3. — Collier de support.

(voir croquis 3) serré sur la colonne et suspendu aux nervures du cuvelage par une clame de support B, boulonnée. Immédiatement sous chaque collier de support, un carcan formé d'un demi-collier relié aux parois du puits par deux tendeurs C, sert de raidisseur; une pièce de bois P, jouant le rôle de cale, maintient la colonne à une distance convenable des parois du puits.

Dans la partie située à environ 200 mètres de profondeur et à l'endroit où les colonnes se rapprochent le plus du centre du puits, on les a rendues solidaires les unes des autres au moyen de quatre couronnes intérieures - O - (voir fig. 4 et 5) formées de segments en fer U

reliés par des éclisses et distantes de 4 mètres; à ces couronnes sont fixées les tubes guides par l'intermédiaire de doubles carans *D* et de cales en bois *E*; quatre autres couronnes, en tout semblables, furent disposées dans les 200 mètres supérieurs aux profondeurs respectives de 10, 50, 100 et 150 mètres.

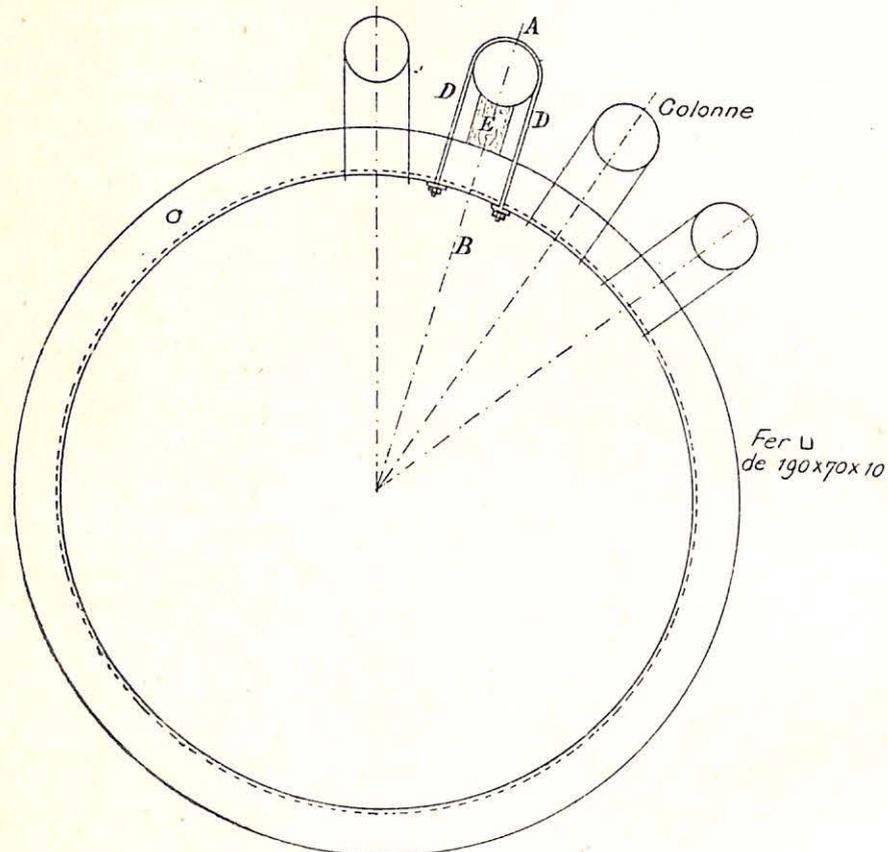


Fig. 4. — Couronne de liaison.

La descente et la fixation des colonnes furent terminées le 6 juin. Dès lors, on prit toutes les dispositions pour commencer le forage des trous au moyen du trépan. Entretemps, on fit deux ouvertures dans chaque colonne, auxquelles on fixa des robinets, l'une située au fond du puits, l'autre à environ 20 mètres au-dessus du fond.

Afin d'éviter, pendant le battage au trépan, la rupture des tubes-guides de 268 millimètres de diamètre, on descendit à l'intérieur de ceux-ci une seconde colonne de 203 millimètres de diamètre. C'est à l'intérieur de cette dernière que l'on introduisit le trépan destiné à battre au fond du trou. Le travail de battage se fit avec curage continu. Pour éviter la remontée des sables à l'intérieur du tubage,

on fit usage d'eau dense, c'est-à-dire d'eau dont la densité fut accrue par un mélange de chaux éteinte.

Dans l'occurrence, l'argile dut être rejetée parce qu'on désirait faire plus tard une injection de ciment à l'intérieur et à la base de la colonne afin d'isoler la couche aquifère de la partie supérieure des colonnes; or l'emploi de l'argile eût provoqué, à l'intérieur des colonnes un léger dépôt de boue qui eût empêché l'adhérence du ciment au métal du tubage.

Le premier sondage se fit sans le moindre incident; commencé le 14 juin, il fut arrêté le 16 juin au soir, à la profondeur de 306<sup>m</sup>60. Le trépan avait traversé 7<sup>m</sup>10 de grès dur appartenant à la meule, 4<sup>m</sup>60 environ de sable et graviers bouillants et avait ensuite pénétré d'abord dans des schistes altérés, ensuite dans des schistes durs.

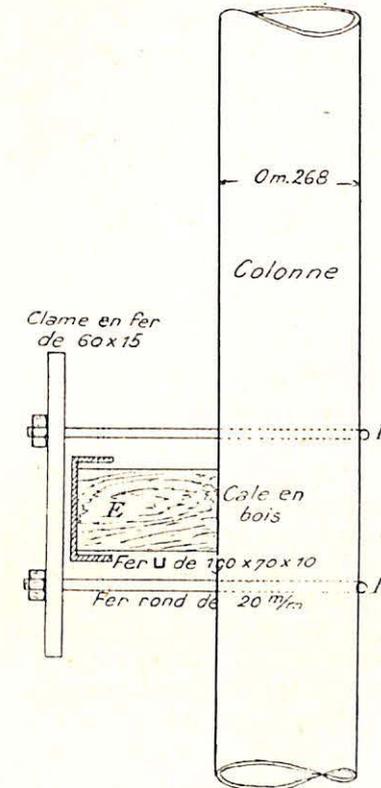


Fig. 5. — Coupe par AB.

Tandis qu'on commençait le second sondage, on descendait dans le premier trou les tubes congélateurs. Ceux-ci ont un diamètre de 122 millimètres pour le tube extérieur et de 48 millimètres pour le tube intérieur.

Le troisième trou de sonde fut foré dans le houiller au moyen de la couronne de diamant dans le but de prendre des échantillons et de

s'assurer d'une manière précise de la nature des terrains devant servir de base à la congélation. Les carottes furent recueillies à partir de 294<sup>m</sup>28, tête du houiller; la partie supérieure est formée de schistes décomposés sur une hauteur d'environ 2 mètres; ensuite le schiste devient compact, à grain fin, clivable et pyriteux. On y remarque des traces de *stigmaria*. L'inclinaison des strates est d'environ 30°

A chaque descente d'un tube congélateur, on procédait à une injection de ciment à l'intérieur et à la partie inférieure des colonnes afin d'isoler la couche aquifère de la partie supérieure des tubes-guides. Pour cela, on amenait un volume déterminé de ciment par le robinet placé à la base de chaque colonne. Lorsque, au bout d'une quinzaine de jours, on croyait la prise du ciment suffisante, on ouvrait le robinet supérieur de la colonne et on laissait écouler l'eau qui restait dans la partie supérieure des tubes-guides. En général, on constata que le bouchon de ciment ainsi formé, était assez étanche; on dut cependant après que les forages furent tous terminés, c'est-à-dire vers la fin de septembre, renouveler l'injection de ciment dans quelques tubes, l'étanchéité du bouchon de ciment étant insuffisante. Ce n'est que vers le commencement d'octobre que les sondages furent entièrement terminés.

*Puits n° 2.* — Le creusement du puits s'est continué, dans la craie, avec grande facilité. L'épuisement des eaux, qui, à l'origine, était effectué par la pompe centrifuge électrique de 3 mètres cubes, a été modifié dès la profondeur de 50 mètres à partir de laquelle on a utilisé le sondage central comme voie d'évacuation des eaux.

Pour éviter que ce sondage ne se bouchât par les boues calcaires, on dévissait, au fur et à mesure qu'apparaissait la tête du tubage, des bouts de tube de 5 mètres environ de longueur et on descendait dans le sondage, un tube percé d'une série de petits trous, formant office de crépine, et dont la longueur totale était de 8 mètres environ. Les eaux étaient conduites par le sondage jusqu'aux tenues établies à 165 mètres, où elles étaient reprises, par une pompe électrique placée à demeure et refoulées dans une conduite disposée dans le puits n° 1, qui les ramenait à la surface.

Le revêtement, formé d'anneaux en fonte constitués de plusieurs segments a suivi le creusement, comme il en avait été au puits n° 1 et ce jusqu'à la profondeur de 126<sup>m</sup>39. Des trousseaux ont été placés aux profondeurs de 68<sup>m</sup>69, 108 et 126<sup>m</sup>39. L'épaisseur du cuvelage est respectivement de 25 millimètres jusque la profondeur de

90 mètres, ensuite de 30 millimètres jusque 126<sup>m</sup>39. Au cours de ces travaux, la venue d'eau est restée relativement faible.

A partir de 126<sup>m</sup>39, on modifia le système de creusement et de revêtement. Au lieu de faire suivre le creusement d'un revêtement formé d'anneaux en fonte suspendus, la craie étant assez compacte et peu aquifère, on opéra par passes successives de 30 mètres environ de hauteur avec revêtement provisoire. Celui-ci était formé d'anneaux en fer H formés de plusieurs segments reliés entre eux par des manchons dont la forme intérieure épousait les extrémités du fer H. Ces anneaux étaient distants de 1<sup>m</sup>20 environ et réunis entre-eux par des tirants en fer et des porteurs en bois. Un garnissage de planches jointives calées derrière les anneaux masquait entièrement les parois.

Le revêtement définitif fut ensuite exécuté en béton armé. Le dispositif employé a donné d'excellents résultats; outre une très grande rapidité d'avancement, il présente de nombreux avantages, notamment un prix de revient relativement peu élevé. C'est la première fois, que, à ma connaissance, cette méthode de revêtement est utilisée en Belgique, c'est pourquoi je crois utile d'en faire une description un peu détaillée (1).

Le mode de revêtement adopté est caractérisé essentiellement pour la préparation à la surface, c'est-à-dire sur le dommage même du siège, d'éléments de revêtements obtenus par moulage ou dammage d'une manière convenable, dont la nature peut varier suivant l'état des parois du puits, telle que du ciment ou même du béton. Ces éléments sont ensuite juxtaposés et superposés dans le puits sur une assise convenable, sans intercalation d'aucune substance formant joint, de manière à ce que les interstices puissent servir éventuellement au drainage des eaux. L'action de ces drainages est en outre complétée par des orifices dans les éléments constituant le revêtement. Dans les terrains non aquifères, on peut faire usage de ciment pour lier les divers éléments entr'eux, l'évacuation des eaux ne présentant, en général, plus aucune utilité.

Comme le montre la figure 6, le revêtement est constitué par des anneaux superposés formés à l'aide d'éléments *b*. Ceux-ci présentent, comme l'indiquent les figures 7 et 8, une face intérieure courbe *c*, correspondant à une fraction du cylindre formant la paroi intérieure du puits et une face extérieure plane; de cette manière les surfaces

(1) Système breveté en Belgique sous le n° 226,155.

de joint latérales  $d$  sont favorablement augmentées et le travail de moulage facilité.

Lors de la fabrication des éléments, on ménage sur leur longueur des trous  $e$  dans lesquels on introduit des barres de fer rond, constamment allongées, servant de tenons lors de l'assemblage. Ces barres de fer établissent une liaison complète entre les anneaux superposés et facilitent considérablement la pose des segments.

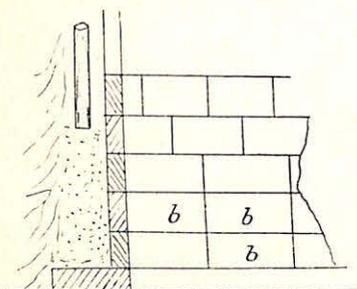


Fig. 6.

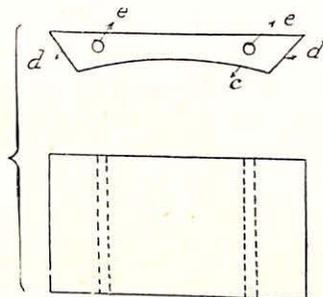


Fig. 7.

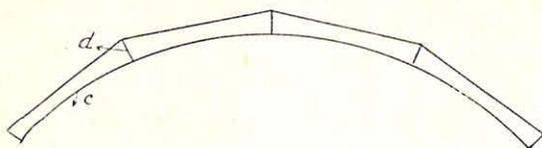


Fig. 8.

Des trous sont ménagés, en outre, au travers de chaque segment pour permettre le passage de chaînes ou de câbles de suspensions, servant à la manipulation des segments et à leur descente dans le puits. Ces ouvertures agissent après placement comme trous de drainage et permettent, si on le désire, de procéder ultérieurement à des injections de ciment sous pression dans le terrain.

Certains segments sont également pourvus d'ouvertures rectangulaires destinées au placement des traverses devant servir postérieurement à l'établissement du guidonnage.

Les segments sont construits à la surface par moulage dans des cadres en bois: avant chaque moulage, on graisse le moule (au moyen de vieilles huiles) afin d'empêcher l'adhérence, lors du démoulage.

On damme d'abord une première couche de béton, puis on arme les segments par des verges en fer de 5 millimètres, ce qui augmente la

résistance du voussoir et lui donne une certaine élasticité; on damme ensuite une seconde couche de béton et on continue l'opération par tranches successives de béton et de tiges de fer jusque achèvement du voussoir.

Les segments une fois formés, durcis, démoulés, sont disposés sur le dommage, en attendant leur utilisation. On peut ainsi très aisément les examiner, rebuter ceux dont la résistance paraîtrait précaire, ou pourvus de défauts de construction.

Pour la mise en place, on fait usage d'un simple treuil à bras qui descend les voussoirs par groupe de quatre et sert en même temps aux manœuvres de mise en place.

A la base du revêtement, on établit d'abord une trousse formée de blocs plus larges et de faible hauteur, placés de niveau et bien serrés (voir fig. 6). Sur cette assise, on place un premier anneau, puis un second et ainsi de suite; en général les joints verticaux sont alternés. Au fur et à mesure qu'un anneau est placé, on procède au bétonnage entre les segments et les parois du puits. Le béton est amené entre les parois au moyen d'un cuffat à fond mobile. Il suffit alors de procéder au dammage. Dans ce béton, on introduit encore une certaine quantité de verges en fer destinées à augmenter la résistance du revêtement.

Il est aisé de comprendre que ce mode de revêtement est particulièrement rapide et économique. C'est ainsi qu'en travaillant par poste de six heures on a obtenu un avancement journalier de 7<sup>m</sup>20, avec un maximum de 9<sup>m</sup>50. Ajoutons que ce revêtement présente l'avantage important de supprimer tout coffrage ou boisage à l'intérieur du puits; il forme des parois absolument lisses, si utiles dans les puits de retour d'air; il permet de ménager dans les éléments toutes les ouvertures que l'on désire pour la fixation d'attaches pour traverses, tuyauteries, échelles, etc.; d'autre part, le béton, dammé derrière les anneaux a le temps de faire prise puisque le revêtement en voussoirs formant coffrage reste en place; enfin la méthode présente de grands avantages au point de vue économique,

Les segments adoptés au charbonnage d'Hautrage ont une hauteur de 0<sup>m</sup>90; chaque anneau est formé de 14 segments dont l'épaisseur atteint 0<sup>m</sup>08 au centre et 0<sup>m</sup>12 le long des joints verticaux.

L'épaisseur du béton derrière les anneaux est de 0<sup>m</sup>25.

La composition de la matière servant à la fabrication des segments est la suivante :

Laitier . . .	75 kilogs
Gravier . . .	75 —
Ciment . . .	39 —
Verges en fer.	1 <sup>8</sup>

La proportion des matériaux entrant dans la composition du béton dammé derrière les anneaux est :

Ciment . . . . .	11 %
Laitier granulé . . .	85 %
Verges de fer . . .	4 %

Pour un puits de 4<sup>m</sup>50 de diamètre utile et un revêtement de 0<sup>m</sup>35 d'épaisseur comme c'est le cas à Hautrage, le prix de revient total, y compris les moules, salaire des ouvriers, etc., est de 17 francs par mètre cube.

Or le prix du mètre cube de maçonnerie de briques pour puits atteint à peu près la même valeur. Le revêtement en béton est au moins deux fois aussi résistant que celui en briques et la construction en est trois fois plus rapide.

Cette méthode a été appliquée depuis la profondeur de 126<sup>m</sup>39 jusqu'à la profondeur de 222<sup>m</sup>85 et a donné entière satisfaction.

Le revêtement s'est très bien comporté et est absolument étanche.

Dans le terrain houiller, où la Direction compte l'utiliser, le ciment sera remplacé par de la chaux hydraulique; l'épaisseur en sera réduite à 0<sup>m</sup>30 maximum.

Revenons-en à l'enfoncement du puits. Le 16 avril, le creusement avait atteint la profondeur de 165 mètres; jusqu'au 4 mai, il fut arrêté et une nouvelle chambre de machine, en communication avec le puits n° 1, fut ouverte.

On y installa une pompe fixe centrifuge avec commande électrique, pour reprendre les eaux du puits n° 2 et les refouler par l'intermédiaire de la conduite placée dans le puits n° 1 jusqu'à la surface. Les caractéristiques de cette pompe sont : capacité de refoulement de 3 mètres cubes à 270 mètres de profondeur; le moteur qui l'actionne a une puissance de 250 chevaux; il est alimenté par un courant électrique triphasé venant de la centrale à la tension de 2,000 volts.

Sous le niveau de 165 mètres, l'évacuation des eaux ne pouvant plus se faire au moyen du sondage central, on dut reprendre l'épuisement au moyen de la pompe centrifuge suspendue de 3 mètres cubes, qui rejetait ses eaux dans les tenues à 165 mètres.

A partir de la profondeur de 222<sup>m</sup>85, le terrain étant moins solide,

on couvra au moyen d'anneaux en fonte de 55 millimètres d'épaisseur. Une trousse picotée fut posée dans la craie à 226<sup>m</sup>15 et le revêtement de 226<sup>m</sup>15 à 222<sup>m</sup>85 fut établi en remontant. Derrière le couvreur, on damma une couche de béton très riche en ciment (35% destinée à isoler la partie supérieure du puits des rabots que l'on devait rencontrer à la profondeur de 228 mètres. Sous le niveau de 226<sup>m</sup>15, le placement des anneaux suivit le creusement, ainsi qu'on l'avait fait à l'origine de l'enfoncement dans le puits n° 1.

A 240<sup>m</sup>50, le 29 juillet, on quittait les rabots pour pénétrer dans les fortes toises, une nouvelle trousse fut placée en cet endroit; enfin, le 14 août, on pénétra dans les dièves.

A partir du 29 août, on commença, à la tête du tourtia, qui avait été rencontré à 270<sup>m</sup>50, l'élargissement du puits en vue de préparer le placement de colonnes semblables à celles qui furent établies dans le puits n° 1, pour congeler la passe de sables bouillants, reposant sur le houiller.

L'avancement dans la craie, revêtement compris, a été de plus de 29 mètres par mois, soit près de 1 mètre par jour y compris un arrêt momentané dû à la construction d'une chambre de pompe à 165 mètres. Ces résultats peuvent être considérés comme très satisfaisants.

Tandis que la Société Foraky sondait dans le puits n° 1, la Société Entreprise Générale de Fonçage de puits montait à la surface les appareils nécessaires à la congélation.

Cette installation comprend trois groupes  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  (voir fig. 9) composés chacun d'un compresseur à ammoniaque Fixary de 50,000 frigories-heure, avec un condenseur  $c$ , d'ammoniaque et un réfrigérant  $r$ , à immersion.

Le compresseur du groupe  $C^1$  est commandé par un moteur électrique  $M^1$  asynchrone, de 60 HP, tournant à la vitesse de 965 tours pour une tension de 240 volts. Les compresseurs des groupes  $C^2$  et  $C^3$  sont commandés par l'intermédiaire d'une transmission par courroie par un moteur  $M^2$ , de 125 HP de puissance, tournant à 725 tours sous une tension de 2,400 volts. Les eaux incongelables sont aspirées du réfrigérant par les pompes centrifuges  $P^1$  et  $P^2$ , actionnées par un moteur électrique  $M^3$ , de 30 HP tournant à 965 tours, et sont foulées dans les tubes congélateurs.

Quant aux eaux du condenseur, elles sont amenées du réfrigérant Balke  $B^2$  par l'intermédiaire d'une pompe  $P^4$ , mue, par le moteur  $M^4$ , de 40 chevaux, tournant à 970 tours, dans les conden-

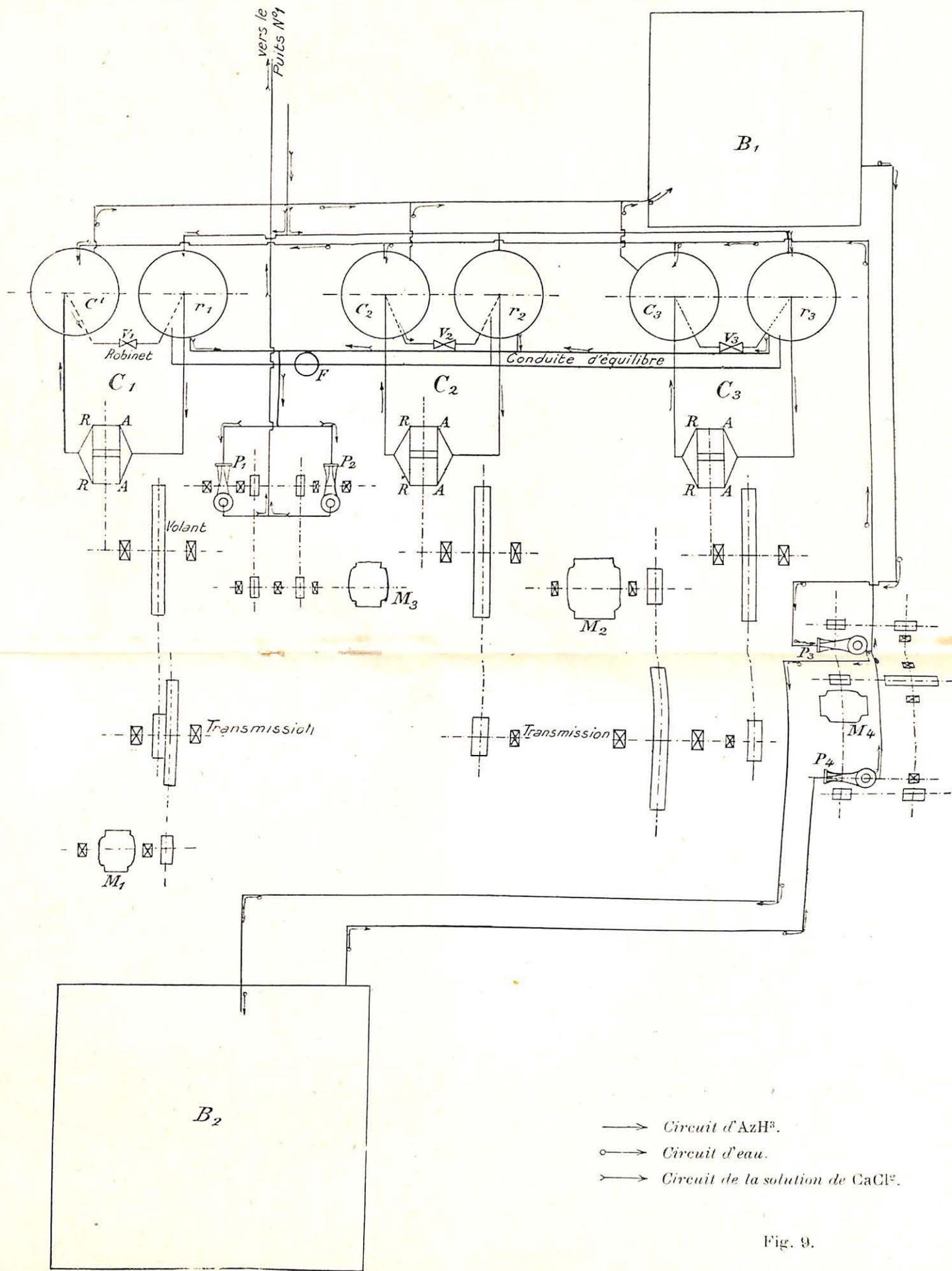


Fig. 9.

seurs  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  d'où elles s'écoulent librement dans le bassin  $B^1$ ; elles en sont ensuite reprises par la pompe  $P^3$ , mue par le même moteur  $M^4$  et refoulées au sommet du réfrigérant Balke.

L'installallation est abritée dans un baraquement en planches, pourvues de larges ouvertures, afin d'éviter tout accident au cas où viendrait à se produire une fuite d'ammoniaque.

## EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. O. LEDOUBLE

Ingénieur en chef,

Directeur du 4<sup>m</sup>e arrondissement des Mines, à Charleroi.SUR LES TRAVAUX DU 1<sup>er</sup> SEMESTRE 1910

### Charbonnage de Forte-Taille : 2<sup>m</sup>e sondage.

Ce sondage a été commencé *de la surface* le 29 avril 1909, à l'endroit dit *Saint-Martin* dans la partie Nord de la concession de Forte-Taille. Il avait pour but de rechercher le faisceau des couches de la région de Dix Paumes, faisceau en dressant renversé incliné d'environ 30° sur l'horizontale dont le sondage intérieur paraît avoir démontré l'existence.

Le nouveau sondage, entrepris au trépan dans le *calcaire de la Tombe*, a atteint le *houiller* à la profondeur de 215 mètres et a été poursuivi au trépan dans le houiller jusque la profondeur de 332<sup>m</sup>50 à laquelle le rodage a été substitué à la percussion.

Il a été provisoirement arrêté le 9 juin 1910 à la profondeur de 1043<sup>m</sup>72, à la suite du coincement du tube carottier.

Ci-dessous, le relevé des terrains recoupés à partir de la profondeur de 332<sup>m</sup>50 à laquelle a commencé le travail par rodage.

