

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL

ADMINISTRATION DES MINES

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

[622.05]

ANNÉE 1923

TOME XXIV. — 1^{re} LIVRAISON



BRUXELLES
IMPRIMERIE Robert LOUIS

Chaussée d'Ixelles, 349

—
Téléph. 327.84

—
1923

M

MÉMOIRE

DE L'EXPLOITATION

DES

Couches à dégagements instantanés de grisou

PAR LA

MÉTHODE DES TIRS D'ÉBRANLEMENT

par H. GHYSEN

Ingénieur en Chef-Directeur des Mines, à Charleroi.

Les bassins houillers belges, spécialement la partie méridionale de celui du Hainaut, furent longtemps considérés comme les seuls possédant des couches à dégagements instantanés de grisou. Les terribles catastrophes survenues jadis aux Charbonnages de l'Agrappe et de Marcinelle-Nord sont restées présentes à la mémoire de tous.

Beaucoup de Belges, et même d'Ingénieurs, pensent encore aujourd'hui que, seuls les Charbonnages exploitant la partie Sud de nos bassins, jouissent du triste privilège d'avoir le monopole de ces accidents imprévisibles. Dans d'autres pays cependant, en France, par exemple, et notamment dans les bassins houillers du massif central, on a enregistré de très nombreux cas de dégagements instantanés, tant de grisou que d'anhydride carbonique.

Depuis de longues années, les Ingénieurs cherchent le moyen d'éviter ces manifestations brusques qui, trop souvent, font des victimes plus ou moins nombreuses. Les études publiées sur cette question dans les revues belges ne manquent pas, et différentes hypothèses ont été émises

sur la cause et l'origine de ces phénomènes, sur la manière dont le grisou est réparti dans le charbon ; tour à tour les hypothèses des poches, du grisou liquide, de l'occlusion de la dissolution au solide et de la polymérisation eurent leurs partisans et leurs adversaires.

Parallèlement en France, les recherches se faisaient et si, au point de vue théorique, la discussion se continuait de la même façon entre les deux hypothèses de l'occlusion et de la dissolution au solide hypothèses qui, d'ailleurs, ont beaucoup de points communs, il n'en était pas de même au point de vue pratique.

Or, c'est évidemment ce dernier qui est le plus important, car il est plus intéressant d'éviter les accidents que de savoir s'il existe une loi de variation du pouvoir grisouteux d'une couche ou d'un faisceau de couches.

Un élément sur lequel tout le monde est d'accord est celui de la nécessité de réduire autant que possible les avancements et, en France comme en Belgique, les exploitants se sont inspirés de ce principe.

M. Morin, dans ses belles études sur les pressions de terrain, a mis lumineusement en évidence l'utilité de cette précaution, car l'écrasement lent du front de taille par suite du desserrement provoqué en arrière par l'exploitation facilite l'évacuation du grisou et permet au pouvoir grisouteux de s'abaisser. C'est d'ailleurs par cette même pression du terrain, dont le maximum d'influence se fait sentir à la coupure des tailles, que cet éminent ingénieur explique la prédominance des dégagements instantanés aux angles rentrants des fronts de taille.

Cette limitation des avancements est le seul élément commun aux méthodes adoptées en Belgique et en France pour l'exploitation des gisements à dégagement instantanés.

Dans notre pays, comme les explosions et les inflammations de grisou ont provoqué de nombreuses victimes, la

crainte de l'inflammation de ce gaz a eu, sur la méthode d'exploitation, une influence au moins aussi grande que le désir d'éviter l'irruption subite du méthane.

Il est vrai qu'à l'époque où se produisirent les catastrophes de La Boule et de Marcinelle, l'explosif employé était la poudre noire et que l'on était loin encore de la connaissance du retard à l'inflammation et des explosifs de sécurité. Aussi l'interdiction de faire usage d'explosifs dans ces exploitations était-elle formelle, tant pour le creusement des galeries d'exploitation que pour l'abatage du charbon.

Le nouveau règlement sur l'emploi des explosifs (Arrêté Royal du 24 avril 1920) tenant compte des immenses progrès réalisés, notamment grâce à la schistification intérieure et extérieure a, dans les couches à dégagements instantanés de grisou, autorisé, sous des conditions bien déterminées, l'emploi de certains explosifs pour le bosseyement.

Pour l'exploitation proprement dite, la seule mesure préconisée et obligatoire fut le trou de sonde destiné à permettre l'évacuation des « poches » que l'on saignerait ainsi. Cette mesure est encore actuellement la seule qui soit obligatoire et qui soit généralement pratiquée.

L'utilité des trous de sonde est depuis de longues années discutée. MM. Schorn, Watteyne et Macquet ont procédé de 1885 à 1895 à une série d'expériences dans des charbonnages très grisouteux, tant dans les travaux préparatoires que dans ceux d'exploitation, Il a été constaté que les pressions relevées dans les trous de sondes étaient en veine beaucoup inférieures à celles que l'on relevait à la recoupe des couches dans les travaux préparatoires. Les sondages pratiqués dans les tailles ont donné des pressions qui n'étaient pas en rapport avec le pouvoir grisouteux des couches ; ainsi dans l'une des couches les plus dangereuses de l'Agrappe, la pression relevée n'a jamais dépassé

1 atmosphère, alors qu'au Charbonnage de Marihaye, elle a parfois atteint 15 atmosphères.

Les expériences auxquelles M. Macquet a procédé au Charbonnage de Fontaine-l'Evêque, en provoquant pour ainsi dire des dégagements instantanés de faible importance, ont amené ce savant ingénieur à conclure à l'inefficacité des trous de sonde.

Si l'on étudie les nombreux dégagements instantanés survenus dans les mines belges et qui ont fait l'objet des rapports successifs de MM. Arnould, Roberti-Lintermans, Stassart et Lemaire, on constate qu'un grand nombre d'entre eux se sont produits au voisinage immédiat des trous de sonde et que si, dans certains cas, ces derniers peuvent jouer le rôle d'avertisseur, il est téméraire d'affirmer qu'ils constituent une mesure de sécurité efficace de nature à éviter ou même à réduire dans une notable proportion les dégagements instantanés.

Comme on le voit les mesures prises, en Belgique, ont uniquement une portée préventive; c'est, comme le disait il y a une dizaine d'années M. Evrard, Directeur Gérant des Charbonnages de Marcinelle-Nord, une tactique défensive dont, il faut bien le reconnaître, les résultats ne sont pas particulièrement encourageants.

Dans le Bassin du Gard, le plus important du gisement houiller du massif central de la France, les exploitants et l'Administration des Mines ont adopté une méthode tout à fait différente, pour ne pas dire diamétralement opposée.

Je crois utile de donner quelques renseignements succincts sur le Bassin du Gard et les méthodes d'exploitation qui y sont en usage.

Ce bassin houiller, constitué par du Stéphanien, repose sur les micaschistes du plateau central, de part et d'autre d'un soulèvement de ce terrain connu sous le nom de Rouvergüe. Il est, vers le Sud-Est, limité par une faille de

refoulement dite Faille des Cévennes qui amène le recouvrement du houiller par le trias. Le terrain primaire n'affleure d'ailleurs que sur une faible partie de la surface du bassin recouvert par des roches secondaires.

Ce gisement est encore imparfaitement connu; la dernière étude publiée en fut faite jadis par M. Marsault, Directeur des Charbonnages de Bessèges et parut dans le Bulletin de l'Industrie Minière d'avril 1914. Depuis, le Professeur de Géologie de l'Ecole Supérieure des Mines de Paris a repris les études qui sont actuellement terminées, non encore publiées. Il conclut à des charriages extraordinairement importants, mais n'arrive pas à établir d'une façon précise la synonymie entre les différents gisements.

Dans la partie Sud du Bassin, les Mines de Rochebelle et du Nord d'Allais, exploitent un faisceau de couches puissantes de charbon maigre caractérisé par de très violents dégagements instantanés d'anhydride carbonique.

La Concession de la Grande Combe s'étend de part et d'autre du soulèvement du Rouvergüe et les exploitations de ces deux parties ne sont pas raccordées entre elles; dans la région Ouest des exploitations importantes ont été effectuées dans un gisement ne comportant jusqu'à présent pas de manifestations violentes de grisou.

La partie Est, voisine de la Concession de Bessèges, est plus grisouteuse; toutefois, on n'y a pas encore attaqué franchement les zones à dégagements instantanés particulièrement abondants, qui sont en exploitation à la division voisine de Molières de la Concession de Bessèges.

C'est donc dans la région Nord de la partie Est du bassin, c'est-à-dire dans les Concessions de Bessèges, Gagnières, etc. que les manifestations du grisou ont été particulièrement abondantes.

Il y a lieu de signaler également la transition que l'on constate entre les dégagements instantanés de CO_2 et de

CH⁴; variant depuis le dégagement de CO² pur jusqu'à celui de CH⁴ pur en passant par toute la série des intermédiaires constitués par des mélanges intimes de ces deux gaz dont la densité, d'abord plus élevée que de l'air, diminue pour atteindre celle de CH⁴ pur; il s'ensuit que dans différents cas, le grisou s'allume dans les parties basses des galeries.

Les dégagements instantanés de CO² sont particulièrement violents; celui qui est survenu en novembre 1921 au Charbonnage de Rochebelle a projeté plus de 5.000 T. de charbon; le dégagement de gaz fut si considérable que, 5 minutes après le tir de la mine, l'anhydride carbonique avait non seulement envahi toutes les galeries, mais se dégageait à la surface par l'orifice du puits en quantité telles que l'on dut faire évacuer les maisons voisines et interrompre la circulation sur la route.

Les dégagements de CH⁴ ne présentent heureusement pas ce caractère de violence; ils sont de l'ordre de ceux que l'on constate en Belgique mais sont, dans certaines régions tout au moins, extrêmement nombreux. Dans la seule couche Saint-Ferdinand, au Siège Chalmeton de la division de Molières du Charbonnage de Bessèges, sur une superficie exploitée de moins de 10 hectares, on a, de 1911 à 1920, enregistré 118 dégagements de grisou; les projections ont varié de 2 à 32 tonnes de charbon.

La planche I représente cette exploitation avec l'indication de l'emplacement des dégagements instantanés numérotés dans l'ordre où ils se sont produits. La couche Saint-Ferdinand se présente en plateure; elle est constituée d'un lit de charbon de 0^m,40 avec au mur un havage de 0^m,10; la teneur en matières volatiles est de 15%; les terrains encaissants sont particulièrement résistants.

On comprend aisément que nos Collègues français se soient, dans ces conditions, depuis longtemps fortement préoccupés de l'étude de ces phénomènes, au point de vue

tant théorique que pratique; il suffit pour s'en rendre compte de lire les mémoires très documentés publiés dans le Bulletin de l'Industrie Minérale, notamment celui de M. Lalignant, Ingénieur aux Charbonnages de Bessèges. Ce dernier a tout récemment, au Congrès International de Liège, fait une communication remarquable qui a paru dans le numéro du 1^{er} septembre 1922 de la Revue Universelle des Mines.

D'ailleurs, sous la présidence de M. Loiret, l'éminent Ingénieur en chef du Corps des Mines de France, à Allais (Gard), une Commission d'études avait été créée; elle avait en 1914 réuni une documentation très importante; des rapports complets et circonstanciés avaient fait l'objet de ses études et la méthode d'exploitation par « tirs à l'ébranlement » avait été mise au point. Elle a, en 1920, repris ses travaux interrompus par la guerre et les mémoires qu'elle publiera devront retenir l'attention toute spéciale des exploitants et des ingénieurs de notre pays (1).

En ce qui concerne les manifestations mêmes des dégagements instantanés de grisou et d'anhydride carbonique, les constatations faites dans les bassins du plateau central concordent parfaitement avec les observations faites dans les bassins belges.

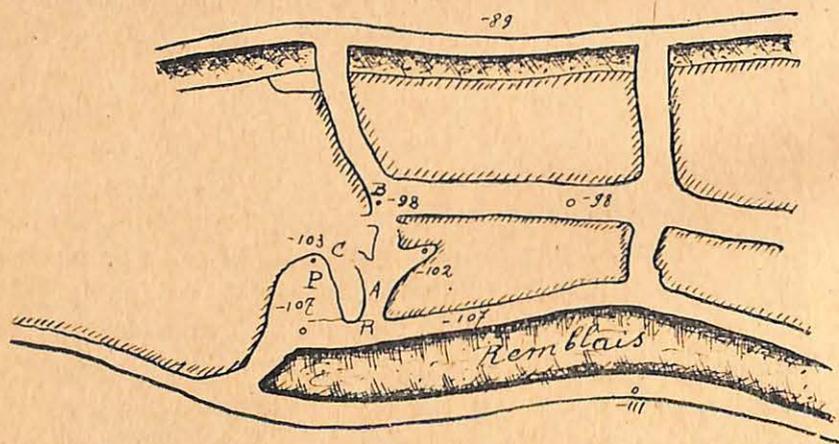
Tout dérangement, même peu important, dans l'allure d'une couche, relai de toit ou de mur, faille, etc., est une cause de dégagement tant de CO² que de CH⁴; lorsque une veine friable devient dure, danger; lorsqu'une veine dure devient friable, danger; dans les mines à CO², on a de plus constaté que la veine devient plus froide et friable à l'approche des dégagements. Les matières projetées contiennent de la folle farine et des morceaux de toutes dimensions, y compris des blocs de pierres charriés. Des dégagements importants peuvent se produire à peu de distance les uns autres et il semble bien que l'effet de ces phéno-

(1) Voir le rapport publié sur la rubrique « Chronique » de la présente livraison.

mènes soit localisé. J'en cite ci-dessous un exemple frappant survenu au Siège de Créal des Houillères de Bessèges. La couche, d'une ouverture totale de 1^m,70, était composée de deux laies séparées par une intercalation schisteuse de 0^m,35 de puissance.

L'exploitation était récente et réduite à un faisceau de traçages dans une région où aucun déhouillement n'avait été opéré dans un rayon de plus de 300 mètres (profondeur sous le niveau du sol : 450 mètres).

La couche, normalement peu grisouteuse, se montre sujette aux dégagements brusques; ainsi dans la galerie de traçage, à la cote — 98 mètres, il s'en est produit quatre, très rapprochés, du 25 janvier au 26 février 1908, comportant 10 à 20 tonnes de charbon abattu et quelques lampes éteintes dans le retour d'air. En mai suivant, on décide de faire un percement entre les galeries situées aux cotes — 98 mètres et — 107 mètres distantes d'une quinzaine de mètres; la veine est régulière, le charbon moyennement dur. Le montage est à peine à 1^m,50 de hauteur qu'un premier dégagement se produit en A (Croquis 1),



Echelle 1/1000.

CROQUIS 1.

dans la direction du montage, éteignant les lampes des deux ouvriers et détachant 17 tonnes de charbon (16 mai). Après déblayement, on n'est plus qu'à une dizaine de mètres de la galerie supérieure. Une mesure de pression par trou de sonde de 3 mètres indique 300 grammes seulement. On décide de reprendre le travail. Le 21 mai, avant de commencer tout abatage, le chef de chantier se dispose à placer un cadre de boisage et se met à faire l'emplacement de potelles dans le mur, c'est-à-dire dans l'intercalation schisteuse entre les deux laies. Son attention est alors éveillée par la chute brusque d'une gaillette; très averti et encore sous le coup du dégagement précédent, il prend la fuite avec ses deux camarades. En effet, un dégagement très violent se produit presque aussitôt éteignant les trois lampes des ouvriers en fuite et projetant 89 tonnes de charbon. Au déblayement, on constata que le dégagement en C avait produit une excavation de 3 ou 4 petites branches dont une était allée percer à la galerie supérieure.

Ainsi, un massif de 15 mètres de largeur limité par deux galeries déjà creusées depuis trois mois avait donné lieu, lors du percement de la communication, à deux dégagements instantanés successifs et distincts.

Les travaux furent alors arrêtés le 21 mai. On ne constata jamais la présence du grisou pendant l'arrêt. La reprise eut lieu fin novembre, c'est-à-dire après six mois d'arrêt.

Le 2 décembre, le tir sur la voie à — 107 mètres, d'une volée de trois mines (sept cartouches) détermina en P un dégagement très violent projetant 165 tonnes de charbon, remplissant la galerie sur plus de 20 mètres, avec présence de grisou en abondance.

Or l'excavation ainsi produite était extrêmement voisine du montage AB et des dégagements précédemment décrits; 2 mètres à peine la séparait de la branche C.

De même, à Rochebelle, une volée de mines provoqua dans une galerie de traçage un dégagement de CO^2 projetant 1,200 tonnes de charbon; après déblayement, on force de nouveaux trous de mines et le tir provoque un nouveau dégagement avec projection de 800 tonnes de charbon.

L'intensité des dégagements est très variable et on peut classer ces phénomènes, dans ce bassin comme dans le nôtre en trois catégories :

A. SIMPLES POUSSÉES. — Le boisage est peu ou pas affecté; le charbon garde l'apparence d'être en place et il n'y a pas de projections c'est un simple déplacement avec du charbon rendu friable sur une certaine profondeur.

B. BOUFFÉES DE GRISOU. — A la suite de quelques craquements dans la veine, le charbon se décolle sur une profondeur assez réduite, se renverse et il se produit une bouffée de grisou sans projection ni décollement en profondeur. Evidemment, le boisage n'est pas non plus affecté dans ce cas.

Ces deux formes bénignes de dégagement instantané constituent en quelque sorte la phase de transition entre le dégagement normal d'une veine grisouteuse et le vrai dégagement instantané violent. Lorsqu'ils se produisent en dressants, ces accidents aidés par la pesanteur peuvent prendre néanmoins un réel caractère de gravité; ce sont ceux que l'on observe dans le Bassin de Seraing.

C. DÉGAGEMENT INSTANTANÉ PROPREMENT DIT, accompagné de projection de charbon en quantité variable et d'effets mécaniques d'intensité proportionnelle.

Le pouvoir grisouteux d'une même couche étant essentiellement variable, on peut donc constater dans les mêmes veines des manifestations de ces trois catégories.

Toutefois, dans le Gard comme en Belgique, toutes les couches d'une même faisceau ne présentent pas les mêmes

caractères au point de vue du dégagement de grisou ou de CO^2 et leur exploitation ne doit donc pas être identique.

On pourrait, par conséquent, subdiviser sous ce rapport la troisième catégorie ainsi que cela se fait en France et prescrire des mesures différentes selon les couches en exploitation.

Aux mines de Bessèges, les conditions imposées par l'Administration des Mines sont différentes selon les couches et les divisions.

J'ajouterai que les deux divisions de ces charbonnages exploitent des gisements distincts et que la synonymie entre deux faisceaux n'a pu être établie; ils sont séparés, l'un de l'autre, par une stampe stérile dont l'épaisseur dépasse certainement 600 mètres et l'on admet que l'un d'eux est charrié sur l'autre; on n'a aucune idée de l'importance de ce mouvement tectonique que l'on doit considérer comme extrêmement considérable.

Les couches à dégagement instantané de grisou ne sont pas plus puissantes que celles de nos bassins belges; dans la division de Bessèges, il en est de 1^m,50 à 2 mètres d'ouverture; dans celle de Molières la plus grisouteuse des deux, le gisement est composé de couches minces de 0^m,50 à 1 mètre de puissance en plateures d'allure générale régulière.

Les planches II et III annexées à cette étude donnent le plan de la Concession de Bessèges et, suivant une ligne brisée, la coupe de ce gisement; ce dernier est affecté de différentes failles et, dans la partie Nord, est plissé.

Dans la division de Molières, les couches se présentent en plateures d'inclinaison moyenne, lesquelles sur des surfaces relativement grandes, limitées par les cassures, sont régulières, ainsi que le montre d'ailleurs la planche I.

J'ajouterai que les terrains encaissants des veines fort grisouteuses sont particulièrement résistants et que le toit

PLANCHE II.

Echelle 1/60.000.

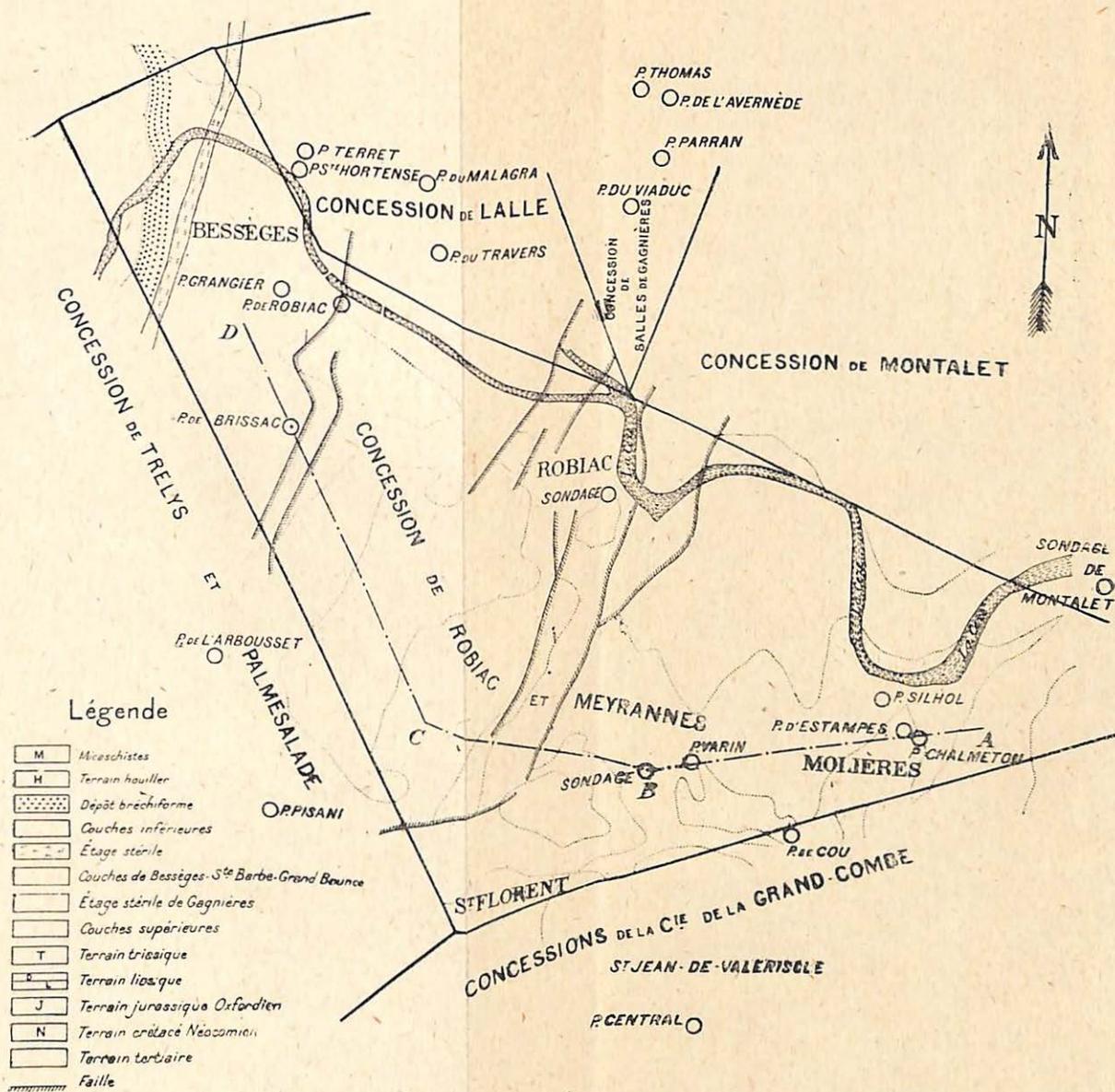
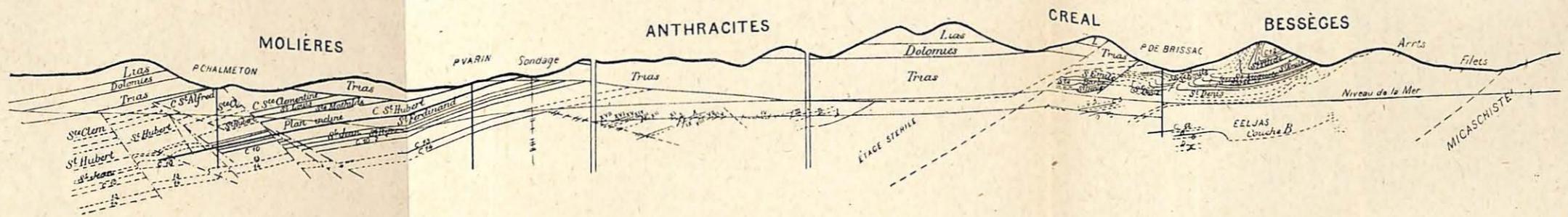


PLANCHE III.

COUPE SUIVANT LA LIGNE A B O D DU PLAN

1/40000

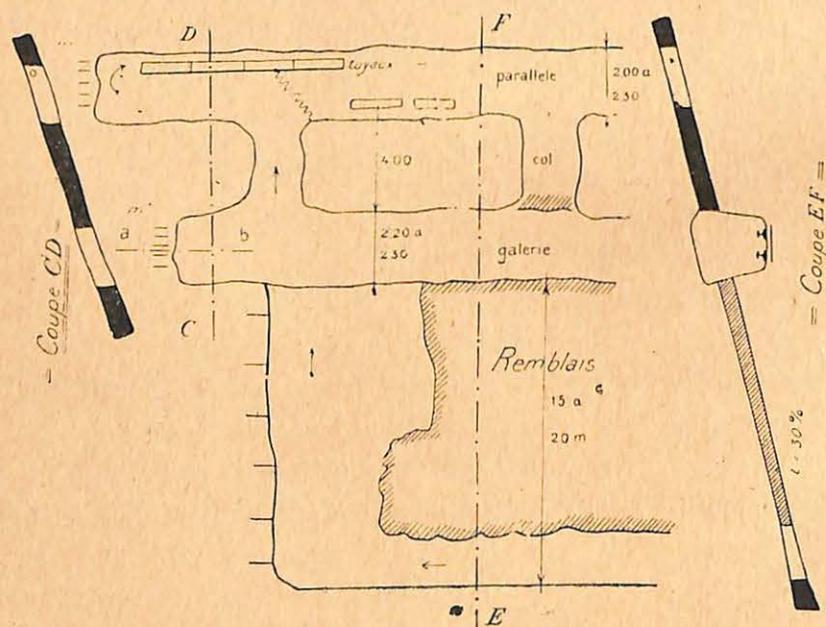


y est souvent constitué d'un grès dur à gros grains et à nodules quartzeux dénommé « gratte ».

Je crois utile de décrire succinctement la méthode d'exploitation adoptée dans ce bassin pour les couches les plus grisouteuses; elle permettra de comprendre aisément sur la planche I la répartition des engagements instantanés y figurés.

La couche Saint-Ferdinand, dans le cas qui nous occupe, étant recoupée à un étage déterminé, et la communication d'aérage établie, on y creuse un traçage constitué d'une galerie principale avec un parel ou faux fond appelé taille sous chemin, de 15 à 20 mètres de longueur destiné à recevoir les terres de la couche et celles de bosseyement et d'une voie de retour d'air, appelée parallèle, séparée de la galerie principale par un massif de charbon de 4 à 5 mètres; de distance en distance, pour la facilité de la ventilation, ce massif est percé par un « col » que l'on obstrue ensuite par du remblai et qui est destiné à l'évacuation des produits des chantiers à exploiter.

Le croquis 2 ci-dessous montre la disposition d'un travail de ce genre.



CROQUIS 2.

La voie principale seule est bosseyée à grande section, dans le mur; j'ajouterai que ce bosseyement se fait à l'aide de dynamite-gomme, par volée de 4 ou 5 mines de 1,^m20 de longueur, qui sont chargées chacune de 7 ou 8 cartouches; la charge totale n'est jamais inférieure à 2.500 kilogrammes; le front de la veine se trouve à 4^m,50 en avant du banc de mur recoupé; lorsqu'on fait sauter la volée de mines, on ne fait usage d'aucun bourrage extérieur, et l'on obtient des voies de grande section dont les parois semblent avoir été coupées au couteau. Aucun accident n'est jamais arrivé, bien que parfois de petits souffards se soient allumés.

Lorsque ce travail est suffisamment avancé, on commence l'exploitation par longues tailles montantes telle que LGFH (pl. I), dont le front est légèrement incliné et qui sont divisées en fractions de 20 à 30 mètres, desservies chacune par une cheminée en relation avec les « cols » précités; ces cheminées sont bosseyées en mur et les pierres servent à élever du remblai de part et d'autre des cheminées pour guider l'aérage.

L'avancement de ces tailles est très limité et ne dépasse pas 8 à 10 mètres par mois.

Dans des couches comme Saint-Ferdinand, l'abatage du charbon, tant dans les travaux de reconnaissance que dans ceux d'exploitation, se fait uniquement à l'explosif; l'emploi du pic est strictement interdit.

Le poste de tir est établi dans une chambre spéciale, figurée sur la planche I, et présentant toute garantie de sécurité pour les personnes chargées du minage; cette chambre est reliée par porte-voix à l'envoyage du puits d'extraction; elle est fermée par des portes et munie d'une conduite d'air comprimé permettant l'arrivée d'air frais.

Dans des veines moins dangereuses, bien que également sujettes à dégagements instantanés de grisou, l'emploi des explosifs n'est obligatoire que dans les coupures et dans les

parties dérangées ou en étreinte. Dans ce gisement l'exploitation se fait par longues tailles chassantes de 50 à 100 mètres. L'avancement y est aussi très limité. Dans ces couches, les installations des postes de minage sont plus sommaires ; j'ai en effet constaté que l'une d'elles se composait simplement d'un abri en planches ménagé à quelques centaines de mètres du front dans un montage d'entrée d'air indépendant de la voie de niveau du chantier.

Ceci posé, je crois utile de donner les prescriptions réglementaires stipulées dans l'Arrêté du préfet du Gard, en date du 3 août 1921 et dans la « Consigne » spéciale aux Houillères de Bessèges, édictée par l'Ingénieur en chef du Corps des Mines d'Allais :

« Consigne relative aux reconnaissances et aux traçages »

« Dans les travaux en reconnaissance ou de traçage, l'abatage au pic est interdit; on ne se servira que du pic au rocher et seulement pour purger, pour régulariser les parements et pour faire les potelles.

» Tous les coups de mine d'ébranlement sont tirés à l'électricité dans l'intervalle des postes ou à la fin du poste. Le personnel doit se rassembler en des endroits spécifiés d'avance.

» Les tirs d'ébranlement ayant pour but de provoquer les dégagements susceptibles de se produire, il est recommandé aux ouvriers et aux boute-feu d'user largement des explosifs, Chaque volée comportera un minimum :

» Soit 1^k,800 de grisoutine couche (12 %) dans les chantiers au charbon ;

» Soit 0^k,800 de grisoutine roche (30 %) dans les chantiers au rocher ;

» Soit 0^k,800 dynamite-gomme dans les travaux où cet explosif est autorisé.

» Le nombre de coups de mine d'une volée n'est jamais inférieur à quatre dans un ouvrage de section normale.

» En couche régulière les tirs d'abatage du mur ou du toit ne doivent se faire que lorsque la couche a été complètement enlevée par les volées précédentes.

» Dans les chantiers dérangés ou en serrée (étreinte) les coups de mines doivent être forés à la fois dans les diverses catégories de terrains et répartis sur toute l'étendue du front de taille (la couche est réputée « serrée » lorsqu'elle est réduite de moitié ou à 50 centimètres pour les couches de plus de 1 mètre d'épaisseur ou encore quand les quatre coups de mine ne peuvent être forés en charbon.)

» Le nombre de coups et leur charge doivent être augmentés dans les parties fortement dérangées.

» Dans tous les traçages et reconnaissances, un tableau spécial est placé en arrière du front de taille; le chef de chantier doit y indiquer à la craie, au moyen de pointes et de flèches la position et l'orientation des trous forés pendant le poste.

Consigne relative aux dépilages

» Les avancements des voies de niveau seront effectués par tirs d'ébranlement dans les conditions fixées par la consigne générale des traçages.

» Cette prescription n'est pas obligatoire pour les voies intermédiaires d'un groupe de tailles ayant un front unique, pourvu que le décrochement de deux tailles ne dépasse pas une dizaine de mètres.

» En ce qui concerne la grande taille, on devra effectuer les tirs d'ébranlement au charbon :

» 1° Dans tous les coupements longeant le massif, dans le cas de dépilage par tranches montantes comportant plus de deux havées, ou si la taille présente un décrochement de plus d'une dizaine de mètres.

» 2° Dans les tailles serrées ou barrées par des dérangements ainsi qu'à l'approche d'un accident présumé, et cela dans n'importe quel chantier. Les coups de mines seront alors disposés suivant les indications données par l'ingénieur de la mine.

» L'abatage au pic est interdit dans les points désignés aux paragraphes 1° et 2°.

» Dans les chantiers de Saint-Ferdinand, l'emploi du pic est interdit et l'abatage se fera uniquement par tir d'ébranlement.

» Dans le cas où les tirs d'ébranlement seraient effectués dans la taille, les diverses prescriptions de la consigne relative aux traçages leur seront applicables.

» Si la dureté du charbon nécessite l'emploi des explosifs pour l'abatage, les tirs, même en couche réglée, seront effectués dans les mêmes conditions que pour les traçages; l'ingénieur de la mine fixera l'emplacement des postes de tir.

Consigne relative aux tailles à remblais sous chemin

(Tailles en parel.)

« Les tailles à remblais sous chemin seront conduites comme les grandes tailles, sous la réserve que le chassis d'aérage sera considéré comme traçage au même titre que la galerie d'avancement, sa parallèle et les traverses reliant ces deux ouvrages.

» Des salves d'ébranlement seront tirées dans les tailles à remblais des avancements des couches à dégagements instantanés de la division de Bessèges et dans celles des couches Saint-Ferdinand de Molières; les coups de mines seront placés à 2 mètres environ les uns des autres. »

L'application de ces prescriptions se fait dans les conditions ci-dessus décrites.

Dans les travaux de traçage (voir croquis) on fore : 5 trous de mine de 1^m,20 en face de la voie ; 5 en face de la parallèle et, dans la taille sous chemin des trous distants de 2 mètres environ, soit donc 16 à 18 fourneaux de mine pour l'ensemble ; chaque fourneau est chargé de 3 cartouches de 100 grammes de grisoutine-couche à 12 % de nitroglycérine, sans bourrage extérieur ; le tir se fait en série en une seule volée.

Pour faire les « cols » ou communications entre les deux galeries distantes de 4 mètres, on creuse un petit montage à partir de la voie de niveau et une descente à partir de la parallèle ; les deux ouvrages sont précédés chacun de 5 trous de mine que l'on fait sauter en une seule volée. Cette mesure est justifiée par le fait que des dégagements instantanés se sont déjà produits pendant le creusement de ces communications à travers un massif n'ayant pourtant que quatre mètres de hauteur.

Dans les couches moyennement grisouteuses, le tir à l'ébranlement ne se font, comme je l'ai indiqué plus haut, qu'aux coupures et lorsque la veine est en dérangement ou en étroite.

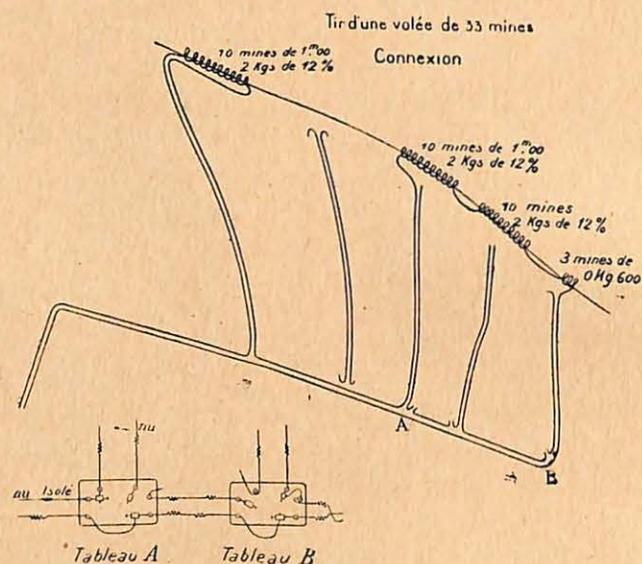
En face de la voie, on fore au minimum 4 trous de mine de 1^m,20 de longueur, généralement disposés en quinconce ; chaque fourneau reçoit 3 cartouches de grisoutine-couche et le tir se fait en une seule volée. Dans les étroites, le tir se pratique simultanément dans la veine et dans les lits stériles, c'est ce que l'on appelle dans le Gar les « tirs de chambardement » ; l'emploi des explosifs se continue jusqu'à ce que la veine soit redevenue parfaitement régulière.

Plus le danger de dégagement augmente, plus le minage s'intensifie par la multiplication des fourneaux de mine.

Dans les couches très grisouteuses où l'abatage au pic est interdit, les tirs d'ébranlement se font sur toute la longueur de la taille, après le poste d'abatage ; le lendemain

matin, les ouvriers dégagent à la pelle le charbon fissuré et désagrégé; les projections de charbon sont minimales et le boisage n'est guère abimé. Les parties insuffisamment fissurées pour être enlevées à la pelle sont laissées en place et de nouveaux fourneaux de mine y sont forés.

Le croquis 3 ci-dessous montre la disposition d'une série de 33 mines dans une longue taille montante.



CROQUIS 3.

Cette méthode appliquée depuis de nombreuses années est complètement généralisée; le Corps des Mines et les Exploitants s'accordent à reconnaître les résultats favorables que l'on a obtenus. Ils estiment que les rares dégagements instantanés qui se produisent encore pendant le poste d'abatage sont toujours dus à une densité de minage trop faible, soit par suite de ratés, soit pour toute autre cause. La conviction de tous les Ingénieurs du Gard est que, par le tir à l'ébranlement bien compris et très éner-

gique, on arrivera à provoquer tous les dégagements instantanés en dehors du poste d'abatage, c'est-à-dire en évitant les morts d'hommes par asphyxie.

Aucune inflammation grave de grisou ne s'est jamais produite.

Pour donner une idée de la quantité d'explosifs consommée, je dirai que dans les Charonnages de Bessèges où toutes les couches ne sont pas soumises au régime le plus sévère, la consommation d'explosifs s'est élevée, en 1921, à 0^k,220 par tonne pour une production dépassant 400.000 T.

C'est cette méthode qui est actuellement employée dans un chantier du Siège n° 4 (Fiestaux) des Charbonnages de Marcinelle-Nord.

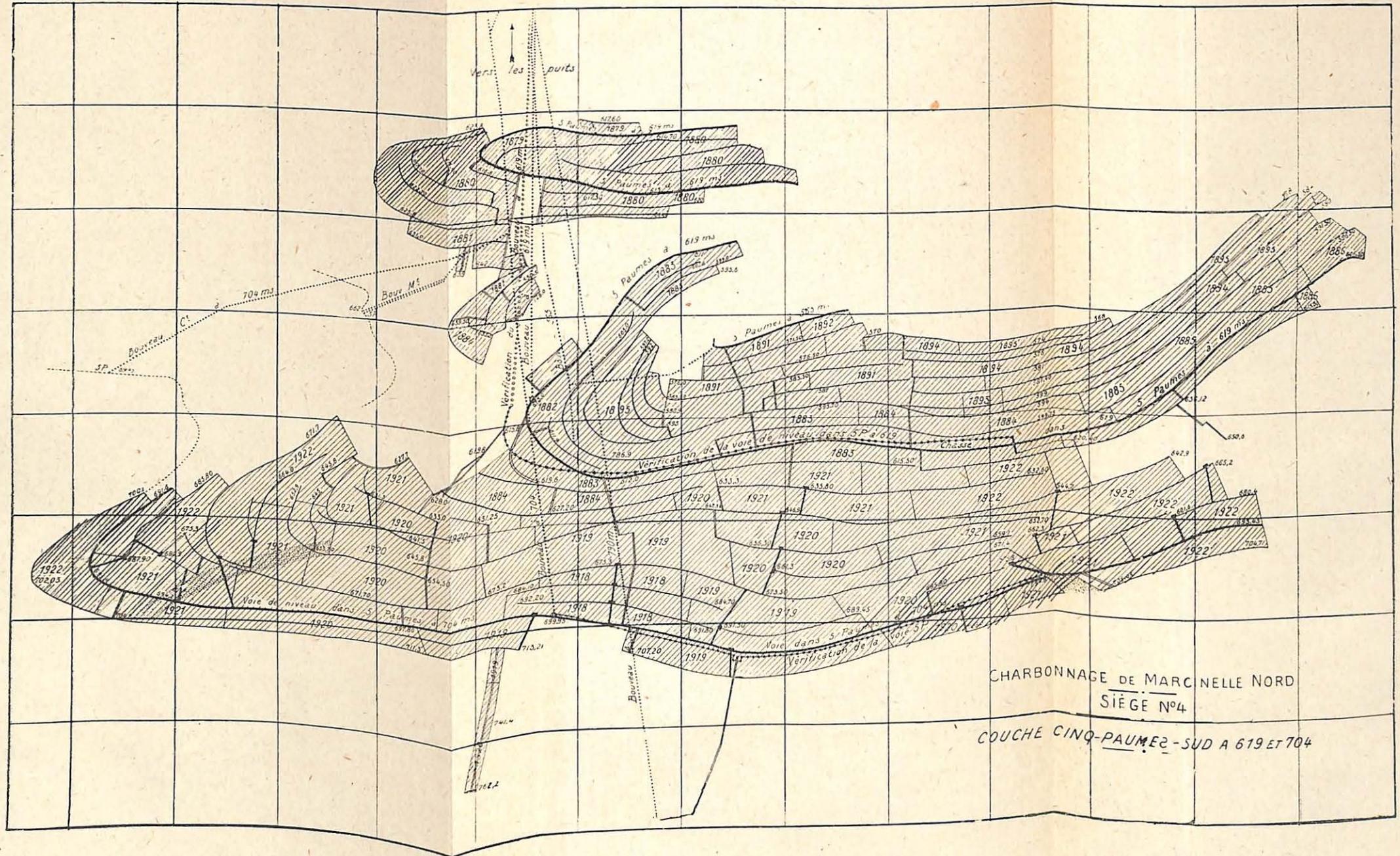
Le gisement houiller qu'exploitent ces charbonnages est d'allure compliquée. Il est divisé en plusieurs massifs distincts par un système de failles, dont les plus importantes sont la faille d'Ormont et la faille du Carabinier.

Le massif d'Ormont supérieur à la faille d'Ormont, est constitué de houiller inférieur et de calcaire carbonifère; il recouvre tout le faisceau de couches qui, lui, est divisé en deux parties nettement distinctes par la faille du Carabinier en dessous de laquelle s'étend le gisement peu grisouteux du Poirier.

C'est uniquement dans le gisement compris entre les deux grandes failles que se localisent les dégagements instantanés de grisou. Des accidents très importants de ce genre se sont produits il y a plus de 50 ans lors des travaux de reconnaissance à l'étage de 483 mètres et dans l'enfoncement du puits.

La partie Midi de la Concession fut peu exploitée; seule la couche Cinq Paumes fut déhouillée jusqu'à proximité de l'ancienne limite de concession par l'étage de 619 mètres; les recherches faites entre ce niveau et celui de 565 mètres

PLANCHE IV.