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
		332.50	
Roc noir scailleux . . . . .	2.50	335.00	
Clou . . . . .	0.10	335.10	
Roc tendre . . . . .	0.50	335.61	Inclinaison 28°
Roc psammitique . . . . .	1.00	336.60	
Mur . . . . .	2.60	339.20	
<b>Couche . . . . .</b>	<b>0.45</b>	<b>339.65</b>	} Inclinaison 28° } Mat. volat. 14 % } Cendres 5,4 %
Toit roc tendre . . . . .	2.00	341.65	
Roc psammitique . . . . .	1.00	342.65	
Mur gris à empreintes . . . . .	0.75	343.40	Inclinaison 15°
Roc psammitique . . . . .	2.60	346.00	30°
Roc psammitique avec intercalation de grès . . . . .	8.00	354.00	

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Roc psammitique très dur	1.10	355.10	Inclinaison 32°
Mur très dur . . . . .	0.15	355.25	
Sans témoin . . . . .	0.35	355.60	
Psammite . . . . .	1.10	356.70	Inclinaison 35°
Roc psammitique . . . . .	1.40	358.10	
Psammite . . . . .	0.80	358.90	
Roc noir . . . . .	6.35	365.25	
Mur gréseux . . . . .	1.05	366.30	
Roc psammitique . . . . .	1.10	367.40	
Mur . . . . .	0.15	367.55	Inclinaison 30°
Clou . . . . .	0.15	367.70	
Sans témoin . . . . .	2.30	370.00	
Grès à clous . . . . .	0.70	370.70	
Roc psammitique . . . . .	5.00	375.70	
Mur . . . . .	0.30	376.00	
Mur cassé . . . . .	2.92	378.92	
Clou . . . . .	0.08	379.00	Inclinaison 28°
Roc cassé . . . . .	3.00	382.00	23°
Grès . . . . .	0.70	382.70	35°
Roc . . . . .	17.60	400.30	32°
Mur scailleux (faille ?) . . . . .	0.67	400.97	23°
Clou . . . . .	0.03	401.00	10°
Roc noir . . . . .	6.25	407.25	10°
Roc psammitique . . . . .	12.25	419.50	28°
Mur psammitique . . . . .	0.80	420.30	38°
Roc . . . . .	2.70	423.00	30°
Roc psammitique . . . . .	1.00	424.00	33°
Psammite . . . . .	3.30	427.30	35°
Sans témoin . . . . .	1.95	429.25	
Grès . . . . .	0.80	430.05	
Quérelle . . . . .	0.80	430.85	
Grès noir . . . . .	1.50	432.35	
Mur psammitique . . . . .	0.80	433.15	
Roc noir à empreinte . . . . .	0.25	433.40	
Grès . . . . .	0.55	433.95	
Mur psammitique . . . . .	1.05	435.00	} Passage charbon, Inclinaison 32°
Roc noir à empreintes . . . . .	2.80	437.80	
Mur à rognons . . . . .	0.50	438.30	

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Roc à empreintes . . . . .	27.00	465.30	Inclinaison 28°
Clou . . . . .	0.20	465.50	
Roc . . . . .	4.15	469.65	Inclinaison 30°
Mur gréseux . . . . .	1.90	471.55	
Roc noir . . . . .	0.35	471.90	
Roc psammitique . . . . .	1.30	473.20	Inclinaison 34°
Roc noir . . . . .	5.15	478.35	
Roc psammitique . . . . .	0.90	479.25	
Quérelle . . . . .	0.85	480.10	
Grès . . . . .	0.25	480.35	Inclinaison 36°
Roc noir . . . . .	0.60	480.95	
Quérelle . . . . .	2.75	483.70	Inclinaison 34°
Grès . . . . .	4.75	488.45	
Roc noir . . . . .	2.30	490.75	
Roc noir psammitique . . . . .	2.25	493.00	Inclinaison 30°
Mur . . . . .	0.60	493.60	
Calcaire . . . . .	0.10	493.70	
Roc noir . . . . .	0.35	494.05	
Roc noir . . . . .	3.05	497.10	
Roc noir . . . . .	2.05	499.15	
Poudingue . . . . .	0.15	499.30	
Grès blanc . . . . .	12.70	512.00	
Roc tendre . . . . .	3.83	515.83	
Grès noir avec clous . . . . .	3.17	519.00	Inclinaison 10°
Mur psammitique avec nombreuses empreintes . . . . .	2.70	521.70	
Psammite avec nombreuses empreintes . . . . .	3.00	524.70	
Roc noir avec empreintes de toit . . . . .	1.00	525.70	12°
Roc psammitique avec em- preintes . . . . .	3.00	528.70	
Roc noir satiné sans em- preinte . . . . .	0.80	529.50	15°
Roc psammitique . . . . .	0.95	530.45	
Roc noir cassuré . . . . .	0.45	530.90	
Clou calcaireux . . . . .	0.10	531.00	
Roc noir plus cassuré . . . . .	0.40	531.40	Inclinaison 2°
Roc noir légèrement psam- mitique à la base . . . . .	3.30	534.70	5°

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Roc noir avec quelques empreintes . . . . .	4.50	539.20	Inclinaison 3°
Roc noir . . . . .	4.80	544.00	
Roc noir caractéristique . . . . .	0.60	544.60	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.59</b>	<b>545.19</b>	14° } 20.6 % M. V. 8.15 % C.
Mur blanc . . . . .	0.60	545.79	
Roc noir . . . . .	2.60	548.39	
Terrain sans témoin . . . . .	1.10	549.49	
Psammite quérelleux . . . . .	0.20	549.69	
Roc noir avec quelques empreintes . . . . .	2.00	551.69	
Terrain sans témoin . . . . .	1.30	552.99	
Mur gris à rognons de pyrite (nombreuses empreintes) . . . . .	0.80	553.79	Inclinaison 12°
Mur et toit gris (à nombreuses empreintes) . . . . .	1.40	555.19	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.40</b>	<b>555.59</b>	18 % M. V. 11 % C.
Mur gris à nombreuses empreintes . . . . .	1.30	556.89	
Mur à clous psammitique . . . . .	0.30	557.19	
Mur quérelleux . . . . .	2.31	559.50	Inclinaison 8°
Roc noir à texture de mur passant à du roc du toit . . . . .	1.90	561.40	
Mur plus noir à empreintes . . . . .	0.20	561.60	
Clou de mur . . . . .	0.30	561.90	
Mur escailleux . . . . .	0.50	562.40	
Schiste gris dérangé . . . . .	0.60	565.00	
Mur très noir à empreintes . . . . .	1.00	564.00	
Mur escailleux . . . . .	0.80	564.80	
Mur très noir à empreintes . . . . .	1.00	563.80	
Roc psammitique . . . . .	1.10	566.90	
Roc psammitique . . . . .	2.60	569.50	9°
Roc noir . . . . .	1.90	571.40	
Roc psammitique . . . . .	0.40	571.80	
<b>Couche :</b>			
Charbon . . . . .	0.40		
Schiste et clou . . . . .	0.20		
Charbon . . . . .	0.65	<b>1.25</b>	<b>573.05</b> Charbon 1m05

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Schiste psammitique . . . . .	0.40	573.45	
Mur . . . . .	0.20	573.65	
Roc avec quelques empreintes . . . . .	2.35	576.00	
Roc psammitique à empreintes . . . . .	0.80	576.80	
Mur . . . . .	0.40	577.20	
Roc psammitique à empreintes . . . . .	3.80	581.00	
<b>Veinette</b> . . . . .	<b>0.15</b>	<b>581.15</b>	
Mur à escailles . . . . .	0.85	582.00	Inclinaison 19°
Roc noir . . . . .	0.80	582.80	23°
Roc psammitique . . . . .	0.70	583.50	
Roc noir . . . . .	0.65	584.15	28°
Psammite . . . . .	1.75	585.90	23°
Roc noir sans empreinte . . . . .	0.60	586.50	28°
Roc noir sans empreinte . . . . .	2.80	589.30	
Mur blanc quérelleux avec empreintes . . . . .	1.70	591.00	
Mur très noir à nombreuses empreintes . . . . .	0.15	591.15	45°
Schiste . . . . .	0.25	591.40	
Roc noir calcareux caractéristique . . . . .	0.10	591.50	45°
Roc noir très cassuré . . . . .	4.00	595.50	32°
Id. . . . .	1.30	596.80	22°
Id. . . . .	0.80	597.60	19°
Id. . . . .	0.40	598.00	19°
Roc noir, quelques empreintes . . . . .	1.30	599.30	20°
Id. . . . .	0.60	599.90	22°
Id. . . . .	1.40	601.30	28°
Id. . . . .	1.00	602.30	20°
Roc psammitique à empreintes . . . . .	1.40	603.70	18°
Id. . . . .	2.55	606.25	15°
Id. . . . .	2.20	608.45	
Roc noir, quelques empreintes . . . . .	0.45	608.90	

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Roc psammitique . . . . .	0.60	609.50	Inclinaison 13°
Mur à nombreuses empreintes . . . . .	1.00	610.50	
Id. . . . .	2.56	613.06	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.48</b>	<b>613.54</b>	{ Cendres 7 % Inclinaison 29°
Roc noir très tendre . . . . .	4.36	617.90	
Mur à nombreuses empreintes . . . . .	0.65	618.55	6°
Roc noir . . . . .	0.95	619.50	
Mur très noir à empreintes . . . . .	0.30	619.80	
<b>Veinette</b> . . . . .	<b>0.10</b>	<b>619.90</b>	20°
Roc noir, quelques empreintes . . . . .	3.70	623.60	16°
Psammite . . . . .	0.20	623.80	14°
Roc noir . . . . .	2.70	626.50	14°
Quérelle noire . . . . .	3.00	629.50	
Mur à empreintes . . . . .	0.20	629.70	
Roc noir . . . . .	0.10	629.80	
Roc, passage très tendre, petits fragments, très peu de témoin . . . . .	1.70	631.50	
Roc noir à empreintes . . . . .	1.50	633.00	
Roc noir : terrain très cassuré; 32° dans le cassage de quelques témoins . . . . .	2.20	635.20	Incl. 15 à 32°
Roc noir à empreintes . . . . .	11.95	647.15	
Roc noir, terrain dérangé. . . . .	1.15	648.30	14 à 29°
Quérelle . . . . .	1.75	650.05	29 à 40°
Roc noir . . . . .	2.75	652.80	Inclinaison 29°
Psammite . . . . .	0.20	653.00	23°
Roc psammitique . . . . .	4.25	657.25	Incl. 18 à 26°
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.88</b>	<b>658.13</b>	{ Inclinaison 18° Mat. volatiles : 16 % 11.5 % 14.5 % Cendres : 22 % 50 % 34 %

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Mur à empreintes . . . . .	0.77	658.90	Inclinaison 16°
Psammite avec empreinte . . . . .	2.80	661.70	Incl. 18 à 35°
Mur à empreintes . . . . .	0.45	662.15	18°
Mur à clous . . . . .	0.15	662.30	
Mur à empreintes . . . . .	0.40	662.70	
<b>Veinette</b> . . . . .	<b>0.35</b>	<b>663.05</b>	{ Mat. vol. 19 % Cendres 10 %
Roc noir tendre à empreintes . . . . .	3.95	667.00	Incl. 9 à 16°
Roc noir . . . . .	6.70	673.70	9 à 12°
Roc noir très cassuré . . . . .	1.50	675.20	Inclinaison 12°
Quérelle . . . . .	3.00	678.20	10°
Mur à empreintes . . . . .	2.75	680.95	14°
Roc noir . . . . .	1.80	682.75	
Quérelle . . . . .	4.00	686.75	Incl. 14 à 25°
Mur à empreintes . . . . .	2.10	688.85	Inclinaison 20°
Roc noir à empreintes . . . . .	2.70	691.55	21°
Roc noir, quelques empreintes . . . . .	7.00	698.55	16°
Roc noir, quelques empreintes, légèrement psammitique . . . . .	3.85	702.40	Incl. 13 à 25°
Roc psammitique . . . . .	2.70	705.10	Inclinaison 13°
Psammite à empreintes . . . . .	3.90	709.00	Incl. 13 à 17°
Grès . . . . .	0.70	709.70	Inclinaison 21°
Roc noir cassuré. . . . .	1.10	710.80	25°
Grès . . . . .	3.30	714.10	20°
Quérelle psammitique . . . . .	1.30	715.40	17°
Mur à empreintes . . . . .	1.90	717.30	
<b>Couche</b> :			
Charbon, 0.38, schiste 0.14, charbon 0.99 . . . . .	<b>1.51</b>	<b>718.81</b>	{ Incl. 17° Mat. vol. 17 % Cendres 9 %
Roc à empreintes . . . . .	0.65	719.46	
Clou . . . . .	0.10	719.56	
Roc à empreintes . . . . .	0.50	720.06	
Clou . . . . .	0.14	720.20	
Roc à empreintes . . . . .	1.60	721.80	
Roc psammitique . . . . .	0.60	722.40	

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Mur gris à empreintes . . .	2.96	725.36	
<b>Veinette</b> . . . . .	0.22	725.58	Inclinaison 13°
Roc noir . . . . .	3.72	729.30	
Psammite et quérèlle à la base . . . . .	0.70	730.00	
Clou calcaireux . . . . .	0.30	730.30	
Roc noir . . . . .	5.30	735.60	12°
Psammite à empreintes . . .	3.50	739.10	17°
Quérèlle . . . . .	1.25	740.35	
Grès . . . . .	1.35	741.70	15°
Quérèlle à clous . . . . .	0.50	742.20	
Roc psammitique . . . . .	0.70	742.90	
Mur quérèlleux à emprein- tes . . . . .	1.75	744.65	
Mur à clous . . . . .	0.40	745.05	
Mur quérèlleux à emprein- tes . . . . .	2.20	747.25	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.41</b>	<b>747.66</b>	42°
Clou . . . . .	0.04	747.70	
Roc noir à empreintes . . .	0.70	748.40	
Psammite . . . . .	1.00	749.40	
Clou gréseux . . . . .	0.10	749.50	
Roc gréseux à empreintes . .	2.10	751.60	
Grès . . . . .	0.15	751.75	17°
Roc gréseux à empreintes . .	10.25	762.00	11 à 22°
Mur gréseux à empreintes . .	1.90	763.90	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.43</b>	<b>764.33</b>	Inclinaison 12° Mat. Vol. 18 % Cendres 4 %
Roc . . . . .	2.65	766.98	
Mur . . . . .	1.96	768.94	
<b>Veinette</b> . . . . .	0.32	769.26	Inclinaison 12°
Roc a empreintes . . . . .	4.61	773.87	
Roc psammitique . . . . .	0.50	774.37	24°
Grès . . . . .	0.65	775.02	
Psammite . . . . .	0.85	775.87	34°
Psammite gréseux . . . . .	0.35	776.22	
Mur escailleux . . . . .	2.30	778.52	

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
<b>Couche</b> . . . . .	<b>1.05</b>	<b>779.57</b>	Inclinaison 34° Mat. vol. 17 % Cendres 9 %
Roc à empreintes . . . . .	1.85	781.42	Inclinaison 32°
Terrain sans témoin . . . . .	1.80	783.22	
Mur à empreintes . . . . .	0.95	784.17	
<b>Couche :</b>			
Charbon 0.05 . . . . .			
Schiste 0.15 . . . . .			Inclinaison 32° Mat. vol. 19 % Cendres 6.5 %
Charbon 0.55 . . . . .	<b>0.75</b>	<b>784.92</b>	
Roc à empreintes . . . . .	0.40	785.32	
Terrain sans témoin . . . . .	2.25	787.57	
Roc à empreintes . . . . .	0.97	788.54	
Grès très dur avec trace de charbon dans les cassures	1.83	790.37	
Roc gréseux . . . . .	0.30	790.67	Inclinaison 29°
Roc psammitique . . . . .	0.60	791.27	
Mur gréseux à empreintes . .	0.30	791.57	25°
Roc noir gréseux (terrain tout cassé) . . . . .	0.80	792.37	
Terrain sans témoin (broyé)	2.00	794.37	
Mur à empreintes . . . . .	0.50	794.87	18°
Clou gréseux . . . . .	0.05	794.92	
Mur à empreintes . . . . .	0.35	795.27	
<b>Couche :</b>			
Charbon 0.53 . . . . .			
Schiste 0.22 . . . . .			Inclinaison 18° M. vol. 19.25 % Cendres 14 %
Charbon 0.12 . . . . .	<b>0.87</b>	<b>796.14</b>	
Roc, quelques empreintes . .	1.83	797.97	Inclinaison 10°
Roc psammitique . . . . .	1.37	799.34	10 à 18°
Quérèlle passant au grès . .	0.33	799.67	23°
Grès psammitique laminé de charbon . . . . .	3.43	803.10	22°
Mur à empreintes . . . . .	0.25	803.35	
Mur très tendre en partie broyé . . . . .	0.50	803.85	
<b>Veinette</b> . . . . .	0.35	804.20	22° { Mat. v. 18 % Cend. 10.5 %
Roc escailleux très tendre . .	1.10	805.30	

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Mur à empreintes . . . .	0.50	805.80	
<b>Veinette</b> . . . . .	0.08	805.88	Inclinaison 22°
Roc psammitique . . . .	0.20	806.08	
Psammite laminé de char- bon . . . . .	0.60	806.68	19°
Quérulle psammitique à empreintes . . . . .	2.20	808.88	
Mur quérulleux à emprein- tes . . . . .	0.25	809.13	14°
Mur, quelques empreintes.	2.20	811.33	
Mur schisteux brun très tendre . . . . .	0.45	811.78	
Mur psammitique, quel- ques empreintes . . . .	0.60	812.38	17°
Mur à empreintes . . . .	1.05	813.43	
Mur psammitique . . . .	0.50	813.93	17°
Mur escailleux, écrasé . .	0.90	814.83	
Toit à empreintes . . . .	0.60	815.43	28°
Mur escailleux à emprein- tes dans les parties dures et fortement cassuré . .	4.57	820.00	28°
Mur tout cassuré à em- preintes et clous . . . .	4.20	824.20	14 à 60°
Mur brun . . . . .	0.30	824.50	14°
Psammite . . . . .	0.70	825.20	12°
Schiste psammitique . . .	1.65	826.85	0°
Mur schisteux . . . . .	0.45	827.30	0 à 20°
Mur compact gris . . . .	1.95	829.25	10°
Mur d'abord feuilleté en- suite escailleux . . . .	0.25	829.50	
Schiste feuilleté . . . .	0.10	829.60	
Mur psammitique, ensuite escailleux près du char- bon . . . . .	0.35	829.95	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.52</b>	<b>830.47</b>	10° { M. vol. 19 % Cendres 7.5 %
Roc noir . . . . .	1.00	831.47	Inclinaison 14°

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Roc à clous, devenant psam- mitique . . . . .	1.10	832.57	
Roc schisteux très tendre escailles presque toutes broyées . . . . .	1.10	833.67	
Mur à empreintes . . . .	0.60	834.27	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.41</b>	<b>834.68</b>	15°
Roc noir à empreintes . .	1.50	836.18	29°
Roc noir à empreintes légè- rement psammitique . .	4.82	841.00	25 à 29°
Mur brun à empreintes et clous; parties très ten- dres, broyées . . . . .	2.00	843.00	29°
Terrain sans témoin . . .	2.00	845.00	
Mur à empreintes . . . .	1.20	846.20	
Terrain sans témoin . . .	2.30	848.50	
Roc bleuâtre . . . . .	5.30	853.80	29 à 39°
Terrain sans témoin, sauf une carotte de 0 <sup>m</sup> 40, roc en morceaux . . . . .	10.16	863.96	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.70</b>	<b>864.66</b>	Inclinaison 32° Base de tubage de 114 m/m exté- rieur. M. vol. 17.75 % Cendres 9 %
Terrain sans témoin . . .	5.14	869.80	
Roc escailleux . . . . .	1.15	870.95	Inclinaison 34°
Mur à empreintes . . . .	0.35	871.30	
<b>Veinette</b> . . . . .	<b>0.12</b>	<b>871.42</b>	27°
Terrain sans témoin, sauf quelques débris de roc .	5.35	876.77	
Roc (quelques morceaux) .	0.30	877.07	
Mur à empreintes assez régulier . . . . .	0.30	877.37	
<b>Veinette</b> . . . . .	<b>0.20</b>	<b>877.57</b>	17°
Terrain sans témoin . . .	5.20	882.77	
<b>Veinette</b> . . . . .	<b>0.20</b>	<b>882.97</b>	17°
Terrain sans témoin . . .	0.45	883.42	

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
<b>Veinette</b> . . . . .	0.25	883.67	
Terrain sans témoin . . .	6.60	890.27	
Grès . . . . .	0.03	890.30	
Roc psammitique à clous .	0.60	890.90	
Calcaire gris très siliceux	0.20	891.10	
Schiste psammitique . . .	0.27	891.37	
Clou . . . . .	0.10	891.47	
Mur brun à empreintes et clous . . . . .	0.30	891.77	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.45</b>	<b>892.22</b>	
Roc à cassures contournées	0.07	892.29	
Roc écrasé, quelques débris	1.75	894.04	
Mur à empreintes . . . . .	0.12	894.16	
Terrain sans témoin . . .	4.40	898.56	
Grès . . . . .	0.60	899.16	
Grès grenu feldspathique ressemblant au poudin- gue avec des lits de char- bon, clous et empreintes.	0.25	899.41	
Terrain sans témoin . . .	1.99	901.40	25°
Roc gréseux . . . . .	0.90	902.30	18°
Roc gréseux quelques em- preintes. . . . .	1.56	903.86	
Roc gréseux quelques em- preintes. . . . .	0.80	904.66	
Roc à empreintes . . . . .	0.44	905.10	20°
Mur à empreintes . . . . .	1.00	906.10	20°
<b>Veinette</b> . . . . .	0.15	906.25	
Terrain sans témoin . . .	0.69	906.94	
<b>Couche :</b>			
Charbon 0.77 . . . . .			
Intercalation 0.23 . . . .			
Charbon 0.19 . . . . .	<b>1.19</b>	<b>908.13</b>	{ Inclinaison 20° Mat Vol. 17 % Cendres 12 %
Roc schisteux presque entiè- rement broyé; quelques débris remontés . . . . .	0.61	908.74	
Clou gréseux. . . . .	0.12	908.86	

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Grès . . . . .	0.14	909.00	
Roc à cassures contournées et débris plus tendres . .	0.50	909.50	
Roc dur à clous avec pas- sages escailleux . . . . .	1.60	911.10	
Terrain sans témoin . . .	0.27	911.37	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>1.78</b>	<b>913.15</b>	{ Inclinaison 21° Mat. vol. 19 % Cendres 7 %
Terrain sans témoin . . .	4.85	918.00	
Grès . . . . .	0.05	918.05	Inclinaison 12°
Terrain sans témoin . . .	3.20	921.25	
<b>Couche :</b> Charbon 0.30, intercalation 0.15 charbon 0.62, interca- lation 0.42, charbon 0.42, intercalation 0.29 charbon 0.06 . . . . .	<b>2.26</b>	<b>923.51</b>	12°
Roc. . . . .	0.98	924.49	
Grès . . . . .	0.15	924.64	
Grès, morceaux roulés. . .	0.15	924.79	
Roc psammitique . . . . .	0.60	925.39	34°
Mur à empreintes . . . . .	1.20	926.59	
Grès très dur. . . . .	0.40	926.99	24°
Grès très dur, morceaux roulés . . . . .	0.10	927.09	
Roc à texture de mur . . .	1.35	928.44	
<b>Veinette</b> . . . . .	0.21	928.68	24°
Terrain sans témoin . . .	1.00	929.68	
Grès . . . . .	0.15	929.83	
Roc. . . . .	0.02	929.85	
Terrain sans témoin . . .	0.90	930.75	
Grès . . . . .	0.20	930.95	23°
Terrain sans témoin (quel- ques morceaux de grès).	2.80	933.75	
Roc à texture de mur . . .	0.15	933.90	30°
Roc noir à clous. . . . .	0.55	934.45	
Mur à empreintes . . . . .	0.15	934.60	42°

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Terrain sans témoin . . .	3.25	937.85	
Grès . . . . .	0.18	938.03	Inclinaison 36°
Terrain sans témoin . . .	2.19	940.22	
<b>Couches :</b>			
Charbon 0.35 . . . . .			
Schiste 0.03 . . . . .			
Charbon 0.14 . . . . .	<b>0.52</b>	<b>940.74</b>	36°
Roc. . . . .	0.10	940.84	
Terrain sans témoin . . .	2.60	943.44	
Grès . . . . .	0.40	943.84	28°
Terrain sans témoin . . .	2.35	946.19	
Grès . . . . .	0.60	946.79	
Terrain sans témoin . . .	2.10	948.89	
Grès . . . . .	0.51	949.40	20°
Terrain sans témoin . . .	2.20	951.60	
<b>Veinette</b> . . . . .	<i>0.15</i>	<i>951.75</i>	20°
Terrain sans témoin . . .	3.25	955.00	20°
Grès . . . . .	0.20	955.20	63°
Terrain sans témoin . . .	2.60	957.80	
Roc gréseux . . . . .	0.20	958.00	10°
Terrain sans témoin . . .	2.40	960.40	
Roc gréseux . . . . .	0.05	960.45	42°
Terrain sans témoin . . .	2.50	962.95	
Roc gréseux . . . . .	0.25	963.20	28°
Terrain sans témoin . . .	1.40	964.60	
Grès . . . . .	0.30	964.90	32°
Terrain sans témoin . . .	5.00	969.90	35°
Roc gréseux passant au grès . . . . .	0.30	970.20	
Terrain sans témoin . . .	5.50	975.70	
Roc noir, terrain dérangé.	0.65	976.35	60°
Terrain sans témoin . . .	14.65	991.00	
Mur à empreintes . . . .	0.06	991.06	15°
Terrain sans témoin . . .	5.63	996.69	
Mur à empreintes . . . .	0.15	996.84	
<b>Veinette</b> . . . . .	<i>0.25</i>	<i>997.09</i>	12°
Roc à clous . . . . .	0.12	997.21	

NATURE DES TERRAINS	Epaisseur mètres	Profondeur mètres	Observations
Roc à nombreuses em- preintes. . . . .	0.36	997.57	Inclinaison 22°
Terrain sans témoin . . .	5.83	1003.40	
Roc noir à empreintes deve- venant gréseux . . . . .	0.20	1003.60	17°
Terrain sans témoin . . .	3.00	1006.60	
Roc gréseux . . . . .	0.50	1007.10	9°
Terrain sans témoin . . .	3.66	1010.76	
Roc gréseux . . . . .	0.30	1011.06	20°
Mur à empreintes . . . .	1.58	1012.64	25 à 29°
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.56</b>	<b>1013.20</b>	{ Inclinaison 29° Mat. vol. 15 % Cendres 9 %
Mur à empreintes . . . .	1.26	1014.46	
Roc gréseux à clous. . . .	0.16	1014.62	Inclinaison 24°
Terrain sans témoin (quel- ques petits morceaux de grès . . . . .	5.33	1019.95	
Roc gréseux, quelques em- preintes . . . . .	0.05	1020.00	
Clou . . . . .	0.05	1020.05	
Grès . . . . .	0.04	1020.09	
Terrain sans témoin . . .	8.70	1028.79	
Roc gréseux et clous de 0 <sup>m</sup> 04	0.10	1028.89	
Terrain sans témoin . . .	6.90	1035.79	
Roc noir, quelques em- preintes. . . . .	0.50	1036.29	43°
Terrain sans témoin . . .	6.50	1042.79	
<b>Couche</b> . . . . .	<b>0.73</b>	<b>1043.52</b>	{ Mat. vol. 15 % Cendres 9 %
Terrain sans témoin . . .	0.20	1043.72	

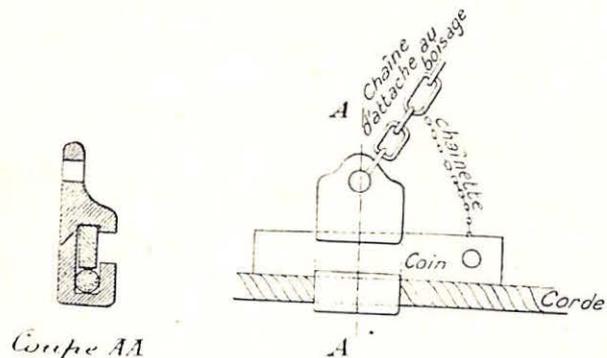
*Charbonnage de Marcinelle-Nord. — Plans inclinés. —*

*Immobilisation des wagonnets lors de la remise à rails.*

Lors de la remise à rails des chariots sur les plans inclinés, il arrive que, malgré le calage du frein, la corde glisse sur la poulie ou que, par suite d'une fausse manœuvre, le frein est intempestivement desserré; pour parer aux dangers que peut offrir de ces chefs le travail sur les plans, la Direction du Charbonnage de Marcinelle-

Nord utilise depuis peu sur tous les plans, un dispositif simple qui servait antérieurement à l'attache des wagonnets au câble d'un transport de surface.

Lorsqu'un déraillement ou un arrêt des chariots se produit, la corde du chariot plein est introduite dans une griffe et calée par un coin de fer dont la tête est tournée vers le sommet du plan, de sorte



que le serrage se fait plus énergique sous l'influence de la traction du câble; la griffe est attachée par une chaîne à un cadre de boisage près de la poulie et est disposée de façon que sa chaîne d'attache soit tendue. Le coin, qui pourrait facilement s'égarer dans la mine, est attaché par une chaînette à la chaîne de la griffe.

Ce mode de fixation du câble est très sûr comme j'ai pu m'en assurer.

*Charbonnage de Monceau-Fontaine-Martinet et Marchienne.  
Signalisation électrique de l'intérieur des cages.*

Lorsque la vitesse de translation dans les puits est très modérée, les ouvriers peuvent de la cage donner des signaux au machiniste à l'aide de cordons de sonnette spéciaux facilement accessibles; mais il n'en est plus de même lorsque la vitesse augmente et cependant il importe que le personnel encagé puisse, en cas de nécessité, donner tout au moins le signal d'arrêt sans s'exposer à de graves dangers.

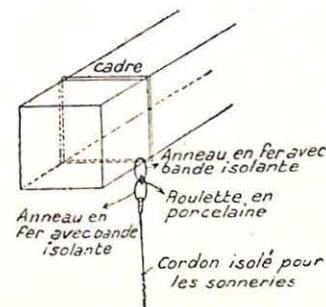
Je crois donc utile de rapporter, d'après les renseignements que me donne M. l'Ingénieur Ghysen, un essai très intéressant de signalisation électrique applicable aux puits pourvus de câbles métalliques

et d'un guidonnage en bois; cet essai rudimentaire et susceptible de notables perfectionnements, a été fait au puits n° 14 du Charbonnage de Monceau-Fontaine par M. Canivez, Ingénieur divisionnaire, et a donné des résultats satisfaisants.

Les frais d'installation ne paraissent pas devoir être bien considérables, mais il serait nécessaire de placer dans les cages de personnel un pilote chargé de donner éventuellement les signaux.

« Les cages sont guidées par les petits côtés et la ligne passe vers le milieu du puits, entre les deux cages; elle est donc aisément accessible de l'une ou l'autre des deux cages.

La ligne est constituée par un cordon de sonnette en fils de fer galvanisé; ce cordon est fixé à la partie supérieure au sommier de taquets de la recette à bois par l'intermédiaire d'isolateurs formés de



deux roulettes en porcelaine; les roulettes sont réunies entre elles par un anneau en fer garni de bandes isolantes, lequel est lui-même soutenu par un autre anneau en fer également isolé, attaché à un cadre du sommier des taquets; ce dispositif est représenté schématiquement ci-contre; le fil de cuivre isolé qui va à la salle des machines est fixé au cordon de sonnette immédiatement en dessous du sommier.

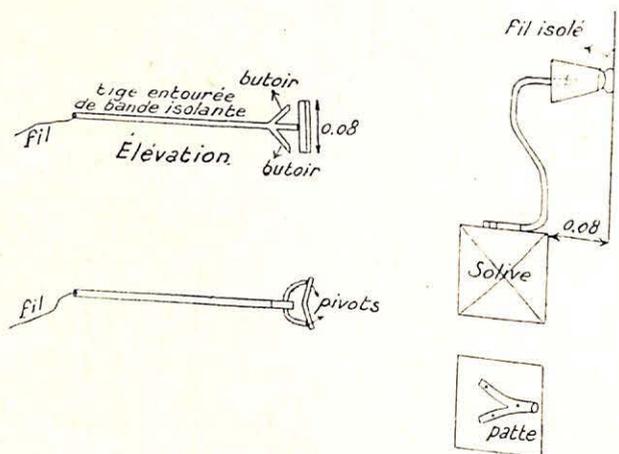
Au fond du puits, à 785 mètres, le cordon est attaché d'une manière analogue par des isolateurs à un poids de 50 kilogrammes destiné à le maintenir sous tension.

La sonnerie est placée près des leviers de commande de la machine afin que le son en soit aisément perceptible.

Sur la hauteur du puits, soit 785 mètres, on a placé 40 isolateurs en porcelaine pour maintenir le fil écarté des solives; la distance moyenne des isolateurs est donc de 20 mètres environ mais elle est

variable; ce dispositif est nécessaire pour tenir compte du léger défaut de verticalité du puits et surtout pour éviter des contacts et par conséquent des courts-circuits lorsque l'on appuie sur le fil pour établir la communication avec la surface. Les isolateurs sont placés de façon à maintenir les fils conducteurs à 8 centimètres environ des solives. La ligne passe dans la rainure de la tête de l'isolateur qui est fixé à la solive par une tige en fer à patte, préalablement enduite à chaud de matière isolante que l'on coule dans les boîtes de jonction: cet isolement pourrait être utilement renforcé en entourant le fil conducteur lui-même de bande isolante sur 0<sup>m</sup>20 environ au contact des isolateurs.