CHARBONNAGE DE MARC NELLE NORD
SIÈGE N°4
COUCHE CINQ-PAUMES-SUD A 619 ET 704

dans les autres couches furent infructueuses, mais aucun dégagement instantané n'y fut signalé.

L'exploitation se concentra dans les plateures et dressants au Nord du puits et dans les plats immédiatement au Sud; seule la couche Ahurie donna lieu à des manifestations spontanées de grisou mais toutes de minime importance.

Il y a quelques années un bouveau Sud fut creusé à l'étage de 704 mètres dans le but de reconnaître les plateures Sud correspondant à celle de Cinq Paumes déhouillée jadis par l'étage de 619 mètres. Ce bouveau recoupa tout le faisceau connu de Dix Paumes et atteignit une veine dite n° 1 supérieure aux précédentes et qui n'avait jamais été rencontrée à ce Siège.

Des chantiers furent ouverts dans la veine n° 1 et dans Cinq Paumes; ces couches se révèlent grisouteuses et, en 1920 et 1921, un dégagement instantané se produisit en plein abatage, respectivement dans la « Veine n° 1 » et dans Cinq Paumes; chacun de ces accidents coula la vie à deux ouvriers.

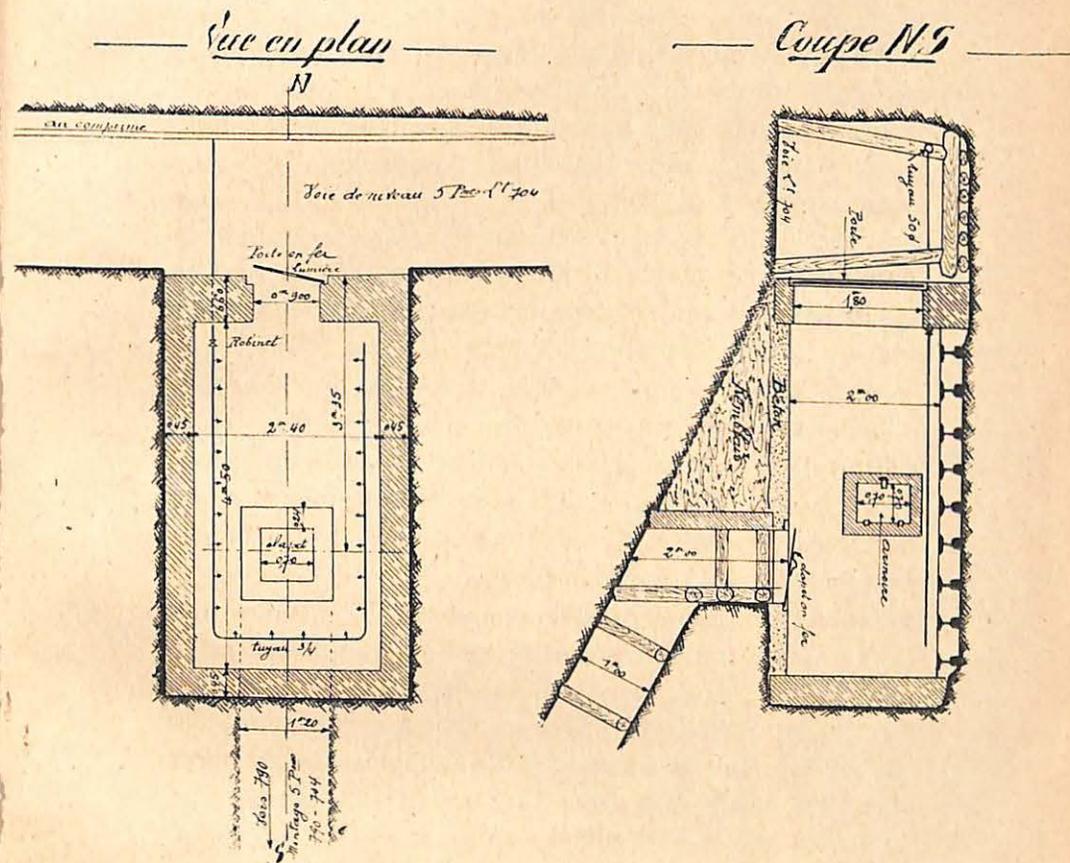
C'est ce qui décida le Charbonnage de Marcinelle-Nord à solliciter l'autorisation d'appliquer dans le chantier de Cinq Paumes la méthode des tirs d'ébranlement que l'on savait être employée avec succès dans le bassin du Gard.

Il n'y a pas actuellement d'exploitation en activité dans la veine n° 1.

Le bouveau de 704 mètres a été repris et tout récemment un dégagement instantané assez violent s'est produit à la recoupe d'une couche en droit fortement inclinée, alors que la veine était découverte depuis vingt-quatre heures sur une faible partie de la section du bouveau. Les ouvriers n'étaient pas à proximité du front et purent s'enfuir.

La planche IV montre la disposition de ce chantier, dont la galerie supérieure de retour d'air est la voie de niveau des anciennes exploitations de l'étage de 619 mètres.

Une communication en veine relie la voie de niveau de 704 mètres à l'étage de 790 mètres; c'est à la tête de cette communication qu'est établie la chambre-abri servant de poste de minage.



CROQUIS 4 ET 5.

Les croquis 4 et 5 montrent la disposition de cette chambre. La porte en fer donnant sur la voie de niveau s'ouvre vers l'extérieur et est munie d'une glace épaisse permettant d'observer ce qui se passe dans la galerie, car, pendant le minage, une lampe électrique portative est toujours suspen-

due en face de cette porte. Une ligne téléphonique relie la chambre-abri à l'envoyage de 704 mètres. Une tuyauterie d'air comprimé fait le tour de la salle; celle-ci contient en plus des bonbonnes d'oxygène et deux appareils de sauvetage.

La trappe de la communication avec le niveau de 704 mètres est maintenue ouverte pendant le minage afin d'assurer la retraite éventuelle des préposés au minage.

Cette installation présente donc le maximum possible de sécurité.

L'arrêté de la Députation permanente du Hainaut en date du 29 septembre 1922, qui a autorisé l'emploi des explosifs en veine, a imposé les conditions suivantes inspirées de la réglementation française :

« ARTICLE PREMIER. — L'autorisation de faire usage d'explosifs pour le tir à l'ébranlement dans le chantier Levant de la couche Cinq Paumes à l'étage de 704 mètres du siège n° 4 (Fiestaux) est accordée pour une période de trois ans.

» ART. 2. — Il sera fait usage d'explosifs à front de chaque coupure de taille, à moins que la distance entre deux fronts de taille consécutifs ne soit inférieure à 10 mètres.

» Il sera foré en face du pilier ou de la voie, au moins 4 trous de mine de 1^m,20 de profondeur minimum, dans chacun desquels seront introduits au maximum, 400 grammes d'explosifs S. G. P. ou S. G. P. C. entouré d'une gaine Lemaire. Ces explosifs seront choisis parmi ceux qui sont ou seront classés comme tels, par les circulaires ministérielles. La charge totale d'un tir d'ébranlement ne pourra être inférieure à 1500 grammes. Le tir des mines disposées en série, se fera par volée, les tirs consécutifs se feront en sens contraire du courant d'air.

» Après chaque volée, on devra procéder à l'examen de l'atmosphère afin de se rendre compte de la possibilité des

tirs suivants et vérifier si aucune obstruction du courant d'air n'a été provoquée. Dans le cas où il y aurait plusieurs volées, on ne pourra charger que les mines à faire exploser simultanément.

» ART. 3. — Il sera fait dans les mêmes conditions, usage des explosifs lorsque la veine sera dérangée ou en étreinte; si le dérangement est important, le nombre de mines sera augmenté; en cas d'étreinte les mines seront réparties tant dans la veine que dans les terrains encaissants. Toutes les mines d'un même dérangement ou d'une même étreinte devront être tirées simultanément. Dans ce cas, le nombre et la disposition des trous seront déterminés par l'ingénieur du siège et le tir ne sera suspendu que lorsque la veine se sera montrée à nouveau régulière sur 2^m,50 au moins au delà de l'étreinte ou du dérangement.

» Il pourra encore être fait usage d'explosifs lorsque l'on craindra un dégagement instantané. Dans ce cas, l'ingénieur du siège consignera dans un registre, les raisons qui lui ont fait prendre la décision du minage supplémentaire.

» ART. 4. — La position et l'orientation des trous de mine seront repérés sur une planche, afin de faciliter la découverte des ratés.

» ART. 5. — Le tir des mines se fera de l'intérieur d'une chambre-abri maçonnée, située à la partie supérieure de la communication établie dans la couche Cinq Paumes, entre les niveaux de 790 et 704. Cette chambre sera, vers la voie de niveau, fermée par une solide porte en acier, s'ouvrant vers la voie et munie d'une glace épaisse permettant de se rendre compte de ce qui se passe dans la galerie. Sur le pourtour de cette chambre sera disposée une conduite perforée à air comprimé munie dans l'angle Nord-Ouest, de la salle, d'un robinet. Cette salle sera également munie de deux bonbonnes d'air comprimé et sera reliée par un téléphone haut-parleur, à l'envoyage de 704 mètres.

» La trappe de communication avec le montage de communication sera maintenue ouverte pendant le tir, afin de permettre la retraite facile des personnes se trouvant dans cette salle, c'est-à-dire, du boute-feu et de son aide.

» ART. 6. — Le boute-feu, spécialement choisi à cet effet, devra non seulement savoir lire et écrire correctement, mais posséder des qualités spéciales de prudence et de ponctualité. Il devra se conformer strictement aux conditions de la présente autorisation et au règlement concernant l'emploi des explosifs.

» Dans son calepin, il indiquera d'une façon explicite, la position des différentes mines et leur groupement par volées. Il y consignera également toutes les observations qu'il fera soit avant, soit après le tir.

» ART. 7. — Chaque taille sera munie d'une cheminée de sauvetage de manière à pouvoir rétablir immédiatement l'aérage, dans le cas où le tir des mines provoquerait une obstruction.

» ART. 8. — Des lampes de sûreté seront allumées et établies dans le retour d'air et dans les voies d'entrée d'air en des points à désigner par la Direction de la Mine. Le nombre et l'emplacement des lampes éteintes, seront répertoriées et consignées dans le calepin du boute-feu.

» Des lampes portatives électriques, seront installées en différents endroits du parcours à effectuer par le boute-feu en cas de retraite, et notamment aux points où une confusion sur le trajet à faire serait possible.

» ART. 9. — Le tir ne pourra s'effectuer qu'après l'évacuation complète de tous les ouvriers des chantiers de l'étage de 704 mètres situés au Midi du puits d'extraction.

» ART. 10. — Les dégagements instantanés qui pourraient se produire seront répertoriés sur les plans et numérotés.

» ART. 11. — Il sera tenu un registre spécial sur lequel seront transcrits les indications fournies par le boute-feu, les résultats des expériences mensuelles d'aérage, faites dans le pilier supérieur, ainsi que des analyses grisoumétriques.

» Dans ce registre, seront également consignés les dégagements instantanés de grisou, leurs caractéristiques, ainsi que toutes les observations généralement quelconques qui pourront être faites à l'occasion de l'emploi de cette méthode.

» ART. 12. — Le Directeur des travaux et l'Ingénieur du Siège veilleront à l'exécution stricte des conditions de la présente autorisation. »

En vertu d'une autorisation provisoire de trois mois, soumise à des conditions analogues, les essais ont commencé le 11 juin 1922.

La Couche Cinq Paumes présente la composition suivante :

Toit : psammite			
Faux-toit	0 ^m ,25	} Puissance	0 ^m ,85
Charbon.	0 ^m ,35		
Escailles	0 ^m ,12	} Ouverture	1 ^m ,22
Charbon.	0 ^m ,50		
Mur : dur			

Cédant à des sentiments de prudence très louables et à la crainte de l'inflammation du grisou qui continue à dominer les esprits en Belgique, la Direction essaya, dans le principe, le tir d'ébranlement avec des charges faibles.

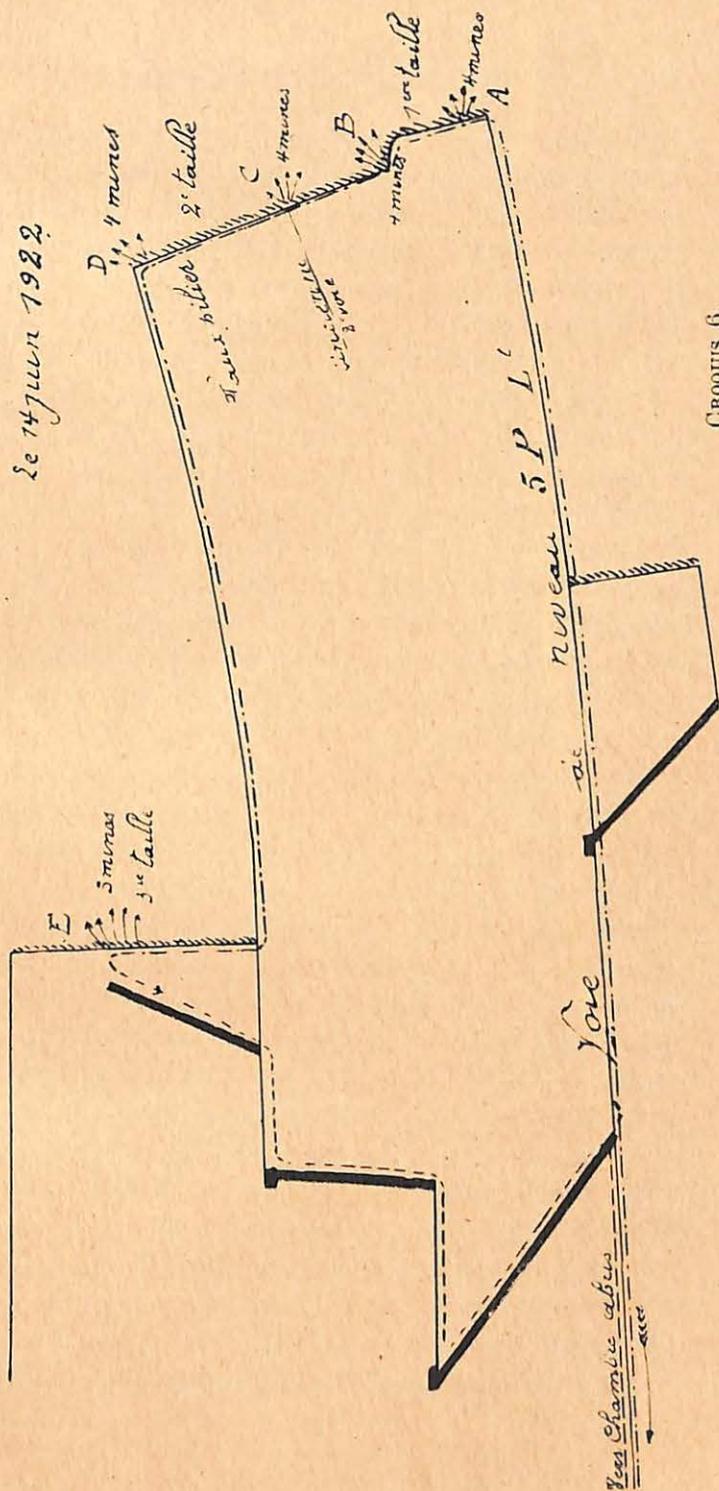
Aux coupures des tailles, on fora d'abord deux trous de mine de 1^m,50 de longueur que l'on chargea chacun d'une cartouche Lemaire de 200 grammes d'explosifs S. G. P. C. (Sécurité, Grisou, Poussière, Couche), l'effet produit fut nul, les mines firent canon en élargissant simplement le fourneau vers l'orifice sur 0^m,40 de longueur, bien que

le bourrage d'argile soigné eût 30 à 35 centimètres de longueur; parfois du charbon en petite quantité, 600 kgs au maximum fut projeté et l'on constata des ébranlements sur des profondeurs ne dépassant pas 80 centimètres et des longueurs variant de 1 à 2 mètres; de plus, on retrouva des débris de cartouches intacts. On conclut donc à la nécessité d'augmenter les charges et de réduire au minimum réglementaire la gaine de fluorure; par suite de l'impossibilité de faire des trous de mine convenable dans le sillon supérieur, on décida de n'en faire que dans le sillon inférieur. On fora alors quatre mines à chaque coupure et chacune fut chargée d'une cartouche Lemaire d'explosif S. G. P. C. du poids utile de 200 grammes. Ces trous avaient 1^m,50 de profondeur et des orientations diverses leur furent données; les zones abattues et ébranlées furent plus grandes, elles atteignirent 80 centimètres à 1 mètre de profondeur et de 4 à 11 mètres de longueur; dans un cas, la zone ébranlée atteignit 2^m,30 de profondeur; la partie abattue et projetée avait 1^m,50 de profondeur et 7^m,50 de largeur; bien qu'aucune lampe-témoin ne se soit éteinte (le volume d'air dépassait 5 mètres cubes par seconde), la Direction a conclu à la production d'un petit dégagement instantané.

Le croquis 6 ci-contre montre la disposition des trous d'une volée de vingt-et-une mines; les essais se poursuivirent dans les mêmes conditions pendant un certain temps; on constata encore un cas où l'on put admettre la production d'un dégagement instantané de faible importance.

A la suite du peu d'efficacité de ces tirs et de la visite que voulu bien faire à Marcinelle M. Loiret, Ingénieur en chef au Corps des Mines à Allais, on décida d'augmenter les charges et de multiplier les trous de mine. L'opinion accréditée dans le bassin du Gard à la suite d'une expérience longue de plus de vingt ans, est en effet que le tir d'ébranlement, pour être efficace, doit être violent et que que l'emploi des faibles charges est plus dangereux qu'utile.

Siege n° 4
Sur à l'ébranlement 5 P. L.



On admit alors, pour chaque fourneau, une charge de 300 grammes d'explosif S. G. P. C., constituée de trois cartouches gainées sans intercalation de fluorure entre les cartouches; les fourneaux de mine avaient 1^m,20 et 1^m,50 de profondeur. Dans un cas on constata un dégagement important de grisou, qui perdura plusieurs heures après l'explosion et qui était accompagné de crépitements de la veine; on décida donc d'augmenter à nouveau la charge et de faire les trous plus longs; la charge des fourneaux fut portée à 400 grammes et la profondeur des fourneaux à 1^m,50 et 1^m,80.

A l'heure actuelle, la défiance des ouvriers qui s'était manifestée au début des essais, et qui avait donné lieu à des actes de sabotage, a disparu; ils demandent eux-mêmes le creusement des fourneaux de mine lorsqu'ils constatent que la veine devient plus grisouteuse, qu'elle « travaille », selon leur expression imagée.

Le tir par volée de quatre mines chargées chacune de 400 grammes d'explosif S. G. P. C. se montre suffisant, sauf aux devantures de voies où il est utile de faire au moins cinq trous.

A diverses reprises, on constata des dégagements abondants de grisou provoqués par le minage; différentes lampes éteintes furent éteintes.

La méthode semble être mise au point dans la couche considérée; les ouvriers déclarent qu'il ne se manifeste plus que très rarement, pendant l'abatage, d'indices précurseurs de dégagements instantanés; d'une manière générale, la profondeur de 1^m,50 pour le fourneau de mine, a été jugée suffisante et adoptée. D'autre part, si l'on observe pendant le jour des indices menaçants dans la taille, on fait la nuit suivante sauter une volée de mines dans la région suspecte.

Depuis l'emploi des charges de 400 grammes par fourneau, on a constaté trois manifestations qui peuvent être

considérées comme des dégagements instantanés de grisou, la plupart des lampes témoins ont été éteintes dans les deux premiers cas, mais celles de l'envoyage de retour d'air sont restées allumées. Dans le troisième cas, toutes les lampes témoins ont été éteintes; 3/4 d'heures d'après le tir, la voie de la taille au coupement de laquelle le dégagement s'était produit était encore inaccessible par suite de l'abondance du grisou; il y avait donc eu renversement d'aérage.

La Direction des Charbonnages de Marcinelle-Nord est très satisfaite des résultats obtenus et considère que la méthode du tir d'ébranlement s'applique parfaitement à son gisement.

A la suite du dégagement instantané survenu dans le nouveau Sud à 790 mètres, elle est décidée à demander la généralisation de la méthode à toutes les couches de la partie Sud de son gisement qui semble se révéler comme particulièrement grisouteuse.

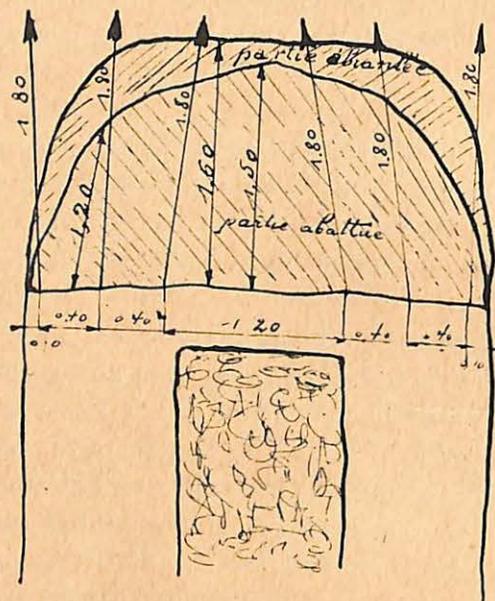
Tout fait supposer qu'il y aurait intérêt à faire des essais analogues dans les autres charbonnages de troisième catégorie; certes, des tâtonnements seront inévitables dans chaque cas particulier, car il faudra faire école. Les expériences faites au Charbonnage de Marcinelle-Nord démontrent, en tous cas, l'inocuité des tirs en ce qui concerne l'inflammation du grisou, car des dégagements très abondants de méthane se sont produits; elles prouvent aussi l'efficacité de la méthode.

On pourrait peut-être objecter que cette couche n'est pas, dans la région où les essais ont été faits, sujette à des dégagements instantanés de grisou et que les manifestations de l'espèce provoquées par les tirs ne se seraient certainement pas produites en cas d'abatage à l'outil.

Le fait suivant montre qu'il n'en est pas ainsi :

On avait décidé de remonter la taille supérieure en avant; dans ce but on avait entrepris à travers le massif de char-

bon situé entre le pillier de la cinquième taille et l'ancienne exploitation de l'étage de 619 mètres, massif qui a 27 mètres de largeur, un montage de 3 mètres de front ; le montage était arrivé à 12 mètres environ des anciens remblais ; on y forâ six trous de mine de 1^m,80 de longueur, chargés chacun de 400 grammes d'explosif S. G. P. C. ; le croquis 7 ci-dessous montre la disposition du front et l'effet produit par le tir.



CROQUIS 7.

Echelle 1/50.

L'abatage de la zone ébranlée n'ayant rien fait remarquer d'anormal, on continua l'abatage à la main. Dans la troisième havée de 1 mètre, le grisou est apparu en abondance ; au début de la quatrième havée, on perçut un bruissement intense, analogue à celui que fait le vent à travers le feuillage et l'on sentit un courant d'air froid, qui fut suivi d'un effrètement de plus en plus prononcé du sillon supérieur ; l'abatage fut arrêté ; le havage continua à

s'ébouler produisant une excavation en talus ; ce lit de charbon était devenu très froid ; une minute après, on entendit dans le toit trois coups violents et les ingénieurs et porions s'enfuirent par les cheminées qui furent immédiatement remplies de grisou ; le courant ventilateur s'arrêta.

Une demie-heure seulement après, en s'aidant d'un jet d'air comprimé, on put, par la cheminée d'entrée d'air, atteindre le sommet du montage ; on constata que le sillon du mur avait avancé de 0^m,80 environ ; l'étauçon de l'angle Est avait été transporté de 1 mètre et était resté calé entre le mur et la rallongue ; quant au sillon du toit, il était enlevé sur une profondeur de 3 mètres ; le fond de l'excavation ne se trouvait plus qu'à 4 mètres des remblais du chantier exploité en 1884.

Ce fait prouve surabondamment le caractère grisouteux de la couche. Les conclusions à tirer des essais faits actuellement au Charbonnage de Marcinelle-Nord sont donc les mêmes que celles que formulent nos Collègues français du bassin du Gard.

Le tir d'ébranlement est un moyen très efficace d'éviter les dégagements instantanés pendant la période d'abatage, la seule où ils puissent occasionner des accidents de personnes.

L'efficacité de ces tirs est fonction de la violence de l'ébranlement ; des charges faibles ne produisent aucun effet et pourraient être plus dangereuses qu'utiles. Dans le cas qui nous occupe, la charge de 400 grammes par fourneau de mine avec quatre mines au coupement est un minimum qu'il conviendra souvent de dépasser, notamment dans les endroits particulièrement suspects et à l'approche de tout dérangement.

Aucune inflammation de grisou ne paraît à craindre si l'on dispose d'un personnel sérieux et consciencieux. Il est

évident que le tir des mines exige l'absence de grisou au moment de l'explosion. Les explosifs doivent être suffisamment forts et, sous ce rapport, il est à craindre que des explosions incomplètes ne se produisent avec certains explosifs S. G. P. C. qui ont un pouvoir détonant insuffisant.

Les expériences faites à l'Institut des Mines de Frameries prouvent que l'on peut utiliser sans danger les cartouches gainées d'explosifs S. G. P. Toutefois, l'expérience faite à Marcinelle-Nord a montré qu'il est possible d'obtenir des explosifs S. G. P. C. qui ne donnent guère lieu aux inconvénients signalés ci-dessus et qui, dans la Couche Cinq Paumes, permettent d'obtenir un ébranlement suffisant.

Un point sur lequel je crois devoir attirer spécialement l'attention des personnes qui seraient tentées d'utiliser le minage en série, c'est le choix judicieux des détonateurs et la vérification très sévère de leur résistance. Si l'on ne prend pas des précautions minutieuses, on est certain d'avoir des ratés, ce qui constitue une cause grave de danger.

En résumé, j'estime que la méthode des tirs d'ébranlement doit être généralisée en Belgique; mais qu'il convient d'être très prudent et très méticuleux dans son emploi, car il faudra former un personnel spécial recruté avec un soin tout particulier.

NOTES DIVERSES

COMMENT CONSTRUIRE

DANS LES

Régions soumises aux affaissements miniers

par R. HAUTIER

Ingénieur des constructions civiles A. I. G.
Ingénieur Conseil.

AVANT-PROPOS

Une notable partie de la surface de notre pays recouvre d'importants gisements de houille. Aux anciennes exploitations des bassins du Borinage, du Centre, de Charleroi et de Liège s'ajouteront bientôt celles du Sud du Hainaut et de la Campine. Jusqu'à des profondeurs croissant de jour en jour, le sol est parcouru en tout sens par un réseau serré de galeries et bouleversé de fond en comble pour en extraire le précieux combustible. Ce bouleversement du sol ne va pas sans amener de sérieuses dénivellations à la surface et celles-ci provoquent d'importants dégâts aux constructions et parfois même leur ruine complète.

Peu de choses ont été faites jusqu'ici pour parer à cet inconvénient d'autant plus grave qu'il se produit dans des endroits où l'extraction de combustible a attiré de nombreuses industries et une population très dense. Nombreux sont les bâtiments qui, élevés suivant les règles ordinaires de la construction sur le sol mouvant des régions charbonnières, se fissurent, se sectionnent en tronçons et sont même, dans certaines circonstances, voués à une ruine rapide. Nous avons poursuivi depuis quelques années, dans

les constructions d'un des bassins houillers de notre pays — le Borinage — des observations systématiques sur les détériorations dues aux affaissements miniers. Nous avons tâché d'en déduire les règles à suivre pour éviter dans les immeubles à édifier, ces dégâts onéreux pour les charbonnages, qui, cause du mal, doivent en toute équité être astreints à les réparer. Il serait sans doute difficile de réunir des chiffres pour se faire une idée de la charge annuelle qu'impose la réparation des dégâts à la surface, mais il nous est revenu que mainte exploitation charbonnière y laissait une large part de ses bénéfices.

Il est entendu que dans la présente étude nous ne nous occuperons pas des moyens employés par les techniciens des mines pour éviter ou du moins limiter les affaissements. Nous chercherons simplement quelles sont les règles à adopter dans la construction des immeubles pour que ceux-ci puissent supporter sans dommage les mouvements du sol.



CHAPITRE PREMIER

Données expérimentales et leurs conséquences.

Depuis qu'en 1858 l'Ingénieur liégeois Gonot érigea en théorie les observations faites par Toilliez en 1838 au Charbonnage de Houssu et celles qu'il avait faites lui-même, de nombreux mémoires ont été publiés à ce sujet. Il n'entre pas dans le cadre de cette étude de discuter la valeur des différentes théories qui ont été émises, nous plaçant à un point de vue tout différent de celui de leurs auteurs qui, Ingénieurs des Mines, cherchaient surtout à connaître les relations de grandeur existant entre la couche déhouillée et l'affaissement qu'elle produit. Il n'est d'ailleurs pas aisé d'enserrer dans les règles rigides d'une théorie, un phénomène dépendant de conditions aussi variables et aussi multiples. Tant de circonstances interviennent qu'il semble complètement impossible de prévoir avec quelque précision l'étendue de la surface du sol qui sera influencée par le déhouillement d'une couche pas plus que la grandeur de la descente verticale.

Nous nous bornerons donc à indiquer quelques observations faites à la surface, observations heureusement suffisantes pour nous permettre de déceler quels sont les efforts anormaux agissant sur les constructions érigées sur terrain soumis à affaissement.

Observations d'affaissements à la surface. — Des nivellements de voies de communication et particulièrement de voies de chemin de

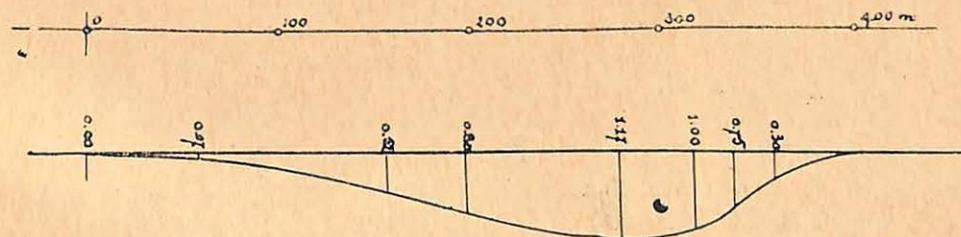


FIG. 1.

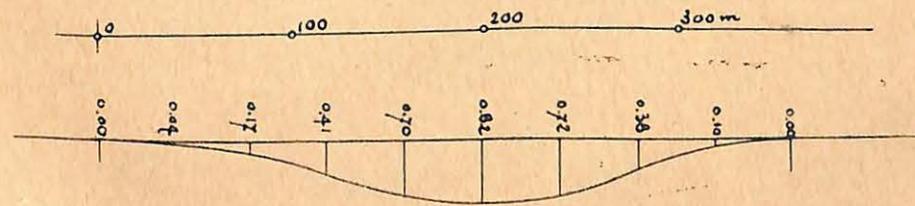


FIG. 2.

fer ont montré qu'un terrain primitivement plan présente, en général, après affaissement, une forme en cuvette, que vers le centre de cette cuvette se trouve l'affaissement maximum et que la hauteur d'affaissement décroît d'une façon continue vers les extrémités pour, finalement, être nulle. Les dimensions en surface et en profondeur de ces cuvettes sont évidemment variables suivant les circonstances de l'exploitation souterraine : puissance, profondeur, surface et inclinaison de la couche exploitée, nature des terrains composant le toit et des morts-terrains, etc. Les figures 1 et 2 donnent deux exemples d'affaissements de ce genre.

Cette forme, qui est la plus fréquente, se rencontre lorsque le terrain houiller est recouvert d'une épaisseur suffisante de morts-terrains. Lorsque ceux-ci font défaut et que le carbonifère affleure, la coupe transversale de l'affaissement prend plutôt une forme polygonale (figure 3).

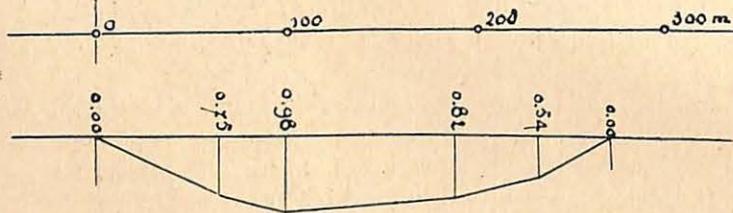


FIG. 3.

Une seconde couche vient-elle à être exploitée sous la première les mêmes phénomènes se reproduiront, mais la rapidité de propagation du mouvement de descente qui lui est dû sera accrue, les terrains supérieurs ayant déjà été disloqués par la première exploitation. Ce second affaissement se superposera donc au premier. Il pourra de même en venir un troisième, un quatrième plus tard. On aura alors un affaissement final dans le genre de celui représenté à titre d'exemple à la figure 4 (1).

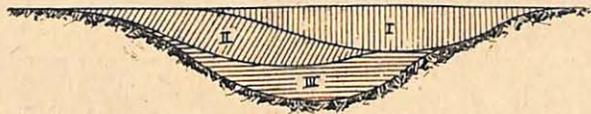


FIG. 4.

(1) D'après A.-H. GOLDREICH *Die Theorie der Bodensenkungen in Kohlengebieten.* — Berlin, Julius Springer, 1913.

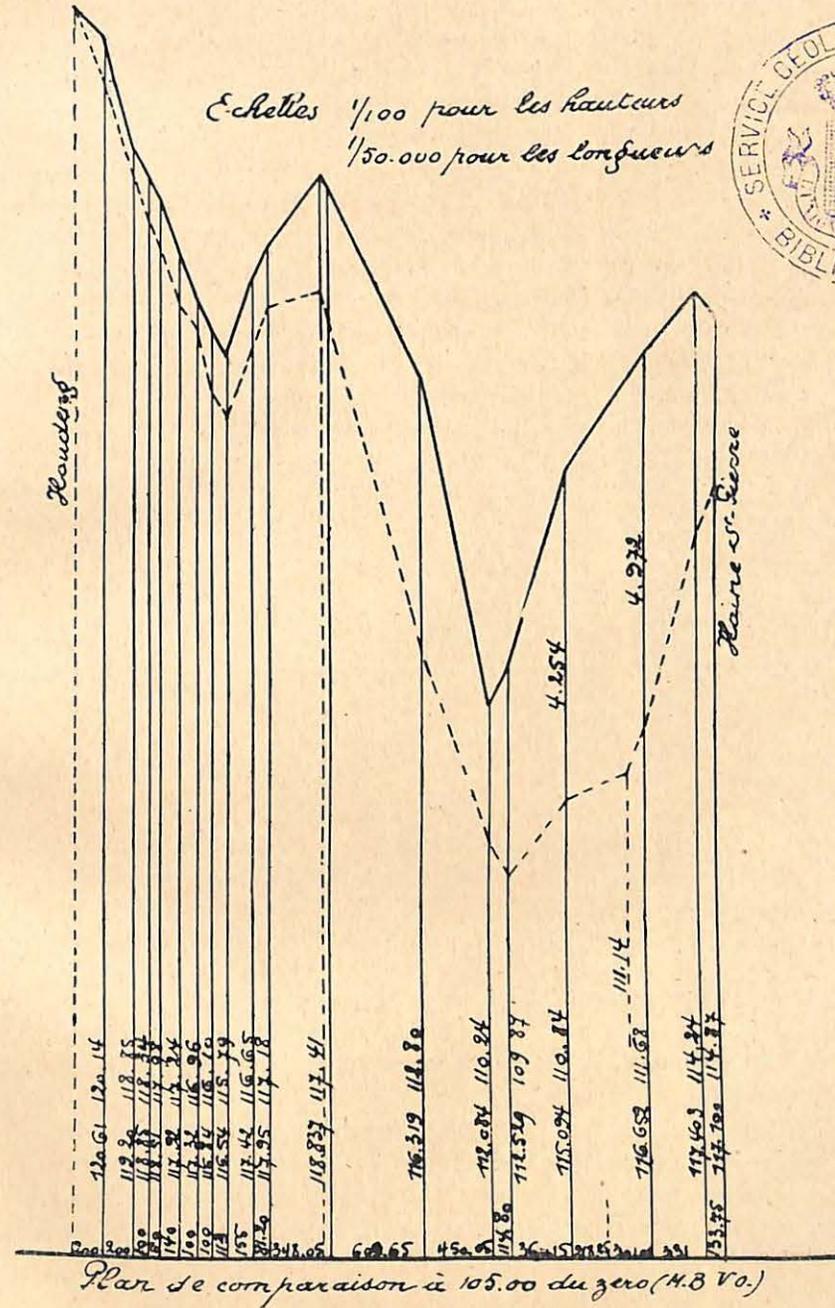
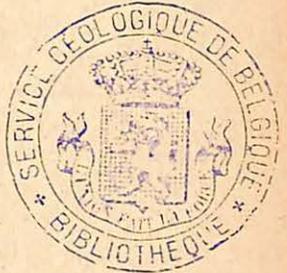


FIG. 5.

Pour donner une idée de l'étendue et de l'amplitude que peuvent atteindre les affaissements miniers nous reproduisons, à la figure 5, le profil en long du tronçon de la ligne de chemin de fer de Bruxelles à Erquelines compris entre les gares de Houdeng et de Haine-Saint-Pierre. Le profil primitif de la ligne est indiqué en traits pleins et celui au début de 1922 en traits pointillés. L'affaissement commence aux environs de la gare de Houdeng et s'étend sur plusieurs kilomètres. Son amplitude maximum est de 4^m,97 aux environs de la gare de formation de Haine-Saint-Pierre. Des mouvements de cette amplitude, affectant de telles étendues de terrain, causent non seulement d'importants dégâts aux constructions, mais amènent un bouleversement complet du régime des eaux et des pentes et des rampes des voies de communication.

Les efforts anormaux dans les constructions. — Considérons (figure 6) (1) un affaissement en forme de cuvette et voyons quelle sera la sollicitation nouvelle des constructions qui y étaient élevées avant sa formation.

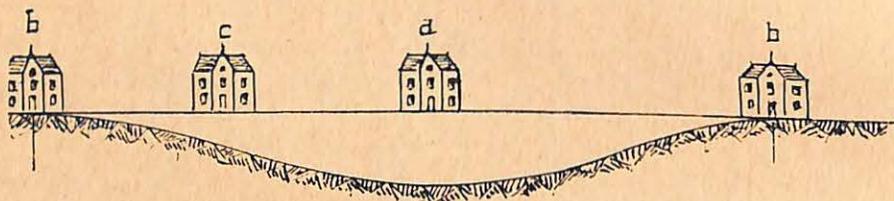


FIG. 6.

Supposons d'abord, ce qui est le cas le plus fréquent, que les dimensions en plan de la cuvette soient notablement plus grandes que celles des bâtiments y édifiés. Un immeuble se trouvant en *a*, centre de l'affaissement aura simplement subi, en quelque sorte, une descente verticale, sans que l'orientation de son plan de fondation ait été changée; aucun effort anormal de quelque importance n'agira sur lui. Aussi, pour peu que l'affaissement n'ait pas été trop brusque, aucun dommage, ou tout au moins aucun dommage sérieux ne sera constaté.

Pour un immeuble situé en *b*, sur le bord de la cuvette, une partie du sol sous les fondations se dérobera et un tronçon de la construction se trouvera en porte-à-faux. Celle-ci sera donc soumise à un moment de flexion positif donnant un effort de compression vers le bas et un effort d'extension vers le haut. Comme, d'ordinaire, les

maçonneries présentent très peu de résistance à l'extension des fissures apparaîtront à la partie supérieure des bâtiments.

Une bâtisse occupant une position *c*, intermédiaire de *a* et *b*, sera soumise à des efforts de même nature que celles situées en *b*, mais de grandeur moindre. Cependant le bâtiment s'inclinera et si l'inclinaison devenait notable — c'est exceptionnel — il pourrait en résulter une aggravation des efforts d'extension à la partie supérieure de l'immeuble.

Donc, en résumé, les bâtiments situés au centre de l'affaissement souffriront peu, ceux se trouvant aux extrémités auront les dégâts les plus importants et ceux de la zone intermédiaire ne subiront qu'un dommage assez faible.

Il faut cependant se garder d'une généralisation hâtive que l'observation ne tarderait pas à démentir. En effet, l'exploitation lente d'une veine donne lieu à un affaissement passant par d'autres stades que celui résultant d'une exploitation rapide. Dans le premier cas l'affaissement total résulte de l'addition d'une série d'affaissements partiels. Il s'en suit qu'un bâtiment se trouvant au centre de l'affaissement définitif s'est certainement trouvé, à un certain moment, à la périphérie d'un affaissement partiel, c'est-à-dire dans la zone affectée des dégâts les plus importants. Il en résulte que si les affaissements suivent de près l'exploitation, tous les immeubles pourront, à un moment donné, se trouver dans la zone de passage de la ligne de fracture. Les dégâts sont modérés, si cette ligne ne stationne pas; très graves, si elle séjourne un temps plus grand que la durée de l'ébranlement du fond à la surface.

Une autre remarque importante c'est que les bâtiments situés au centre de l'affaissement ne restent indemnes qu'à la condition d'avoir des dimensions beaucoup plus petites que celles de la cuvette. Or, on sait que les dimensions en plan de celle-ci varient avec la profondeur et avec l'inclinaison des couches. Il se peut donc que, dans certaines exploitations et pour des immeubles d'assez grande étendue, ceux-ci occupent une notable partie de l'affaissement. Le sol se dérobe alors sous le plan de fondation dans la partie centrale du bâtiment et celui-ci ne repose plus que par ses extrémités (fig. 7). Il sera donc, dans ce cas, soumis à un moment de flexion négatif donnant lieu à des efforts d'extension vers le bas. C'est donc là qu'apparaîtront les fissures.

Nous avons envisagé le cas d'une cuvette d'affaissement ayant une section continue, mais il est clair que les mêmes effets se feront

sentir si la section est polygonale ou a une forme irrégulière résultant de l'exploitation de plusieurs couches superposées.

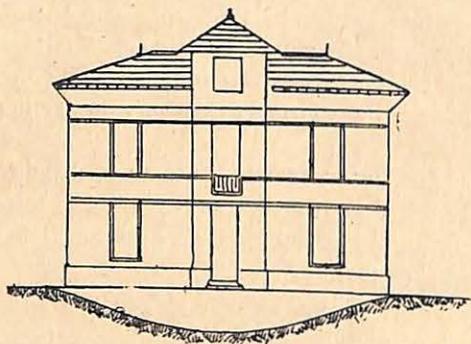


Fig. 7.

Un immeuble peut donc, du fait d'un affaissement minier, être soumis dans son ensemble à un moment de flexion positif ou à un moment négatif (1). Nous allons rechercher quelles peuvent en être les grandeurs maxima. Nous calculerons ces valeurs en supposant que la construction ait une résistance suffisante pour les supporter, car, en général, les efforts se limitent à la valeur nécessaire pour créer une cassure, puis s'attaquent à la partie du bâtiment restée indemne pour en détacher un nouveau tronçon et ainsi de suite. L'immeuble est donc sectionné dans des directions sensiblement parallèles en une série de tronçons qui suivent individuellement les mouvements du sol.

1° Supposons d'abord que l'immeuble se trouve sur le bord de la cuvette (fig. 8). S'il formait un monolithe capable d'une résistance

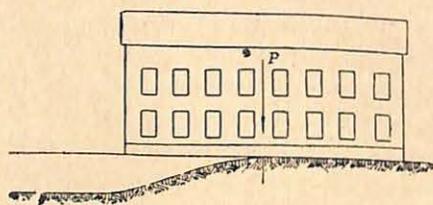


Fig. 8.