Le retour du courant se fait par le câble en acier de la cage et la machine; la seconde borne de la sonnerie placée près du machiniste est reliée au bâti par un fil isolé. Pour obtenir le courant, on place



dans la cage une magnéto semblable à celle dont on se sert pour provoquer l'explosion des mines; on relie l'une des bornes à la cage et l'autre à l'extrémité d'un petit trolley figuré schématiquement ci-dessous. La partie frottante en cuivre, d'une hauteur verticale de 8 centimètres oscille autour de son axe grâce à deux pivots, mais est retenue par deux butoirs qui ne lui permettent pas de prendre une inclinaison trop forte.

Telle est l'installation d'essai qui a été faite, sans que l'on ait pris de grandes précautions ni qu'on ne se soit servi de matériaux autres

que ceux dont disposent tous les puits de mine; elle mérite certes d'être essayée à d'autres sièges où l'emploi de câbles métalliques fournit une excellente ligne de retour; elle sert depuis deux mois aux repasseurs de fosse qui en sont satisfaits; quelques isolateurs ont été cassés au cours de cette période; mais il y a lieu de remarquer qu'ils ne sont nullement protégés (la protection serait aisée dans une installation définitive); et que malgré ces accidents peu importants, la ligne a continué à fonctionner normalement.

On s'est aussi servi de cette ligne pour téléphoner en plaçant un appareil dans la cage et en reliant la ligne à l'appareil qui se trouve dans le bureau du porion marqueur; on se comprenait bien et l'on pouvait échanger des ordres. Ce mode de transmission serait précieux dans les cas d'accidents de puits; il suffirait d'avoir un appareil téléphonique dans la salle de machine et d'en placer un dans la cage; les signaux seraient plus rapides et pourraient être répétés sans le moindre inconvénient. »

## EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. G. BOCHKOLTZ,

Ingénieur en chef Directeur du 6<sup>e</sup> arrondissement des mines, à NamurSUR LES TRAVAUX DU 1<sup>er</sup> SEMESTRE 1910*Marteaux pneumatiques. — Haveuses*

M. l'Ingénieur **Stenuit** donne les détails suivants sur l'emploi des marteaux pneumatiques dans les charbonnages de son district :

Au Charbonnage d'Auvelais, on a installé, à l'étage de 264 mètres, un compresseur d'air commandé électriquement.

Il est du type Compound et a les dimensions suivantes :

Diamètre du grand cylindre : 0<sup>m</sup>40;

Diamètre du petit cylindre : 0<sup>m</sup>23;

Course : 0<sup>m</sup>40.

A la vitesse de 120 tours par minute, il fournit environ 11 mètres cubes d'air comprimé à la pression de 6 atmosphères.

L'installation est prévue pour le fonctionnement simultané de 12 marteaux pneumatiques.

Les marteaux employés sont du type « Eclair ». Ils servent pour le creusement des bouveaux et pour le bosseyement des voies de la couche Pommier à 331 mètres dans le grès du mur.

Pour le creusement des bouveaux, la perforation pneumatique a donné des avancements beaucoup plus rapides que le forage à la batte :

En roc : 2<sup>m</sup>50 au lieu de 1<sup>m</sup>30;

En grès : 1<sup>m</sup>50 au lieu de 0<sup>m</sup>70.

Les prix de revient comparatifs entre les deux modes de perforation sont les suivants, par mètre d'avancement :

En roc : fr. 27-50 au marteau contre 38 francs à la main;

En grès : 35 francs au marteau contre 60 francs à la main, abstraction faite du coût de production de l'air comprimé et de l'amortissement de l'installation.

Pour le coupage des voies, les résultats acquis ne constituent pas encore une base de comparaison suffisamment exacte.

Au Charbonnage de Falisolle, on a fait usage pendant trois semaines, pour le creusement d'un montage en veine, d'une haveuse du type « Eclair » consistant en un simple marteau perforateur rotatif à air comprimé monté sur affût. La première phase du havage consiste dans le creusement de trous assez rapprochés, que l'on réunit ensuite en attaquant au marteau le charbon subsistant entre les trous.

Pendant la durée de fonctionnement de la haveuse, la veine, dont l'inclinaison moyenne est de 25°, a présenté une puissance de 0<sup>m</sup>70 à 0<sup>m</sup>80 de charbon dur, avec faux mur de 0<sup>m</sup>10 à 0<sup>m</sup>20 et toit légèrement déliteux. L'instrument a servi à faire le havage au mur (en charbon) et les deux coupements latéraux du montage. En trois postes de deux ouvriers, on a obtenu un avancement légèrement inférieur à 2 mètres pendant la première semaine, alors que les mêmes ouvriers faisaient en moyenne, à la main, 2 mètres d'avancement.

Ce résultat, peu encourageant, fut attribué au manque d'habileté du personnel, à un défaut d'organisation du travail et à une certaine mauvaise volonté des ouvriers.

Après la première semaine, on changea de personnel. Le travail fut confié à un ouvrier aidé d'un jeune hiercheur. En trois postes, on parvint ainsi à réaliser un avancement journalier de 2<sup>m</sup>55.

La haveuse ne fut plus employée par la suite, le charbon étant devenu trop tendre.

Le peu de durée de ces essais ne permet évidemment pas de se prononcer sur la valeur de ce type de haveuse.

# EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. J. JULIN,

Ingénieur en chef Directeur du 8<sup>me</sup> arrondissement des mines, à Liège

## SUR LES TRAVAUX DU 1<sup>er</sup> TRIMESTRE 1910

*Charbonnage du Bois d'Avroy. — Siège Grand-Bac.  
Station de sauvetage.*

C'est au siège Grand-Bac, à Ougrée, que la Société anonyme du Charbonnage du Bois d'Avroy a établi la station de sauvetage destinée à desservir ses quatre sièges d'exploitation.

Cette station, complètement installée, m'est décrite par M. l'Ingénieur **André Hallet** ainsi qu'il suit :

« Cette station (voir les plans ci-annexés) comporte une salle de dépôt des appareils, un atelier de réparations et une salle d'exercices avec poste d'observation. De plus, sont annexés à cette station, un vestiaire avec lavoirs-douches pour le personnel qui utilise les appareils respiratoires, ainsi que l'infirmerie du siège.

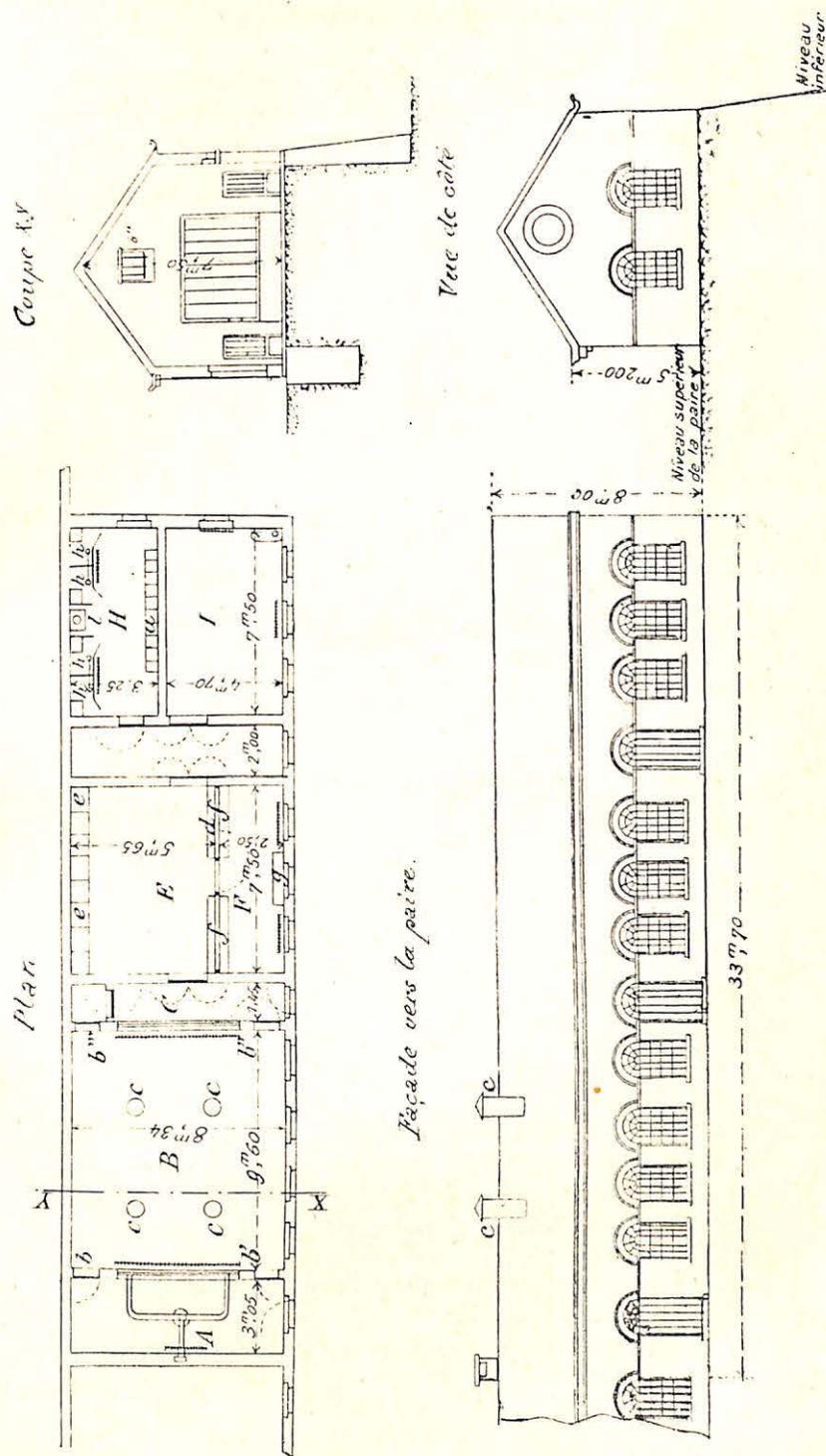
» Tous ces locaux sont chauffés à la vapeur, une distribution d'eau chaude et une d'eau froide desservent la station, laquelle est reliée à la canalisation d'air comprimé.

» La salle de dépôt *E* renferme les appareils suivants :

» 1<sup>o</sup> 7 appareils Draeger, casques respiratoires, lampes électriques par accumulateurs, le tout dans des armoires spéciales *e*;

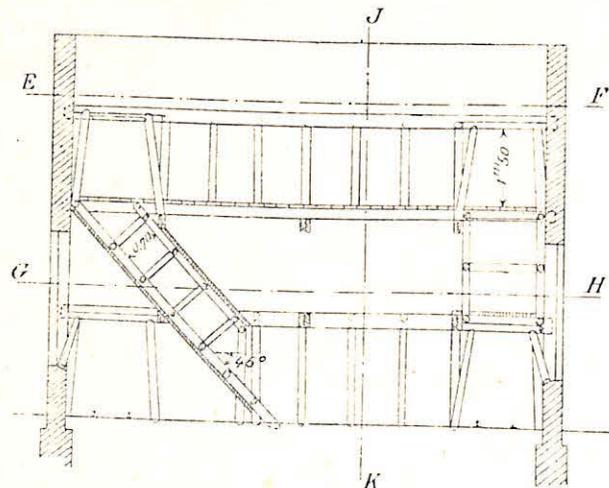
» 2<sup>o</sup> des accessoires : un sac de mesure pour contrôle de la circulation, un appareil de recherche de l'anhydride carbonique, un appareil de mesure de l'aspiration et de la pression ;

» 3<sup>o</sup> un appareil à adduction d'air complet comprenant : une pompe à air pour deux personnes, un casque avec un masque à fumée et 100 mètres de tuyau d'amenée d'air enroulé sur un tambour-dévidoir. Cet appareil peut aussi être alimenté au moyen de la conduite d'air comprimé.

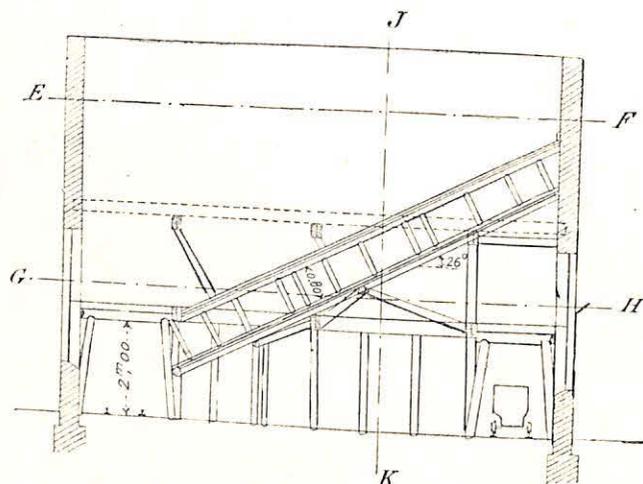


*Station de sauvetage de la Société anonyme du Charbonnage du Bois d'Avroy*

» Les cartouches de rechange ainsi que celles qui sont usagées sont déposées dans les armoires *d* adossées à la cloison vitrée *f*. Celle-ci sépare la salle de dépôt de l'atelier *F* de nettoyage et de réparation des appareils; c'est dans cette dernière salle que s'opère le remplis-



Coupe AB.

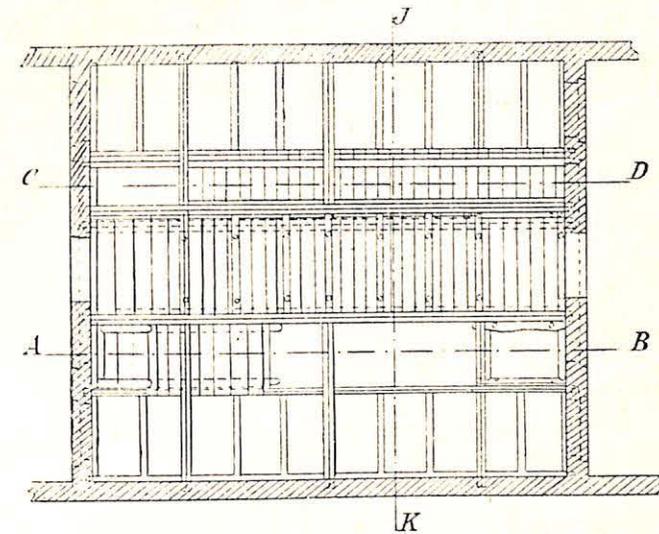


Coupe CD.

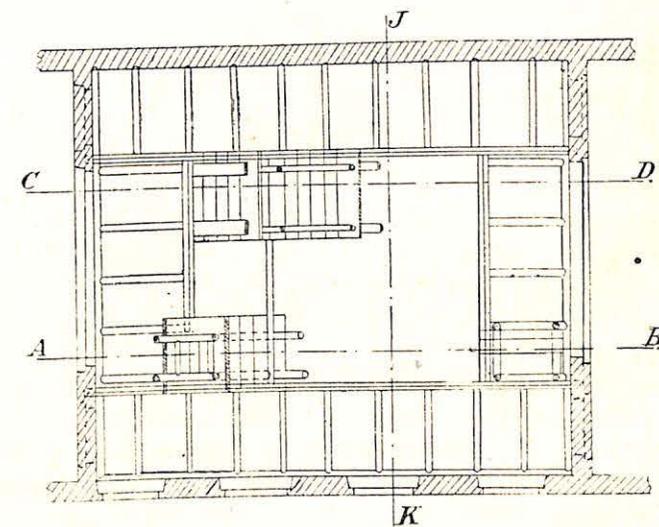
sage des bonbonnes d'oxygène, au moyen d'une pompe de transvasement à la main système Draeger.

» En *g*, un établi pour les réparations et une armoire pour les pièces de rechange.

» La salle d'exercices *B* a été aménagée de façon à réaliser le mieux possible les conditions de la mine. Elle possède diverses voies,



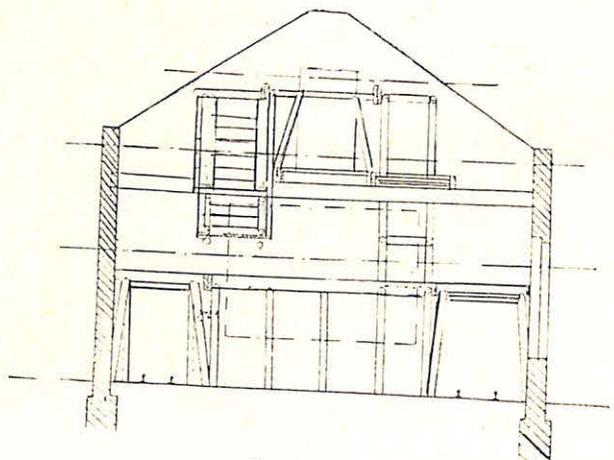
Coupe EF.



Coupe GH.

en plateure, en dressant, un puits intérieur (bouxthay), etc. Le personnel qui s'y exerce, manœuvre des wagonnets, des tuyaux

d'aérage, confectionne des cadres de soutènement, etc. La production de fumée se fait dans un poêle où l'on brûle de la paille humide; le tirage initial est donné par une cheminée, une manœuvre de vannes amène la fumée dans la salle d'exercices. L'évacuation des gaz irrespirables se fait par des cheminées d'appel *c* dont les clapets s'actionnent aussi bien de l'intérieur que de l'extérieur.



Coupe JK.

- » De grandes verrières permettent de surveiller les exercices des postes d'observation *A* et *C*.
- » En cas d'alerte, on peut provoquer le départ rapide des fumées en ouvrant les portes *b*, *b'*, *b''* et *b'''*, les baies de secours *b<sup>iv</sup>* et *b<sup>v</sup>*, situées au-dessus des verrières d'observation, ainsi que le vasistas des fenêtres et la conduite d'air comprimé.
- » Le lavoir-douches *H* comporte un vestiaire, 10 armoires *a*, 4 cabines-douches à eau chaude et eau froide *h*, et un lavabo *l*.
- » A l'infirmerie *I* est déposé un appareil de respiration artificielle du docteur Brat.
- » La direction du service est confiée à un Ingénieur divisionnaire de la société; l'entretien du matériel, au chef-électricien.
- » Les différentes équipes de sauveteurs (une de chaque poste et de chaque siège, donc au total 8) s'exercent environ une fois toutes les semaines, sous la surveillance d'un ingénieur ».

## EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. V. LECHAT,

Ingénieur en chef, Directeur du 9<sup>me</sup> arrondissement des mines, à Liège.SUR LES TRAVAUX DU 1<sup>er</sup> SEMESTRE 1910

### *Installations sanitaires et diverses*

Le Charbonnage du Bonnier a mis en marche, à la fin du semestre une petite installation de bains douches; mais elle n'est destinée qu'à la direction et au personnel de la surveillance. Elle comprend 4 cabines avec baignoires pour les ingénieurs et 8 douches pour les surveillants.

M. l'Ingénieur **Fourmarier** me fournit les quelques renseignements suivants sur cette installation :

- « Le revêtement des cabines est en briques émaillées; les baignoires sont en fonte émaillée.
- » Dans la salle des surveillants, les armoires sont disposées le long de la muraille, pour recevoir les vêtements des surveillants.
- » Le chauffage est obtenu au moyen de vapeur à basse pression passant dans quatre radiateurs. Pour ces douches, l'eau est chauffée par un courant de vapeur passant dans un réservoir mélangeur placé au sommet de la salle.
- » Des mitres de ventilation placées sur la toiture assurent une ventilation convenable des salles ».

Au siège des Makets du Charbonnage de la Concorde on a installé des lavoirs pour ouvriers. Les douches au nombre de 24, se trouvent dans un local spécial; une salle voisine, où les hommes changent de vêtements, est pourvue de 400 crochets (monte-habits) auxquels il est interdit de suspendre les souliers; ceux-ci sont déposés dans un

casier *ad hoc* et la direction du charbonnage les fait graisser deux fois par semaine.

On fait usage de l'eau de la mine préalablement décantée; on estime à 40 mètres cubes par jour la quantité nécessaire à ce lavoir.

L'installation est accessible à tous les ouvriers; elle est fréquentée actuellement par 220 hommes du fond sur 350 que comporte le personnel de l'intérieur et par 50 ouvriers de la surface sur un personnel de 150 personnes.

L'entretien du lavoir occupe 2 hommes pendant le poste de jour et 2 hommes pendant le poste de nuit.

La Société anonyme des Charbonnages de Gosson-Lagasse a installé, à son siège de Jemeppe, une usine à agglomérés au sujet de laquelle M. l'Ingénieur **Fourmarier** me fournit les renseignements suivants :

« Cette usine utilise pour sa fabrication, les charbons menus et le brai de houille provenant de la distillation du goudron.

» Le brai est emmagasiné à l'extérieur du bâtiment principal dans un réservoir en béton pouvant contenir environ 300 tonnes.

» La capacité actuelle de l'usine est de 100 tonnes environ pour 10 heures de travail.

» L'usine comprend : a) Une chaudière à vapeur Bailly-Mathot, timbrée à 10 atmosphères; b) Une salle de machine; la machine motrice fournie par la Société anonyme Liégeoise pour la construction de machines est du type horizontal, monocylindrique, sans condensation, à distribution par tiroirs cylindriques; c) La salle du four sécheur contenant 3 réservoirs à charbon sous lesquels se trouvent trois tôles tournantes, un transporteur et une chaîne à godets pour amener le charbon au-dessus du four; sous le four est disposée une vis sans fin suivie d'une chaîne à godets pour reprendre le charbon séché; d) La salle de la presse contenant deux ballons dont un à brai et un à charbon au-dessous desquels il y a deux doseurs d'où le mélange est conduit par vis sans fin au désintégrateur et de là par chaîne à godets, à la presse; e) L'annexe à brai où se trouvent un concasseur et une chaîne à godets,

» Le four est alimenté par la vapeur de décharge de la machine motrice.

» Le malaxeur de la presse reçoit de la vapeur à 3 atmosphères surchauffée à 250°. Les vapeurs goudronneuses sont aspirées par une

cheminée en tôle galvanisée de 400 millimètres de diamètre, munie, à sa base, d'un large entonnoir.

» Le bâtiment est éclairé par de grandes baies vitrées dont une grande partie peut s'ouvrir. La toiture est en Eternit placée au moyen de crochets sur lattes en fer.

» Le bâtiment est construit en matériaux incombustibles; seules les passerelles de service le long des transmissions sont en bois.

» Une tuyauterie à eau, à 3 ou 4 atmosphères de pression, serait utilisée en cas d'incendie.

» L'éclairage artificiel est assuré par des lampes à arc et des lampes à incandescence. La chaleur perdue du four, des conduites, etc., contribue, en hiver, un chauffage des locaux; celui-ci est, en outre assuré par un certain nombre de tuyaux à ailettes alimentés par de la vapeur à basse pression.

» Des lunettes spéciales et des masques sont mis à la disposition des ouvriers.

» Le transport du charbon à l'usine et la reprise des briquettes s'effectuent par des transporteurs à courroies actionnés par des moteurs électriques à courant triphasé à 220 volts, 50 périodes ».

#### *Charbonnage de Gosson-Lagasse. — Encagement du personnel*

M. l'Ingénieur **Fourmarier** me signale un intéressant dispositif adopté au puits n° 6 du siège n° 2 du Charbonnage de Gosson-Lagasse pour faciliter l'entrée des ouvriers dans la cage. Voici comment il s'exprime :

« Le puits n° 6 sert à l'extraction; il est fermé par des clapets Briart.

» En vue de diminuer le temps d'engagement et de déengagement du personnel à la surface, opérations qui apportent toujours une perturbation dans l'aérage, la direction a installé un système de paliers fixes et mobiles très simple qui permet d'encager et de décager, sans manœuvre, le personnel, tout en laissant les abords des puits dégagés pendant l'extraction des produits.

» La cage comportant 4 paliers et la recette étant simple, il a été nécessaire de créer 3 paliers d'encagement. Les 2 paliers supérieurs sont fixes; le palier inférieur est mobile et peut être relevé pendant l'extraction, afin de ne pas entraver la circulation pour la manœuvre des berlines au niveau de la recette. La distance entre les différents niveaux n'est, en effet, que de 1<sup>m</sup>50. Ce palier mobile est équilibré

par un contre-poids et est guidé par les montants du chevalement. Sitôt la translation du personnel terminée, ce palier est relevé de 0<sup>m</sup>60 et fixé dans cette nouvelle position. La hauteur disponible à la recette est, de cette façon, portée à 1<sup>m</sup>90.

» Les croquis ci-après (fig. 1, 2 et 3) donnent la disposition de ces paliers ».

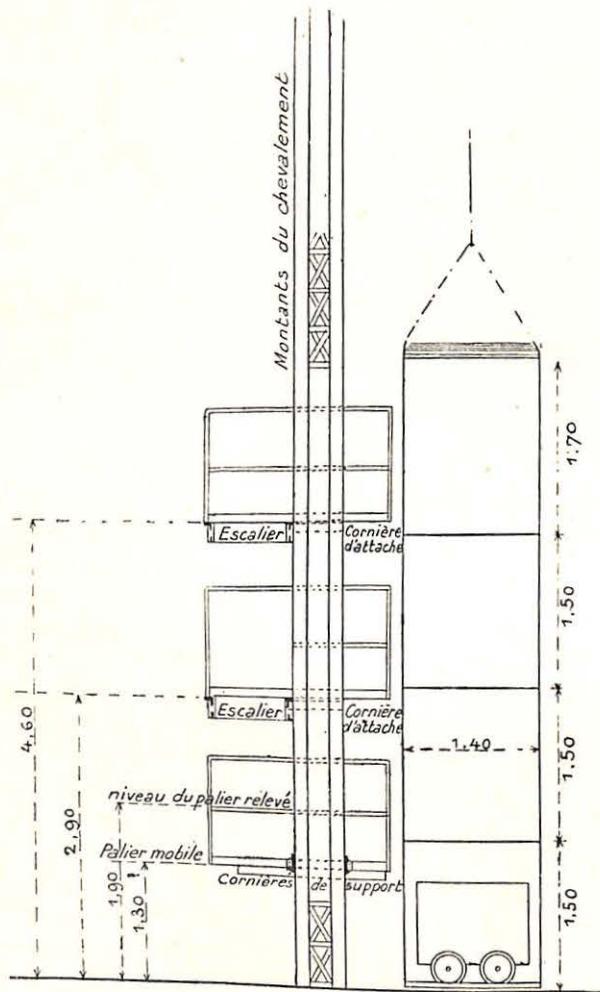


Fig. 1.

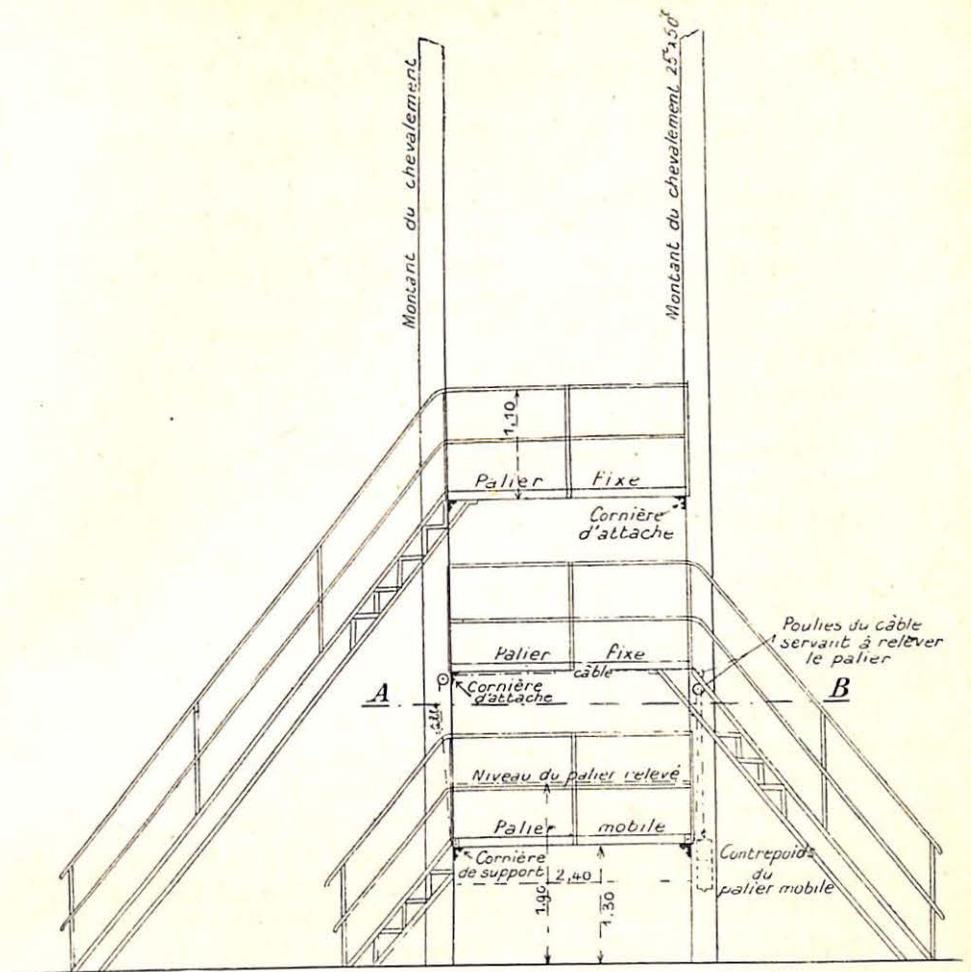


Fig. 2.

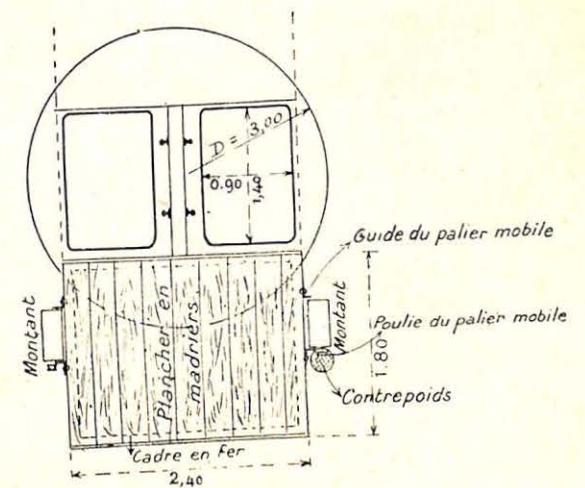


Fig. 3. — Coupe AB.

*Charbonnage de Marihaye. — Transformation du guidonnage*

La transformation de l'armement d'un puits d'extraction en service est une opération difficile et il est toujours intéressant, quand un travail de l'espèce doit se faire, de voir comment il a été réalisé. M. l'Ingénieur **Renier** m'expose de la façon suivante les dispositions qui ont été prises, au siège Fanny du Charbonnage de Marihaye pour modifier le guidonnage du puits n° 1 :

« A l'occasion de la mise en exploitation de l'étage à 711 mètres, le puits n° 1 du siège Fanny des Charbonnages de Marihaye a été l'objet d'une intéressante transformation.

» Dans le but de réduire la durée de l'extraction et de se préparer ainsi à l'introduction de la journée de neuf heures, la Direction a décidé d'employer à ce nouvel étage, des berlines de plus grande contenance. La capacité utile était anciennement de 380 kilogs de charbon ; elle a été portée à 550 kilogs. Cette modification a permis en outre d'uniformiser le matériel avec celui du siège voisin de Vieille-Marihaye, dont l'étage à 700 mètres est précisément au même niveau que celui à 711 mètres du siège Fanny. A l'écartement de 365<sup>mm</sup>, jusqu'ici en usage au siège Fanny, on a substitué celui adopté depuis longtemps à Vieille-Marihaye, et qui est de 510<sup>mm</sup>. Une communication directe reliant les deux sièges au niveau du nouvel étage, ils pourront se porter secours au cas où un accident vient à provoquer un arrêt du service d'extraction de l'un ou l'autre puits.

» Cette modification du matériel roulant a entraîné, comme bien on le pense une transformation des cages d'extraction : les berlines de 550 kilogs, déjà en usage au siège de Vieille-Marihaye, étaient d'ailleurs plus longues que celles utilisées au siège Fanny. Mais eût-on voulu réserver à ce siège un matériel spécial, on n'eût pu réaliser l'augmentation de capacité en n'accroissant que la hauteur des wagonnets, car on eût été conduit de la sorte à une dimension exagérée.

» Une modification de la longueur des cages entraînant elle-même une augmentation de l'écartement des guidonnages, on fut donc amené à transformer le puits n° 1.

» Ce travail, décidé en février 1909, a été exécuté presque entièrement sans arrêt de l'extraction. Le programme élaboré par la

Direction a, en effet, été suivi en tout point et sans que l'on ait eu à enregistrer le moindre accident.

» Le puits n° 1 du siège Fanny, représenté en coupe par le schéma ci-contre (fig. 4), a 3<sup>m</sup>300 de diamètre utile sur toute sa hauteur. De la surface jusqu'à la profondeur de 490 mètres, il est revêtu de maçonnerie de briques. En-dessous de 490 mètres, le soutènement consiste en cadres métalliques en fers C, distants de 1 mètre d'axe en axe. Chaque cadre est constitué de trois segments réunis par éclisses boulonnées. Les cadres sont reliés entre eux par des tirants métalli-

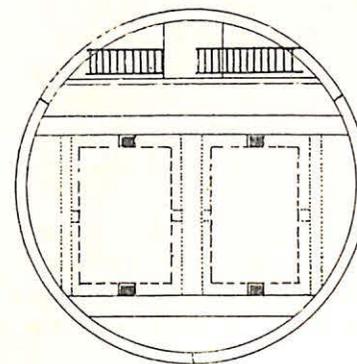


Fig. 4.

ques et des porteurs en chêne. Le garnissage est fait à l'aide de bois ronds en sapin, posés jointivement.

» Comme le montre la figure 4, le guidonnage est en bois et frontal. L'armement ne comporte que deux partibures en bois de 15 × 18 centimètres d'équarrissage. Le partibure central délimite le compartiment aux échelles.

» Le guidonnage est fait de pièces de bois de 6 mètres de longueur fixées par boulons aux partibures qui sont distants d'environ 1 mètre d'axe en axe. Au niveau des recettes de fond et de surface, existent des partibures supplémentaires et des contre-guides indiqués en ponctués au croquis figure 4.

» Enfin, au moment où s'est effectuée la transformation, on terminait l'exploitation de l'étage à 626 mètres. En contrebas de ce niveau, le puits, approfondi depuis plusieurs années jusque 715 mètres, était fermé par une voûte en maçonnerie formant plate cuve.

» La transformation du puits a consisté essentiellement en une augmentation de l'écartement des guidonnages. Les partibures centraux ont été reculés de manière à réduire de 20 centimètres la flèche du compartiment aux échelles.

» La transformation du tronçon inférieur de 626 à 700 mètres, qui se trouvait déjà armé, ne présentait évidemment aucune difficulté. Elle fut réalisée en premier lieu. Ce n'était que dans la partie

utilisée pour l'extraction que le travail était délicat. Il fut exécuté en trois phases. Voici comment :

» Tout d'abord, on installa de nouveaux partibures. Durant l'extraction, des ouvriers, placés dans le compartiment aux échelles et protégés par des paliers de sûreté de tête et de pied, creusaient dans la maçonnerie ou dans la roche, immédiatement au-dessus des cadres de revêtement, les potelles nécessaires au placement des partibures au nouvel écartement et aux mêmes niveaux que les partibures anciens. L'extraction étant terminée chaque jour vers 16 heures, on profitait du temps libre jusqu'à la descente du poste de nuit, pour descendre et mettre en place les nouveaux partibures dans les excavations nouvellement creusées. La nuit du dimanche était employée à fixer exactement, puis à maçonner tous ces partibures, la journée même du dimanche étant utilisée pour les réparations courantes du puits. Ces préparatifs durèrent cinq mois.

» La seconde période commença aussitôt. Deux postes d'ouvriers furent dès lors occupés journellement, l'un de 3 à 8 heures du matin, l'autre de 16 à 20 heures. Ils sciaient les anciens partibures au ras du revêtement, après avoir déboulonné le guidonnage. Les anciens partibures enlevés, on intercalait des blocs de bois, formant épaisseurs, entre les guides et les nouveaux partibures et on assujettissait à l'aide de longs boulons. Il est à remarquer que ce travail se poursuivait durant la descente du personnel, car la vitesse de translation était très réduite et les machinistes, connaissant l'endroit exact où travaillaient les ouvriers de puits, ralentissaient l'endroit exact où à l'extraction du charbon, elle se faisait à vitesse normale. Cette seconde période dura deux mois.

» La transformation nécessita évidemment un arrêt du puits. Grâce à l'existence de la communication avec le siège Vieille-Marihaye, cet arrêt ne fut pas très préjudiciable; les produits de l'étage à 711 mètres furent extraits par le puits voisin. L'arrêt ne dura que huit jours, car les guides ne furent pas remplacés.

» Pour effectuer la transformation proprement dite, il ne restait en effet qu'à reculer le guidonnage. Ce travail s'est fait par passes de 50 mètres de hauteur. Pour combattre toute descente du guidonnage, les guides furent soutenus par des agrafes en fer dont le croquis 5 reproduit la forme et les dimensions. Ces agrafes fixées aux guides par tire-fonds, prenaient appui sur les partibures. On plaçait semblable agrafe tous les deux mètres environ. On enlevait ensuite les épaisseurs sur toute la hauteur de la passe, et enfin on reculait

les guides, en faisant glisser les pattes des agrafes sur les partibures et en posant aussitôt de nouveaux boulons. Cette dernière partie du travail fut exécutée en remontant d'abord par une cage, puis par l'autre. Lorsqu'une file fut terminée, on installa une nouvelle cage qui servit à parachever et à rectifier la pose du guidonnage en descendant. Cette transformation dura trois jours pour chaque corde. Elle fut exécutée par trois équipes de quatre ouvriers et par postes de huit heures.

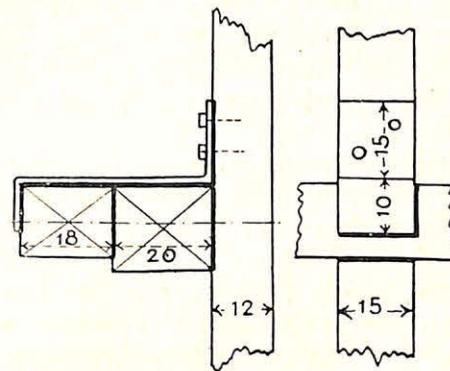


Fig. 5.

» Pendant ce temps, on transforma les balances du jour et les taquets de la recette et l'on modifia l'écartement des voies au nouvel étage.

» Enfin la transformation du puits terminée, on rectifia la position des molettes, pendant qu'on démolissait la plate-cuve à 626 mètres et que l'on faisait le raccord du tronçon inférieur. »

#### *Revêtement des galeries en béton armé*

Le Charbonnage de Marihaye fait l'essai d'un revêtement en béton armé pour quelques-unes de ses galeries souterraines. M. l'Ingénieur Renier m'adresse à ce sujet la note suivante :

« Une note détaillée parue en 1907 dans le *Bulletin de la Société de l'Industrie minière* (4<sup>me</sup> série), et due à M. Lombois, Ingénieur principal des travaux du fond aux mines de Béthune, a fait connaître le mode de revêtement en béton armé adopté à ces charbonnages et dont une pratique de plusieurs années avait démontré la bonne qualité.

» Ayant eu l'occasion de visiter à diverses reprises ces exploitations et ayant apprécié l'intérêt du système, j'ai cru utile de le signaler à l'attention de la Direction des Charbonnages de Marihaye. Divers essais ont été tentés et actuellement une assez grande extension est donnée à ce mode de revêtement. Je vous donne ci-après quelques renseignements sur les résultats obtenus :

» Les avantages que l'on a reconnus dans d'autres mines, et notamment à celles de Béthune seraient les suivants :

» 1° Résistance minimum à la circulation du courant d'air :

» L'expérience a permis de constater en effet qu'à résistance égale, une galerie murillée devait avoir 3<sup>m</sup>246 de section, une galerie en roches nues 6 mètres carrés et une galerie boisée par cadres 8 mètres carrés.

» Cet avantage du revêtement en béton est surtout intéressant lorsque les travaux s'étendent à grande distance des puits.

» 2° Suppression des soufflards et des dégagements de grisou par les remblais.

» Ces afflux de grisou peuvent vicier l'air des chantiers. C'est dans un cas de ce genre qu'ont débuté les nouveaux essais aux charbonnages de Marihaye. Le succès a été complet.

» 3° Suppression des poussières.

» La surface des parois étant lisse, les poussières ne peuvent guère s'y déposer. Un arrosage rapide permet de les enlever complètement. Cet avantage est surtout appréciable sur les voies de roulage.

» 4° Minimum de surveillance et d'entretien.

» Les dislocations du revêtement en béton, d'ailleurs très rares à Béthune, même en très mauvais terrains, s'aperçoivent aisément. Dès que se produit une fissure, on consolide par des injections de ciment, qui se font rapidement et ne nécessitent pas un arrêt de roulage.

» 5° Suppression des chutes de pierres et des éboulements.

» Les accidents, souvent graves, dus à cette cause, ne sont pas rares. Mais n'y eût-il pas d'accident causé par les chûtes de pierres dans les galeries, les éboulements, qui se produisent sur les voies de roulage, n'en continueraient pas moins à jeter de profondes perturbations dans le service des transports, perturbations dont il est bien difficile d'évaluer les conséquences économiques, parfois importantes, surtout si la journée de travail est limitée.

» 6° Prix de revient réduit, inférieur à celui de la maçonnerie.

L'établissement d'un prix de revient est toujours chose délicate. Je reviendrai sur ce point dans la suite.

» Les mines de Béthune renseignent le prix de revient suivant, par mètre courant :

Béton : main-d'œuvre de surface . . . . .	3.55	} 1m <sup>3</sup> 76
Terres rouges (schistes brûlés de terris) . . . . .	3.43	
Mortier . . . . .	3.50	
	10.48	
Ciment (100 kilog.) . . . . .	4.20	
Armature métallique. . . . .	2.54	
Main-d'œuvre au fond . . . . .	8.42	
	Fr. . . . .	25.64

» Ce chiffre devrait être augmenté de 60 centimes environ pour frais d'amortissement du coffrage.

» Un essai a été fait au siège de Flémalle d'après le système suivi aux mines de Béthune. Il a été suspendu après exécution d'un tronçon d'environ 40 mètres de longueur, par suite de l'inauguration d'un système plus simple au siège Many qui avait, dans le début, adopté lui aussi la méthode de Béthune.

» L'essai fait à Flémalle donne lieu aux remarques suivantes :

» L'essai a été exécuté dans le travers-bancs du nouvel étage à 700 mètres, galeries de 2<sup>m</sup>50 de hauteur et de 2<sup>m</sup>70 de largeur, à 1<sup>m</sup>20 au-dessus du niveau des rails. Les terrains étaient en plateaux et peu résistants, puisqu'il avait fallu les soutenir au fur et à mesure de l'avancement à l'aide de cadres de boisage distants de 1 mètre avec garnissage complet.

» Le bétonnage n'a porté que sur les parois et la voûte. Les piedroits étaient arqués. Les dimensions de la galerie bétonnée étaient : 2 mètres de hauteur et 2<sup>m</sup>30 de largeur. L'épaisseur des parois était de 0<sup>m</sup>15. On comblait les vides à l'aide de pierres sèches. La voûte seule était armée d'arceaux partant des naissances et de fils longitudinaux. La distance entre armatures était de 0<sup>m</sup>20. L'armature était constituée par de simples fils de fer, débris de câbles métalliques. Enfin le bétonnage s'est fait par anneaux de 1<sup>m</sup>20. Le travail a été exécuté simultanément avec le creusement. Le front se trouvait toutefois à plus de 50 mètres de distance.

» Les résultats ne sont pas aussi satisfaisants, au point de vue économique, que ceux obtenus aux mines de Béthune. Le prix de revient

par mètre courant a varié de 30 à 35 francs. Le cube de béton par mètre courant n'était pas inférieur à 2 mètres cubes. Quant à la main-d'œuvre elle était assez coûteuse. En outre des deux ouvriers maçons chargés du travail et qui faisaient le bétonnage même, la mise en place des cintres, le transport des matériaux, etc., il fallait un boiseur pour l'enlèvement des cadres de boisage, car les terrains étaient mauvais. On peut d'ailleurs poser en règle que le bétonnage doit suivre de très près le front.

» Au point de vue de la résistance, le système était defectueux. Il eût fallu, ainsi qu'on le fait à Béthune, armer les piédroits. L'étage en préparation de 700 mètres ayant été noyé lors des inondations du printemps 1910, des fissures se produisirent dans les piédroits par suite de l'affouillement du sol de la galerie. Le dommage est toutefois peu grave. On y a remédié par des injections de ciment. J'ajouterai que dans ce même travers bancs, on a constaté, à l'occasion de ces inondations, de nouveaux éboulements dont l'enlèvement a retardé de beaucoup la reprise du travail de creusement.

» Entretiens, on a bétonné au même siège la galerie à 318 mètres vers les travaux d'Yvoz-Flémalle et l'on se prépare à reprendre le bétonnage de la bacnure à 700 mètres, mais à l'avancement et à proximité du front.

» Le revêtement est toutefois d'un type un peu différent. Il est exécuté d'après la méthode imaginée par la Direction du siège Many, et qui a déjà été appliquée à ce siège à l'étage de 320 mètres, puis à celui en exploitation de 270 mètres, sur plus de 400 mètres de longueur.

» Dans le système du siège Many, les piédroits sont verticaux et la voûte légèrement cintrée. La section varie suivant l'importance de la galerie. Ces variations sont d'ailleurs réalisées à peu de frais, car le matériel utilisé est des plus rudimentaires. Les sections les plus courantes sont  $1^m60 \times 1^m85$  avec  $0^m15$  de flèche et  $2^m20 \times 2^m20$  avec  $0^m20$  de flèche. Lorsqu'il s'agit de bacnures en creusement, le bétonnage suit le front à 5-10 mètres; mais on a également employé largement ce système pour la réfection des voies utilisées par l'exploitation. Dans l'un et l'autre cas, le transport n'a jamais été suspendu; le bétonnage s'est poursuivi à la bacnure nord à 270 mètres malgré une extraction journalière de plus de 500 berlines.

» Dans le cas de voies en creusement, le boisage provisoire consiste en simples beiles; s'il est besoin de montants, on les place ver-

ticaux. Dans le cas de réparations de voies, on enlève et remplace si possible les montants inclinés. Si les parois sont trop ébouleuses, on laisse en place les montants inclinés et on les noie derrière le revêtement.

» Le coffrage des piédroits est fait de madriers de 5 mètres de longueur qui s'appuient sur les montants verticaux. On les empile, extérieurement aux montants, au fur et à mesure des progrès du travail. Des fils de fer verticaux sont noyés dans la masse; on les attache au pied à un fil de fer tendu horizontalement ou encore à un vieux rail qui joue le rôle de longrine. On dispose également des fils de fer longitudinaux. Les mailles carrées de cette armature ont normalement 90 centimètres de côté; en mauvais terrains, on les resserre à 60 centimètres et même à 30 centimètres. L'épaisseur du béton est au minimum de 10 centimètres, plus souvent de 15 centimètres; en cas de fortes pressions, elle peut atteindre 20 centimètres. Deux manœuvres édifient en un jour 5 mètres de piédroits. Après 6 jours, on peut enlever le coffrage et le reporter en avant. On enlève également les montants verticaux, en soutenant au besoin les beiles par des faux bois prenant appui sur les piédroits. Les vides entre le béton et les parois sont comblés au fur et à mesure de leur confection à l'aide de pierres sèches. Enfin on noie dans les piédroits, à des distances de 2 mètres environ, des anneaux destinés à soutenir les tuyauteries, etc.

» Pour confectionner la voûte, on installe à l'intérieur et contre les piédroits des longrines qui prennent appui sur des faux bois ou mieux des étais métalliques (tubulaires). Ces longrines servent de support aux cintres qui sont en bois, du type ordinaire, mais de longueur réduite, 80 centimètres seulement, afin de faciliter le pilonnage horizontal. La voûte est armée transversalement et longitudinalement contre les piédroits. Son épaisseur est de 18, 23 et même 30 centimètres en mauvais terrains. La voûte terminée est chargée de pierres pour combler les vides. Les beiles sont autant que possible enlevées progressivement. Deux ouvriers font en un jour  $1^m50$  à 2 mètres de voûte. On dispose de 7 à 8 cintres que l'on reporte continuellement de l'arrière à l'avant.

» Cette méthode est très rapide et très simple dans l'application. Elle ne nécessite pas comme celle de Béthune un coffrage compliqué et coûteux. Les chiffres renseignés par les mines de Béthune, au sujet du coffrage, sont en effet beaucoup trop faibles d'après l'expérience faite à Flémalle.

» La résistance de ce mode de revêtement paraît être satisfaisante. Divers tronçons de travers-bancs sujets à des poussées intenses, se comportent parfaitement. On n'a eu à enregistrer jusqu'ici qu'un seul cas de fissure sans gravité et non suivie de tassement.

» Quant au prix de revient, on peut admettre que pour une épaisseur moyenne de 23 centimètres (voûte et piédroits), le mètre courant coûte :

Béton . . . . .	17 francs
Main-d'œuvre . . . . .	12 »
TOTAL	29 »

» Ce chiffre ne tient pas compte de la main-d'œuvre et de l'énergie mécanique nécessaire à la confection du béton, des frais de transport, et encore du prix de l'armature faite de vieux câbles recuits, puis effilochés, ni du coût des matériaux servant au coffrage.

» Dans les terrains où l'on adopte une épaisseur moyenne de 0<sup>m</sup>23, un boisage en chêne devrait être fait par cadres distants de 0<sup>m</sup>60 et coûterait environ 23 francs par mètre courant, non compris manutentions à la surface, transport et outillage. Sa durée serait évidemment moindre. Certaines parties aujourd'hui bétonnées avec succès auraient dû être recarrées deux ou trois fois.

» Ces essais méritent donc de retenir l'attention, même au point de vue économique, lorsqu'il s'agit de voies de longue durée. Si même il fallait renforcer l'armature, le revêtement en béton aurait à la longue un avantage marqué sur le boisage.

» Le béton utilisé au siège Many est ainsi constitué :

Laitier granulé : 5 brouettes . . .	fr. 0.52
Sable quartzes : 1 » . . . . .	» 0.24
Ciment de laitier (200 k.) 2 brouettes . . .	» 4.00
	» 4.76

» Le mélange est trituré durant une demi-heure au broyeur à mortier à meule avec addition de 90 à 100 litres d'eau.

» On obtient ainsi 0<sup>m</sup>3465, ce qui donne pour prix de revient du mètre cube en béton fr. 10-03. Mis en place et pilonné, le béton se contracte de 20 %.

» Des essais de résistance, dont le programme détaillé ne m'est pas connu, ont été effectués sur des briques de 7 centimètres d'épaisseur et de 24 × 12 centimètres de section. Elles ont accusé une résistance de 186 à 210 kilogs par centimètre carré.

*Charbonnages du Horloz. — Placement d'un câble Koepe*

La Société anonyme des Charbonnages du Horloz vient de placer un câble Koepe au puits n° 1 de son siège de Tilleur.

M. l'Ingénieur **Fourmarier** m'expose en ces termes les conditions dans lesquelles ce système a été appliqué et les dispositions qui ont été prises pour pallier certains inconvénients qu'il présente :

« Au puits n° 1, l'extraction devant être portée à 700 mètres de profondeur, les câbles en aloës devenaient très lourds et, par suite, très chers et ils allaient dépasser les bras des bobines de la machine. C'est pourquoi on a décidé d'adopter le système Koepe pour l'extraction à ce puits.

» L'extraction se fait par cages à 3 étages de 2 berlines de 6 hectolitres. Le câble rond d'extraction a 44 millimètres en fils d'acier galvanisé; il a donné aux essais une charge de rupture de plus de 100,000 kilogs. Le câble d'équilibre est plat; il tourne librement dans le bougnou en passant par des ouvertures ménagées dans le palier de sûreté établi à 9 mètres sous la recette inférieure. Ce palier de sûreté empêche la cage montante d'aller aux molettes.

» Chacun des câbles pèse 6<sup>k</sup>7 par mètre courant, c'est-à-dire la moitié des câbles en aloës, et le prix de l'acier n'est pas la moitié du prix de l'aloës.

» La machine d'extraction n'a pas été modifiée; elle est verticale à deux cylindres de 0<sup>m</sup>78 de diamètre; la course est de 1<sup>m</sup>40.

» La poulie Koepe mesure 5<sup>m</sup>40 de diamètre; elle est garnie de blochets en orme avec une rainure dans laquelle on introduit un toron de vieux câble d'aloës pour éviter l'usure du bois.

» Les molettes sont écartées de 1<sup>m</sup>33 et, pour diminuer ce grand hors-axe, le câble est maintenu sur le bord intérieur de la molette à l'aide d'une cornière (fig. 6). Pour éviter l'usure du câble, la molette est garnie d'un morceau de vieux câble en aloës, plus un toron de chaque côté du câble.

» Les molettes sont ramenées perpendiculaires aux brins du

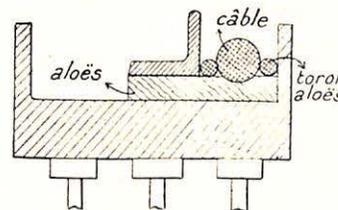


Fig. 6.

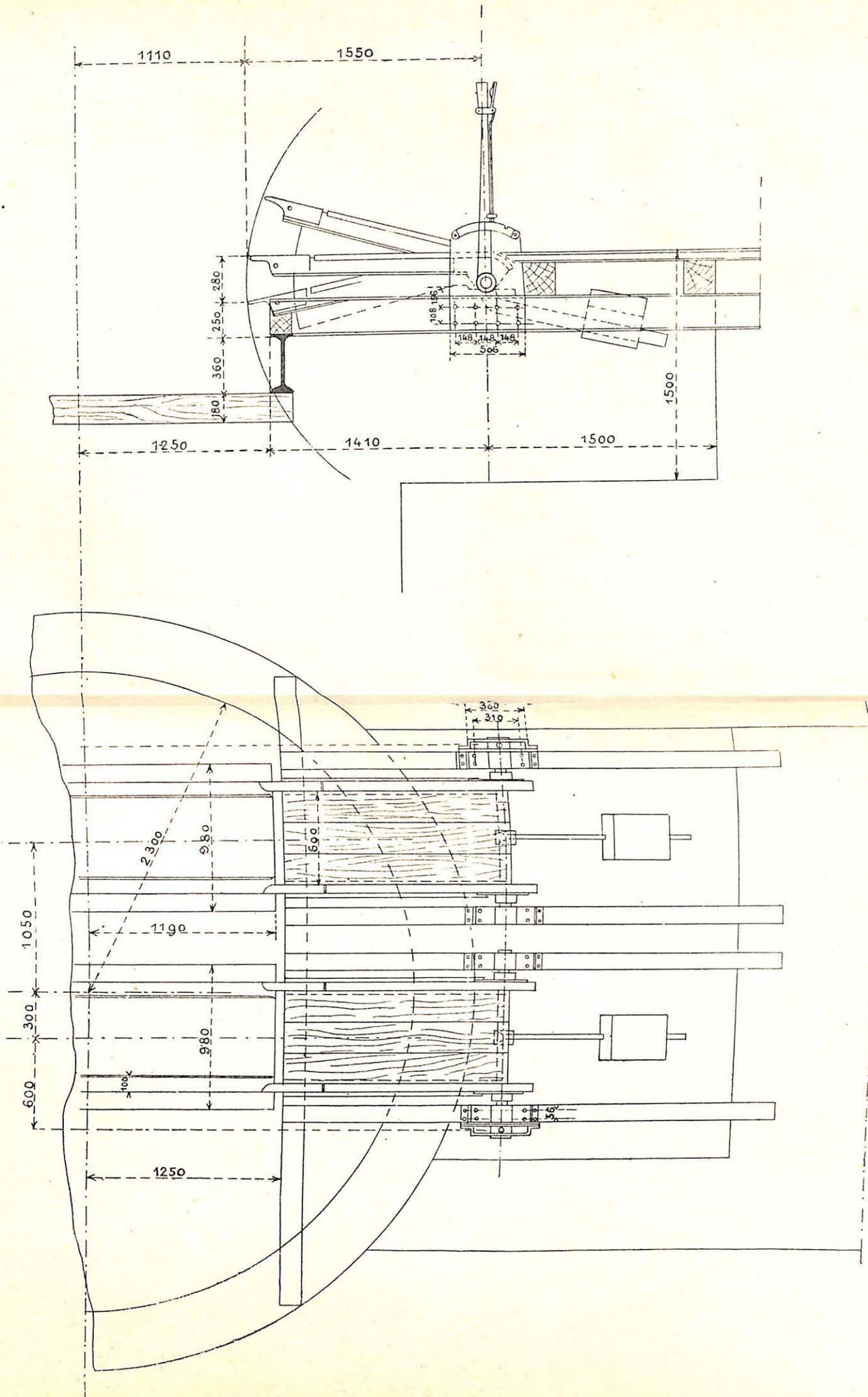


Fig. 8. — Plateforme de raccordement pour une recette de puits.

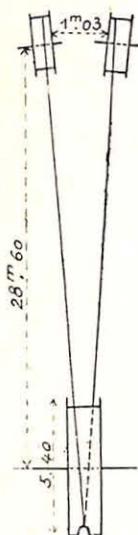


Fig. 7.

câble, en plaçant des cales derrière les crapaudines du côté intérieur (fig. 7).

» La distance entre l'axe des molettes et l'axe de la machine est de 28<sup>m</sup>60 en plan et 22 mètres en verticale.

» Le câble est réuni à la cage par l'intermédiaire d'une poulie à gorge où passe le câble. Les deux brins sont réunis par une série de carcans.

» Pendant les premiers jours de marche, le câble s'allonge assez fort; il y a différents moyens de le raccourcir. Après un mois de fonctionnement, l'allongement est réduit de 0<sup>m</sup>20 à 0<sup>m</sup>30 par semaine, puis, il diminue encore.

» La longueur du câble varie aussi avec la charge.

» Pour remédier à ces petits allongements, de façon à pouvoir encager dans le fond en même temps que l'on décape à la surface, on se sert de paliers mobiles de 1<sup>m</sup>550 de longueur pivotant autour d'un axe horizontal et portant à leur extrémité des becs qui vont reposer sur le plancher de la cage et permettent d'encager si même la cage est un peu plus haut ou plus

bas que le niveau du chargeage. Le bec est mobile autour d'un pivot; en cas d'oubli, il se rabat sans accident au passage de la cage.

» Les taquets ordinaires supportent la cage; ici, c'est l'inverse; la cage supporte les paliers et ceux-ci voyagent avec elle sur un parcours de 0<sup>m</sup>56.

» Je joins à mon rapport un plan de ces paliers; ils constituent un brevet allemand sous le nom de « plateformes mobiles Georges-Marie (voir ci-avant fig. 8). »

#### Affûtage des fleurets

M. l'Ingénieur **Renier** me remet la note suivante sur une machine pour l'affûtage des fleurets pour marteaux pneumatiques :

« Grâce à l'extension des distributions d'énergie, notamment des réseaux créés par les centrales de la Société d'Électricité du Pays de Liège et de la Compagnie d'Électricité du Pays de Seraing, nous assistons actuellement à une transformation profonde de l'outillage des carrières des districts montagneux. Nombreuses sont les installations nouvelles d'appareils de levage de toutes espèces : treuils, grues, extracteurs, ponts roulants, qui facilitent et accélèrent les

manutentions, jusqu'alors souvent bien pénibles. Nombreuses sont surtout les installations de compresseurs d'air, destinés à alimenter des marteaux pneumatiques. Grâce à ces ingénieux outils, le prix de revient des travaux au rocher se trouve, dans bien des cas, réduit dans la proportion de 8 ou 10 à 1.