(1) Nous donnons le signe + au moment lorsque, pour le tronçon de la pièce fléchie à gauche de la section considérée, il a le sens contraire à celui de la marche des aiguilles d'une montre.

sérieuse à l'extension on peut dire, en faisant abstraction de l'adhérence de la partie droite au sol, qu'il resterait en porte-à-faux jusqu'au moment où le centre de gravité de tout le poids P de la construction se trouverait verticalement au-dessus du bord de l'affaissement, à condition que le terrain présente une résistance indéfinie à la compression. Si à ce moment le sol se dérobaient encore, il y aurait rotation de toute la masse pour chercher un plan d'assise incliné. Si donc nous séparons le massif en deux parties par un plan vertical passant par le centre de gravité, le moment fléchissant maximum se trouvera en prenant le moment du poids d'un des deux tronçons autour de ce plan. Ce moment est facile à calculer dans chaque cas particulier. Appelons le M_1 ;

2° Si le bâtiment se trouvait juste au-dessus d'une cuvette de faibles dimensions, il aurait à subir un moment de flexion négatif qui sera maximum lorsque l'immeuble ne reposera sur le sol que par ses deux arêtes extrêmes. Celui-ci sera donc sollicité comme une pièce posée sur deux appuis et il sera aisé de calculer le moment fléchissant maximum M_2 dans chaque cas spécial.

L'hypothèse que nous venons de faire (sol incompressible) est exagérée et ne se réalise presque jamais en pratique. En effet, le terrain ne présente pas une résistance indéfinie et au fur et à mesure qu'il se dérobera, sous la partie centrale du bâtiment, celui-ci étant supposé présenter une résistance sérieuse aux déformations, les extrémités des fondations auront à supporter une charge unitaire de plus en plus grande et s'enfonceront donc dans le sol lorsque la limite de résistance de celui-ci sera dépassée. La partie suspendue de la construction sera donc l au lieu de L (fig. 9). Il est assez difficile d'indiquer quelle peut être la valeur de l ou du rapport $\frac{l}{L}$. Elle

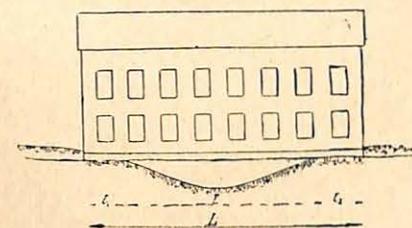


Fig. 9.

dépend de la nature du terrain et des charges que celui-ci doit supporter. Il semble que moins le sol présente de résistance plus l sera faible ; on arrive donc à la conclusion que les terrains compressibles sont plus avantageux au point de vue des efforts que devra supporter l'immeuble que les

terrains plus résistants. Il faut remarquer aussi que la répartition des pressions sur l_1 et l_2 a une influence sur le moment de flexion et qu'en réalité l devrait être mesuré entre les centres de pression des surfaces d'appui l_1 et l_2 .

Le moment de flexion n'atteindra donc jamais la valeur M_2 . Celle-ci devra être affectée d'un coefficient variable avec la nature du terrain. Comme première approximation on pourrait prendre M maximum = $0.8 M_2$ en ayant soin de bien noter que ce coefficient de réduction est entièrement arbitraire et devrait être éventuellement modifié suivant les enseignements de la pratique. Nous croyons toutefois que la valeur 0,8 donne une marche de sécurité suffisante.

La même remarque peut être faite dans le cas d'un immeuble se trouvant sur le bord de la cuvette d'affaissement. Il est clair que le sol ne saurait se dérober jusque sous le centre de gravité de l'édifice sans que celui-ci s'incline à la suite de la forte compression exercée sur le terrain par la partie des fondations qui s'y appuie encore. De ce fait la longueur du porte-à-faux diminue et le moment fléchissant maximum subit une réduction. Avec les mêmes réserves que celles indiquées ci-dessus, nous adopterons aussi la valeur 0,8 pour le coefficient devant affecter le moment de flexion M_1 .

Les dégâts aux immeubles. — Ces efforts, agissant sur des bâtiments où rien n'a été prévu pour leur résister, causent des destructions plus ou moins profondes, qui parfois se limitent à de simples crevasses; souvent cependant l'agrandissement progressif de celles-ci amène une ruine rapide. Ces fissures apparaissent dans les sections de moindre résistance, c'est-à-dire au droit des baies de portes et de fenêtres. Elles sont trop fréquentes et leurs formes trop connues pour qu'il soit nécessaire d'étayer la présente étude par des documents photographiques. Nous reproduisons simplement, à l'aide de croquis, quelques exemples

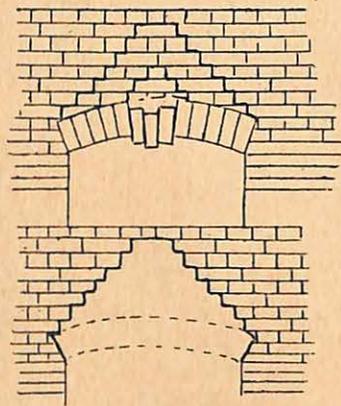


FIG. 10.

parmi les plus typiques :

1° Baie fermée par une arcade surbaissée. La fissure se produit aux environs de la clef de l'arc, les deux ou trois briques centrales se détachent et glissent. Si l'affaissement s'accroît, elles tombent, l'arc s'écroule ainsi qu'un triangle de maçonnerie (fig. 10);

2° Baie fermée par une arcade en plein-cintre. La crevasse se produit encore à la clef, mais il faudra un déplacement beaucoup plus grand des naissances pour permettre aux briques de clef de glisser, de sorte que dans la majorité des cas le dommage se limitera à une simple fissure (fig. 11).

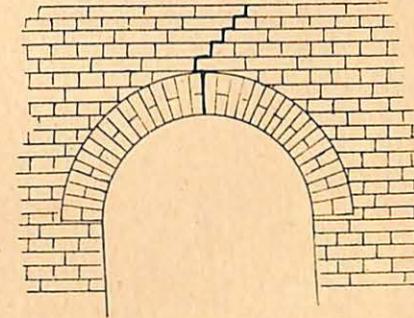


FIG. 11.

3° Baie fermée par un linteau. La fissure contournera celui-ci au droit de l'appui pour atteindre la maçonnerie supérieure (figure 12).

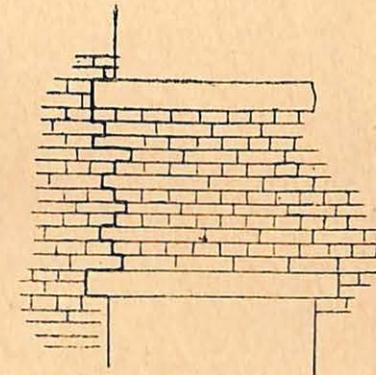


FIG. 12.

Il semblerait donc que ce soit ce système qui limite le plus les dégâts; cependant si l'affaissement devient notable, la maçonnerie du piedroit par suite de sa rotation est arrachée par la partie encastree du linteau. La destruction devient alors très sérieuse (figure 13). Il est à remarquer que ceci se produit quelle que soit la longueur du

linteau encastrée dans les maçonneries : la crevasse passe toujours par l'extrémité de celui-ci ;

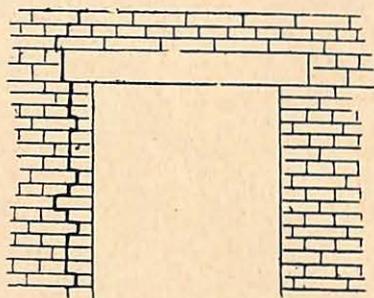


FIG. 13.

4° La figure 14 indique comment commencent les fissures dues à un moment de flexion négatif ;

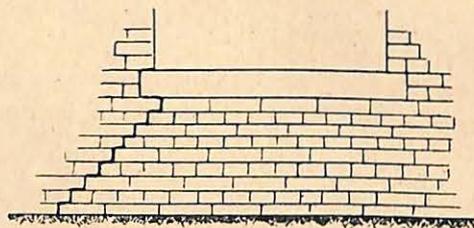


FIG. 14.

5° Les figures 15 et 16 donnent des formes caractéristiques de crevasses dans un mur de clôture en maçonnerie de briques et dans un mur de soutènement en pierres.

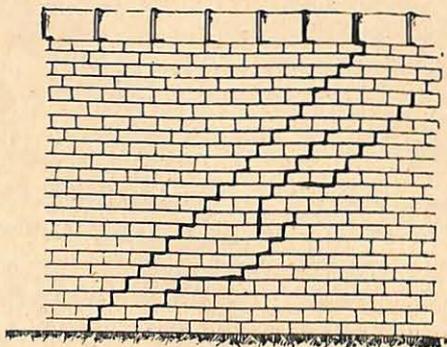


FIG. 15.

Les exemples cités ci-dessus ne sont que le premier stade des dégradations se produisant aux immeubles. C'est plutôt l'indication que des affaissements commencent à apparaître sans que pour cela le bâtiment menace ruine. Les réparations sont encore possibles, quoique n'ayant aucun effet préventif sur les dégâts pouvant apparaître ultérieurement à la suite de l'augmentation de l'affaissement.

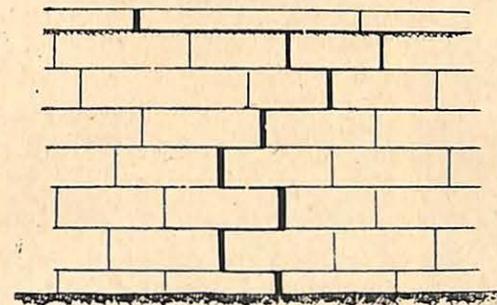


FIG. 16.

Ces fissures n'ont pas la même signification que celles qui, en terrain ferme, pourraient résulter de malfaçon locale. Elles sont le signe que l'immeuble se segmente en tronçons pour pouvoir suivre les mouvements du sol. Si les murs d'une façade sont fissurés, ceux de la façade lui faisant vis-à-vis le seront souvent aussi et même les murs de refend.

Ces dégradations n'affectent pas seulement les locaux d'habitation, mais aussi les monuments publics et les grandes constructions industrielles. D'après ce que nous avons vu précédemment, on peut affirmer que plus le bâtiment est de grandes dimensions, plus il est sujet à être détruit par les travaux miniers. C'est ainsi que peu d'églises des régions charbonnières sont exemptes de fissures. Malgré leur épaisseur, les murs sont traversés de crevasses, les voûtes se disloquent, les tours s'inclinent et finalement l'édifice doit être désaffecté et démoli et, si des réparations sont encore possibles, elles ne peuvent, malgré leur importance, amener la restauration parfaite d'une construction branlante.

En ce qui concerne les bâtiments industriels, les dommages peuvent parfois être très importants, non seulement pour la construction elle-même, mais aussi pour les mécanismes qui s'y trouvent et qui sont réunis entre eux par des liaisons demandant une parfaite

rectitude et une grande fixité. Par exemple, l'installation d'une longue ligne d'arbres de transmission dans un tel bâtiment serait tout à fait impossible.

Des ouvrages qui ont aussi beaucoup à souffrir des affaissements sont les réservoirs destinés à contenir des matières fluides : bassins de décantation, réservoirs d'eau, bassins filtrants, etc. La moindre fissure frappe ces ouvrages d'inutilisation complète en détruisant leur étanchéité et cependant leur grande étendue en surface les rend très vulnérables à ce point de vue.

Les dégâts aux ouvrages d'art. — Les ouvrages d'art, qui ont à supporter des efforts importants et pour lesquels la fixité des fondations est une condition absolue de leur résistance, sont très facilement affectés par les mouvements du sol.

Parmi ces ouvrages d'art, ceux que nous avons particulièrement en vue, parce que les plus nombreux, sont les ponts. Voyons d'abord comment se comportent les ponts en maçonnerie lorsque le sol s'affaisse. Si une voûte en maçonnerie se trouve dans la partie centrale d'une cuvette de peu d'étendue, les fondations des culées tendent à suivre individuellement les mouvements du sol. Les culées s'inclinent donc et les joints de naissance ont une tendance à se rapprocher : la voûte va s'ouvrir à l'extrados à la clef et à l'intrados aux joints de rupture (rupture suivant le type des voûtes ogivales, figure 17). Si

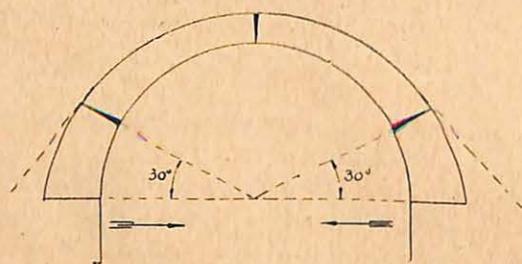


FIG. 17.

la voûte se trouve sur le bord de la cuvette, les plans de fondation des culées s'inclinent vers l'extérieur de l'ouvrage, les naissances ont une tendance à s'éloigner l'une de l'autre, le joint de clef s'ouvre à l'intrados et les joints de rupture à l'extrados (rupture suivant le type des voûtes en plein cintre, figure 18). Cependant des dégradations

de ce genre sont assez rares, car l'expérience a montré, depuis longtemps, le danger des ponts en maçonnerie dans les régions minières.

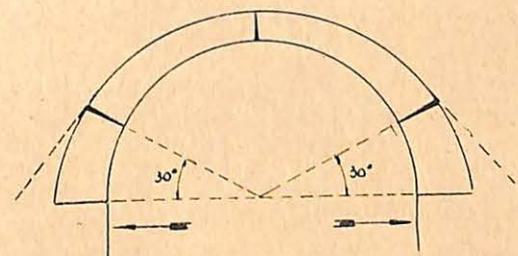


FIG. 18.

Un pont métallique ou en béton armé posé sur deux appuis n'est pas sujet à destruction par affaissement ; les deux culées descendent individuellement ainsi que le tablier qui s'y appuie. Tout se borne donc à une légère altération de la verticalité des culées et à une descente du tablier. Cependant si les culées sont d'assez grandes dimensions ou si elles se trouvent sur le bord d'une zone d'affaissement ou encore si l'affaissement a une faible étendue en surface des crevasses peuvent apparaître dans les culées et plus particulièrement dans les murs en aile ou à la jonction de ceux-ci avec le corps de la culée.

Nous dirons un mot plus loin des autres systèmes de ponts : arcs métalliques à deux ou trois articulations, poutres continues, ponts à palées solidaires, etc, qui pour la plupart, doivent être radicalement proscrits des régions minières.

En ce qui concerne les ouvrages servant à la retenue des eaux : digues, barrages, écluses, leur établissement en terrain minier ne devrait être acceptable que pour autant que l'exploitation soit interdite dans une zone d'étendue suffisante pour les mettre à l'abri de tout mouvement du sol ; la moindre dislocation de ces ouvrages peut en effet avoir des conséquences graves.

CHAPITRE II.

Déductions pratiques.

Nous en sommes arrivés, après avoir examiné le mode d'action des affaissements miniers sur nos constructions, à pouvoir formuler quelques règles nouvelles qui, appliquées aux immeubles à édifier, les mettraient à tout jamais à l'abri des effets désastreux des mouvements du sol causés par l'exploitation houillère.

Le problème se pose d'une façon très simple : toute construction est exposée à être soumise à des moments de flexion, positif ou négatif, dont les valeurs peuvent être calculées avec une approximation suffisante ; quels sont les procédés à employer pour les mettre à l'abri des dégâts dus à ces efforts anormaux ? C'est ce que nous allons examiner.

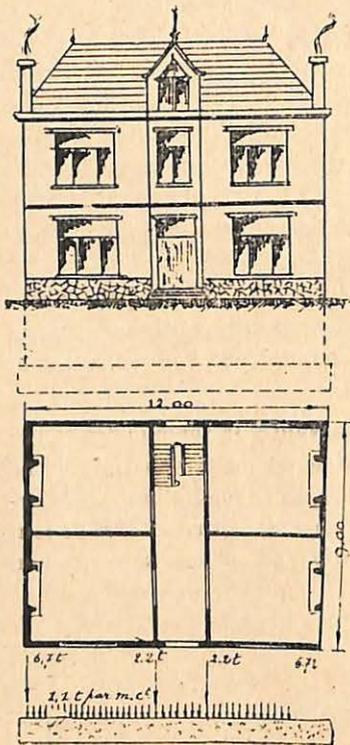


FIG. 19.

Plateau de fondation en béton armé. — Beaucoup de bâtiments, spécialement ceux à destination industrielle, sont fondés sur plateau en béton armé dans le but de les mettre à l'abri des dégâts miniers. Il est aisé de montrer par des exemples numériques que cette protection est illusoire, car le plateau de fondation, pour résister aux efforts anormaux dus à l'affaissement, devrait avoir des dimensions et un pourcentage d'armature en rendant l'application impossible ou du moins très onéreuse.

Envisageons, par exemple, le cas d'une maison d'habitation à un étage de 9 × 12 mètres en plan, maçonnerie de briques, couverture en tuiles, planchers en bois et au rez-de-chaussée sur voussettes en briques. Les charges agissant sur les plateaux de fondation, pour une bande de 1 mètre, sont indiquées à la figure 19.

Cette construction toute simple, de dimensions courantes, n'a aucune charge notable à supporter ; aussi, en terrain ferme, ne viendrait-il pas à l'idée d'y prévoir un plateau de fondation. Supposons que cet immeuble se trouve sur le bord d'une cuvette d'affaissement et calculons le moment fléchissant maximum pour une bande de 1 mètre de largeur. Il faut noter que le poids mort du plateau de fondation intervient ici dans le calcul du moment de flexion, alors que dans le cas ordinaire il n'en est pas tenu compte, car il est supporté directement par le sol. Nous avons prévu une épaisseur de plateau de 1 mètre, armée haut et bas de 11 fers de 30 millimètres de diamètre par mètre courant (l'armature doit être symétrique car le moment fléchissant peut être positif ou négatif suivant les circonstances et l'effort d'extension se manifeste à la partie supérieure ou à la partie inférieure). Nous supposons dans ce calcul que le plateau en béton armé supporte toute la charge, les maçonneries ordinaires n'étant capables d'aucune résistance sérieuse à l'extension.

$$M_{\max} = 0,8 \left[6700 \times 6,00 + 2200 \times 1,00 + \frac{1}{2} (1100 + 2500) 6,00^2 \right] = 85760 \text{ kgm.}$$

La fibre neutre de la section du plateau se trouve à 28,5 centimètres de la fibre la plus comprimée (figure 20) et le moment d'inertie vaut :

$$I = 5.460.000 \text{ cm}^4.$$

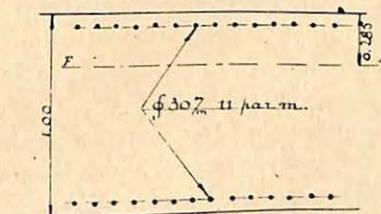


FIG. 20.

Les efforts maxima dans le béton (compression) et dans le métal (extension) valent

$$\tau_b = \frac{8.576.000 \times 28,5}{5.460.000} = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_m = 12 \times 45 \times \frac{66,5}{28,5} = 12,4 \text{ kg/mm}^2$$

Si la construction se trouvait au centre d'une cuvette de faible étendue, on aurait :

$$M_{\max} = 0,8 \left[2200 \times 5,00 + \frac{1}{8} 12,00^2 (1100 + 2500) \right] \\ = 60640 \text{ kgm.}$$

Ce moment, un peu plus faible que celui trouvé dans la première hypothèse, donnera :

$$\tau_b = \frac{6064000 \times 28,5}{5.460.000} = 31,7 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau_m = 12 \times 31,7 \times \frac{66,5}{28,5} = 8,9 \text{ kg/mm}^2.$$

On voit donc que la hauteur de 1,00 qui aurait pu sembler énorme pour l'épaisseur de la fondation d'une construction aussi légère est parfaitement justifiée. Cette fondation comporterait au moins 120 mètres cubes de béton et 20.000 kilogrammes d'acier doux et, aux prix actuels, vaudrait environ 30.000 francs pour un bâtiment dont le coût n'excéderait pas 100.000 francs, ce qui ferait l'énorme majoration de 30 %.

Si nous avons envisagé le cas d'une construction un peu plus étendue en surface, ou devant supporter des charges plus élevées, nous aurions vite atteint la limite pour laquelle la résistance du plateau de fondation serait juste suffisante pour supporter la fatigue due à son propre poids.

Nous pouvons donc conclure que, dans la plupart des cas, la résistance donnée par un plateau de fondation est absolument illusoire et que, si elle est suffisante, on ne l'obtient qu'au prix d'une dépense élevant dans de notables proportions le coût de la construction.

On pourrait objecter qu'il serait plus économique de prévoir un plateau composé d'un hourdis renforcé par des nervures. Mais pour résister à des moments de signes contraires, on serait amené à placer deux hourdis, l'un dans le bas et l'autre dans le haut, ce qui occasionnerait des frais élevés de coffrage. De plus on devrait, pour réduire la quantité de matières employées, augmenter la hauteur totale du plateau, ce qui a pour effet d'accroître le cube de terrassement. Finalement il en résulterait une dépense aussi élevée que pour le plateau plein de même résistance.