» Ainsi qu'on le constate à chaque extension d'emploi d'un appareil, ceux qui viennent à l'utiliser, s'ingénient à en perfectionner l'application. C'est ainsi qu'une innovation très intéressante vient d'être réalisée dans l'usage des marteaux pneumatiques. Elle est due à l'habileté de M. Ernest Rorive, directeur technique d'une des plus importantes carrières de grès à pavés, ouvertes durant ces dernières années au Grand Bois d'Anthistes.

» La pratique a démontré que dans le cas de grès de dureté moyenne, comme le sont les psammites du Condroz, la forme de taillant des fleurets qui convient le mieux pour les marteaux pneumatiques, en raison même du mode de travail si particulier de ces outils, est celle d'une étoile à six pans, dont la face supérieure est rigoureusement normale à l'axe du fleuret (fig. 9) Le curage à

l'air comprimé, injecté par un trou central, est généralement adopté. Il ne présente d'ailleurs pas, dans les carrières à ciel ouvert, le danger constaté dans les travaux souterrains, où l'atmosphère limitée se charge d'un nuage de poussières quartzéuses éminemment nuisibles pour les organes respiratoires de l'ouvrier. L'étoile à six pans peut d'ailleurs être employée avec les fleurets dits tors, à curage par ruban hélicoïdal, bien que les taillants en Z sont souvent préférés pour les fleurets de ce type.

» La réfection des taillants émoussés par le battage peut devenir une véritable sujétion, lorsque l'on développe l'emploi des marteaux pneumatiques et encore lorsqu'en raison de la dureté de la pierre et par suite de la présence de « clous », la consommation de fleurets par marteau devient très importante.

» Cette réfection de taillants de fleurets réclame une certaine habileté. Elle nécessite fréquemment le concours de deux ouvriers. Elle demande un temps assez long. Enfin elle entraîne souvent l'ablation de la partie supérieure du fleuret, perte d'autant plus sensible que les aciers employés à la confection des fleurets sont de qualité, et que la confection de l'emmanchement est assez délicate et augmente le prix des fleurets.

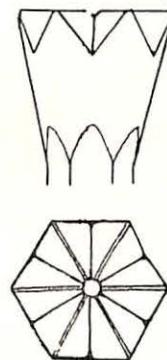


Fig. 9.

» M. Rorive a imaginé un appareil très simple qui permet à un ouvrier sans grande expérience d'affuter en une heure plus de 30 fleurets d'une longueur maxima de 6 mètres, et ce sans qu'il soit nécessaire de recouper les fleurets en cas de bris de dents.

» Cet appareil, représenté schématiquement par la figure 10, consiste en un banc métallique fait d'une poutrelle H couchée horizontalement et supportée par deux pieds, à l'extrémité duquel (côté gauche du croquis), est fixé un buttoir supportant la matrice, et sur lequel peut se déplacer un chariot constitué par un marteau du poids de 14 à 16 kilogs. à frappe très rapide, auquel sont adaptées deux paires de roues.

» Le fleuret, chauffé à un feu de forge avec soufflerie mécanique, est emmanché sur le marteau, et son taillant est appliqué contre la matrice. Le marteau, étant alimenté par de l'air comprimé à 6 kilogs

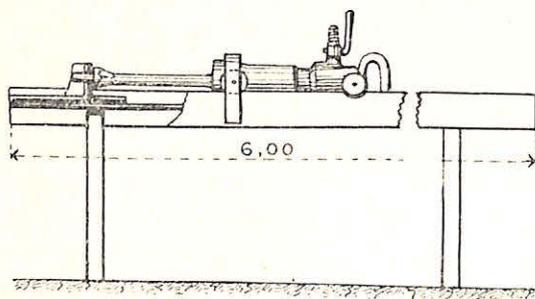


Fig. 10.

par centimètre carré, il suffit de 10 à 20 secondes de battage pour que le taillant soit rafraîchi. Pour que la chose soit possible, il faut évidemment que la matrice soit libre de tourner et puisse être entraînée par le fleuret. Un essai fait avec matrice fixe et fleuret immobile, par suite de la suppression du dispositif de rotation du marteau, n'a donné aucun résultat.

» Le fleuret est ensuite porté sur l'enclume. De quelques coups de marteau, l'ouvrier rabat légèrement les sommets de l'étoile, afin de combattre une usure trop rapide. La trempe est graduée. Elle se fait en plongeant le fleuret dans un bain d'eau à la surface duquel flotte une mince couche d'huile.

» L'opération complète, depuis le moment où le fer quitte le feu de forge jusqu'à celui où il est abandonné dans le bain d'eau, dure de 1 1/2 à 2 minutes.

» Les résultats obtenus sont hautement intéressants étant donnée l'extension croissante qu'acquiert l'usage des marteaux pneumatiques. Le procédé est perfectionné, puisqu'il provoque une compression de la matière, qui ne peut avoir que les meilleurs effets sur la qualité du métal. Il est d'ailleurs possible de préparer par ce système les taillants de tout type, mais je ne pourrais insister sur les multiples détails de mise au point de l'appareil sans dépasser les limites admises. »

#### Verres des lampes de sûreté

M. l'Ingénieur **Renier** a fait faire, au Charbonnage de Marihaye, un relevé de la consommation des verres des lampes de sûreté.

Je crois qu'il ne sera pas sans utilité de reproduire ici les résultats de ce relevé qui fait ressortir l'intérêt qu'il peut y avoir, tant au point de vue de la sûreté de la mine que de l'économie, à surveiller de près cette partie du service. — Voici comment s'exprime M. Renier :

« A diverses reprises, la question de la consommation des verres de lampes de sûreté utilisées dans les mines grisouteuses, a retenu l'attention des techniciens. C'est ce qui m'a engagé à solliciter, en 1908, de la Direction du Charbonnage de Marihaye une statistique spéciale, dont je crois intéressant de vous communiquer ci-après les résultats sous forme d'un tableau récapitulatif.

» On s'est borné à relever semestriellement à chacun des sièges, d'une part, le nombre de lampes distribuées, et, d'autre part, le nombre de verres remplacés. De ces deux chiffres, on a déduit la proportion de verres mis hors service pour 1,000 lampes distribuées.

SIÈGES	1908		1909		1910
	1 <sup>er</sup> semestre	2 <sup>me</sup> semestre	1 <sup>er</sup> semestre	2 <sup>me</sup> semestre	1 <sup>er</sup> semestre
<b>Nombre de lampes distribuées</b>					
Vieille-Marihaye . . . . .	112,615	113,952	110,975	115,600	119,997
Flémalle . . . . .	55,677	57,564	58,068	58,741	59,818
Many et Yvoz . . . . .	59,251	65,008	61,214	62,504	67,101
Fanny . . . . .	66,434	70,529	72,364	71,033	62,414
Boverie . . . . .	36,383	39,474	38,168	40,413	38,096
<b>Marihaye . . . . .</b>	<b>330,360</b>	<b>346,527</b>	<b>340,789</b>	<b>348,291</b>	<b>347,426</b>

SIÈGES	1908		1909		1910
	1 <sup>er</sup> semestre	2 <sup>me</sup> semestre	1 <sup>er</sup> semestre	2 <sup>me</sup> semestre	1 <sup>er</sup> semestre

## Nombre de verres remplacés.

Vieille-Marihaye . . .	1.199	1.716	1.195	985	1.375
Flémalle . . . . .	290	320	350	270	255
Many et Yvoz . . . .	353	496	599	652	1.136
Fanny . . . . .	1.079	895	990	690	705
Boverie . . . . .	310	300	240	190	250
<b>Marihaye . . . . .</b>	<b>3.231</b>	<b>3.727</b>	<b>3.374</b>	<b>2.787</b>	<b>3.721</b>

## Proportion de verres remplacés par 1,000 lampes distribuées

Vieille-Marihaye . . .	1.06	1.51	1.08	0.85	1.15
Flémalle . . . . .	0.51	0.56	0.60	0.46	0.43
Many et Yvoz . . . .	0.60	0.76	0.98	1.04	1.69
Fanny . . . . .	1.63	1.27	1.37	0.97	1.13
Boverie . . . . .	0.85	0.76	0.63	0.47	0.66
<b>Marihaye . . . . .</b>	<b>0.98</b>	<b>1.07</b>	<b>0.97</b>	<b>0.80</b>	<b>1.07</b>

» Un premier examen de ce tableau montre que pour l'ensemble de la mine, il y a eu des fluctuations dans la consommation de verres, mais qu'au total, la situation ne s'est guère modifiée au cours des cinq derniers semestres. On constate cependant de très grands écarts entre les consommations des différents sièges, et l'on remarque en outre qu'à un siège il y a réduction progressive de la consommation, tandis qu'à un autre la situation ne fait qu'empirer. Il ne peut donc être sans intérêt d'examiner plus à fond cette situation et de rechercher les facteurs qui ont influencé les résultats, car, de cette étude une leçon doit se dégager qui permettrait de réaliser un progrès.

» Je vous rappellerai d'abord que les cinq sièges de la concession utilisent exclusivement des lampes Wolf à benzine et à alimentation inférieure, avec fermeture magnétique à cliquet pivotant du type classique. Depuis le 2<sup>me</sup> semestre 1909, le siège Vieille-Marihaye se sert en outre, pour l'éclairage de ses chargeages, de lampes électriques portatives. Jusqu'au second semestre 1909, toutes les lampes Wolf étaient à mèches plates. Depuis lors on en a transformé un petit nombre pour l'emploi de mèches rondes. Les verres sont depuis

plusieurs années ceux que les Cristalleries du Val-Saint Lambert fournissent sous la marque *DS 4 VAL-SAINT-LAMBERT*.

» La lampisterie de chacun des sièges est dirigée par un chef lampiste, qui a sous ses ordres soit quelques femmes ou jeunes filles (Vieille-Marihaye, Fanny et Boverie), soit quelques gamins (Flémalle et Many-Yvoz). Un chef lampiste visite périodiquement les lampisteries et revise le matériel.

» Au début de 1909, lors d'un premier examen de la situation, je fus frappé de l'écart considérable du siège de Flémalle. Une enquête m'apprit que l'ancien usage de faire payer par l'ouvrier tout verre de lampe cassé avait été établi à ce seul siège. Il avait été supprimé lors de l'introduction des lampes à benzine, en présence des réclamations du personnel encore inexpérimenté dans le maniement des lampes et le réglage de la flamme. J'attirai l'attention de la Direction sur ce point. Les ingénieurs des sièges Fanny et Boverie décidèrent de faire une retenue pour perte d'outil pour chaque bris de verre de lampe. Cette retenue est de 25 centimes par verre, chiffre inférieur au prix de revient. Elle n'était que de 20 centimes au siège de Flémalle; elle fut également portée à 25 centimes à partir du 31 mars 1909.

» Il semble que ce renforcement de l'amende ait eu un heureux résultat au siège de Flémalle, et que l'établissement de l'amende aux deux autres sièges ait réduit la casse, surtout au siège Fanny. Si l'on constate une augmentation de consommation de verres à ce siège durant le premier semestre 1910, c'est qu'un relâchement s'est produit dans l'application des amendes, car, alors qu'au premier et au second semestres 1909, le montant des retenues faites de ce chef était de fr. 22-75 et fr. 14-25, il n'a été que de fr. 1-75 au premier semestre 1910.

» L'amende est donc nécessaire, si l'on veut arriver à réduire la consommation de verres de lampes et surtout, chose plus intéressante au point de vue de la sécurité, le nombre de verres brisés dans les travaux souterrains.

» Telle qu'elle est donnée ci-dessus, la statistique est, je le reconnais, assez sommaire. J'aurais voulu y joindre le nombre de verres remplacés pour bris dans les travaux souterrains. Malheureusement les éléments font défaut.

» D'après les chiffres des retenues faites au siège de Flémalle, on peut dresser le tableau suivant :

	Nombre de lampes distribuées	Nombre de verres cassés	Proportion de verres cassés par 1,000 lampes distribuées
1908 1 <sup>er</sup> semestre . . .	55,677	149	0.27
2 <sup>me</sup> » . . .	57,564	112	0.19
1909 1 <sup>er</sup> » . . .	58,068	93	0.16
2 <sup>me</sup> » . . .	58,741	94	0.16
1910 1 <sup>er</sup> » . . .	59,818	109	0.18

« Les lampistes renseignent à tous les sièges que la cause la plus fréquente, presque exclusive des bris de verres, est un échauffement exagéré : les lampes ont le verre complètement enfumé.

» Depuis la fin du mois de novembre 1909, 110 lampes à mèche ronde sont en usage au siège de Flémalle et 45 sont en service au siège Fanny depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1910. On n'en compte que 20 à Vieille-Marihaye et 6 au Many.

» A ne considérer que le siège de Flémalle, il semblerait que cette transformation n'ait pas eu le résultat auquel on devait s'attendre, étant données les idées qui ont cours sur les avantages des lampes à mèche ronde; mais la période examinée est trop courte pour qu'il soit permis de prendre des conclusions fermes. Les lampes à mèche ronde ont d'ailleurs comme qualité incontestable, d'avoir une flamme plus stable, résistant mieux aux chocs, et encore à l'ébranlement causé par le tir des mines. Leur consommation, d'après l'expérience qui en a été faite à Marihay, est inférieure d'un tiers à celle des lampes à mèche plate.

» La consommation des verres de lampes est influencée par d'autres facteurs que le bris dans les travaux souterrains. L'opalisation constatée au début de la fabrication des verres spéciaux, s'est encore manifestée à diverses reprises. Certaines fluctuations lui sont imputables.

» Enfin le soin apporté au service du nettoyage intervient pour une large part dans la consommation. Les verres s'ébrèchent aisément s'ils sont posés trop rudement sur les tables en tôle des lampisteries à benzine. C'est au manque de soins que je suis porté à attribuer en grande partie la consommation exagérée du siège Many. »

### Façonnage mécanique des bois de mine

Mon rapport sur le 2<sup>me</sup> semestre 1908 donnait quelques renseignements sur le façonnage mécanique des bois de mine. M. l'Ingénieur **Renier** me fournit sur ce même sujet les quelques renseignements complémentaires que voici :

« A l'occasion de mon rapport sur le second semestre 1908, je vous ai donné quelques renseignements sur le façonnage mécanique des bois de mine aux Charbonnages de Marihay. Cette note a été publiée dans les *Annales des Mines de Belgique* (t. XIV, p. 1030).

» Je crois intéressant de compléter les renseignements que je vous ai donnés à cette époque, en les poursuivant pour l'exercice 1909 et le premier semestre 1910. A titre de comparaison, j'y joins les données relatives aux années 1906 et 1907, que la Direction de ces charbonnages a eu l'obligeance de faire réunir à mon intention. Toutefois la consommation du siège le plus important n'ayant pu être établie exactement pour cette période, a dû être évaluée approximativement.

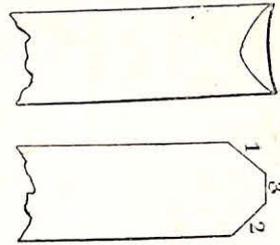
» Ainsi que je croyais pouvoir conclure dans ma première note, il semble bien que le façonnage mécanique des bois n'ait pas entraîné de diminution du nombre des accidents dus aux coups de hache. Toutefois les résultats du premier semestre 1909 sont assez encourageants. L'augmentation du risque qui s'est produite dans la suite, résulte peut-être de l'arrêt presque simultané des exploitations de plusieurs couches minces.

» Les bois de taille façonnés mécaniquement sont en effet utilisés surtout dans les couches de faible ouverture où la préparation sur place des bois est assez délicate, surtout dans les dressants, comme c'est généralement le cas aux Charbonnages de Marihay.

» Si le façonnage mécanique des bois de mine n'entraîne pas une diminution sensible du risque professionnel, il procure en tous cas à l'ouvrier un réel gain de temps. C'est pourquoi les Charbonnages de Marihay continuent à faire préparer un tiers à un quart des bois consommés, ou plus exactement environ la moitié des bois de taille, car le façonnage des bois de voie a été abandonné, vu son peu d'utilité. Les montants de voie sont en général posés ici « à selle ». Cette selle varie d'allure suivant l'inclinaison du montant.

» La scierie de Flémalle ne prépare donc plus actuellement que

des bois de taille d'une longueur maximum de 90 centimètres. Le façonnage de la tête est obtenu en trois coups, deux pour les flancs



et le troisième pour la selle. Le travail se fait à la scie à ruban et réclame, quant à la selle, un réel tour de main. Un ouvrier prépare 600 bois par journée de 10 heures de travail effectif.  
» On façonne en outre des coins, mais de façon moins active.

	1906		1907		1908		1909		1910
	1er semestre	2me semestre	1er semestre						
Nombre total d'accidents . . . . .	611	682	649	605	637	664	647	647	611
— d'accidents dus aux coups de hache .	28	48	36	38	32	42	27	35	35
— — en façonnant des bois de taille	15	27	21	22	21	29	16	21	23
— — — des bois de voie.	11	13	9	10	7	7	4	6	8
— — — des coins. . . . .	»	1	2	1	3	6	2	3	2
— — divers . . . . .	2	7	4	5	1	»	5	4	2
Proportion d'accidents dus aux coups de hache	4.58	7.04	5.55	6.28	5.03	6.33	4.18	5.41	5.73
Nombre de journées de { hacheurs . . . . .	44,680	46,800	49,390	48,330	49,760	50,850	49,400	46,730	46,870
présence { ouvriers du fond .	265,600	270,070	267,710	267,600	271,320	283,810	269,180	269,750	265,760
Consommation totale de bois. { de taille . .	234,100	222,083	280,198	236,499	254,104	286,514	322,996	247,277	210,326
{ de voie . .	137,442	142,591	124,008	138,687	71,839	78,198	97,308	93,443	136,202
<b>Ensemble</b>	<b>371,542</b>	<b>364,674</b>	<b>394,206</b>	<b>375,186</b>	<b>325,943</b>	<b>364,712</b>	<b>420,304</b>	<b>340,720</b>	<b>346,528</b>
Nombre de bois façonnés à la machine . . . . .	»	»	»	»	»	91,865	88,367	119,187	83,719
Id., id., en % de bois consommés . . . . .	»	»	»	»	»	25.2	21.0	35.0	24.2
Nombre d'accidents dus aux coups de hache par 1,000 bois consommés . . . . .	0.75	1.31	0.91	1.01	0.98	1.15	0.64	1.03	1.01

$$\frac{182}{3,184} = 5.72$$

$$\frac{182}{1,831,551} = 0.994$$

$$\frac{139}{2,569} = 5.41$$

$$\frac{139}{1,472,264} = 0.945$$

# LE BASSIN HOUILLER

## DU NORD DE LA BELGIQUE

MÉMOIRES, NOTES ET DOCUMENTS

### La situation au 1<sup>er</sup> juillet 1910<sup>(1)</sup>

*Extrait du rapport de M. V. LECHAT*

Ingénieur en chef, Directeur du 7<sup>me</sup> arrondissement des mines, à Liège

#### SUR LES TRAVAUX DU 1<sup>er</sup> SEMESTRE 1910

M. l'Ingénieur **Lebens** m'expose en ces termes la situation des travaux dans le nouveau bassin du Nord de la Belgique :

**1. Charbonnages A. Dumont.** — Des tours de fonçage, semblables à celles de Beeringen, ont été édifiées aux emplacements des puits n<sup>os</sup> 1 et 2 sur des avant-puits de 12<sup>m</sup>50 de diamètre et de 5 mètres de profondeur.

Au puits n<sup>o</sup> 1, on a déjà foré, jusqu'à la profondeur de 435 mètres, 4 des 34 sondages de congélation à faire sur une circonférence de 11 mètres de diamètre. Quatre autres sondages sont en cours d'exécution.

Le bâtiment de la centrale, de 42 × 42 mètres d'étendue, est sous toit et l'on y commence les fondations des machines.

La halle des chaudières, adossée à la centrale, abrite déjà quatre chaudières Bailly-Mathot, de 350 mètres carrés de surface de chauffe, timbrées à 12 kilog., avec économiser et surchauffeur. L'on construit la cheminée en béton, qui aura 50 mètres de hauteur avec 2<sup>m</sup>75 de diamètre au sommet et qui portera un réservoir d'eau de 400 mètres cubes situé à 25 mètres de hauteur.

(1) Voir La situation au 1<sup>er</sup> janvier 1910, *Annales des Mines de Belgique*, t. XV, pp. 1343 et suivantes.

Près du siège, on édifie une maison pour le Directeur, deux pour les Ingénieurs et treize groupes de quatre habitations ouvrières. Deux de ces groupes serviront provisoirement d'école, un d'église et un d'hôtel.

Le charbonnage occupe actuellement 38 ouvriers, la firme Foraky 65 et les autres entrepreneurs 150 à 200.

**2. Charbonnages des Liégeois.** — Le sondage n<sup>o</sup> 82, qui avait trouvé le houiller à 551 mètres, a été arrêté à la cote 562 pour procéder à des essais de cimentation des terrains surmontant directement le houiller.

Le puits n<sup>o</sup> 1 occupera l'emplacement du n<sup>o</sup> 82 et le puits n<sup>o</sup> 2 se trouvera à 100 mètres de distance. On va y faire un sondage de reconnaissance des morts-terrains.

Le mode de creusement des puits n'est pas encore arrêté ; on congèlera probablement jusqu'au crétacé, à 340 mètres environ, après cimentation de la partie inférieure jusqu'au houiller, comme à Beeringen.

Déjà l'on a commencé les installations de surface : voies ferrées, fondations de la centrale, de 4 chaudières et d'une cheminée. On fabrique des moellons et des briques, à l'aide de ciment, de sable, de gravier et de laitier, semblables à celles de Beeringen.

Le siège se trouvant dans une région très aride, la Société a acheté des terrains à Asch, dans la concession André Dumont, pour y construire des maisons ouvrières. 10 groupes de 2 habitations sont déjà sous toit.

Le charbonnage occupe une trentaine d'ouvriers.

**3. Charbonnages de Helchteren-Zolder.** — La Société a décidé de créer son premier siège près du sondage n<sup>o</sup> 79 à Voört (Zolder) et elle essaie d'acheter les terrains nécessaires.

L'installation projetée comprend 80 hectares de terres cultivées, traversées par deux chemins. La moitié des terrains est déjà acquise, des négociations se poursuivent pour l'autre moitié et pour obtenir la suppression des deux chemins. On espère aboutir sans devoir recourir à l'occupation.

Le raccordement au chemin de fer ne pourra être tracé que lorsque l'Etat aura arrêté le tracé de la ligne Houthaelen-Oostham.

Il est donc peu probable que les travaux du premier siège de cette Société puissent être entamés avant la fin de l'année.

4. **Charbonnages de Ressaix-Leval-Péronnes-Sainte-Aldegonde et Genck.** — La tour de fonçage du puits n° 1, semblable à celle de Beeringen et d'André Dumont, a été édifée et trois sondages de congélation étaient déjà en cours d'exécution à la fin du semestre précédent. L'avant-puits mesure 14 mètres de diamètre et 6<sup>m</sup>50 de profondeur. Les 34 sondages à forer sur une circonférence de 11 mètres de diamètre, iront jusqu'à 400 mètres dans la marne compacte peu aquifère.

On commence la tour du deuxième puits.

L'on est occupé à construire vingt maisons ouvrières et une maison d'ingénieur, et l'on prépare les fondations de divers bâtiments qui n'auront que les dimensions strictement nécessaires. Contrairement à ce qui se passe dans les autres concessions, les installations sont considérées ici comme provisoires. On ne fera pas de centrale électrique et les machines frigorifiques seront actionnées par des moteurs à vapeur de 250 chevaux.

Le charbonnage occupe 110 ouvriers et la Société Foraky 45.

5. **Charbonnages de Beeringen.** — Le sondage n° 77 a été arrêté le 28 mars dernier à la profondeur de 1,491 mètres, après avoir atteint le houiller à 612 mètres. Il avait traversé 20 couches de plus de 0<sup>m</sup>40 de puissance, formant un total de près de 19 mètres de charbon exploitable.

La partie supérieure de ce sondage, qui a été conservée, donne une source d'eau jaillissant à 12 mètres de hauteur environ. L'altitude de l'orifice du sondage se trouvant à 37 mètres, le niveau piézométrique s'établit à la cote 49. Cela correspond au niveau observé à Genck (Dumont), où le sondage se trouve à 80 mètres et contient de l'eau jusqu'à 30 mètres de profondeur.

Au puits n° 1, la Société Foraky a exécuté les 30 sondages de congélation à 330 mètres de profondeur, qui ne sont pas encore tous vérifiés. Certains présentent une déviation de 5 mètres et devront être recommencés. En attendant, on est occupé à approfondir 10 de ces sondages jusqu'à 390 mètres, pour cimenter la passe de 378 à 390 mètres composée de sable vert et de craie friable qui donne de l'eau jaillissante.

Ensuite, les 10 sondages seront poussés jusque 625 mètres pour cimenter, en remontant, de 625 à 390 mètres avant de commencer la congélation.

Ces travaux de cimentation seront exécutés par la Société de

fonçage de Puits « Franco-belge ». On compte que la congélation commencera à la fin de l'année.

Au puits n° 2, on a édifé une tour semblable à celle du puits n° 1 et l'on y transférera les appareils de forage du n° 1 lorsque les 10 sondages auront atteint 390 mètres de profondeur. Il faudra des appareils plus puissants pour les pousser jusque 625 mètres.

On a installé une première batterie de quatre chaudières Babcock et Wilcox de 300 mètres carrés de surface de chauffe, timbrées à 13 kilog., avec surchauffeurs et économiseurs Green.

Elles alimenteront deux turbines à vapeur de 1,460 chevaux du type combiné Brown-Boveri-Parsons, comprenant deux roues d'action à haute pression et une partie à basse pression où la vapeur agit par réaction. Ces turbines actionneront directement des alternateurs fournissant du courant pour les machines frigorifiques et autres.

Le bâtiment de la centrale étant utilisé complètement pour les machines, l'atelier et les bureaux, on en édifé un autre pour le magasin.

On est occupé à construire des maisons d'employés et d'ouvriers : ces dernières étant destinées surtout au personnel des entrepreneurs car le recrutement de la main-d'œuvre se fait facilement sur les lieux.

Le charbonnage occupe une centaine d'hommes et il faut en compter autant pour les entrepreneurs.

6. **Charbonnages de Limbourg-Meuse.** — Le sondage n° 76 a été arrêté le 19 mai 1910 à la profondeur de 1,402 mètres après avoir recoupé 13 couches de plus de 0<sup>m</sup>40 formant un total de 9<sup>m</sup>50 de charbon. A partir de 728 mètres, il n'a plus découvert que 3 couches situées à 1,005 et 1,099 mètres.

Le sondage n° 81 (1), placé à 1,100 mètres au nord du précédent, a été également arrêté le 21 mai à 974 mètres de profondeur. Après avoir traversé le houiller à 469 mètres, il a traversé 17 couches exploitables, formant un total de 14<sup>m</sup>50 de charbon, qui surmontent la zone stérile.

Les couches des sondages nos 81, 76, 63 et 21 ont pu être raccordées : on estime que le 81 a recoupé successivement les couches du 63, du 76 et du 21. Les nos 81 et 63 ont rencontré les mêmes

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. XVI, 1<sup>re</sup> livr.

couches à même profondeur et déterminent donc la direction du terrain houiller en cet endroit.

Mais les couches des sondages n<sup>os</sup> 76 et 81 n'ont pu être raccordées à celles du n<sup>o</sup> 20 ni à celles du n<sup>o</sup> 45 qui sont plus grasses.

La Société projette d'établir son premier siège à 200 mètres au nord du n<sup>o</sup> 81 afin d'avoir un champ d'exploitation suffisant au midi du puits.

Le grand bâtiment, situé au sud du sondage n<sup>o</sup> 76, abrite déjà les bureaux.

La Société de Limbourg-Meuse se propose d'exécuter un sondage entre les n<sup>os</sup> 53 et 45 en vue de la création d'un deuxième siège.

## NOTES DIVERSES

### ESSAIS

#### D'IMMUNISATION DE MINES ITALIENNES

CONTRE

#### L'ANKYLOSTOMASIE

Nous trouvons dans la dernière livraison (du 11 avril 1911) de la *Rassegna mineraria* un nouvel article de M. Camerana, Ingénieur en chef du district minier de Bologne, sur des expériences faites dans des mines italiennes, au sujet de l'immunisation des mines à l'égard de l'Ankylostomiasie par l'emploi du sel marin.

Cet article, dont voici la traduction, fait suite à celui du même ingénieur que nous avons donné en traduction dans la 3<sup>e</sup> livraison du tome XIV (1909) des *Annales des Mines de Belgique*, pp. 1107 et suivantes.

G. W.

Nous avons rendu compte précédemment d'un essai d'immunisation contre l'ankylostomiasie effectué en 1908 dans les mines de soufre de *Busca* et de *Formignano* dans les environs de Cesena. Ces mines appartiennent à la Société Trezza Albani. — Cette expérience consistait à comparer les résultats obtenus par le système d'immunisation des chantiers par l'épandage du sel employé dans la mine de *Formignano* avec ceux donnés par l'emploi de la chaux dans la mine de *Busca*. Elle fut continuée en 1909 et se termina en 1910.

De mai 1908 à juillet 1919 on employa pour cette expérience 700 quintaux de sel provenant du dépôt d'Ancône et fournis gratuitement par le Ministère des Finances. A partir de juillet 1909, le

sel nécessaire fut fourni par le Ministère de l'Agriculture et vint du dépôt de Cervia. On en employa 500 quintaux en le mélangeant, comme d'ailleurs on l'avait fait jusqu'alors, de sulfate de fer dans la proportion de 1.5 %.

Pendant l'année 1909, on tint en observation à l'hôpital de Cesena 14 ouvriers chez qui l'on pouvait supposer la présence d'ankylostomes. De ces 14 ouvriers, 4 seulement appartenant à la mine de Formignano furent déclarés réellement infectés. Cette minime proportion de malades (4 sur 430), ne pouvait fournir un criterium certain de l'état hygiénique du personnel ouvrier, car les recherches médicales n'avaient porté que sur un nombre trop restreint d'individus, c'est-à-dire seulement sur les hommes ayant l'aspect maladif, et non sur toute la masse des ouvriers.

Quoi qu'il en soit, si l'on tient compte du fait que les années précédentes, c'est-à-dire de 1900 à 1909, pendant lesquelles on n'envoyait à l'hôpital que les ouvriers qui en faisaient la demande, on avait eu à soigner environ 20 % des ouvriers employés, on ne peut nier que l'on ait obtenu une amélioration notable des conditions hygiéniques dans la mine en question.

Durant le premier semestre de 1910, le nombre des ouvriers mis en observation fut de 16, mais de ces 16, 4 seulement étaient infectés dont 2 employés à la mine de Formignano et 2 à celle de Busca. La maladie paraissait donc se propager très peu, mais on ne pouvait affirmer que ce résultat excellent correspondait à la réalité, car on n'avait mis en observation que les ouvriers qui en avaient fait la demande.

Pour se rendre compte de l'état réel des choses et émettre une opinion fondée sur l'efficacité du système, il fallait soumettre à l'examen tous les ouvriers; il n'était cependant pas possible d'envoyer le personnel tout entier à l'hôpital de Cesena, comme on l'avait fait en 1908, soit à cause de la grave perturbation que cela aurait de nouveau apporté dans le travail de la mine, soit à cause de la difficulté à décider les ouvriers à se soumettre aux ennuis d'un séjour à l'hôpital, soit enfin à cause des frais considérables que l'opération aurait nécessités et auxquels la caisse « Anchylostoma » n'était pas en état de faire face. On se décida, en conséquence, pour un examen, dans la mine même, des selles de tous les ouvriers, un à un.

Cet examen se fit dans le cours du mois de septembre par M. Morigi, attaché à l'hôpital de Cesena. Les dispositions prises permirent à l'enquête de se dérouler régulièrement. Le personnel

entier fut examiné; il comprenait 402 individus, dont 202 attachés à la mine de Formignano et 200 à celle de Busca.

L'examen microscopique permit de constater la présence de l'ankylostome dans les selles de 29 individus. Chez 54 autres, on constata la présence de vers intestinaux. Quoique ces derniers ne pussent être considérés comme atteints d'ankylostomie, ils n'en furent pas moins soumis, avec les 29 premiers, à un examen complémentaire à l'hôpital de Cesena.

Ce second examen confirma, pour ainsi dire, les résultats de la première enquête: 21 ouvriers furent reconnus infectés par l'ankylostome, 14 de la mine de Formignano et 7 de la mine de Busca.

Comme il fallait s'y attendre, la proportion d'ouvriers infectés fut supérieure à ce qu'on aurait pu supposer si on avait tiré des conclusions générales des résultats de 1909 et du premier semestre de 1910. Il n'en est pas moins vrai que la proportion réelle (5.2 %) d'ouvriers infectés est notablement inférieure à celle constatée lors de l'enquête générale de 1908 avant l'expérience d'immunisation; on comptait alors 164 infectés sur 429 ouvriers, soit donc une proportion de 38 %.

Sans aucun doute, l'enquête générale de 1908 n'est pas étrangère à l'amélioration indiscutable constatée dans les conditions hygiéniques des mines en question sous le rapport de l'ankylostomie, en ce sens qu'elle a permis de constater que plusieurs individus qu'on croyait sains étaient en réalité infectés et par suite les guérir, mais on ne peut plus nier l'influence de la stérilisation locale. En fait, avant cette stérilisation, la proportion des ouvriers soumis à la cure avait varié dans les limites suivantes:

1900	.	.	.	.	.	10.1 %
1901	.	.	.	.	.	19.5 »
1902	.	.	.	.	.	23.3 »
1903	.	.	.	.	.	15.2 »
1904	.	.	.	.	.	22.5 »
1905	.	.	.	.	.	25.6 »
1906	.	.	.	.	.	16.6 »

Les chiffres ci-dessus montrent que les soins donnés aux ouvriers malades n'exerçaient aucune influence sur les conditions générales d'hygiène puisqu'on ne peut constater aucune diminution continue du nombre des malades et que celui-ci au contraire oscillait sans norme aucune.

Quant à l'efficacité relative des deux moyens de prophylaxie employés, les résultats de la dernière enquête tendraient à faire conclure à l'infériorité du système d'immunisation par le sel sur celui de la chaux. En effet, nous voyons qu'à Formignano, la proportion d'ouvriers infectés fut de 6.9 % tandis qu'à Busca elle fut de 3.5 %.

Sans attribuer à ces chiffres une signification absolue, on peut cependant en retenir que le système par la chaux ne s'est pas montré inférieur à celui par le sel. De plus, le coût de la chaux est sensiblement moindre et son emploi ne donne pas lieu à la formation de cette boue qu'engendre le sel à cause de sa déliquescence : enfin, plusieurs ouvriers, surtout ceux occupés au chargement des wagons, se sont plaints à diverses reprises de l'inconfort que leur causait le sol des galeries rendu glissant par la présence du sel répandu. Pour toutes ces raisons, on a décidé de s'en tenir dans les deux mines de Busca et de Formignano au seul emploi de la chaux pour l'épandage dans les galeries souterraines et la désinfection des latrines mobiles.

Dans le but de pouvoir arrêter un retour offensif possible de la maladie et de se rendre toujours compte de sa diffusion, on a décidé de renouveler au moins une fois l'an l'examen général des selles des ouvriers suivant la méthode employée en septembre dernier et de soumettre à la cure les ouvriers qui seraient trouvés infectés ; en outre, on continuera à exiger que tout ouvrier, avant d'être embauché, subisse à l'hôpital de Cesena un examen préalable permettant de constater qu'il n'est pas infecté.

## BIBLIOGRAPHIE

**Les Explosifs modernes.** par PAUL-F. CHALON. — Ed. Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, Paris. — Prix : 25 francs.

C'est une 3<sup>e</sup> édition, mais entièrement remaniée et mise tout-à-fait *up to date*, du livre bien connu de M. Chalon.

Remarquablement documenté, contenant un grand nombre de données utiles, formules, etc., qu'un index alphabétique permet de retrouver aisément comme dans un dictionnaire, au fur et à mesure des besoins, ce livre constitue un véritable traité sur la matière ; l'auteur, tout en faisant connaître l'état de la question ainsi que les idées et théories reçues, y expose aussi ses idées personnelles et donne, sur des questions d'actualité, certains aperçus originaux.

Dans la première partie de l'ouvrage, M. Chalon fait connaître les divers et nombreux matériaux que l'on met en œuvre dans la fabrication des explosifs. D'abord les matières inorganiques, avec un chapitre spécial consacré aux chlorates et perchlorates. Puis, les matières premières organiques, parmi lesquelles les composés nitrés de toutes sortes qui jouent un rôle si important dans la technique des explosifs ; les celluloses et les nitrocelluloses, d'une part, la glycérine et les nitroglycérines, d'autre part, sont examinées avec tout le soin que comporte leur importance toute spéciale.

Une deuxième partie traite des explosifs eux-mêmes et de leur fabrication. Au point de vue des mines, parmi les plus intéressants, sont évidemment les explosifs à base de nitroglycérine, qui sont examinés à part dans deux chapitres spéciaux, et les explosifs de sûreté.

Dans le chapitre consacré à ces derniers, l'auteur, faisant d'abord, en quelques mots justice de certaines idées que l'on voit trainer encore çà et là sur de vagues dangers plus ou moins théoriques dont l'évocation n'a d'autre effet que d'égarer l'opinion des directeurs de charbonnages, signale carrément les explosifs comme la grande cause de danger, au point de vue des explosions de grisou et de poussières, dans les mines modernes. La question des explosifs de sûreté acquiert ainsi une grande importance.

L'auteur expose ce qui a été fait dans cet ordre d'idées dans divers pays. Parlant de la notion féconde du *retard à l'inflammation*, il estime qu'il constituerait une garantie contre les dangers du grisou si la décomposition de l'explosif se faisait complètement. « Mais il n'en est rien, dit-il ; avec les moyens insuffisants dont on dispose actuellement pour mettre le feu aux charges, celles-ci se décomposent par phases successives incomplètes, et en projetant hors du trou de mine des flammes et des matières incandescentes susceptibles d'enflammer les mélanges grisouteux. »

M. Chalon revient avec insistance sur cette question de la décomposition complète et instantanée qui, d'après lui, assurerait à elle seule la sûreté de la plupart des explosifs, même de la dynamite gomme.

Il va de soi qu'il y a lieu de n'accepter qu'avec quelques réserves une manière de voir aussi absolue, sans compter que les moyens d'obtenir avec certitude cette décomposition complète ne sont pas explicitement indiqués.

Il n'en est pas moins vrai que les différences, parfois notables, d'avec les prévisions théoriques, constatées, dans le mode de décomposition des explosifs, toutes les fois que des constatations positives ont été faites, tendent à justifier, dans une certaine mesure, les doutes émis par M. Chalon sur beaucoup d'idées généralement admises relativement aux explosifs de sûreté.

Les mêmes doutes, et pour les mêmes raisons, sont également émis, quant aux calculs usités et aux procédés en usage pour la détermination de la puissance des explosifs.

M. Chalon en arrive à préconiser, pour cette détermination, la comparaison directe de l'effet utile, dans les conditions mêmes de la mine, avec un explosif étalon, qui serait la dynamite n° 1, et il donne des exemples de la façon d'opérer soit en charbon soit en roche.

Le moyen proposé est assurément le seul qui soit absolument de tout repos. On ne peut y objecter que la difficulté pratique de réaliser dans la mine même cette série d'essais « en grandeur naturelle » et notamment celle de trouver, pour effectuer tous ces essais consécutifs, des conditions suffisamment identiques.

Signalons encore, dans le beau livre de M. Chalon, les indications sur les cordons détonants, dont l'emploi favoriserait la détonation complète des explosifs, les renseignements pratiques sur le placement et le creusement des mines, les méthodes d'épreuve de la stabilité des explosifs, les législations et réglementation en cours, etc.

Tout cela (et bien d'autres choses) qu'il serait trop long d'énu-

mérer, est contenu dans un beau volume de 800 pages, édité avec un grand soin et clairement illustré. V. W.

—  
**La catastrophe des Charbonnages de Whitehaven** (*Explosion and underground fire at the Wellington pit, Whitehaven Colliery*).

Rapport officiel par R. A. S. REDMAYNE, Inspecteur en chef des mines, et SAMUEL POPE, avocat.

Le *Home Office* vient de publier les résultats de l'enquête sur la catastrophe de Whitehaven, survenue le 11 mai 1910, à 7 h. 45 du soir, peu après l'arrivée du 3<sup>e</sup> poste dans les travaux. La mine sinistrée se trouve dans le Cumberland, aux confins de la ville de Whitehaven, et tout contre la mer, sous laquelle les exploitations du puits Wellington sont exclusivement pratiquées. Deux puits, le puits d'extraction et le puits d'exhaure, servaient à l'entrée d'air, un puits au retour ; la profondeur d'extraction est de 231 mètres ; les travaux sont pratiqués dans la couche *Main Band* qui s'enfonce sous la mer en pente douce (5 %) ; l'ouverture totale de cette couche est de 3<sup>m</sup>45 environ, dont 3<sup>m</sup>07 de charbon ; le système d'exploitation est encore la méthode par « bord and pillar », les piliers étant déhouillés, autant que faire se peut, en se retirant vers les voies principales de roulage. Les trois chantiers d'exploitation en activité greffés sur les voies de roulage, étaient très distants des puits et situés respectivement le n° 3 à 4,425 mètres (2 3/4 milles), le n° 5 à 5,030 mètres (3 1/8 milles et le n° 6 à 5,630 mètres (3 1/2 milles) du pied du puits d'extraction.

La couche était sèche et assez poussiéreuse, et dégageait du grisou ; en temps normal, dit M. Redmayne, le courant d'air dans la voie principale de retour contenait environ 2 % de grisou. M. Redmayne attribue ce pourcentage élevé à la fois à la ventilation insuffisante, que l'on était en train d'améliorer, et au caractère grisouteux de la veine. La production journalière était de 800 à 850 tonnes.

On ne faisait usage d'explosifs qu'au creusement d'une galerie en pierre, et l'équipe qui venait de quitter les travaux avait précisément, en terminant son travail, tiré les mines, ce qui fait qu'aucun tir n'avait lieu au moment de l'explosion. Les explosifs doivent être complètement mis hors cause dans l'origine de la catastrophe.

Les ouvriers faisaient usage de lampes de sûreté à *simple toile*, cuirassées, type Clanny, à fermeture magnétique, alimentées d'huile minérale.

L'enquête a établi qu'il s'agit d'une explosion de grisou causée par une lampe endommagée ou défectueuse, et aggravée par les poussières. L'origine de l'explosion paraît incontestablement être dans le chantier n° 3 (le plus rapproché du puits), où l'on procédait, à proximité des éboulis formant le remblai des parties abandonnées, à la reprise des piliers en battant en retraite vers les voies principales de roulage. Des lampes y ont été retrouvées brisées en plusieurs endroits sans qu'on puisse, avec certitude absolue, fixer l'origine exacte de l'explosion ; celle-ci a été suivie d'incendies qui ont coupé la retraite aux ouvriers ; le plus important se produisit dans la voie de roulage (entrée d'air), à hauteur du chantier n° 3 sinistré.

Il semble qu'un temps précieux ait été perdu au début des tentatives de sauvetage par les premiers sauveteurs qui s'attardèrent auprès de deux victimes rencontrées non loin des puits, ce qui permit à l'incendie, alimenté par le courant d'air, de prendre une extension telle que tout moyen de lutte directe était devenu impossible. Deux premiers appareils respiratoires arrivèrent le lendemain soir, mais sans lampes électriques ; deux autres appareils, du type Aerolith, arrivèrent en même temps, mais sans l'air liquide indispensable, dont une provision arriva postérieurement. Après quelques tentatives, il fallut fermer la mine ; elle ne fut rouverte que dans la seconde moitié de septembre.

D'après les constatations médicales, parmi les 133 victimes, 12 furent tuées sur le coup par la violence de l'explosion, 35 manifestement empoisonnées par l'oxyde de carbone ; 30 périrent du chef de brûlures et de la commotion, 56 par asphyxie par les fumées, avec *peut-être* empoisonnement par l'oxyde de carbone.

Il est superflu d'insister sur le danger que présente, dans une veine grisouteuse, le système d'exploitation utilisé, où la partie défilée constitue un formidable réservoir de grisou, à proximité duquel les ouvriers occupés à l'enlèvement des piliers doivent constamment travailler. M. le Professeur Galloway, dans une intéressante note donnée en annexe au rapport, montre comment, à son avis, dans le cas présent, la fermeture de deux anciennes communications qui permettaient un certain drainage de ce réservoir, a augmenté encore le danger.

Un autre point qui frappe en jetant un coup d'œil sur le plan des travaux, est la disposition du circuit d'aérage, formé par les voies principales parallèles d'entrée et de retour d'air, séparées par un faible massif traversé par de nombreuses recoupes, fermées par des

portes ou des stoupures ; sur ces longues galeries, qui s'allongent à 5,000 mètres des puits, se greffent, en dérivation, les courants spéciaux à chaque district, partant de la voie d'entrée, parcourant les fronts de travail et revenant tous à la galerie de retour d'air : de la sorte, aucune indépendance des chantiers, et en fait, les ouvriers des deux chantiers 5 et 6, plus éloignés que celui où l'explosion s'est produite, ont eu la retraite coupée d'une part par les fumées du retour général, d'autre part par les incendies dans les voies d'entrée d'air. Les corps des ouvriers de ces chantiers ont été retrouvés bien loin de leur poste de travail ; ceux du chantier extrême (n° 6) ont été retrouvés la plupart dans la voie principale d'entrée d'air, à plus de 1,000 mètres de leur poste ; ces ouvriers voulant gagner le puits ont été arrêtés par les fumées de l'incendie de la voie d'entrée et sont morts rapidement, car leurs provisions n'étaient pas entamées ; ceux du chantier n° 5 ont été retrouvés groupés dans la voie d'entrée d'air de leur chantier, mais ont survécu un certain temps, car la plupart avaient épuisé leurs provisions.

L'enquête a révélé un manque d'organisation du contrôle des lampes, ce qui laisse des doutes sur la sécurité de l'éclairage, surtout que le type à simple toile, supposé en parfait état, ne présente pas un haut degré de sécurité malgré la cuirasse.

Les effets mécaniques de l'explosion n'ont pas été très violents et se sont surtout fait sentir vers les voies de roulage, ce qui s'explique par la présence de poussières servant d'aliment et de véhicule à la flamme. Celle-ci s'est arrêtée à proximité d'une partie de voie humide et elle ne s'est propagée que dans le seul chantier n° 3.

En somme, la catastrophe de Whitehaven confirme douloureusement la nécessité d'observer dans les mines grisouteuses, des principes déjà consacrés par la réglementation minière en divers pays : l'aérage ascensionnel, l'indépendance des chantiers par la division de l'aérage et par une séparation efficace entre les voies d'entrée et de retour d'air, l'exploitation avec remblais serrés, la surveillance rigoureuse des appareils d'éclairage d'une sécurité incontestable, et enfin, l'organisation, dans la mine même, d'équipes de sauvetage bien outillées et bien entraînées.

AD. B.

**Traité complet d'analyse chimique appliquée aux Essais industriels,**  
par J. POST et B. NEUMANN. Deuxième édition française traduite  
de l'allemand, par MM. G. CHENU et M. PELLET. Fascicule IV du

tome premier, 479 pages avec 210 figures dans le texte et 36 planches hors texte, comprenant 101 photographies. Librairie A. Hermann et fils, Paris 1911. Prix : 18 francs.

Nous avons déjà signalé l'apparition des fascicules précédents de cet important traité. Le fascicule que viennent de traduire MM. Chenu et Pellet, l'un des plus importants de l'ouvrage complet, comprend les chapitres suivants : Sels métalliques. — Métallographie microscopique. — Acides inorganiques. — Soude. — Sels potassiques. — Potasse et salpêtre. — Brome. — Chlore et chlorure de chaux. — Sulfure de sodium, Hyposulfite de soude, Alumine et Sulfate d'aluminium — Analyse spectrale. Ces divers chapitres sont suivis d'un supplément aux trois premiers fascicules du tome I, parus en 1908 et 1909.

Le second chapitre, qui forme à lui seul la moitié de l'ouvrage, reproduit l'étude remarquable sur la « Métallographie microscopique », de M. P. Goerens, traduite par M. Corvisy et complétée par M. F. Robin, dont nous avons signalé l'apparition dans la 1<sup>re</sup> livraison de 1911 des *Annales des Mines de Belgique*.

Les différents essais concernant la fabrication des « Acides inorganiques » ont été étudiés par le D<sup>r</sup> Benedict, de la fabrique de matières colorantes Borger et C<sup>ie</sup> (Leverkusen). Dans le paragraphe concernant l'acide sulfurique, nous trouvons décrits d'une manière très complète les multiples essais des matières premières, le contrôle de la marche des chambres et des fours, etc.

Les chapitres sur la « Soude », le « Chlore et Chlorure de chaux », « le Sulfure de sodium, l'Hyposulfite de soude, l'Alumine et le Sulfate d'alumine », dus au D<sup>r</sup> W. Kolb; sur la « Potasse et le Salpêtre », dû au D<sup>r</sup> Schaefer, et sur les « Sels potassiques » et le « Brome », dus au D<sup>r</sup> Bokemuller, traitent également des différents essais que tout industriel doit exécuter sur les matières premières, produits fabriqués et produits rencontrés en cours de fabrication.

Notons que MM. H. Benedict et Bokemuller ont tenu à mettre eux-mêmes à jour leur travail en complétant les chapitres qu'ils avaient fait paraître dans l'édition allemande de ce *Traité*.

Ce fascicule comprend également un appendice inédit sur l'« Analyse spectrale » dû à M. A. de Gramont, dont la compétence en cette question est universellement réputée.

Enfin MM. Chenu et Pellet ont complété l'ouvrage par un supplément aux différents chapitres contenus dans les trois premiers fascicules du tome I de l'édition française.

**Chimie physique des métaux.** *Exposé des principes scientifiques de la métallurgie*, par Rudolf SCHENCK, professeur de chimie physique à l'École polytechnique de Breslau, traduit de l'allemand et complété par H. LALLEMENT, ingénieur civil des Mines. In-8° de XX-232 p., avec 116 fig. Broché : 12 fr. ; cartonné : fr. 13-50. (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI<sup>e</sup>).

Sous ce titre, M. le Professeur Schenck a réuni une série de conférences faites en 1907 devant les ingénieurs du district industriel du Rhin ; l'édition française a été complétée par l'introduction des résultats d'un certain nombre de travaux scientifiques publiés depuis 1897. La métallurgie est longtemps restée un *art empirique* plutôt qu'une science rationnelle ; l'analyse chimique avait, depuis longtemps déjà, réalisé un progrès important, mais elle restait insuffisante en présence des propriétés physiques très différentes de composés métalliques ayant même composition.

Tant dans le traitement du fer que des métaux, si l'on concevait assez exactement le *principe* de chaque opération, on en était réduit, pour les détails de la pratique, à de l'empirisme pur, notamment dans la fabrication des alliages. Or, dit l'auteur « tout empirisme, par son essence même, travaille d'une façon non économique : à un succès correspondent dix échecs et chaque expérience coûte cher d'apprentissage. »

Aujourd'hui, la chimie *physique* permet d'appliquer aux opérations métallurgiques des principes positifs susceptibles de remplacer progressivement les règles empiriques admises ; c'est ce que l'auteur désire montrer dans son travail.

Il expose d'abord les changements d'état et les propriétés électriques et optiques des métaux ; il étudie ensuite les solutions métalliques et alliages et montre l'analogie entre les phénomènes qui se passent dans les solutions aqueuses et dans les solutions métalliques ; l'auteur passe ensuite aux alliages des métaux avec les carbures, oxydes et sulfures (aciers et fers, mattes métalliques, etc.) en empruntant maintes reproductions métallographiques à M. P. Goerens dont nous avons signalé l'ouvrage (1) dans la dernière livraison des *Annales des Mines de Belgique*.

(1) *Introduction à la métallographie microscopique*, Paris, A. Hermann et fils, rue de la Sorbonne, 6.

La dernière partie du travail de M. Schenck étudie, à la lumière des données physico-chimiques exposées dans les chapitres précédents, les opérations métallurgiques proprement dites, en premier lieu les phénomènes d'oxydation et de réduction; un chapitre spécial étudie la dissociation de l'oxyde de carbone, base de la théorie du haut-fourneau; enfin, le dernier chapitre est réservé aux réactions des sulfures, puisque la majeure partie des métaux autres que le fer s'extraient des minerais sulfurés.

On voit que l'ouvrage de M. Schenck tend à appliquer directement à la pratique de la métallurgie, les principes scientifiques résultant des nombreux travaux de physico-chimie qui ont vu le jour ces dernières années.

Ad. B.

**Leçons de Cristallographie** par G. FRIEDEL, Ingénieur en chef des Mines, directeur de l'Ecole nationale des Mines de Saint-Etienne. Paris, librairie scientifique A. Hermann et fils, 6, rue de la Sorbonne, 1911. Un vol. in-8° de 410 pages avec 383 figures dans le texte. Prix : 10 francs.

L'auteur publie le cours qu'il professe depuis de longues années à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne. La cristallographie y est avant tout considérée comme introduction nécessaire à l'étude de la minéralogie, c'est-à-dire que les propriétés des cristaux sont surtout étudiées en vue de caractériser les espèces minérales. Les propriétés optiques, que l'on est convenu d'appeler l'optique cristallographique sont traitées le plus simplement possible.

Mais l'auteur n'envisage pas seulement le côté utilitaire du cours de cristallographie; voyant une réelle valeur éducative, pour de futurs ingénieurs dans l'étude des propriétés vectorielles discontinues, par lesquelles la matière cristallisée se différencie d'une manière absolue de la matière amorphe, M. Friedel traite ce sujet en détail.

L'ouvrage est divisé en deux parties: 1° étude du cristal homogène; 2° étude des édifices cristallins complexes et des transformations (macles, groupements, transformations).

Ad. B.

## DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

### POLICE DES MINES

#### Loi sur le payement des salaires. — Infractions. Retenues illégales.

*Circulaire à MM. les Ingénieurs en chef Directeurs  
des neuf arrondissements des mines.*

BRUXELLES, le 7 mars 1911.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

On me signale que certains exploitants de charbonnages s'obstinent à récupérer par voie de retenue sur le salaire des ouvriers, les indemnités forfaitaires stipulées dans les règlements d'atelier, à titre de dommages-intérêts dans les cas d'absences non motivées.

Un arrêt de la Cour de Cassation du 1<sup>er</sup> juillet 1909 a reconnu cependant l'illégalité formelle de cette pratique.

En vue d'en assurer la répression, et surtout afin d'en éviter le retour, je crois utile de vous tracer les règles à observer à l'avenir dans la recherche des infractions aux lois sur la matière.

Il importe, en ordre principal, de faire une distinction essentielle entre les dommages-intérêts prévus pour les cas d'absence et l'amende.

L'amende est une pénalité civile inscrite dans le règlement d'atelier par le chef d'entreprise et qui sanctionne les infractions à l'ordre et à la discipline; elle s'applique par un acte d'autorité du patron; elle peut se prélever sur le salaire des ouvriers, par application de l'article 7 de la loi du 16 août 1887. Toutefois le montant des amendes infligées par jour à un ouvrier ne peut dépasser le cinquième du salaire journalier et le produit des amendes doit être employé au profit des ouvriers (art. 24, loi du 15 juin 1896). Ces prescriptions trouvent leur sanction dans les peines comminées à l'article 10 de la loi de 1887 susvisée.

Les dommages-intérêts que prévoient certains règlements d'atelier, constituent au contraire au regard des parties, la réparation conventionnelle et forfaitaire des dommages causés par la violation du contrat de travail. L'ouvrier qui s'absente sans motif plausible, commet une faute qui engendre un dommage; il est légal et conforme au droit commun de prévoir et de stipuler conventionnellement avec lui, dans le règlement d'atelier, que ce dommage donnera lieu à une réparation. Semblable stipulation est interdite cependant, en vertu de l'article 10 de la loi du 10 mars 1900, pour les cas d'absences résultant de la force majeure parce que celle-ci exclut la faute.

La réparation due au chef d'entreprise est de nature civile, elle ne peut dès lors être obtenue et poursuivie que par les voies civiles ordinaires, c'est-à-dire, en cas de désaccord, par voie de justice. Le chef d'entreprise ne peut donc se faire justice à lui-même et, il ne peut, d'autorité, récupérer le montant des dommages-intérêts convenus sur le salaire de l'ouvrier.

Cette interdiction, conforme aux principes généraux du droit, est corroborée par la loi du 16 août 1887 portant qu'aucune retenue sur les salaires ne peut être stipulée ou effectuée en dehors des cas exceptionnels prévus par l'article 7. Le chef d'entreprise qui retiendrait sur les salaires les dommages-intérêts prévus dans le règlement d'atelier, pour les cas d'absences non motivées, agirait donc en contravention de l'article 10 de la dite loi, et il y aura lieu de constater et de poursuivre cette infraction.

Le chef d'entreprise ne pourra au surplus, même au cours de l'exécution du jugement lui allouant le bénéfice des dommages-intérêts prévus, en récupérer le montant qu'à concurrence d'un cinquième au plus de la somme payable à chaque échéance, par application de la loi du 18 août 1887. Les dommages-intérêts ne sont imputables sur le salaire dans leur intégralité, en vertu de l'article 25 de la loi du 10 mars 1900, que dans le cas de rupture d'engagement de la part de l'ouvrier.

Il résulte enfin de la nature juridique des dommages-intérêts que leur montant peut être attribué au chef d'entreprise et ne doit pas, au même titre que l'amende, être employé au profit des ouvriers.

Je vous invite, Monsieur l'Ingénieur en chef, à porter ces instructions à la connaissance de MM. les Officiers des mines sous vos ordres. Vous voudrez bien examiner, à la lumière des principes exposés ci-dessus, si, dans les charbonnages de votre ressort, l'application des dispositions réglementaires relatives aux amendes et aux dommages-

intérêts, se fait conformément aux prescriptions légales. Vous aurez le devoir de constater et de poursuivre les infractions que vous découvrirez au cours de cette enquête.

Vous inviterez, en outre, les Ingénieurs placés sous vos ordres, à inspecter d'une façon régulière, ainsi que la loi du 11 avril 1896 vous en donne le droit, les listes de paye des ouvriers des charbonnages en vue de s'assurer qu'il n'est pas fait de retenues illégales sur les salaires.

*Le Ministre de l'Industrie et du Travail,*

AR. HUBERT.

## APPAREILS A VAPEUR

### Diamètre intérieur des tuyaux de communication entre la chaudière et les réchauffeurs.

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL,

Vu la requête en date du 26 novembre 1910 de la Société « Maschinen fabrik Badenia » tendant à être dispensée de l'application de l'article 20 de l'arrêté royal du 28 mai 1884 prescrivant un diamètre minimum de dix centimètres pour les tuyaux de communication reliant les réchauffeurs d'eau aux chaudières;

Vu l'avis de la Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur;

Vu notre circulaire du 18 février (Instruction n° 54), interprétant le dit article;

Vu l'article 63 de l'arrêté royal du 28 Mai 1884;

Considérant que, dans le cas où le réchauffeur est muni d'une soupape de sûreté, il n'y a aucun inconvénient à ce que le tuyau de communication entre le réchauffeur et la chaudière ait un diamètre inférieur à dix centimètres;

DÉCIDE :

ARTICLE UNIQUE. — Les tuyaux de communication établis entre une chaudière et les réchauffeurs visés à l'article 20 de l'arrêté

royal du 28 mai 1884 ne pourront avoir un diamètre intérieur inférieur à dix centimètres que si les réchauffeurs sont munis d'une soupape de sûreté au moins.

Bruxelles, le 11 février 1911.

*Le Ministre de l'Industrie et du Travail,*

ARM. HUBERT.