Améliorations à apporter aux procédés de construction habituellement employés. — Nous avons vu que les crevasses qui traversent les immeubles suivent toujours les joints de moindre résistance. La plupart de nos maçonneries, dans la construction des habitations particulières, sont exécutées à l'aide de mortier de chaux, composé de matériaux de qualité médiocre, confectionné sans soins, préparé trop longtemps à l'avance et, par conséquent, ne présentant qu'une résistance minime à la compression et une résistance à l'extension ainsi qu'une adhérence aux briques pratiquement nulles. Aussi les fissures suivent partout les joints. On est donc amené à se demander si la résistance de toute la construction ne serait pas grandement améliorée par la substitution à la chaux, pour la confection du liant, des matériaux de choix que l'industrie moderne met à notre disposition. Il semble, en effet, que l'emploi de mortier de ciment doive améliorer la tenue des maçonneries en augmentant leur homogénéité et en transformant leurs éléments simplement juxtaposés en un seul monolithe. L'observation montre que la maçonnerie exécutée au mortier de ciment se comporte sous l'effet des flexions dues aux affaissements miniers comme une matière homogène : les fissures ne contournent plus les briques, mais passent à travers celles-ci et ont une forme rectiligne. Il faut remarquer que l'augmentation de dépense occasionnée ainsi est très minime (1/2 % environ du coût de la construction) et est négligeable vis-à-vis de l'amélioration apportée (1).

Concurremment à l'emploi de mortier de ciment, les différentes parties de la construction pourraient être solidarisées d'une façon efficace par l'emploi de chaînages. Ceux-ci, placés d'une façon judicieuse et noyés avec soin dans la maçonnerie, joueraient quelque peu le même rôle que les armatures dans le béton armé. En plus, il serait bon d'établir des ancrages au niveau des différents planchers. Un moyen économique de les réaliser est de faire jouer aux pièces des planchers ou de la charpente le rôle de tirant. Ces précautions auront pour effet de solidariser d'une façon efficace les différents éléments de la construction.

Il serait bon aussi de proscrire tout élément ne présentant pas une stabilité propre, telles les baies fermées par des arcades surbaissées, les voûtes formant plancher, etc.

(1) Contribution à l'étude des mortiers. — E. CAMERMAN, *Annales des Travaux Publics*, t. X, n° 2. (Avril 1905).

Toutes ces améliorations n'éviteront, sans doute, pas complètement les dégâts miniers aux bâtisses, mais empêcheront qu'au plus léger mouvement du sol apparaissent des crevasses qui deviennent presque aussitôt inquiétantes, avec les maçonneries médiocres employées actuellement d'une façon à peu près générale.

Béton armé. — Nous n'avons rien dit jusqu'ici de l'emploi de cette matière qui présente des qualités de résistance que l'on peut à volonté doser suivant la direction et l'intensité des efforts et en même temps une souplesse telle qu'elle permet les formes et les dispositions les plus variées et les plus hardies. Comme elle s'est imposée dans les contrées soumises à des troubles sismiques, elle s'imposera dans nos régions minières. Sa tenue, sous l'effet des efforts dynamiques causés par les tremblements de terre et autrement sérieux que ceux dus à l'affaissement lent du sol, a été parfaite. Les grands cataclysmes de Messines et de San Francisco ont montré que tous les édifices en béton armé et notamment ceux se trouvant aux endroits les plus atteints se sont bien comportés, quoiqu'ils aient été construits sans préoccupations spéciales en vue de résister aux séismes.

C'est d'ailleurs une des qualités primordiales des constructions en béton armé que leur grande résistance et leur indéformabilité vis-à-vis des efforts pour lesquels elles n'avaient pas été prévues. Comme exemple illustrant ce fait et se rapprochant de ce qui se passe dans les régions minières, nous citerons la grande minoterie de Tunis qui s'est inclinée par suite du sol vaseux sous les fondations. Malgré la grande inclinaison prise par les bâtiments aucun symptôme de dislocation n'y a été relevé (1) (figure 21).



FIG. 21.

(1) Le Béton armé. Avril 1909.

La construction en béton armé est donc le système indiqué pour mettre les bâtiments à l'abri des dégâts miniers. Jusqu'ici on n'a usé de ce procédé qu'avec timidité; on se borne à l'employer principalement pour l'édification de planchers et de toitures-terrasses, les murs étant en maçonnerie ordinaire. Au point de vue de la résistance de l'immeuble pris dans son ensemble, le béton armé ainsi employé n'a que l'avantage de constituer un entretoisement très solide des maçonneries en élévation. En limitant là son rôle, on méconnaît une de ses principales qualités: le « monolithisme ». Un édifice totalement en béton armé diffère complètement, au point de vue résistance, d'une construction en maçonnerie dont tous les éléments doivent avoir leur stabilité propre. Une solidarité parfaite existe entre les murs, planchers, toitures, escaliers; l'édifice forme un tout indéformable posé sur le sol comme une boîte gigantesque; celui-ci peut se dérober, la construction s'inclinera peut-être mais restera entière.

Un immeuble en béton armé reposant sur terrain affaissé travaillera donc comme une poutre de grandes dimensions ayant, ou bien un de ses tronçons en encorbellement, ou bien reposant sur ses deux extrémités suivant les circonstances de la descente du sol.

On pourrait, comme nous l'avons fait plus haut (calcul d'un plateau de fondation), rechercher quels sont les moments sollicitants maxima, calculer la position de la fibre neutre et le moment d'inertie de la section transversale du bâtiment considérée dans son ensemble, ensuite déduire de là les tensions dans le béton et dans l'armature. Des calculs numériques, que nous négligeons de reproduire pour ne pas allonger outre mesure cette étude, montrent que les aggravations de tension dues aux affaissements dans les différentes parties de l'immeuble sont peut-être élevées. Cela résulte de ce que la solidarité des divers éléments de la construction donne à celle-ci un très grand moment résistant.

Cependant la construction en béton armé présente certains inconvénients, spécialement dans les locaux habités:

1° La conductibilité thermique du béton étant assez grande et l'épaisseur des parois faible, la température des locaux suit de près les variations de la température extérieure. On est donc obligé, dans les immeubles habités, de prévoir des revêtements intérieurs en matériaux calorifuges: dalles de plâtre, agglomérés de liège, panneaux en fibre de bois, etc. Il faut remarquer aussi que, par suite de cette conductibilité, les vapeurs se condensent facilement sur les parois;

2° La grande dureté du béton ne permet pas d'y enfoncer des clous et des crampons ;

3° La construction en béton armé est plus coûteuse que celle en maçonnerie ordinaire. L'augmentation de prix provient surtout des parois verticales, lesquelles, malgré leur faible épaisseur, reviennent à un prix assez élevé par suite du double coffrage que nécessite leur construction, des difficultés de damage et de pose des armatures.

Construction mixte. — Tous ces inconvénients peuvent être évités par le système que nous préconisons et qui, sans avoir le mérite de la nouveauté, paraît être le mode de construction idéal pour les régions minières.

Le bâtiment est composé d'une carcasse en béton armé formée de poutres horizontales et de piliers ; les planchers peuvent, à volonté, être en béton armé ou en bois ; les murs en maçonnerie de briques remplissent les espaces rectangulaires compris entre les éléments verticaux et horizontaux du squelette en béton armé. Cependant, au point de vue sollicitation, ce système diffère entièrement du similaire établi en terrain ferme. Le squelette en béton armé forme une poutre composée de montants verticaux et de membrures horizontales, qui doit résister à une flexion propre en plus du travail individuel de chaque élément.

Comme exemple, reprenons le cas de l'immeuble dont nous avons calculé le plateau de fondation à la page 50. La figure 22 indique comment sera composée la carcasse en béton armé. Les panneaux de remplissage sont en briques : 1 1/2 brique d'épaisseur au sous-sol, 1 brique au rez-de-chaussée et à l'étage. Les planchers sont en bois

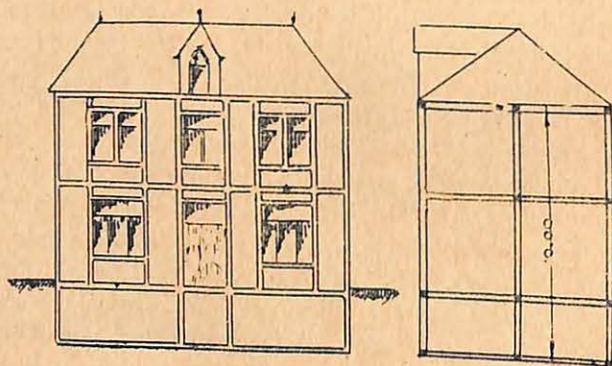


FIG. 22.

à part au rez-de-chaussée où l'on fera usage du béton armé. La toiture en tuiles est supportée par une charpente en bois.

Le moment fléchissant maximum dû aux affaissements vaut environ 600.000 kgm. (pour tout l'immeuble). Considérons que l'effort de flexion est entièrement supporté par les trois cours de membrures supérieures et inférieures.

Nous aurons donc par membrure $M = 200.000$ kgm.

La hauteur de la poutre étant de 10 mètres, l'effort d'extension ou de compression dans les membrures vaut :

$$N = \frac{200.000}{10} = 20.000 \text{ kgs.}$$

Ce qui nécessitera une section de métal de $\frac{20.000}{1.200} = 16,7 \text{ cm}^2$ que nous réaliserons par 6 ronds de 20 millimètres de diamètre (18,84 cm²).

Dans la partie comprimée, la section de béton nécessaire sera de $\frac{20.000}{50} = 400 \text{ cm}^2$. Nous la réaliserons par une pièce de 0,20 × 0,20

dans laquelle nous mettrons 6 ronds de 20 millimètres de diamètre. Il faut, en effet, noter que dans l'ignorance du signe des efforts que les membrures auront à supporter elles doivent être calculées aussi bien à l'extension qu'à la compression. La section active comprimée sera donc $400 + (12 \times 18,84) = 626 \text{ cm}^2$, ce qui est beaucoup plus que la résistance n'en demande. Les poutres horizontales intermédiaires n'auront à supporter que le poids des maçonneries de remplissage. La poutre supérieure portera le poids de la toiture, mais on peut s'arranger de façon que les fermes s'appuient directement sur les montants. La poutre inférieure aura à supporter en plus des efforts dus à la flexion générale le poids des maçonneries des sous-sols.

Le même calcul devrait être fait dans le sens transversal, mais comme la portée est moindre la sollicitation sera plus faible.

En ce qui concerne les montants, on pourrait les calculer comme ceux d'une poutre Vierendeel, mais nous estimons que le remplissage en maçonnerie réduit notablement leur flexion, de sorte que, pour des édifices ne comportant pas trop de baies, ils pourront être considérés comme travaillant uniquement à la compression. Dans le cas qui nous occupe, les dimensions indiquées par le calcul seront

beaucoup inférieures à celles imposées pour des raisons de construction.

On voit donc qu'on est loin d'arriver à des dimensions exagérées pour les pièces en béton armé. Ainsi, pour toute la construction dont nous nous sommes occupé ci-dessus, le volume du béton armé n'est que de 20 mètres cubes environ. La dépense en résultant sera facilement regagnée par l'économie sur la maçonnerie. En effet, en supposant que l'on puisse seulement réduire d'une demi-brique l'épaisseur des murs extérieurs nous réaliserons ainsi une économie de maçonnerie de 45 mètres cubes environ. De plus les poutres en béton jouent le rôle de linteaux et de seuils aux fenêtres d'où économie de pierres de taille ou de poutrelles en acier doux. En comptant la maçonnerie à 125 francs le mètre cube, le béton armé à 350 francs et en estimant l'économie de linteaux à 1.000 francs, on voit que la dépense de 7.000 francs pour la carcasse en béton armé sera compensée par une économie de 6.625 francs. On peut donc dire que le coût de la construction ne sera pas augmenté du fait de l'emploi du béton armé et celle-ci sera ainsi mise définitivement à l'abri de tout dégât minier.

Précautions à prendre pour réduire les efforts de flexion. — Il nous reste à examiner quelles sont les dispositions à adopter de préférence et les précautions à prendre pour réduire, dans la mesure possible, les efforts dus aux affaissements.

Le moment de flexion, agissant sur un édifice, est de la forme

$$M = \alpha P. L. (1)$$

α étant un coefficient dépendant de la répartition du poids suivant la longueur et des conditions aux appuis, P le poids total de la construction et L sa longueur.

Le taux de travail dans le béton ou dans l'armature est de la forme

$$R = \alpha P. L. \frac{V}{I} (2)$$

Pour diminuer, le plus possible, les valeurs (1) et (2) il faut réduire α , P et L au minimum, tâcher d'augmenter le moment résistant $\frac{I}{V}$

A) *Le poids des édifices.* — Le poids ayant une influence directe sur la sollicitation, il est tout indiqué de réduire celui-ci au minimum. On s'attachera donc à employer à égalité de résistance les matériaux

les plus légers. On évitera les fortes épaisseurs de maçonnerie médiocre, les lourds plateaux en béton armé ou non. A ce point de vue, le système que nous préconisons : carcasse en béton armé et remplissage en maçonnerie est très avantageux, car le remplissage des panneaux n'ayant à supporter que son propre poids peut être réduit au minimum ou effectué en matériaux légers, dont l'isolement calorifique devra cependant être suffisant ; briques creuses, briques faites de matières spéciales, etc.

b) *La répartition des poids.* — Celle-ci a une influence assez forte sur la valeur du coefficient α . Si la façon dont le sol s'affaissera sous l'édifice était connue d'avance, il serait aisé d'indiquer comment les masses doivent être réparties au mieux de la résistance. Ainsi, si une cuvette de faibles dimensions se produisait sous l'édifice, il y aurait avantage à reporter les fortes masses vers ses extrémités ; si, au contraire, celui-ci se trouvait en bordure de la cuvette, la majeure partie de son poids devrait se trouver vers le centre. Comme il nous est impossible de dire *a priori* de quelle façon la construction sera sollicitée, nous ne pouvons savoir quelle sera la répartition des poids la plus favorable. Il faut donc viser à ce que les charges soient réparties le plus uniformément possible, afin d'éviter d'avoir à un moment donné des poids importants en des endroits défavorables.

Cependant, en général, les dispositions de l'immeuble sont imposées par sa destination et le constructeur est complètement lié en ce qui concerne la répartition des poids. On pourrait citer pourtant les édifices du culte où les tours hautes et massives, faisant partie intégrante de la construction devraient être proscrites.

c) *Les dimensions en plan.* — Les bâtiments en terrain minier sont exposés à travailler comme des pièces fléchies. Or, si les charges sont uniformément réparties, nous savons que la fatigue croît proportionnellement au carré de la portée. Il est donc tout indiqué de réduire le plus possible les dimensions en plan des immeubles et de ne pas exagérer une des dimensions par rapport à l'autre.

A ce dernier point de vue, devra être absolument abandonnée la pratique courante qui consiste à bâtir les maisons côte à côte pour leur permettre, dans un but d'économie, d'avoir deux à deux un pignon mitoyen. La liaison des maçonneries est faite avec soin de façon que toute une série d'habitations peut être considérée comme un immeuble d'un seul tenant, dont la longueur est énorme vis-à-vis des autres dimensions. Un tel ensemble ne peut manquer de se

sectionner en de nombreux tronçons lorsqu'un affaissement se produit et les fissures apparaîtront non à la liaison de deux bâtiments, mais au droit des baies de l'un d'eux.

Il est beaucoup plus rationnel de construire les habitations entièrement indépendantes les unes des autres ou du moins par blocs de deux, trois ou quatre. Il est même possible, dans ces derniers cas, de combiner la disposition des murs communs de façon à ne pas augmenter le coût de la bâtisse. Ces dispositions sont d'ailleurs préconisées, indépendamment de toute considération de résistance, pour les cités ouvrières et cela dans un but d'hygiène et d'esthétique.

L'architecte devra donc, en plus des autres précautions énumérées plus haut, s'attacher à ramasser dans la mesure du possible les plans de ses immeubles. Ainsi, pour les salles de spectacle, cinémas etc, il serait rationnel d'abandonner le plan rectangulaire pour adopter la forme en fer à cheval des théâtres. Pour les édifices du culte le plan en croix latine qui exagère la longueur par rapport à la largeur devrait être remplacé par le plan en croix grecque.

Il n'est malheureusement pas toujours possible de disposer de la faculté de pouvoir modifier à son gré les dispositions en plan des édifices. Certaines bâtisses doivent, de par leur destination, avoir une dimension beaucoup plus grande que l'autre. Il nous serait loisible de calculer la construction comme nous l'avons indiqué plus haut, mais nous arriverions ainsi à des sections de béton et d'armature telles que la dépense serait hors de proportion avec le but à atteindre. Nous pouvons tourner la difficulté par le même moyen que celui employé pour éviter les efforts exagérés dus aux dilatations thermiques dans les bâtisses de grande longueur : les joints de dilatation qui seront ici des joints de rupture. Le bâtiment sera donc ainsi divisé en segments indéformables et si un affaissement vient à se produire les crevasses apparaîtront aux joints de rupture, mais sans compromettre en rien la bonne tenue de l'immeuble. Ces joints offrent l'avantage de substituer à des fissures pouvant compromettre la solidité de l'ouvrage, des fissures régulièrement préparées. A l'inverse des joints de dilatation, les joints de rupture peuvent être remplis d'une matière quelconque : mortier, béton, etc. A la rigueur on pourrait, au lieu de joints, se contenter de sections de faible résistance où les ruptures se localiseront.

Toutefois ces joints ne doivent pas être employés sans précautions. En effet, les différents tronçons de l'édifice vont se déplacer indépendamment les uns des autres et, si la longueur totale est grande, la

descente d'une des parties pourrait être notable par rapport aux autres et l'ensemble pourrait avoir un aspect des plus lamentables. Il faut donc éviter de multiplier outre mesure l'emploi de ces joints.

b) *Les dimensions en élévation.* — Au point de vue de la résistance, il y a avantage à ce que la hauteur des bâtiments soit grande, car on augmente ainsi très rapidement leur moment de résistance. Cependant l'exagération de la hauteur présente un écueil : par suite de l'affaissement, l'immeuble s'incline et le déplacement de son sommet sera proportionnel à la hauteur et l'inclinaison sera d'autant plus visible. Dans des cas spéciaux de constructions très élevées : tours, cheminées, châteaux d'eau, où le centre de gravité est très distant de la base, l'inclinaison pourrait compromettre la stabilité statique de l'ouvrage. Nous verrons plus loin comment il est possible de se mettre à l'abri de ce danger.

A titre d'indication, voyons quelle pourrait être le déplacement au sommet d'un immeuble de 10 mètres \times 10 mètres de section en plan et de 12 mètres de hauteur, situé dans la portion la plus inclinée de l'affaissement représenté à la figure 1, page 37. L'inclinaison maximum est sur 20 mètres de $0^m,75 - 0^m,30 = 0^m,45$. Ce qui ferait un déplacement du sommet de la construction de $\frac{12}{20} \times 0,45 = 0^m,27$

et un angle d'inclinaison de $1^{\circ}18'$. Ce qui est peu, d'autant plus que la compression du sol agit dans un sens favorable pour diminuer cette inclinaison. Pour les immeubles en béton armé formant monolithe, il serait facile de leur faire reprendre la position verticale en s'aidant de ces puissants vérins qui sont actuellement d'un usage courant (1).

Le point de vue esthétique. — Il semblerait que l'on puisse faire bon marché de considérations esthétiques pour des bâtisses élevées dans des régions industrielles qui, au point de vue beauté, ont jusqu'ici été entièrement, négligées. Cependant à l'heure actuelle ou s'efforce de remédier à ces errements du passé et notamment pour les cités élevées dans le bassin de la Campine, on évite d'exclure toute considération artistique et de faire uniquement œuvre d'utilité.

(1) On peut citer comme exemple la cuve de gazomètre de 8.500 mètres cubes entièrement en béton armé construite à Laeken en 1900. Le sol de fondation n'étant pas homogène et présentant une crête plus résistante suivant un diamètre, la cuve s'est inclinée autour de celui-ci, les deux extrémités étant en porte-à-faux. L'horizontalité a été rétablie en relevant la partie affaissée à l'aide de vérins.

(Le béton armé. Avril 1909).

Les considérations que nous avons émises s'adaptent particulièrement bien à ce point de vue. Nous avons recommandé, en effet, l'isolement des immeubles ou leur groupement en petits blocs : c'est précisément ce qu'on s'efforce de réaliser dans les cités-jardins. De même les constructions dispersées en plan ont souvent un pauvre aspect : nous avons montré plus haut quel avantage avait au point de vue résistance l'homogénéité du plan.

Quant au béton armé, nous reconnaissons que malgré ses énormes avantages, il est assez revêche et ingrat au point de vue aspect et ornementation. Sa teinte grise uniforme est assez désagréable à l'œil. Le système mixte que nous avons préconisé évite de façon complète ce dernier inconvénient : le gris de la carcasse en béton armé encadre d'une façon harmonieuse les remplissages en briques où en usant de produits spéciaux (briques émaillées etc) on peut arriver à la richesse et à la variété de teintes que l'on désire. Evidemment la formule esthétique pour l'emploi de formes, de solutions et de matériaux tout à fait nouveaux n'est pas encore trouvée. Par le fait de cette nouveauté toute tradition disparaît et de nouvelles formes architecturales, qui seront, sans doute, le style de l'avenir, doivent être trouvées. Nous sommes dans la même situation que les architectes romans ; à leur exemple bâtissons logiquement d'abord, le style viendra plus tard comme une conséquence.

A titre de remarque nous dirons que les constructeurs du moyen-âge ont résolu — et avec quelle maîtrise — un problème du même genre que celui du système mixte que nous préconisons, dans la construction de pans de bois avec remplissage en matériaux durs. Quel est celui qui n'a admiré ces superbes pignons en bois qui ça et là se sont conservés jusqu'à notre époque. Puissent les immeubles que nous élèverons, jouir de la même admiration auprès des générations futures.

Conclusions. — En résumé, les règles suivantes peuvent être préconisées pour la construction des immeubles dans les régions minières :

1° Pour de petites constructions, employer la maçonnerie au mortier de ciment et placer des chaînages et des ancrages au niveau de chaque plancher.

2° Pour les autres immeubles, employer le béton armé ou mieux constituer le bâtiment d'un squelette en béton armé avec remplissage de matériaux légers.