**T A B L E A U**

DES

**M I N E S D E H O U I L L E**

en activité

DANS LE ROYAUME DE BELGIQUE

(1<sup>er</sup> Janvier 1911)

---

CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'extraction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE						
NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE							
1 <sup>er</sup> ARRONDISSEMENT	<b>Blaton.</b> à Bernissart 3,610 h. 74 a. 87 c.	Blaton, Bernissart, Harchies, Ville-Pommerœul, Pommerœul, Grandglise, Stambruges, Peruwelz	Société anonyme des Charbonnages de Bernissart	Bernissart	a) n° 1 (Négresse) n° 3 (Ste-Barbe) n° 4 (Ste-Catherine) Siège d'Harchies.	sg sg sg sg	Bernissart » Harchies	LÉON PIEDANNA Bernissart	Albert ANGLAUX Bernissart	Bernissart	301,410	1,775					
	<b>Hautrage</b> 1,384 h.	Hautrage, Baudour	Société anonyme des charbonnages du Hainaut.	Bruxelles Rue Royale, n° 62.	b) <i>Siège d'Hautrage.</i>	sg	Hautrage	Jules COLLIN Bruxelles	Victor SOUDROS Hautrage	Hautrage	»	100					
	<b>Belle-Vue,</b> à Elouges 3,939 h.	Baisieux, Audregnies, Quiévrain, Montœul-sur-Haine, Thulin, Elouges, Dour, Wihéries	Société anonyme des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons	Boussu	a) n° 1 (Ferrand) n° 7 n° 8 n° 4 (Grande-Veine) c) n° 12	3 3 3 3 »	Elouges Dour Elouges » Baisieux	Arthur DEPIRE Dour	Dour	Jules FRANCO Dour	Dour	185,080	1,497				
	<b>Bois de Boussu,</b> à Boussu 1127 h. 53 a. 34 c.	Boussu, Dour, Elouges			a) n° 4 (Alliance) n° 5 (Sentinelle) n° 9 (St-Antoine) n° 10 (Vedette)	2 2 2 2	Boussu » » »							305,550	2,269		
	<b>Longterne Trichères,</b> à Dour 112 h.	Dour			c) n° 11	2	Dour									»	2
	<b>Grande Machine à feu de Dour,</b> à Dour 271 h.	Dour, Elouges			Société anonyme du Charbonnage de la Grande Machine à feu de Dour	Dour	a) n° 1 Frédéric									2 2	Dour »
	<b>Grande Chevalière et Midi de Dour,</b> à Dour 744 h. 30 a.	Dour	Société anonyme des Chevalières de Dour	Dour	a) n° 1 (Ste-Catherine) n° 2 (St-Charles) c) n° 4 (Aubette)	3 3 »	Dour » »	Odou LAURENT Dour	Jean-Bapt. MERCIER Dour	Dour	87,330	528					

## Bassin du Cou chant de Mons

(\*) Explication concernant le classement : nc = non classé; sg = siège sans grisou; 1 = siège à grisou de

1<sup>re</sup> catégorie; 2 = siège à grisou de 2<sup>e</sup> catégorie; 3 = siège à grisou de 3<sup>e</sup> catégorie; r. s. = régime spécial.

1 <sup>er</sup> ARRONDISSEMENT	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'extraction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE	
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS <i>a) en activité</i> <i>b) en construction</i> <i>ou en avaleresse</i> <i>c) en réserve</i>	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE
	<b>Bois de Saint-Ghislain.</b> à Dour 170 h.	Dour, Hornu	Société anonyme du Charbonnage du Bois de Saint- Ghislain	Dour	<i>a) n° 5 (Avaleresse)</i> <i>n° 1 (Sauwartan)</i> <i>c) n° 3 (Trou à Dièves)</i>	3 2 3	Dour	Jules WILLEFERT	Dour	Théodore BASTIN	Dour	88,570	710
	<b>Grand Bouillon.</b> à Paturages 268 h. 20 a. 97 c.	Wasmès, Paturages, Eugies, La Bouverie.	Société anonyme des charbonna- ges du Borinage Central	Paturages	<i>a) n° 1</i>  <i>n° 3 dit 2<sup>e</sup> siège</i>	3  3	Paturages Wasmès	Arthur DUBAR	Paturages	Auguste BRÉGY	La Bouverie	116,850	687
	<b>Charbonnages Réunis de l'Agrappe.</b> à Frameries 1,704 h. 25 a.	Frameries, Flénu, La Bouverie, Paturages, Wasmès, Quaregnon, Cuesmes, Hyon, Noir- chain, Ciplé, Genly, Eugies.	Compagnie de Charbonnages Belges	Frameries	<i>a) n° 10 (Grisceuil)</i>	3	Paturages	Adelson ABRASSART	Frameries	Jules FRANQUET	La Bouverie	466,100	3,957
	<b>L'Escouffiaux.</b> à Wasmès 1,289 h.	Wasmès, Hornu, Eugies, Warquignies, Dour, Boussu			<i>n° 3 (Grand Trait)</i>	3	Frameries						
					<i>n° 2 (La Cour)</i>	3	»						
					<i>n° 7 (Crachet) (St-Placide)</i>	3	»						
			<i>n° 12 (Crachet) (Ste-Mathilde)</i>	3	Noirchain								
	<b>L'Escouffiaux.</b> à Wasmès 1,289 h.	Wasmès, Hornu, Eugies, Warquignies, Dour, Boussu	Compagnie de Charbonnages Belges	Frameries	<i>n° 12 (Noirchain)</i>	3	La Bouverie	Adelson ABRASSART	Frameries	Jules FRANQUET	La Bouverie	466,100	3,957
					<i>n° 5 (Ste-Caroline)</i>	3	La Bouverie						
					<i>c) n° 12 (Couteaux) (Ste-Mathilde)</i>	»	Frameries						
					<i>n° 11 (Crachet) (St-Ferdinand)</i>	»	Frameries						
	<b>L'Escouffiaux.</b> à Wasmès 1,289 h.	Wasmès, Hornu, Eugies, Warquignies, Dour, Boussu	Compagnie de Charbonnages Belges	Frameries	<i>a) n° 1 (Le Sac)</i>	3	Hornu	Adelson ABRASSART	Frameries	Georges COTTON	Wasmès	219,600	1,777
					<i>n° 7 (St-Antoine)</i>	3	Wasmès						
					<i>n° 8 (Bonne-Espérance)</i>	3	»						
	<b>Buisson.</b> à Wasmès 1,015 h.	Hornu, Wasmès.	Société anonyme des Mines de Houille du Grand Buisson	Wasmès	<i>a) n° 1 (Mach. à feu du Buisson)</i> <i>n° 2 (le 18)</i> <i>n° 3 (le 19)</i>	2 2 2	Hornu Wasmès »	Lucien BOHÉ	Hornu	Hector BAUGNIET	Wasmès	178,380	1,254

	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'extraction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE	
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE
1 <sup>er</sup> ARRON.	Bonne-Veine, à Quaregnon 142 h.	La Bouverie, Pâturages, Quaregnon	Société métallur- gique de Gorcy (charbonnage du Fief de Lambre- chies).	Pâturages	a) Le Fief (St-Laurent)	2	Quaregnon	Oscar DERCLAYE	Pâturages	Joseph FILLEUL	Pâturages	122,240	590
	Ciply 285 h.	Asquillies, Ciply et Mesvin	Société anonyme du Charbonnage de Hyon-Ciply.	Ciply	a) no 2.	3	Ciply	Victor FIGUE	Ciply	Ernest Hayez	Hyon	60,150	444
	Genly 180 h.	Frameries, Genly	Société anonyme du Charbonnage du Nord de Genly	Frameries	a) no 1	2	Frameries	Emile MOREAU.	Mons	Gustave RUELLE.	Genly	53,184	380
2 <sup>me</sup> ARRONDISSEMENT	Grand Hornu. à Hornu 977 h.	St-Ghislain, Wasmuël, Hornu, Wasmes, Ter- tre, Baudour	Société civile des Usines et Mines de Houille du Grand Hornu.	Hornu	a) no 7 (Ste-Louise) no 9 (Sainte- Désirée) no 12	2 1 2	Hornu » »	Firmin RAINBEAUX	Paris	Edmond HALLEZ	Hornu	263,194	1,022
	Hornu et Wasmes. à Wasmes 464 h. 58 a. 43 c.	Hornu, Wasmes	Société anonyme du Charbonnage d'Hornu et Was- mes	Wasmes	a) no 3 (no 3 des Vanneaux) no 4 (no 4 des Vanneaux) no 5 (no 6 des Vanneaux) no 7 (no 7 des Vanneaux)	2 1 2 1 1	Wasmes Hornu Wasmes Hornu	Gédéon DELADRIÈRE	Wasmes	Léonce GHIN	Wasmes	493,600	3,129
	Nord du Rieu du Cœur à Quaregnon 306 h.	Quaregnon, Jemappes	Société anonyme du Charbonnage du Nord du Rieu du Cœur	Quaregnon	a) Siège du Nord	1	Quaregnon	Gaston LEVÉQUE	Quaregnon	Jules LESOILLE.	Quaregnon	118,700	741
	Ghlin. à Ghlin 2,309 h	Ghlin, Erbisceul, Mas- nuy-Saint-Jean, Nimy, Maisières, Mons	Société anonyme des Charbonna- ges du Nord du Flénu	Ghlin	a) no 1	sg	Ghlin	Georges MASSART	Ghlin	Joseph LEGRAND	Ghlin	122,920	730

	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'ex traction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE								
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE							
2 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	Rieu-du-Cœur à Quaregnon 834 h	Quaregnon, La Bouverie, Paturages, Wasmes, Jemappes, Flénu	Société anonyme du Charbonnage du Couchant du Flénu.	Quaregnon	a) n° 5 (Sans Calotte)	3	Quaregnon	Marcel TÉTARD	Quaregnon	Edmond LHOEST	Quaregnon	116,603	1,160							
					n° 2 (Sans Calotte)	3														
					a) n° 4 (Ste-Désirée ou la Boule)	3								»	LÉON FRANÇOIS	Id.	Emile HEUSSCHES	Id.	210,453	1,668
					n° 2 (Pettes d'en bas)	2														
					St-Placide	2														
	St-Félix (16 Actions)	2																		
	St-Florent (Manche d'Appiète)	2																		
	Produits. à Flénu 1,462 h. 60 a. 34 c.	Flénu, Quaregnon, Cuesmes, Ghlin, Mons, Frameries, Jemappes	Société anonyme des Produits	Flénu	a) n° 12 (St-Louis)	2	Flénu Quaregnon Flénu » » Jemappes Flénu »	LÉON GRAVEZ	Flénu	Henri BADART	Flénu	554,400	3,496							
					n° 20	1														
					n° 21	1														
n° 23 (Ste-Félicité)					2															
n° 25					2															
n° 27	1																			
c) n° 16 (St-Joseph)	3																			
n° 18 (Ste-Henriette)	3																			
Levant du Flénu, à Cuesmes 2,383 h.	Flénu, Cuesmes, Mons, Hyon, Mesvin, Quaregnon, Jemappes	Société anonyme des Charbonnages du Levant du Flénu	Cuesmes	a) n° 4	2	Jemappes Cuesmes » » » »	Charles DEHARVENG	Cuesmes	Martin MAROT	Cuesmes	509,000	3,541								
				n° 14	2															
				n° 15	2															
				n° 17	2															
				n° 19	2															
				b) Siège de L'Herbus.	»															
					»															
Bassin du Centre																				
2 <sup>e</sup> ARR.	Saint-Denis. Obourg, Havré. à Havré 3,182 h. 71 a. 25 c.	Havré, Obourg, Saint-Denis	Société civile des Charbonnages du Bois-du-Luc	Houdeng-Aimeries	a) n° 1	1	Havré	Omer DEGUELDRE	Houdeng-Aimeries	Adolphe DEMEURE	Houdeng-Aimeries	205,119	1,201							

	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'extraction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE	
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE
2 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	Strépy et Thieu à Strépy 3,070 h.	Strépy, Trivières, Thieu, Ville-sur-Haine, Gottignies, Houdeng-Aimeries, Boussoit, Maurage	Société anonyme des Charbonnages, Hauts-Fourneaux et Usines de Strépy - Braquegnies	Strépy	a) St-Alphonse St-Julien b) <i>Siège de Thieu</i>	1 1 nc	Strépy » Thieu	Léonard GENART	Strépy	Albert GENART	Strépy	386,433	2,102
	Bois du Luc et Trivières réunis à Houdeng-Aimeries 2,084 h.	Houdeng-Goegnies, Houdeng-Aimeries, Trivières, Strépy, La Louvière	Société civile des Charbonnages du Bois-du-Luc	Houdeng-Aimeries	a) St-Amand St-Emmanuel Fosse du Bois St-Patrice Le Quesnoy	sg 1 sg 1 1	Houdeng-Aime- » [ries » Trivières »	Omer DEGUELDRE	Houdeng-Aimeries	Adolphe DEMEURE	Houdeng-Aimeries	463,291	2,365
	La Barette. à Houdeng-Goegnies 441 h.	Houdeng-Goegnies, Houdeng-Aimeries.			Exploité par les sièges du Bois du Luc.	»	»	»	»	»	»		
	Maurage et Boussoit. à Maurage 750 h.	Maurage, Boussoit Thieu, Strépy	Société anonyme des Charbonnages de Maurage	Maurage	a) n°1 (puits nos 1 et 2) n°2 (La Garenne) (puits nos 3 et 4)	2 2	Maurage »	Charles BERNIER	Maurage	Paulin SCHMITZ	Maurage	188,500	882
3 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	La Louvière et Sars-Longchamps à La Louvière 1,102 h. 16 a.	La Louvière, St-Vaast, Haine-St-Paul	Société anonyme des Charbonnages de La Louvière et Sars-Longchamps	La Louvière	Section de La Louvière : a) nos 7-8 Léopold n°6 Ste-Barbe n°3 Ste-Marie b) nos 9-10 Section de Sars-Longchamps nos 5-6 n°1 (Bouvy)	1 sg sg nc. 1 sg	La Louvière » » » »	Gustave MEURANT	La Louvière	Section de La Louvière : Ulysse CARLIER  Section de Sars-Longchamps : Emile BERLION	La Louvière  Id.	336,100	2,315
	Haine-St-Pierre Houssu et La Hestre à Haine-Saint-Paul 1,023 h. 58 a.	La Hestre, Morlanwelz, Haine-S:-Pierre, Haine-St-Paul, Bois-d'Haine, Fayt-lez-Seneffe, La-Louvière, Péronnes, Saint-Vaast	Société anonyme nouvelle des Charbonnages de Haine-St-Pierre, Houssu et La Hestre.	Haine-Saint-Paul	Section de Haine-St-Pierre : a) St-Félix  Section de Houssu : a) n°2 nos 8-9	1  sg 1	Haine-St-Pierre  Haine-St-Paul »	Léon GUISOTTE	Morlanwelz	Section de Haine-St-Pierre : Joseph WULLOT  Section de Houssu : Camille RICHIR	Morlanwelz  Ressaix	251,200	1,512

	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'ex traction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE	
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE
3 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	<b>Mariemont.</b> l'Olive. <b>Chaud Buisson</b> et <b>Carnières.</b> à Morlanwelz 1,663 h. 50 a.	Bellecourt, Carnières, Chapelle-lez-Herlaimont, Haine-St-Pierre, La Hestre, Mont-Ste-Aldegonde, Morlanwelz, Piéton	Société anonyme des Charbonnages de Mariemont	Morlanwelz	a) St-Arthur La Réunion Ste-Henriette Le Placard c) <i>St-Eloi.</i>	1 1 1 1	Morlanwelz » Carnières » »	Léon GUINOTTE	Morlanwelz	Joseph WULLOT	Morlanwelz	460,900	3,102
	<b>Bascoup.</b> à Chapelle-lez-Herlaimont 2,261 h. 46 a.	Manage, Chapelle-lez-Herlaimont, Godarville, Gouy-lez-Piéton, Trazegnies, Souvret, Forchies-la-Marche, Piéton	Société anonyme des Charbonnages de Bascoup	Chapelle-lez-Herlaimont	a) n° 3 n° 4 Ste-Catherine n° 5 n° 6 n° 7	sg 1 sg 1 1 1	Chapelle-lez-Herlaimont » » Trazegnies Piéton Chap.-lez-Herl.	Léon GUINOTTE	Morlanwelz	Joseph WULLOT	Morlanwelz	675,800	3,813
	<b>Charbonnages réunis de Ressaix, Leval Péronnes et Ste-Aldegonde.</b> à Ressaix 2,716 h. 57 a. 8 c.	Ressaix, Péronnes, Binche, Waudrez, Saint-Vaast, Haine-St-Pierre, Mont-Ste-Aldegonde, Morlanwelz, Leval-Trahegnies, Anderlues, Epinois, Buvrines	Société anonyme des Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes Ste-Aldegonde et Genck	Ressaix	a) n° 1 (Ressaix) Leval St-Albert Ste-Barbe Ste-Marie n° 2 Ste-Aldegonde	2 2 2 2 2 2	Ressaix Leval-Trahegn. Péronnes Ressaix Péronnes Mont-St-Aldegonde	Florent PHILIPPART	Ressaix	Camille RICHIR	Ressaix	605,600	3,822
<b>Bassin de Charleroi</b>													
3 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	<b>Bois de la Haye.</b> à Anderlues 1,469 h.	Anderlues, Leval-Trahegnies, Epinois, Mont-Ste-Aldegonde, Piéton, Carnières	Société anonyme des Houillères d'Anderlues	Anderlues	a) n° 2 n° 3 n° 5 c) n° 4	2 3 3 2	Anderlues » » »	Auguste MÉNÉTRIER	Anderlues	Émile MICHaux	Anderlues	321,000	1,825
	<b>Beaulieusart.</b> à Fontaine-l'Évêque 884 h. 50 a.	Fontaine-l'Évêque, Anderlues, Leernes, Landelies	Société anonyme des Charbonnages de Fontaine-l'Évêque	Fontaine-l'Évêque	a) n° 1 n° 2	3 3	Fontaine-l'Évêque » [que	Eugène LAGAGE	Fontaine-l'Évêque	Lucius LAURENT	Fontaine-l'Évêque	295,500	1,365

	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'extraction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE	
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE
3 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	<b>Nord de Charleroi</b> à Courcelles 927 h. 84 a.	Courcelles, Souvret, Trazegnies, Forchies-la-Marche, Roux	Société anonyme des Charbonnages du Nord de Charleroi	Roux	a) n° 2 n° 3 n° 4 n° 6 } n° 1 } n° 2	1 2 sg 1	Courcelles » Souvret	Emile TURLOT	Roux	Emile GERONSEZ	Courcelles	447,200	1,957
	<b>Courcelles</b> à Courcelles 429 h. 54 a.	Courcelles, Trazegnies, Gouy-lez-Piéton	Société anonyme des Charbonnages de Courcelles-Nord	Courcelles	a) n° 3 n° 6 n° 8 c) n° 1	sg sg sg	Courcelles » »	Léopold HEUSEUX	Courcelles	Joseph GRAD	Courcelles	468,800	3,205
4 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	<b>Monceau - Fontaine, Martinet et Marchienne</b> à Monceau s/Sambre 4,083 h.	Monceau s/Sambre, Piéton, Roux, Courcelles, Landelies, Goutroux, Souvret, Fontaine-l'Évêque, Forchies-la-Marche, Trazegnies, Carnières, Chapelle-lez-Herlaimont, Anderlues, Marchienne-au-Pont, Leernes, Montigny-le-Tilleul, Marcinelle et Mont-sur-Marchienne.	Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine	Monceau-s/Sambre	a) n° 4 n° 8 } n° 1 } n° 2 n° 10 n° 14 n° 17 n° 18 (Providence) b) n° 19	2 2 2 2 2 2 nc	Monceau s/Sbre Forchies-la-Mar- » [che Goutroux Piéton Marchienne id.	Vital MOREAU	Monceau s/Sambre	Louis GOREZ	Monceau s/Sambre	719,000	3,692
	<b>Grand Conty et Spinois.</b> à Gosselies 1,503 h. 80 a.	Gosselies, Jumet, Viesville, Thiméon, Wayaux, Ransart et Heppignies	Société anonyme des Charbonnages de Grand Conty et Spinois	Gosselies	a) Spinois St-Henri	sg sg	Gosselies «	Alphonse LIBERT	Gosselies	Georges BEAUFaux	Gosselies	208,900	939
	<b>Centre de Jumet.</b> à Jumet 860 h. 64 a.	Jumet, Roux, Gosselies, Courcelles.	Société anonyme des Charbonnages du Centre de Jumet	Jumet	a) St-Quentin St-Louis	1 1	Jumet »	Victor TILMAN	Jumet	Pierre VANNESE	Jumet	235,450	1,029

CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'ex		CLASSEMENT
NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve		
<b>Amercœur.</b> à Jumet 398 h.	Jumet, Roux, Monceau- s/Sambre	Société anonyme des Charbonna- ges d'Amercœur.	Jumet	a) Chaumon- ceau Belle-Vue Naye à Bois	1 1 1	1
<b>Bayemont et Chauw à Roc.</b> à Marchienne 197 h.	Marchienne-au-Pont	Société anonyme des Charbonna- ges de Mon- ceau - Bayemont et Chauw à Roc.	Marchienne	a) St-Charles St-Auguste St-Henri	2 2 2	2
<b>Sacré-Madame.</b> à Dampremy 249 h. 35 a. 95 c.	Dampremy, Charleroi Marchienne-au-Pont	Société anonyme des Charbonna- ges de Sacré- Madame	Dampremy	a) Blanchisserie Mécanique Piges St-Théodore	2 2 2 2	2
<b>Marcinelle-Nord</b> à Marcinelle 1,981 h. 41 a.	Charleroi, Couillet, Mar- cinelle, Mont s/Mar- chienne, Marchienne, Loverval, Montigny-le- Tilleul	Société anonyme des charbonna- ges de Marcinelle- Nord.	Marcinelle	a) no 4 { no 1 (Fies- no 2 taux) no 11 no 12 b) <i>Nouveau siège de Couillet</i> c) no 6	3 3 3 3	3
<b>Forte Taille</b> à Montigny- le-Tilleul 854 h. 78 a. 26 c.	Montigny - le - Tilleul, Monceau-sur-Sambre, Marchienne - au - Pont, Landelies, Marbaix-la- Tour	Société anonyme Franco-Belge du Charbonnage de Forte Taille	Montigny- le-Tilleul	a) Avenir b) <i>de l'Espinox</i>	3 »	3

4<sup>e</sup> ARRONDISSEMENT

LOCALITÉ	Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE
	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE		
Jumet » Roux	François GILLIEUX	Jumet	Charlot DETHAYE	Jumet	286,500	1,629
Marchienne » »	Léon NAVEZ	Marchienne	Arthur LAURENT	Marchienne	164,200	1,135
Charleroi Dampremy » »	Philippe PASSELECO	Dampremy		Dampremy	358,500	2,289
Couillet Marcinelle » Couillet Marcinelle	Nestor EVRARD	Marcinelle	Fernand DUREZ	Marcinelle	369,000	2,309
Montigny-le- Tilleul «	Charles MARCHAND	Montigny-le- Tilleul	Ernest DELACUVELLERIE	Montigny-le- Tilleul	28,850	155

	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'ex		traction	Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT		LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS		
4° ARRONDISSEMENT	<b>Bois de Cazier, Marcinelle et du Prince</b> à Marcinelle 685 h. 45 a. 75 c.	Marcinelle. Loverval, Jamioulx.	Société anonyme du Charbonnage du Boisde Cazier	Jumet	a) St-Charles	3	Marcinelle	François GILLIEUX	Jumet	Augustin TASSIN	Marcinelle	133,100	670
	<b>Masse et Diarbois.</b> à Ransart 555 h.	Ransart, Jumet, Heppignies	Société anonyme des Charbonnages de Masse-Diarbois	Ransart	a) n° 4 n° 5 c) n° 1	1 1 »	Ransart Jumet Ransart	Charles BAUCHAU	Ransart	Paul DESCAMPS	Jumet	219,100	867
	<b>Charleroi.</b> (Charbonnages Réunis de) à Charleroi 785 h. 87 a. 5 c.	Charleroi, Dampremy, Montigny-sur-Sambre, Lodelinsart, Jumet, Gilly.	Société anonyme des Charbonnages Réunis (Mambourg)	Charleroi	a) n° 1 n° 2 (MB) n° 7 n° 12 (MB) n° 2 (SF) } extr. Hamendes } aér.	2 2 1 2 2 1	Charleroi » Lodelinsart Charleroi Lodelinsart Jumet	Alfred SOUPART	Mont-sur-Marchienne	Louis LEGRAND	Charleroi	720,000	3,893
5° ARRONDISSEMENT	<b>Charbonnages Réunis du Centre de Gilly.</b> à Gilly 224 h. 96 a.	Gilly, Montigny-sur-Sambre, Charleroi			a) Vallées (extr. Ardinoises/aér. St-Bernard	2 2	Gilly » »			Joseph HINS	Gilly	224,900	1,569
	<b>Appaumée-Ransart. Bois du Roi et Fontenelle.</b> à Ransart 695 h. 69 a. 94 c.	Ransart, Heppignies, Wangenies, Fleurus	Société anonyme des Houillères Unies du Bassin de Charleroi	Gilly	a) n° 1 Appaumée n° 2 St-Charles n° 3 Marquis n° 4 St-Auguste	1 1 1 1	Ransart » Fleurus »	François PAQUET	Gilly	Henri HARZÉE	Ransart	298,300	1,448
	<b>Masse Saint-François.</b> à Farciennes 305 h. 97 a. 88 c.	Farciennes			a) St-François ou n° 1 b) St <sup>e</sup> Pauline	2	Farciennes »			Joseph VANEX	Farciennes	129,300	723

CONCESSIONS	EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Siège d'ex traction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE		
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS
<b>Bonne-Espérance</b> , à Montigny-sur-Sambre 72 h.	Montigny-sur-Sambre.	Société anonyme du Charbonnage de l'Épine.	Montigny-sur-Sambre	a) Ste-Zoé St-Auguste	2	Montigny s/Sbre »	Nestor DEULIN	Montigny s/Sbre	Joseph ENGLBERT	Montigny s/Sbre	99,480	523
<b>Grand Mambourg Sablonnière</b> . Liège, à Montigny-sur-Sambre 153 h. 54 a.	Montigny-sur-Sambre, Charleroi	Société anonyme des Charbonnages du Grand-Mambourg Sablonnière, dite Pays de Liège.	Montigny-sur-Sambre	a) Neuville } n° 1 Résolu } n° 4	2 2	Montigny s/Sbre »	Charles MARBAIS	Charleroi	Maurice COGNEAUX	Montigny s/Sbre	129,390	1,640
<b>Poirier</b> à Montigny-sur-Sambre 239 h.	Charleroi, Montigny-sur-Sambre, Marcinelle	Société anonyme des Charbonnages du Poirier	Montigny-s/Sambre	a) St-André St-Charles c) St-Louis	2 2 »	Montigny s/Sbre » »	Alfred NAVEZ	Montigny s/Sbre	Adolphe BOGAERT	Montigny s/Sbre	183,000	1,101
<b>Noël</b> , à Gilly 209 h.	Gilly	Société anonyme des Charbonnages de Noël-Sart Culpert	Gilly	a) St-Xavier } n° 1 } n° 2	2	Gilly	Fernand STROESSER	Gilly	Élie BONNET	Gilly	206,510	710
<b>Trieu-Kaisin</b> à Châtelaineau 733 h. 13 a.	Châtelaineau, Gilly, Montigny-sur-Sambre	Société anonyme des Charbonnages de Trieu-Kaisin	Châtelaineau	a) Sébastopol n° 4 Duchère n° 6 St-Jacques n° 7 Pays-Bas n° 8 Moulin } n° 1 } n° 2 c) n° 11 (Remise) n° 10	2 2 2 2 2 » 2	Châtelaineau Montigny s/Sbre » Châtelaineau Gilly » » Châtelaineau	Anselme BAILLEUX	Châtelaineau	Arthur ROUSSEAUX	Châtelaineau	423,620	2,446
<b>Boubier</b> , à Châtelet 448 h. 51 a.	Châtelet, Bouffioulx	Société anonyme du Charbonnage du Boubier	Châtelet	a) n° 1 n° 2	2 2	Châtelet »	JULES HENIS, administrateur-délégué	Farciennes	Georges FRESON	Châtelet	180,500	943

CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'ex	
NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT
<b>Nord de Gilly</b> à Fleurus 155 h. 85 a. 60 c.	Fleurus, Gilly, Châtelaineau, Farciennes	Société anonyme du Charbonnage du Nord de Gilly	Fleurus	a) n° 1	1
<b>Bois Communal de Fleurus</b> à Fleurus 89 h. 56 a. 37 c.	Fleurus	Société anonyme du Charbonnage du Bois Communal	Fleurus	a) Ste-Henriette	1
<b>Gouffre</b> à Châtelaineau 729 h. 89 a. 40 c.	Châtelaineau, Gilly, Pironchamps	Société anonyme des Charbonnages du Gouffre	Châtelaineau	a) n° 9 n° 7 n° 8 c) n° 5 n° 3	1 2 1 » 2
<b>Carabinier Pont de Loup</b> à Pont de Loup 595 h. 5 a. 60 c.	Châtelet et Pont de Loup	Société anonyme des Charbonnages du Carabinier et Pont-de-Loup-Sud.	Pont de Loup	a) n° 2 n° 3	1 1
<b>Ormont.</b> à Châtelet 570 h. 20 a. 39 c.	Châtelet, Bouffioulx	Société anonyme du Charbonnage d'Ormont	Châtelet	a) St-Xavier } n° 1 } n° 2 b) Carnelle	2 ncl
<b>Petit Try. Trois Sillons Sainte-Marie Défoncement et Petit Houilleur réunis</b> à Lambusart 448 h. 15 a. 77 c.	Lambusart, Fleurus, Farciennes	Société anonyme des Charbonnages du Petit-Try	Lambusart	a) Ste-Marie } n° 1 } n° 2	1

5° ARRONDISSEMENT

LOCALITÉ	Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE
	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE		
Fleurus	Nestor ROUSSEAU	Gilly	Joseph DOFNY	Gilly	108,380	436
Fleurus	Nestor DEULIN	Montigny-sur-Sambre	Joseph ENGLEBERT.	Montigny-sur-Sambre	125,880	586
Châtelaineau » » » »	Henry ROLAND	Châtelaineau	Jean DELVAL	Châtelaineau	309,400	1,771
Pont de Loup Châtelet	Eugène LUPANT	Pont de Loup	Jules TOURNAY	Pont de Loup	137,500	939
Bouffioulx Châtelet	Louis ROISIN	Châtelet	Dagobert LEFÈVRE	Châtelet	96,600	628
Lambusart	François LEBORNE	Lambusart	Rufin RICHIR	Farciennes	146,760	722

	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'extraction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE	
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSÉMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE
5 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	<b>Roton, Sainte-Catherine</b> à Farciennes 403 h. 34 a. 37 c.	Farciennes, Fleurus	Société anonyme des Charbonna- ges réunis de Roton, Farciennes, et Oignies- Aiseau	Tamines	a) Ste-Catherine ou Mécanique Aulniats	1 1	Farciennes »	Victor THIRAN	Tamines	Armand LAURENT	Farciennes	258,800	1,104
	<b>Aiseau-Oignies.</b> à Aiseau 571 h.	Aiseau, Roselies			a) n <sup>o</sup> 4 n <sup>o</sup> 5 St-Henri b) n <sup>o</sup> 6	1 1 »	Aiseau » »			Amédée SCHEFFERS,	Aiseau	229,800	1,180
	<b>Bonne Espérance</b> à Lambusart 115 h.	Lambusart	Société anonyme des Charbonna- ges de Bonne- Espérance	Lambusart	a) n <sup>o</sup> 1 n <sup>o</sup> 2	1 1	Lambusart	Amand PIERARD	Lambusart	Auguste MEILLEUR	Lambusart	101,000	519
	<b>Tergnée, Aiseau-Presles.</b> à Farciennes 385 h.	Pont de Loup, Presles, Aiseau, Farciennes, Roselies.	Société anonyme du Charbonnage d'Aiseau-Presles	Farciennes	a) St-Jacques ou Tergnée Panama ou Roselies	1 1	Farciennes Roselies	Jules HENIN	Farciennes	Isidore TASSIN François THEYS	Farciennes »	152,040	681
	<b>Baulet.</b> à Wanfercée-Baulet 650 h.	Wanfercée-Baulet	Société anonyme des charbonna- ges Elisabeth.	Auvelais	a) Ste-Barbe	1	Wanfercée- Baulet	Omer LAMBIOTTE	Auvelais	Alfred MORIS	Velaine-sur- Sambre	110,840	405
	6 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	<b>Velaine, et Jemeppe-Nord</b> à Velaine s/Samb. 989 h. 02 a. 15 c.	Velaine, Auvelais Keumiée et Jemeppe s/S.	Société anonyme des charbonna- ges Elisabeth.	Bruxelles	a) Bellevue	s.g.	Velaine-s/Samb.	Omer LAMBIOTTE	Auvelais	Alfred MORIS	Velaine-s/Samb.	47,680
<b>Tamines.</b> à Tamines 657 h. 71 a. 09 c.		Tamines, Moignelée, Keumiée et Velaine	Société anonyme des Charbonna- ges de Tamines	Tamines	a) Ste-Eugénie Ste-Barbe	1 1	Tamines	Mathieu LIESENS	Tamines	Emile DESCAMPS	Tamines	227,310	1,160

## Bassin de Namur

CONCESSIONS	EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'extraction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE		
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS
<b>Auvelais-Saint-Roch</b> , à Auvelais 398 h. 71 a.	Auvelais	Société anonyme des Charbonna- ges de St-Roch- Auvelais	Auvelais	a) n° 2 c) n° 1	1 »	Auvelais »	Omer LAMBIOTTE	Auvelais	Ursinar FRÈRE	Auvelais	86,780	512
<b>Falisolle</b> , à Falisolle 651 h. 14 a. 03 c.	Falisolle, Tamines, Fosse, Aisemont et Le Roux	Société anonyme du Charbonnage de Falisolle	Falisolle	a) de la Réunion	2	Falisolle	Emile HERPIN	Falisolle	Emile GILSON	Falisolle	153,410	810
<b>Ham-sur-Sambre, Arsimont et Mornimont</b> , à Ham-sur-Sambre 1,314 h. 58 a.	Ham-sur-Sambre, Auvelais, Tamines, Fosse, Arsimont et Mornimont.	Société anonyme des Charbonna- ges de Ham-sur- Sambre et Mous- tier	Ham-sur- Sambre	a) Arsimont ( n° 1 n° 2 St-Albert Galerie Castai- gne c) Ste-Flore Puits Godron- val	1 1 1 sg. sg. »	Arsimont Ham s/Sambre » »	Jules QUOIREZ	Moustier- sur-Sambre	Division d'Arsimont nos 1 et 2 Georges DELHAYE  Division de Ham-sur-Sambre Edouard CAUDRON	Arsimont  Ham-s/Sambre	272,770	1,519
<b>Jemeppe</b> à Jemeppe-s/Sambre 383 h. 68 a. 16 c.	Auvelais et Jemeppe-sur- Sambre.	Société anonyme du Charbonnage de Jemeppe-Au- velais.	Jemeppe s/Sambre	b) Jemeppe	sg.	Jemeppe	Alexandre AUSSELET	Lodelinsart	Hector BERGER	Jemeppe-sur- Sambre	»	»
<b>Floriffoux</b> à Floriffoux 527 h. 67 a. 26 c.	Soye, Temploux et Flo- riffoux.	Société anonyme des Charbonnages Réunis de la Basse Sambre.	Floreffe	a) Sainte-Barbe	sg.	Floriffoux	Prosper VAN HASSEL	Floriffoux	Victor RIQUETTE	Floriffoux	930	27
<b>Malonne</b> , à Malonne 495 h. 47 a. 52 c.	Malonne et Floreffe	Société anonyme des Charbonna- ges et agglomé- rés de Malonne, Floreffe, à Char- leroi.	Malonne	a) Galerie de la Gueule du Loup	sg	Malonne	A. BAURAIN	Malonne	Zéphir PRAILES	Namur	6,540	59
<b>Le Château</b> , à Namur 206 h. 40 a.	Namur	Société anonyme Charbonnière du Château	Namur	a) Galerie	sg	Namur	Arthur DEFOSSE	Namur	Joseph DUBOIS	Namur	3,880	33
<b>Basse-Marlagne</b> , à Namur 143 h. 99 a. 19 c.	Namur	Paul Van Hassel	Namur	a) Galerie	sg	Namur	Paul VAN HASSEL	Floriffoux	Auguste PHILIPPART	Namur	1,570	21

CONCESSIONS	EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'extraction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE			
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE
6 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	Stud-Rouvroy, à Andenne 328 h. 98 a.	Andenne et Sclayn	Société civile du Charbonnage de Stud-Rouvroy	Andenne	a) de Stud de Rouvroy	sg sg	Andenne Bonneville	Emile BURTON	Andenne	Emile BURTON	Andenne	1,780	13
	Groyne, à Andenne 209 h. 29 a. 04 c.	Andenne et Sclayn	Société anonyme du Charbonnage de Groyne	Andenne	a) de Groyne c) <i>Peu-d'eau</i>	sg >	Andenne	Arthur LIBOS	Ohey	Louis WARZÉE	Andenne	4,290	16
	Andenelle, Hautebise et Les Liégeois à Andenne 869 h. 01 a. 20 c.	Andenne et Haltinne	Société anonyme des Charbonna- ges de Hautebise	Andenne	a) Galerie de Meuse	sg	Andenne	Joseph MARGOTY	Andenne	Jules MICHEZ	Andenne	18,020	154
	Muache, à Haltinne 102 h. 15 a.	Sclayn et Haltinne	Victor Massart	Namur	a) Puits n° 1	sg	Haltinne	Victor MASSART	Namur	Désiré MATHIEU	Andenne	60	10

## Bassin de Liège

7 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	Ben, à Ben-Ahin 497 h. 76 a. 62 c.	Ben-Ahin et Bas-Oha	Société anonyme des Charbonna- ges de l'Est d'An- denne	Ben-Ahin	a) Galerie de Ben b) <i>Puits de Ben</i>	sg >	Ben-Ahin »	Jules FAUCONNIER	Ben-Ahin	Jules FAUCONNIER	Ben-Ahin	5,150	51
	Bois de Gives et Saint-Paul à Ben-Ahin 388 h. 76 a.	Ben-Ahin, Couthuin et Bas-Oha	Société anonyme des Charbonna- ges de Gives.	Ben-Ahin	a) St-Paul Ste-Barbe Galerie du fond Gorgin c) <i>Henri</i>	1 sg sg >	Ben-Ahin » » »	Auguste DE BARSY	Andenne	Célestin HUMBLET	Ben-Ahin	28,780	190
	Halbosart- Kivelterrie, à Villers-le-Bouillet 288 h.	Villers-le-Bouillet	Société anonyme des Charbonna- ges de Halbosart	Villers-le- Bouillet	a) Bellevue	sg	Villers-le- Bouillet	Walthère LENEERS	Huy	Nicolas LEMAIRE	Villers-le- Bouillet	19,880	163
	Sart d'Avette, et Bois des Moines, à Horion-Hozémont 397 h. 17 a.	Awirs, Horion-Hozémont, Chokier, Flémalle- Haute et Flémalle-Grande	Société anonyme des Charbonna- ges du Pays de Liège.	Montigny- s/Sambre	a) Horion.	1	Horion- Hozémont	Louis MARBAIS	Awirs	Emile ESTIÉVENART	Liège	37,500	339

7 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'extraction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE	
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE
	<b>Arbre-St-Michel</b> à Mons 227 h. 59 a.	Horion-Hozémont et Mons	Société anonyme des Charbonna- ges de l'Arbre- St-Michel	Mons	a) Halette	sg	Mons	Georges DELTENRE	Mons	Joseph FOIDART	Mons	87,540	495
	<b>Nouvelle- Montagne.</b> à Engis 1,638 h. 34 a.	Engis, Saint-Georges, Awirs, Gleixhe et Ho- rion-Hozémont	Société anonyme de la Nouvelle- Montagne	Engis	a) Héna Galerie de la Mallieue Tincelle c) Dos	2 sg sg »	Awirs Engis St-Georges Engis	Roman VON ZELEWSKI	Engis	Hubert GAUDIN	Awirs	58,470	406
	<b>Marihayé.</b> à Flémalle-Grande 1,530 h.	Seraing, Jemeppe, Flé- malle-Grande, Flémalle Haute, Chokier, Ramet	Société anonyme d'Ougrée - Mari- hayé Division de Mari- hayé	Ougrée Flémalle- Grande	a) Vieille Marihayé Many Flémalle Fanny Boverie c) Yvoz	2 2 2 2 2 »	Seraing » Flémalle-Grande Seraing » Yvoz-Ramet	Directeur général : Gustave TRASENTER  Directeur de la division de Marihayé Louis ELOY	Ougrée  Flémalle-Grande	Georges MASSART Victor NOIRFALIZE Emile DUMONT Emile SCHOEMANS Emile HUMBLET	Flémalle-Grande Seraing Flémalle-Grande Seraing »	465,490	2,404
	<b>Kessales- Artistes.</b> à Jemeppe 766 h. 64 a.	Jemeppe, Flémalle- Grande, Flémalle-Haute, Chokier, Mons et Horion-Hozémont	Société anonyme des Charbonna- ges des Kessales	Jemeppe	a) Kessales Bon-Buveur Xhorré Artistes	2 2 2 2	Jemeppe » Flémalle-Grande »	Victor LEDUC	Jemeppe- sur-Meuse	Paul SEIGNEUR  Georges POLIS Armand WATHIEU	Jemeppe  Flémalle-Grande »	336,600	2,345
	<b>Concorde.</b> à Jemeppe 654 h. 21 a.	Flémalle-Grande, Grâce- Berleur, Hollogne-aux- Pierres, Jemeppe et Mons	Société anonyme des Charbonna- ges réunis de la Concorde	Jemeppe	a) Grands Makets Champ d'Oiseaux	2 1	Jemeppe Mons	Joseph DEHASSE	Jemeppe-sur- Meuse	Jacques HALBART	Mons	115,260	901
	<b>Sart-au- Berleur.</b> à Grâce-Berleur 112 h. 80 a.	Grâce-Berleur et Jemeppe	Société anonyme du Charbonnage du Corbeau-au- Berleur	Grâce- Berleur	a) Corbeau	2	Grâce-Berleur	Armand CONSTRUM	Grâce-Berleur	Henri BODEN	Grâce-Berleur	61,750	450
	<b>Bonnier.</b> à Grâce-Berleur 253 h. 27 a.	Grâce-Berleur et Hollogne-aux-Pierres	Société anonyme du Charbonnage du Bonnier	Grâce- Berleur	a) Péry	1	Grâce-Berleur	Lambert GALAND	Hollogne-aux- Pierres	Lambert GALAND	Hollogne-aux- Pierres	62,050	427

	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'extraction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE	
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSIFICATION	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE
7 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	Gosson-Lagasse, à Montegnée 269 h.	Montegnée, Jemeppe et Grâce-Berleur	Société anonyme des Charbonna- ges de Gosson- Lagasse	Jemeppe	a) no 1	2	Montegnée	Émile DISCRV	Jemeppe	Henri LHOEST (intérieur) Henri BARLET (surface)	Montegnée	280,400	2,323
					no 2	2							
7 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	Horloz, à Tilleur 271 h. 79 a.	Jemeppe, St-Nicolas et Tilleur	Société anonyme des Charbonna- ges du Horloz	Tilleur	a) Braconier	2	St-Nicolas-lez- Liège Tilleur	Philippe BANNEUX	Tilleur	Antoine KAIRIS Nicolas HANS	St-Nicolas-lez Liège Tilleur	309,880	2,008
					Tilleur	2							
8 <sup>me</sup> ARRONDISSEMENT	Espérance et Bonne- Fortune à Montegnée 494 h. 21 a.	Liège, Montegnée, Saint- Nicolas, Glain, Ans, Grâce-Berleur, Lon- cin, Alleur	Société anonyme des Charbonna- ges de l'Espé- rance et Bonne- Fortune.	Montegnée	a) Nouvelle- Espérance	2	Montegnée	Paul HABETS	Liège	Emile GÉVERS Georges RADELET Antoine FRANCE.	Montegnée Id. Liège	379,120	2,218
					Bonne-Fortune	1							
					St-Nicolas	2							
	Ans et Glain (Tassin), à Ans 562 h.	Ans, Loncin, Voroux, Rocour, Alleur	Société anonyme des charbonna- ges d'Ans et de Rocour.	Ans	a) Bure du Levant Puits de Rocour.	1 1	Ans Rocour	Sylvain GOUVERNEUR (administrateur- gérant)	Ans	Oscar FLESCH	Ans	154,000	899
Patience- Beaujonc, à Glain 285 h. 45 a.	Ans, Glain, Liège	Société anonyme des Charbonna- ges de Patience- Beaujonc	Glain	a) Bure aux femmes Beaujonc	2	Glain Ans »	Léon THIARIART	Liège	Léon DE JAER	Ans	302,180	1,884	
				Fanny	1								
La Haye, à Liège 288 h. 03 a.	Liège, St-Nicolas, Tilleur	Société anonyme des Charbonna- ges de La Haye	Liège	a) St-Gilles Piron	2 2	Liège St-Nicolas	Eugène NAGANT	Liège	Richard JOHRIS Joseph PONCELET	Liège Id.	337,850	2,319	
Sclessin- Val Benoit, à Ougrée 869 h. 99 a.	Liège, St-Nicolas, Tilleur, Ougrée, Angleur	Société anonyme du Charbonnage du Bois d'Avroy.	Ougrée	a) Val Benoit Perron	2	Liège Ougrée » Liège	Hilaire BOGAERT	Ougrée	Henri TILLEMANS	Liège	307,000	1,654	
				Grand Bac	2								
				Bois d'Avroy	2								

CONCESSIONS	EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes	Sièges d'ex		traction	Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE			
		NOMS SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent		NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSÉMENT			LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE
<b>Bonne-Fin-Bâneux.</b> à Liège 686 h. 59 a.	Liège, Ans, Rocour St-Nicolas, Bressoux	Société anonyme des Charbonna- ges de Bonne Fin	Liège	a) Ste-Marguerite	1	Liège	Florent SOCHIEUR	Liège	Edouard DE RASSE	Liège	294,200	1,804	
				Bâneux	2				Eugène DERONCHÈNE				»
				Aumônier	2								
<b>Batterie</b> à Liège 485 h.	Liège, Rocour, Vottem, Voroux	Société anonyme des Charbonna- ges de Bonne- Espérance, Bat- terie et Violette.	Liège	a) Batterie	1	Liège	Théodore MASY (administ. gérant)	Liège	Joseph CLAUDE	Liège	191,700	1,352	
<b>Espérance et Violette</b> à Herstal 953 h. 28 a.	Herstal, Wandre, Jupille et Bressoux			a) Bonne-Espérance Violette	2 1						Herstal Jupille	248,300	1,615
<b>Abhooz et Bonne- Foi-Hareng.</b> à Herstal 2,213 h. 91 a.	Wandre, Milmort, Che- ratte, Rocour, Herstal, Vottem, Vivegnies, Vo- roux-lez-Liers, Oupeye, Liers, Argenteau, Her- née, Hermalle	Société anonyme des Charbonna- ges d'Abhooz et Bonne-Foi-Ha- reng	Herstal	a) Abhooz Nouveau siège c) Hareng	1 1 »	Herstal Milmort Herstal	Emile WERY	Herstal	René KELECOM.	Milmort	196,460	1,126	
<b>Petite-Bacnure</b> à Herstal 238 h. 78 a.	Herstal, Vottem	Société anonyme des Charbonna- ges de la Petite- Bacnure	Herstal	a) Petite-Bacnure	1	Herstal	Albert LEDENT	Herstal	Louis MERCENIER	Herstal	71,400	399	
<b>Grande-Bacnure</b> à Liège 290 h. 74 a.	Liège, Herstal, Vottem, Bressoux	Société anonyme des Charbonna- ges de la Grande- Bacnure	Liège	a) Gérard Cloes	1	Liège	Charles DEMANY	Liège	Louis KNAPEN	Liège	89,300	514	
<b>Angleur.</b> à Angleur 344 h. 34 a.	Angleur, Liège, Grivegnée	Société anonyme du Charbonna- ge d'Angleur, en liquidation.	Angleur	a) Aguesses	1	Angleur	Liquidateurs : Albert LACROIX Armand FRÉSON Albert LEDENT	Liège Id. Herstal	»	»	6,410	69	

	CONCESSIONS		EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'ex traction		Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE	
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL	NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS	RÉSIDENCE	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE
8 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	<b>Belle-Vue et Bien-Venue.</b> à Herstal 202 h. 63 a.	Herstal, Jupille, Vottem, Liège, Bressoux	Société anonyme du Charbonna- ge de Belle-Vue et Bien-Venue	Herstal	a) Belle-Vue	2	Herstal	Joseph DESSARD (Administrateur délégué)	Liège	Raoul VERCKEN	Herstal	30,580	229
	<b>Bicquet-Gorée.</b> à Oupeye 494 h.	Oupeye, Haccourt, Her- mée, Hermalle, Heure- le-Romain	Société anonyme des Charbonna- ges d'Oupeye	Oupeye	a) Piéter	sg	Oupeye	Nicolas HALLET	Hermalle-sous- Argenteau	Michel HALLET	Oupeye	20,850	117
9 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT	<b>Cockerill.</b> à Seraing 308 h. 81 a.	Seraing, Jemeppe, Tilleur, Ougrée	Société anonyme John Cockerill	Seraing	a) Colard Marie c) <i>Caroline</i>	2 2 2	Seraing	Adolphe GREINER (Marcel HABETS à Jemeppe-s/Meuse Ingénieur en chef des Charbonnages)	Seraing	Jules WILLEM	Seraing	198,750	1,344
	<b>Six-Bonniers.</b> à Seraing 280 h. 67 a.	Seraing, Ougrée	Société charbon- nière des Six- Bonniers	Seraing	a) Nouveau Siège c) <i>St-Antoine</i>	2 »	Seraing »	Baud. SOUCHEUR	Seraing	François BEAUVOIS	Seraing	106,600	658
	<b>Ougrée.</b> à Ougrée 397 h. 11 a.	Ougrée, Angleur	Société anonyme d'Ougrée-Marihaye	Ougrée	a) no 1	2	Ougrée	Gust. TRASENSTER	Ougrée	Jos. PIETTE	Ougrée	90,050	320
	<b>Trou-Souris. Houlleux- Homvent.</b> à Beyne-Heusay 586 h. 41 a.	Beyne-Heusay, Fléron, Queue du Bois, Jupille, Grivegnée, Chênée	Société anonyme des Charbonna- ges de l'Est de Liège	Beyne- Heusay	a) Homvent c) <i>Bois de Breux</i>	1 »	Beyne-Heusay	Maurice TRASENSTER	Liège	Fr. JACQUEMIN	Grivegnée	110,400	502
	<b>Steppes.</b> à Vaux-sous- Chèvremont 410 h.	Vaux-sous-Chèvremont, Romsée, Magnée, Flé- ron, Ayeneux	Société civile du canal de Fond- Piquette	Vaux-sous- Chèvremont	a) Soxhluse	2	Romsée	Marcel HALLET	Vaux-sous- Chèvremont	Joseph Hallet	Vaux-sous- Chèvremont	96,260	290
	<b>Cowette-Rufin</b> à Beyne-Heusay 125 h.	Beyne-Heusay, Fléron	Société civile de Cowette - Rufin, Grand-Henri	Beyne- Heusay	a) Siège François c) <i>des Moulins</i>	1 »	Beyne-Heusay	Touss. DELSEIME	Beyne-Heusay	François JORDAN	Beyne-Heusay	64,020	297

CONCESSIONS	EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		Sièges d'ex		traction	Directeurs gérants		Directeurs des travaux		Production nette en 1910 TONNES	Ouvriers occupés en 1910 NOMBRE	
	NOMS, SITUATION et ÉTENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIÈGE SOCIAL		NOMS OU NUMÉROS a) en activité b) en construction ou en avaleresse c) en réserve	CLASSEMENT	LOCALITÉ	NOMS ET PRÉNOMS			RÉSIDENCE
<b>Wèrister.</b> à Beyne-Heusay 662 h	Beyne-Heusay, Romsée, Fléron, Magnée, Vaux- s/Chèvremont, Chénée	Société anonyme de Wèrister	Romsée	a) Wèrister Onhons-St-Léonard c) Grandfontaine	2 1 »	Romsée Fléron Beyne-Heusay	Jules DUPONT	Fléron	Noël DESSARD	Romsée	164,600	601
<b>Quatre Jean</b> à Queue du Bois 384 h. 50 a.	Queue du Bois, Retinne, Saive, Evégnée, Tignée, Cerexhe-Heuseux	Société anonyme des Quatre-Jean	Queue du Bois	a) Mairie	1	Queue du Bois	Mathieu LEDENT	Queue du Bois	Jean THÔNE	Queue du Bois	87,770	545
<b>Lonette.</b> à Retinne 135 h.	Retinne, Queue du Bois, Fléron	Société anonyme de Lonette	Retinne	a) Retinne	1	Retinne	LÉON LAGUESSE	Beyne-Heusay	Jacques DEVILLERS	Retinne	83,440	393
<b>Hasard-Fléron</b> à Micheroux 1,869 h. 44 a.	Fléron, Retinne, Queue du Bois, Ayeneux, Mi- cheroux, Evégnée, Saive, Tignée, Cerexhe-Heu- seux, Melen, Soumagne, Olne et Magnée.	Société anonyme du Hasard	Micheroux	a) Micheroux Charles	2 2	Micheroux Fléron	Paul d'ANDRIMONT	Micheroux	Armand ROLAND Armand ROLAND	Cheratte Micheroux	254,840	1,114
<b>Micheroux.</b> à Soumagne 107 h. 50 a.	Soumagne, Micheroux	Société anonyme du Bois de Mi- cheroux	Soumagne	a) Théodore	2	Soumagne	Louis GATHOYE	Soumagne	Ernest BAILLY	Liège	77,890	389
<b>Crahay.</b> à Soumagne 401 h. 38 a.	Soumagne, Ayeneux, Micheroux	Société anonyme de Maireux et Bas-Bois	Soumagne	a) Maireux Bas-Bois Guillaume	2 2 2	Soumagne	Constant JOASSART	Soumagne	Michel GILLARD	Soumagne	110,770	553
<b>Herve-Wergi- fosse.</b> à Herve 1,929 h. 56 a.	Herve, Xhendelesse, Olne, Ayeneux, Souma- gne, Melen, Battice et Chaineux	Société anonyme de Herve-Wer- gifosse	Xhendelesse	a) Xhawirs Halles b) St-Hadelin	2 2	Xhendelesse Battice	Edmond COLLINET	Xhendelesse	Marcel TOURNEUR	Xhendelesse	97,110	560
<b>Minerie.</b> à Battice 1,867 h. 66 a.	Battice, Herve, Bolland, Thimister, Clermont, Charneux	Société anonyme de la Minerie	Battice	a) Battice c) Dellicour	sg »	Battice Thimister	Joseph PREUDHOMME	Battice	Joseph PREUDHOMME	Battice	42,740	262
<b>Wandre.</b> à Wandre 541 h. 89 a.	Wandre, Herstal, Cheratte, Saive	Suermondt, frères	Wandre	a) Nouveau Siège	1	Wandre	Henri et Robert SUERMONDT	Aix-la-Chapelle	William MALAISE (fondé de pouvoirs)	Wandre	82,020	363
<b>Cheratte</b> à Cheratte 881 h. 29 a.	Cheratte, Wandre, Housse, St-Remy, Trembleur, Barchon, Tignée, Saive.	Société anonyme des charbonnages du Hasard	Micheroux	a) Siège Cheratte	»	Cheratte	Paul d'ANDRIMONT	Micheroux	Armand ROLAND	Cheratte	2,430	52
<b>Basse-Ransy</b> à Vaux-sous- Chèvremont 198 h. 26 a.	Vaux-sous-Chèvremont, Chénée, Angleur.	Société anonyme des charbonnages de la Basse-Ransy.	Tilleur	b) Siège de Basse- Ransy.	»	Vaux-sous- Chèvremont	Philippe BANEUX	Tilleur	Gérard PILET	Tilleur	»	»

# ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

## SOMMAIRE DE LA 2<sup>e</sup> LIVRAISON. TOME XVI

### SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

<i>Siège d'expériences de Frameries.</i> — Expériences sur les variations des charges-limites des explosifs suivant les sections des galeries . . . . .	V. Watteyne et J. Bolle	289
<i>Siège d'expériences de Frameries.</i> — Inflammations du grisou par les filaments incandescents des lampes électriques. . . . .	Emmanuel Lemaire	321
Quelques mois sur le développement récent du procédé de creusement des puits par congélation et sur la sécurité dans le fonçage des puits . . . . .	Ad. Breyre	369

### EXTRAITS DE RAPPORTS ADMINISTRATIFS

#### 1<sup>er</sup> SEMESTRE 1910

<i>1<sup>er</sup> arrondissement.</i> — Charbonnages d'Hautrage. — Continuation de l'aménagement du puits n° 1 pour l'installation de la congélation à grande profondeur. — Creusement du puits n° 2. Couvage en béton . . . . .	S. Stassart	425
<i>4<sup>me</sup> arrondissement.</i> — Charbonnage de Forte-Taille : 2 <sup>me</sup> sondage. — Charbonnage de Marcinelle-Nord. — Plans inclinés. — Immobilisation des wagonnets lors de la remise à rails. — Charbonnage de Monceau-Fontaine-Martin et Marchienne. Signalisation électrique de l'intérieur des cages . . . . .	O. Ledouble.	439
<i>6<sup>me</sup> arrondissement.</i> — Marteaux pneumatiques. — Haveuses . . . . .	G. Bochkoltz.	458
<i>5<sup>me</sup> arrondissement.</i> — Charbonnage du Bois d'Avroy. Siège Grand-Bac : Station de sauvetage . . . . .	J. Julin.	460
<i>9<sup>me</sup> arrondissement.</i> — Installations sanitaires et diverses. — Charbonnage de Gosson-Lagasse : Encagement du personnel. — Charbonnage de Marihave : Transformation du guidonnage. — Revêtement des galeries en béton armé. — Charbonnages du Horloz : Placement d'un câble Koepe. — Affûtage des fleurets. — Verres des lampes de sûreté. — Façonnage mécanique des bois de mine . . . . .	V. Lechat.	465

### LE BASSIN HOULLER DU NORD DE LA BELGIQUE

#### (Mémoires, notes et documents.)

Situation au 1 <sup>er</sup> juillet 1910 . . . . .	492
---	-----

#### NOTES DIVERSES

Essais d'immunisation de mines italiennes contre l'ankylostomase . . . . .	497
<i>Bibliographie</i> : Les explosifs modernes, par PAUL-F. CHALON. — La catastrophe des Charbonnages de Whitehaven ( <i>Explosion and underground fire at the Wellington pit, Whitehaven Colliery</i> ). Rapport officiel par R. A. S. REDMAYNE, Inspecteur en chef des mines et SAMUEL POPE, avocat. — Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels, par J. POST et B. NEUMANN, deuxième édition française traduite de l'allemand par MM. G. CHENU et M. PELLET. — Chimie physique des métaux. <i>Exposé des principes scientifiques de la métallurgie</i> , par Rudolf SCHENCK, traduit de l'allemand et complété par H. LALLEMENT, Ingénieur civil des Mines. — Leçons de cristallographie, par G. FRIEDEL. . . . .	501

### DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

<i>Police des mines :</i>	
Loi sur le paiement des salaires. — Infractions. — Retenues illégales. — Circulaire ministérielle du 7 mars 1911 . . . . .	509
<i>Appareils à vapeur :</i>	
Diamètre intérieur des tuyaux de communication entre la chaudière et les réchauffeurs. — Circulaire ministérielle du 11 février 1911 . . . . .	511

### STATISTIQUE

Tableau des mines de houille en activité dans le royaume de Belgique (1 <sup>er</sup> janvier 1911). . . . .	513
--	-----