Calculer le bâtiment en entier comme une pièce soumise à la flexion,
3° Adopter en plan des formes ramassées, isoler les habitations les unes des autres ou ne former que de petits blocs.

4° Tâcher de répartir les poids de la construction de la façon la plus uniforme possible.

Les ouvrages d'art. — Nous résumerons ici les quelques précautions à prendre, la plupart connues et appliquées depuis longtemps, pour éviter les dégradations aux ouvrages d'art et particulièrement aux ponts.

Nous avons vu plus haut que la voûte en maçonnerie devait être, autant que possible, proscrite des terrains pouvant présenter le danger d'affaissement. Il en est de même des ponts en arc, métalliques ou en béton armé : nous savons en effet que pour ce genre d'ouvrage, l'invariabilité de la position des culées est de nécessité absolue. Il ne viendra d'ailleurs à l'idée d'aucun technicien de prévoir un tel ouvrage dans les régions minières. En général, est dangereuse la construction de tout ouvrage dont les réactions sur le sol ne sont pas verticales (voûtes en maçonnerie, ponts en arc encastrés ou à deux ou trois articulations, ponts à béquilles etc.) et parmi ceux n'appartenant pas à cette catégorie, les ouvrages hyperstatiques, c'est-à-dire où les conditions aux déformations doivent intervenir dans les calculs (poutres encastrées, poutres continues, poutres solidaires de palées d'appui etc.).

A cette dernière catégorie appartient un système de pont qui convient particulièrement bien pour les passages de routes au-dessus de voies ferrées et auquel le béton armé se prête parfaitement : c'est un ouvrage à poutres droites à trois travées avec palées solidaires (figure 23). Son emploi est économique, aussi les diverses compa-

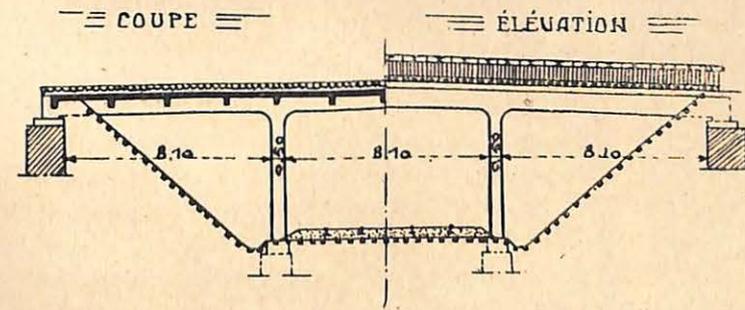


Fig. 23.

gnies de chemins de fer en ont-elles fait une application très étendue. Ce type ne convient absolument pas dans les régions minières, car le sol vient-il à se dérober sous l'un des appuis, la sollicitation du tablier en est grandement aggravée. D'autres, présentant à peu près le même aspect et participant à ses qualités d'économie, mais n'offrant pas les mêmes dangers, peuvent le remplacer. Par exemple en supprimant les deux appuis extrêmes et en remplaçant les palées en béton armé par des piles en maçonnerie, le tablier ne reposera plus que sur deux appuis, ses extrémités étant en un corbellement. La figure 24 donne la demi-coupe longitudinale d'un ouvrage de ce genre. (Pont pour le passage du boulevard Belgica au-dessus du chemin de fer de Ceinture à Bruxelles) (1). On pourrait aussi adopter le type à trois travées indépendantes, mais cette solution est plus coûteuse.

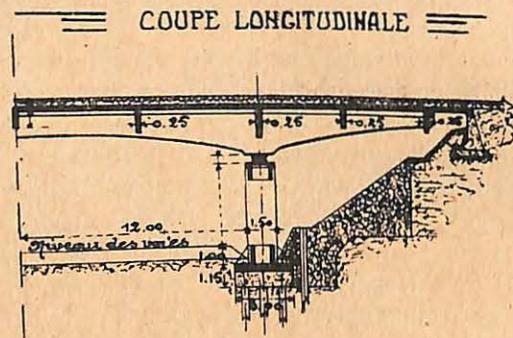


FIG. 24.

Quand la hauteur libre n'est pas suffisante pour établir un ouvrage sur deux appuis, comme on ne peut songer à l'emploi de poutres continues, la difficulté doit être tournée en employant des artifices qui restreignent l'épaisseur du tablier tout en laissant celui-ci isostatique. Un exemple en est fourni par le pont du viaduc à Tournai (1) (figure 25). L'ouvrage comporte deux culées évidées de façon à permettre l'établissement de trottoirs. Elles sont à claire-voie vers la chaussée : à cet effet, la paroi vers celle-ci est constituée par des piliers réunis supérieurement et inférieurement par de fortes poutres. Ces culées supportent un platelage de poutrelles de fortes dimensions enrobées dans du béton.

(1) Voir *Bulletin de l'Association internationale des Chemins de fer*, Juillet 1921

Donc en général le tablier reposant sur deux culées indépendantes est la solution tout indiquée. Si un affaissement se produit, le tablier

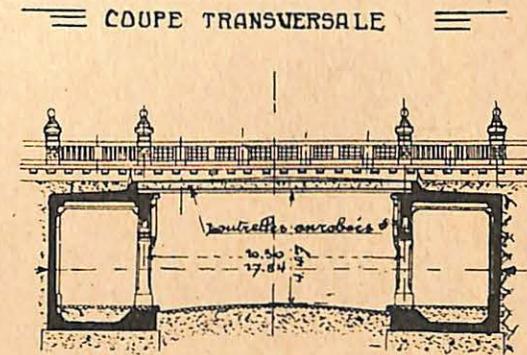


FIG. 25.

et les culées descendent individuellement; cependant quelques précautions doivent être prises pour éviter que ces dernières ne se détériorent :

a) D'abord les murs en retour seront préférables aux murs en aile et cela en vertu de la règle énoncée plus haut : éviter de développer les constructions suivant une dimension.

b) Il ne faut pas allonger outre mesure les murs en retour ; les talus qui viennent y buter devront donc être raidis en faisant usage d'un perré maçonné ou en pierres sèches ou d'un mur de pied.

c) Si le pont est très large, la culée peut être tellement longue qu'il y ait danger qu'elle se fissure transversalement, laissant ainsi un coin du tablier en porte-à-faux. Pour éviter cet accident, il suffit de former l'ouvrage de deux ponts accolés et entièrement indépendants l'un de l'autre. Cette solution ne fait que faciliter l'établissement du pont, car souvent la circulation doit être maintenue pendant le travail ce qui nécessite l'exécution de l'ouvrage par tronçons.

d) Les culées pourraient aussi avantageusement être exécutées en béton armé. Les murs en retour qui auraient une forme triangulaire en élévation seraient traités comme des pièces en encorbellement encastrées dans le corps de la culée. Ce système présente l'avantage de mieux équilibrer la culée, car le poids des murs en retour donne un moment de renversement de signe contraire à celui dû à la poussée

des terres, de plus l'empattement de la fondation est réduit de façon notable (figure 26.)

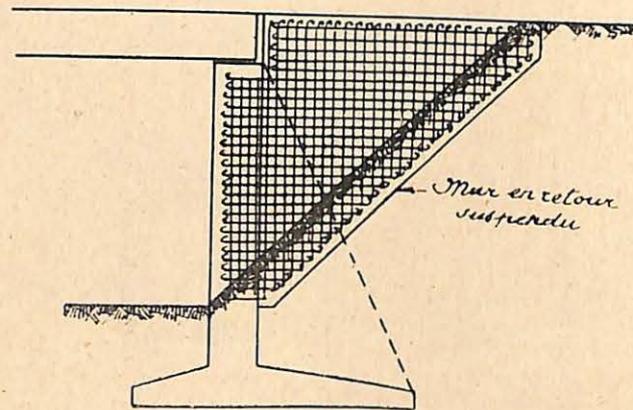


FIG. 26.

Souvent, spécialement pour les ponts de chemin de fer, on est obligé de ramener, après affaissement, la voie et par conséquent le tablier, à leur niveau primitif. A cet effet les culées doivent être exhaussées; d'où augmentation de la poussée des terres qu'elles subissent. Leur renforcement est très difficile à exécuter, mais on l'évite d'une façon économique en établissant au niveau ancien des appareils d'appui, une plate-forme en béton armé reposant sur la culée et les murs en retour de façon que les terres puissent se mettre en talus derrière la culée et supprimer ainsi leur poussée. Les maçonneries nouvelles peuvent alors être élevées comme si la plate-forme était leur fondation. La stabilité de la culée nouvelle peut être ainsi parfaitement assurée.

Par suite du relèvement du pont, la hauteur des talus butant contre les murs en retour est augmentée et il faut, pour éviter l'allongement de ces derniers, raidir les talus aux environs de l'ouvrage ou construire des murs de pied (figure 27).

Nous arrêterons ici cette longue énumération en faisant remarquer qu'il est difficile de citer tous les artifices que l'on peut employer pour rendre possible, en terrain houiller, la construction d'ouvrages qui ne répondent pas aux desiderata exposés plus haut

et qu'il peut exister de nombreuses solutions spéciales à des cas particuliers (1).

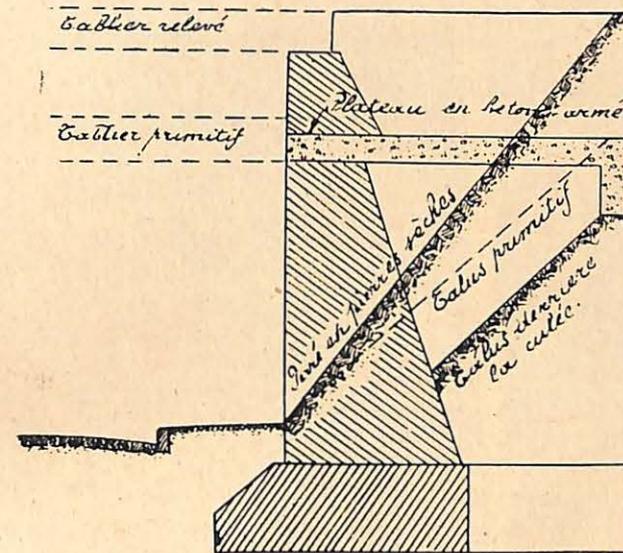


FIG. 27.

Couloirs souterrains, aqueducs, ponceaux. — Ces ouvrages peuvent avantageusement être établis suivant le type représenté en coupe transversale à la figure 28. (Aqueduc de 6 mètres d'ouverture sous la ligne de chemin de fer Tournai-Ath.) La construction entière forme un monolithe; il n'y a lieu de craindre aucun mouvement individuel du tablier, des culées ou du radier. Quant aux crevasses transversales elles peuvent être évitées en donnant à l'ouvrage une résistance longitudinale suffisante. Pour des constructions de grande longueur on fera usage de joints de rupture.

Si la section transversale des aqueducs est faible il est avantageux de les constituer de pièces en béton comprimé, qui se trouvent dans le commerce: l'ouvrage se disloquera peut être un peu à la suite de la descente du sol, mais l'étanchéité n'a pas ici beaucoup d'importance et la tenue sera, tout de même, meilleure qu'avec la maçonnerie de briques.

(1) Voir *Annales des Travaux publics*. Avril 1908, page 338.

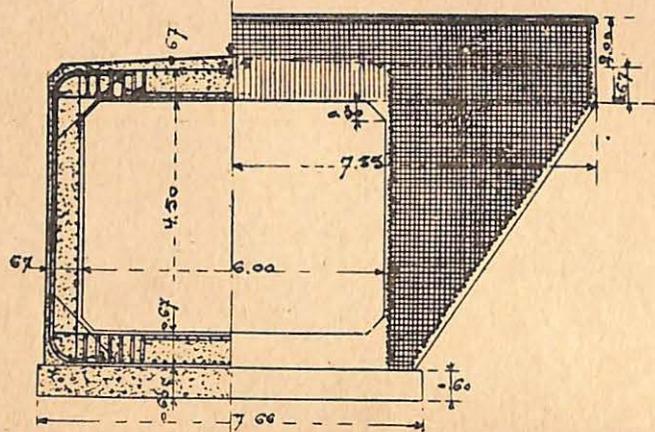
AQUEDUC DE 6^m00 D'OUVERTURE.

FIG. 28.

Châteaux d'eau. — Nous avons vu précédemment que pour les constructions dont le centre de gravité est très élevé au-dessus du sol les affaissements pouvaient compromettre la stabilité statique. A ce point de vue les réservoirs surélevés sont placés dans des conditions tout à fait défavorables. Il conviendra donc, pour les réservoirs de grande importance,

de les placer en terrain non sujet à affaissement ou, si cela n'est pas possible, de les poser simplement sur le sol. Dans ce dernier cas il est facile de leur donner une élévation suffisante en les installant sur un des nombreux terrils parsemés dans les régions houillères.

Cependant il peut se faire que des réservoirs de capacité restreinte aient leur emplacement imposé. Dans ce

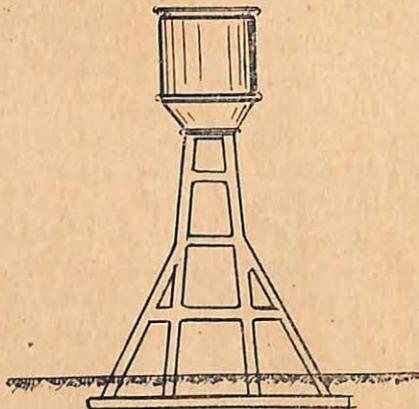


FIG. 29.

cas la sécurité contre le renversement peut être améliorée en augmentant les dimensions en plan de la fondation, soit en évasant les colonnes de support ou mieux en les munissant de contrefiches (figure 29). Nous nous plaçons évidemment dans l'hypothèse où l'ouvrage entier est établi en béton armé de manière à former un monolithe.

Bassins. — Les réservoirs devant contenir des fluides peuvent être traités comme les constructions ordinaires et établis comme devant résister à la flexion. Si les dimensions sont grandes cette solution sera très onéreuse. Elle a cependant été employée et nous pourrions citer comme exemple un bassin de natation dans le district de la Ruhr où l'on a été jusqu'à faire poser l'ouvrage sur trois rotules munies d'un dispositif permettant de les relever facilement de façon à maintenir toujours l'horizontalité parfaite. Sans verser dans un tel luxe de précautions, il est utile de mettre les réservoirs en état de résister aux affaissements. Si leur surface est grande, on pourrait envisager la possibilité de les diviser en plusieurs autres de dimensions moindres. Si cela n'est pas possible et si le prix du réservoir unique pouvant résister aux affaissements est trop élevé il faut se résigner à laisser apparaître des crevasses.

Murs de soutènement. — Il est tout indiqué de les diviser en tronçons suivant le sens de la longueur. Chaque tronçon devra faire un tout monolithe. On emploiera encore avantageusement ici le béton armé ou un système mixte comportant une semelle, des éperons et un couronnement en béton armé ; les terres seront retenues par des voûtes à génératrices verticales prenant appui sur les éperons. Aux endroits des joints de cassure il y aura deux éperons appuyés l'un contre l'autre.

Murs de clôture. — Les longs murs de clôture sont particulièrement exposés aux dégâts miniers. On pourrait les construire par tronçons monolithes mais cela serait assez coûteux. Il est préférable d'employer un de ces systèmes dont la vogue est assez grande et qui consistent à constituer le mur de piliers en béton armé comportant des rainures dans lesquelles sont glissées des dalles de faible épaisseur aussi en béton armé. Ces murs composés d'éléments indépendants suivent avec facilité les mouvements du sol et peuvent être aisément rétablis après dislocation.

Ouvrages de retenue des eaux (murs de réservoir, barrages, écluses). Ces ouvrages dont la dislocation pourrait avoir de graves

conséquences doivent absolument être établis en terrain ferme. On réserve donc sous eux une zone où l'exploitation sera interdite. L'établissement des dimensions de ces piliers de sécurité étant du ressort des techniciens des mines nous n'en dirons rien, sinon qu'ils doivent être largement prévus car s'ils étaient trop faibles l'ouvrage à protéger se trouverait précisément à l'endroit de la cuvette d'affaissement — le pourtour — où les dégâts sont les plus importants.

Conclusion. — Nous nous arrêtons ici. Le lecteur aura vu par les exemples que nous venons de citer qu'en suivant les principes énoncés plus haut il y a moyen de trouver des solutions satisfaisantes pour tous les problèmes se présentant dans la pratique.

Nous avons été amené à préconiser l'emploi généralisé du béton armé. En effet cette matière voit dans les immeubles soumis à affaissement ses qualités de résistance aux efforts anormaux et de monolithisme mises particulièrement en vedette. Elle permet de réaliser sans aucune difficulté la solidarité de tous les éléments de la construction. Aussi nous estimons que si sa vogue est grande partout, son emploi devrait s'imposer pour toute construction quelque peu importante des régions charbonnières.

Il nous reste un mot à dire de la situation des exploitations charbonnières vis-à-vis des propriétaires d'immeubles. La législation déclare — et avec raison — que la réparation des dégâts causés aux immeubles par les charbonnages est à charge de ceux-ci. Ce principe qui semble être l'expression de la stricte équité est souvent la cause de charges injustifiées pour les mines.

Ainsi, d'autres causes que les affaissements peuvent causer aux bâtisses des dégâts qu'il est très difficile de distinguer de ceux occasionnés par les exploitations minières. A ce point de vue les fondations jouent un rôle important et sont cependant généralement négligées : la plupart des immeubles sont bâtis sans souci de la nature du sol sur lequel ils sont assis. Nous avons relevé, principalement dans la vallée des cours d'eau, là où le terrain est de nature vaseuse, de nombreuses fissures aux habitations et cela dans des régions où aucune exploitation du sous-sol n'a jamais existé. Il est évident que le même phénomène se répète dans les régions minières et que souvent les charbonnages assument la réparation de dégâts dus uniquement à l'incurie des constructeurs.

De même des détériorations dues à des dilatations thermiques ont parfois été mises sur le compte de l'exploitation charbonnière (1).

Nous avons vu au cours de la présente étude que la mauvaise qualité des maçonneries et particulièrement des liants était cause de l'apparition beaucoup plus rapide de dégâts et de leur plus grande étendue. Il suffirait souvent de l'emploi de mortier de ciment au lieu de mortier de chaux de qualité inférieure pour mettre la construction à l'abri de beaucoup de fissures d'affaissement et cela n'augmenterait pas d'une façon notable le coût de la construction. Et cependant les charbonnages sont sans action aucune ; libre au constructeur d'employer les matériaux de plus mauvaise qualité sur lesquels les moindres efforts anormaux auront des conséquences désastreuses, il lui sera toujours loisible de se retourner contre les exploitants du sous-sol pour exiger la réparation de ces dégâts que quelques soins lors de la construction auraient pu éviter en majeure partie.

Il en est non seulement ainsi pour ce qui concerne la qualité des matériaux, mais aussi pour certains procédés de construction qui, parfaitement admissibles en terrain ferme, devraient être absolument proscrits en région charbonnière. Il y a encore, dans ce cas, incurie grave du constructeur et cependant les charbonnages ont la responsabilité entière des dégâts. Ce cas ne se présente pas seulement pour les maisons d'habitation : nous pourrions citer l'exemple typique d'un pont en maçonnerie détruit par l'armée allemande lors de sa retraite en 1918 et qui a été reconstruit suivant ses dispositions primitives sur un sol qui était en ce moment là en plein affaissement. Il n'est pas dès lors étonnant que de larges crevasses y soient apparues.

En résumé, les exploitations minières sont sans action aucune sur les procédés de construction. Il semble donc illusoire de fixer les règles à ce sujet puisqu'il ne sera pas possible de les imposer. D'autre part les charbonnages ne peuvent entrer dans la voie d'octroyer des subsides aux constructeurs qui voudraient employer les précautions nécessaires pour mettre leurs bâtisses à l'abri des affaissements.

Toutefois nous ne croyons pas les mines complètement impuissantes et estimons que l'ignorance des remèdes à apporter à la situation est la cause quasi unique de tout le mal. Beaucoup de constructeurs seraient, sans doute, heureux d'avoir le moyen de mettre

(1) Voir G. DENIL. Des effets thermiques dans les maçonneries. *Annales des Travaux Publics* (avril 1912), page 292.

leurs édifices — surtout ceux qui sont importants — à l'abri des dégâts miniers. Les exploitations charbonnières devraient donc surtout viser à faire connaître les règles à suivre dans la construction par des causeries aux architectes et aux entrepreneurs, par la publication de brochures ou par l'établissement de plans-types de différents modèles d'habitations, qui seraient mis gracieusement à la disposition des personnes le désirant ou bien encore par la création de consultations gratuites. Il est d'ailleurs à remarquer que certaines circonstances favoriseraient singulièrement cette action des charbonnages : d'abord les mesures à prendre pour mettre les constructions à l'abri des dégâts miniers n'augmenteraient pas leur coût; de plus leur aspect pourrait être notablement amélioré. Ensuite le béton armé jouit, à l'heure actuelle, d'un engouement; on veut l'employer partout même là où son usage ne se justifie en aucune façon. Il sera donc assez aisé de le faire accepter lorsque son emploi est pleinement justifié.

Hyon-lez-Mons, novembre 1922.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	35
------------------------	----

CHAPITRE I^{er}.

Données expérimentales et leurs conséquences.

Observations d'affaissements à la surface	37
Les efforts anormaux dans les constructions	40
Les dégâts aux immeubles	44
Les dégâts aux ouvrages d'art	48

CHAPITRE II.

Déductions pratiques.

Plateau de fondation en béton armé	50
Amélioration à apporter aux procédés de construction habituellement employés.	53
Béton armé	54
Construction mixte.	56
Précautions à prendre pour réduire les efforts de flexion	58
<i>a)</i> le poids des édifices	58
<i>b)</i> la répartition des poids	59
<i>c)</i> les dimensions en plan	59
<i>d)</i> les dimensions en élévation	61
Le point de vue esthétique	61
Conclusions	62
Les ouvrages d'art (Ponts)	63
Couloirs souterrains, aqueducs, ponceaux	67
Châteaux d'eau	68
Bassins	69
Murs de soutènement	69
Murs de clôture.	69
Ouvrages de retenue des eaux	69
Conclusions	70

LA CIMENTATION DES TERRAINS

PRÉALABLE AU FONÇAGE DES PUIITS

du nouveau siège

DE LA

Société Nouvelle des Charbonnages du Levant de Mons

A ESTINNES AU VAL

PAR

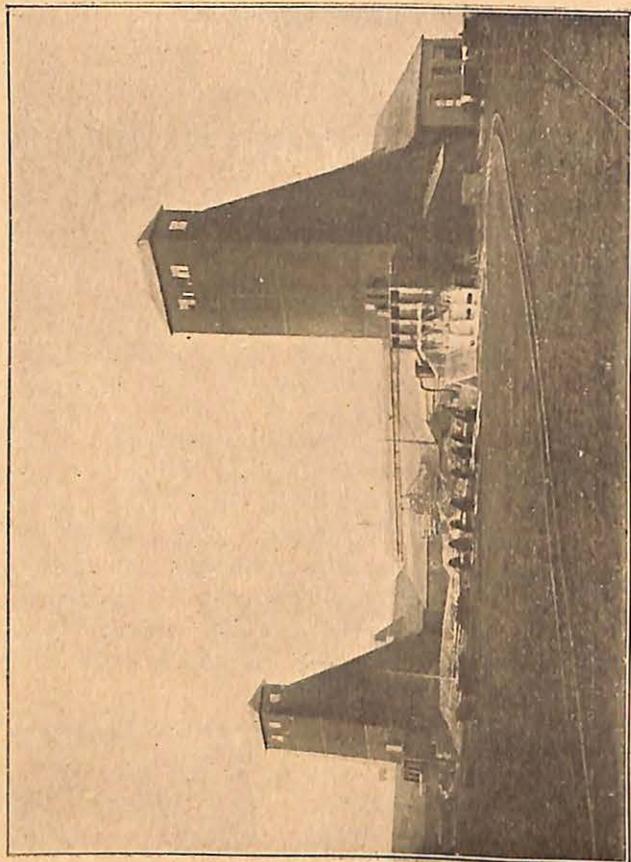
M. MARCEL RENDERS

Ingénieur de la firme Albert François, à Liège.

La Société Nouvelle des Charbonnages du Levant de Mons a entrepris d'établir son premier siège, sur le territoire d'Estinnes au Val à environ 600 mètres au Sud de la borne 9 de la route Mons à Binche. La traversée des morts-terrains devant s'opérer par la cimentation, l'exécution de ces travaux fut confiée à la firme Albert François de Liège, qui s'était fait connaître par la grande extension de ses entreprises en Angleterre et en Afrique du Sud, ainsi que par la réparation des puits de la Compagnie des Mines de Lens, détruits par les Allemands.

La coupe du terrain à l'endroit du sondage (sondage n° 52) renseignait :

	Terrains	Epaisseur	Profondeur finale
Moderne	Terre végétale	0,40	0,40
Quaternaire	Argile et sables	3,60	4,00
Crétacé	Marnes à silex	1,10	5,10
	Craies d'Obourg, Trivières, Saint-Vaast et Maizières	111,40	116,20
	Rabots et Fortes-Toises	3,10	119,30
	Dièves et Tourtia	4,35	123,65
	Houiller.		



Vue générale des deux puits en forçage, en novembre 1921.

Les puits sont creusés en alignement Nord-Sud à 50 mètres de distance d'axe en axe, à environ 150 mètres au Nord-Ouest du sondage.

Les puits ont rencontré les terrains suivants :

	N° 1	N° 2
Remblai	1,60	1,60
Argiles et sables quaternaires	1,50	1,50
Landénien avec banc de silex de base.	traces	0,70
Craie d'Obourg	41,90	41,90
Craie de Trivières	57,30	57,00
Craie de Saint-Vaast	17,70	17,00
Craie de Maizières avec petit banc de silex.	3,00	3,00
	(base à 123,00)	(base à 122,70)
Rabots.	7,70	7,70
Fortes-Toises	2,00	2,00
Dièves sableuses très foncées	1,00 env.	1,00 env.
Houiller	à 133,70	à 133,40

Les craies supérieures sont très fissurées et très aquifères. La base de l'assise de Trivières, ainsi que la craie de Saint-Vaast sont plus grasses, plus compactes et partant moins sujettes à de fortes venues d'eau.

Par contre, la craie de Maizières et les rabots sont excessivement aquifères. Comme, d'autre part, ces terrains sont très durs, il y avait avantage à les traiter séparément, du fond du puits, en une passe spéciale.

La cimentation des morts-terrains fut donc divisée en deux parties :

a) Cimentation des craies jusqu'à la tête des rabots faite en une passe depuis la surface ;

b) Cimentation des assises siliceuses turoniennes jusqu'au terrain houiller, faite au fond du puits.

CHAPITRE PREMIER

La Cimentation des Craies jusqu'à la tête des rabots.

La façon d'opérer fut identique aux puits n^{os} 1 et 2. Au moment où ces travaux débutaient, printemps 1921, les installations du Charbonnage étaient encore très sommaires. (Voir fig. 1.)

Les deux avants-puits qui avaient été creusés jusqu'à la tête des craies, soit donc sur un peu moins de 6 mètres, avaient reçu un épais revêtement en briques au diamètre intérieur de 5^m.50. Il est à noter que l'encombrement de nos installations de sondage et de cimentation était tellement faible, qu'on put sans dérangement aucun de part et d'autre, poursuivre sur chaque puits les sondages et la cimentation, et en même temps effectuer le montage des châssis à molette provisoires et de toute l'installation de fonçage.

Nous pouvons résumer en quelques mots, la façon dont fut menée la cimentation : concentriquement à l'axe du puits, deux couronnes de douze sondages chacune (voir fig. 2), furent forées et cimentées par courtes passes jusqu'à une profondeur moyenne de 124 mètres.

INSTALLATIONS DE SURFACE POUR LE FONÇAGE DE 2 PUIITS
A LA SOCIÉTÉ NOUVELLE DES CHARBONNAGES DU LEVANT DE MONS A ESTINNES AU VAL

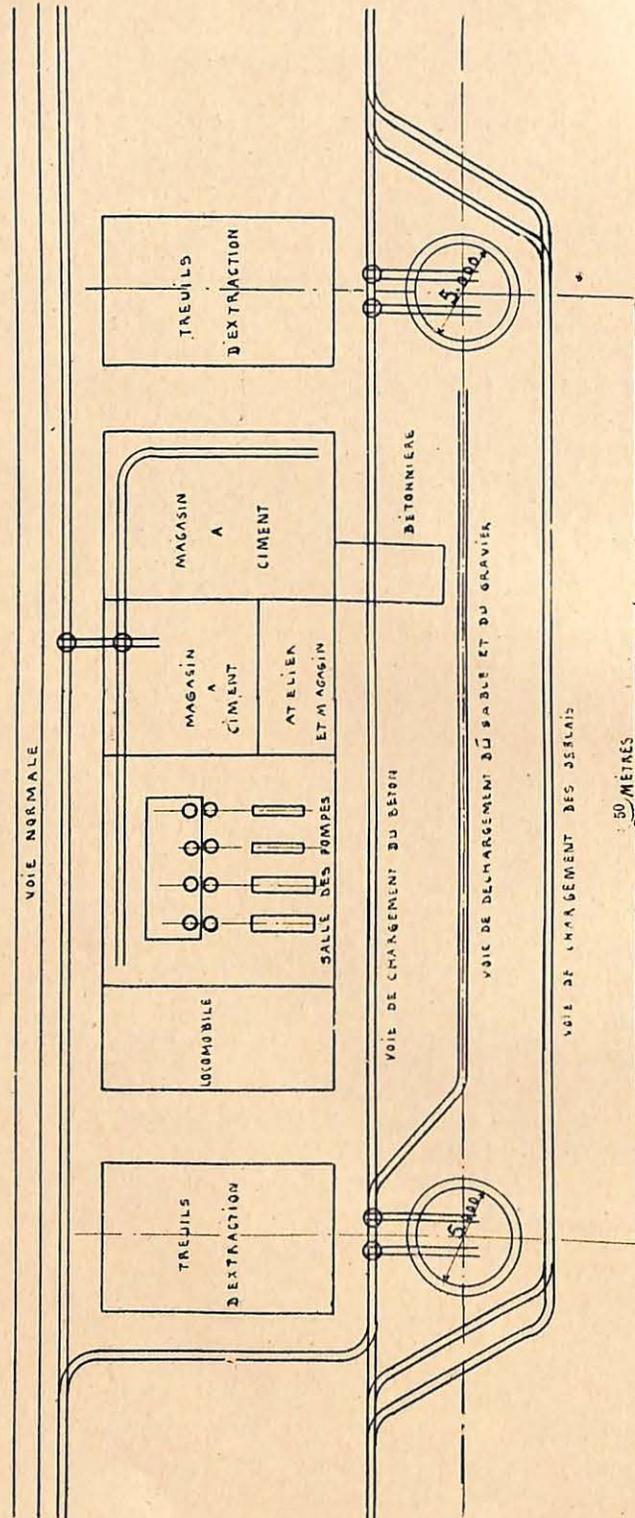


Fig. 1.

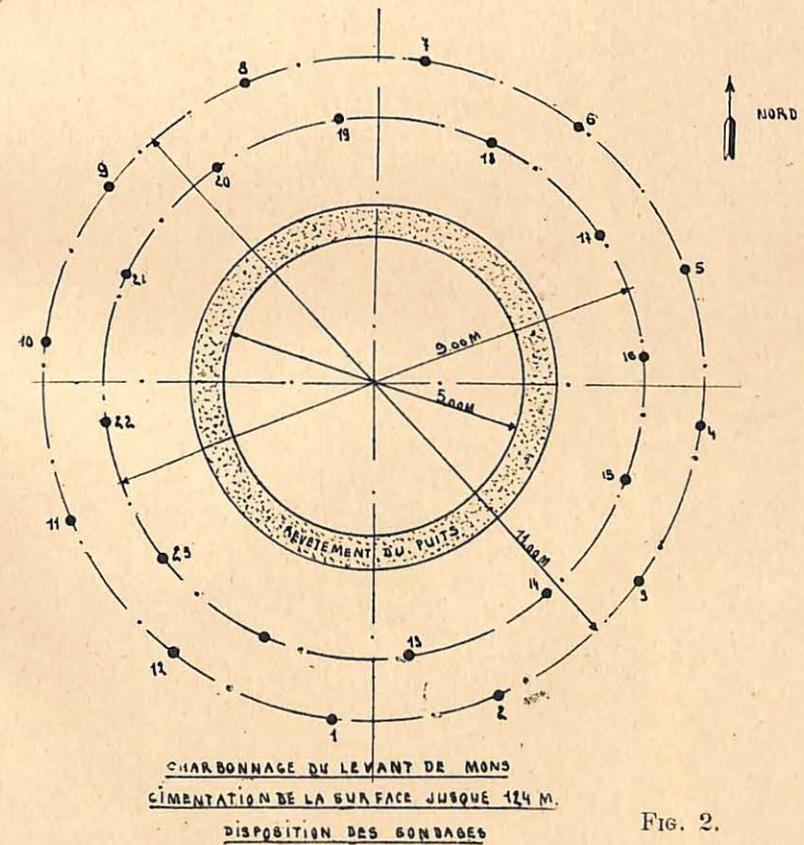


Fig. 2.

Dès achèvement de la cimentation, on entama le fonçage.

Nous examinerons en particulier quelques points de détail :

1° *Sondages* : à cause de la grande sécheresse qui marqua l'été de 1921, le niveau qui se maintient habituellement vers 30 mètres, descendit aux environs de 40 mètres ; néanmoins en prévision du rétablissement du niveau normal, et même d'une élévation de ce niveau, le terrain fut complètement cimenté depuis la surface : chaque sondage reçut un tubage de tuyaux de 2" (50 millimètres) éprouvés à 100 atmosphères. Les tubes furent scellés dans le terrain au moyen d'un lait épais de ciment. La longueur des tubages fut uniformément de 20 mètres.

Aussitôt le scellement achevé, on approfondissait méthodiquement les sondages par petites passes que l'on injectait à refus, et de force.

Les sondages furent traités dans l'ordre suivant :

1^{er} groupe : n^{os} 1, 3, 5, 7, 9, 11 simultanément jusque 124 mètres environ.

2^{me} groupe : n^{os} 2, 4, 6, 8, 10, 12 simultanément jusque 124 mètres environ.

3^{me} groupe : n^{os} 13, 15, 17, 19, 21, 23 par passes plus longues.

4^{me} groupe : n^{os} 14, 16, 18, 20, 22, 24 par longues passes.

Nous donnons immédiatement ci-dessous pour chaque puits, les détails des quantités injectées dans chaque sondage.

On remarquera la corrélation existant entre l'ordre de traitement et la décroissance de la capacité d'absorption du terrain :

PUITS N^o 1. — 1^{er} groupe : sondages impairs de la couronne extérieure :

Numéros	Profondeurs en mètres	Quantité injectée en kgs
1	en moyenne 124 ^m ,50	110.350
3		116.550
5		133.250
7		83.800
9		77.300
11		93.850
		<hr/> 615.000

2^e groupe : sondages pairs de la couronne extérieure :

2	en moyenne, 124 ^m ,50	59.700
4		56.950
6		38.500
8		76.800
10		27.300
12		24.550
		<hr/> 283.800

3^e groupe : sondages impairs de la couronne intérieure :

13	en moyenne, 124 ^m ,50	7.250
15		16.500
17		9.250
19		13.800
21		29.500
23		44.400
		<hr/> 120.700

4^e groupe : sondages pairs de la couronne intérieure :

14	en moyenne, 124 ^m ,50	10.100
18		5.100
20		4.700
22		17.700
24		4.200
		<hr/> 59.200

Quantité totale pour la couronne extérieure . 898.900

» » » intérieure . 179.900

» » les deux couronnes . 1.078.800

PUITS N^o 2. — 1^{er} groupe : sondages impairs de la couronne extérieure :

1	123.00	45.700
3	121.55	55.800
5	122.50	52.800
7	45.00 abandonné	27.250
9	122.00	62.850
11	122.40	66.900
		<hr/> 311.300

2^e groupe : sondages pairs de la couronne extérieure :

2	122.20	45.050
4	122.50	53.750
6	122.00	40.550
7	122.80	35.950
10	122.20	39.750
12	122.40	44.850
		259.900

3^e groupe : sondages impairs de la couronne intérieure :

13	122.10	15.950
15	non traité	—
17	122.30	13.350
10	122.40	46.150
21	non traité	—
23	122.30	12.850
		88.500

Les sondages 15 et 21 fortement déviés lors de la pose du tubage ne furent pas traités. De ce fait le 4^e groupe dut être plus fortement injecté.

4^e groupe : sondages pairs de la couronne intérieure :

14	122.30	24.950
16	122.40	18.750
18	122.50	60.500
20	122.00	12.550
22	122.10	13.150
24	122.10	28.300
		158.200

Quantité totale pour la couronne extérieure	.	571.200
» » » intérieure	.	246.700
» » les deux couronnes	.	817.900

Si l'on tient compte de ce que la zone cimentée s'étendit en réalité de 20 à 125 mètres et que l'on perdit du ciment, soit par repassage à la surface, soit par les dépôts ou vidanges des tuyauteries, soit du fait qu'il fallait refoyer dans du ciment en poursuivant le sondage

après injection, on peut considérer que pour 105 mètres de terrains traités, on a utilisé au puits n° 1 : 1.050 tonnes de ciment, soit 10 tonnes par mètre courant de terrain traité.

Au puits n° 2 la consommation fut moins forte, la zone à étancher étant influencée par le traitement du n° 1 qui avait débuté avec une avance de plus d'un mois.

La moyenne est néanmoins de 7,6 tonnes par mètre courant.

Ces chiffres n'ont rien d'excessif si l'on considère d'une part le volume de terrain à étancher et d'autre part la grande proportion de vides existant dans les craies. Les échantillons recueillis au cours des fonçages ont montré surtout dans la zones des 50 premiers mètres, des cassures très étendues atteignant de 6 à 8 centimètres d'ouverture,

La proportion de vide diminue progressivement avec la profondeur.

Les sondages furent effectués au moyen d'un matériel excessivement maniable et léger : il comprenait trois sondeuses de 8 HP à air comprimé.

Les sondeuses ne fonctionnèrent simultanément qu'à de rares occasions, par suite de l'insuffisance d'air comprimé. Pendant les injections, on les arrêta.

Elles permirent cependant de faire, au puits n° 1, environ 30.000 mètres de sondages (longueurs accumulées) en l'espace de 68 jours de travail effectif à trois postes,

Au n° 2, les mêmes appareils firent plus de 22.000 mètres.

La sondeuse fonctionnait à rotation et injection d'eau et, au moyen d'un outil foreur en acier, creusait un sondage de 45 millimètres de diamètre uniforme sur sa hauteur. Les sondages n'étaient plus tubés sous le niveau de 20 mètres.

Là où le terrain était très dur ou bien lorsque nous avions à traverser du ciment durci dans le sondage, nous eûmes recours au marteau François de 80 millimètres.

Ce marteau à rotation permet l'injection d'eau par un touret sur les tiges de sondages. Son action est très énergique et efficace même avec des sondages profonds.

Force motrice et air comprimé. — La force motrice nécessaire nous était fournie par une locomobile Gardner de 80 HP à 6 atmosphères qui nous donnait la vapeur pour les pompes d'injection et actionnait en même temps un compresseur Atlas de 60 HP fournissant l'air comprimé pour toute l'installation et les forges.

A cause, d'une part, de la forte teneur en calcaire des eaux d'alimentation et, d'autre part, de l'insuffisance de la locomobile, la force motrice fit souvent défaut, bien que les arrêts de l'espèce n'eussent généralement aucune influence sur la réussite des opérations.

Aussitôt qu'un sondage était arrivé à la profondeur fixée, il était nettoyé par un lavage violent à l'eau claire, puis, les tiges étant remontées, on réunissait la tête du sondage par un flexible spécial à la tuyauterie d'injection et la pompe à cimentation était mise en marche immédiatement. L'injection de lait de ciment était forcée sans retour du trop-plein au malaxeur. Après injection et un léger repos, le sondage était repercé et descendu quelques mètres plus bas.

Matériel d'injection. — Le matériel utilisé par la firme est extrêmement perfectionné. Construit spécialement pour elle, il permet l'injection de ciment à grande vitesse et à haute pression d'une façon excessivement simple et sûre. Le ciment est amené du magasin aux bacs malaxeurs où il est mélangé à l'eau à la dose voulue. Il est brassé, filtré pour en écarter tous les éléments nuisibles (silex venant de la cimenterie, boulons oubliés dans les sacs de ciment à l'ensachage de ceux-ci, déchets de bois, de corde, et ferrailles à plomber). Repris par la pompe, le lait de ciment purifié est refoulé vers le sondage.

Cette pompe, d'une grande souplesse et d'un débit de 15 mètres cubes à l'heure à pleine vitesse, permet l'injection à des pressions de 280 atmosphères (rarement atteintes en pratique, sauf dans les terrains exceptionnellement durs : quartz aurifères, diorites, basaltes, granites).

Une liaison mobile est assurée entre la tuyauterie de refoulement et la tête du sondage par un tuyau flexible armé construit également pour les très hautes pressions.

Aux puits d'Estinnes-au-Val, les pressions d'injection oscillèrent entre 50 et 100 kilogrammes ; elles atteignirent toutefois 120 kilogrammes dans certaines circonstances.

En décomptant des dimanches, jours fériés et chômages dus au manque d'eau, de ciment ou d'air comprimé, les opérations sans les travaux préparatoires de montage et de tubage prirent aux puits n° 1 et n° 2 ; respectivement 68 et 60 jours de travail effectif à trois postes.

Avant d'entamer le fonçage, on fora au diamètre de 100 millimètres, un sondage dans l'axe du puits jusqu'à la profondeur de

75 mètres et on le remplit d'eau. (Le niveau aquifère était à environ 40 mètres). L'eau se maintint dans le sondage à la cote initiale, à la tête du tubage pendant les vingt heures que dura l'essai. La complète étanchéité du terrain étant constatée on entama le fonçage immédiatement, le 10 septembre au puits n° 1, et le 26 octobre au puits n° 2.

On fit une première passe de 54 mètres : les craies se montrèrent parfaitement cimentées aussi bien dans les formations marneuses et très argileuses de la surface, que plus bas dans les fissures les plus minuscules. La présence d'argile ou de dépôts d'hydroxydes ferriques n'entrava nullement la parfaite adhérence du ciment au terrain, pas plus qu'elle ne fit obstacle à sa prise. Des échantillons nombreux ont été recueillis et montrent la parfaite obturation des ouvertures les moins perceptibles à l'œil nu, ainsi que les effets de la pression.

Les passes suivantes furent de 30 et 34 mètres, sans qu'il fallut épuiser : la venue totale pour chaque passe découverte n'atteignit jamais 300 litres à l'heure.

Le fonçage put donc se faire avec une remarquable rapidité. Il fut arrêté au niveau de 118 mètres en prévision du traitement des rabots de l'intérieur du puits.

Revêtement. — Le revêtement des puits est effectué entièrement en béton monolithe suivant les indications et sous la direction de la firme François. L'épaisseur du revêtement est de 0^m,30 jusqu'au niveau de 54 mètres, de 0^m,45 jusqu'au niveau de 84 mètres et de 0^m,50 jusqu'à la cote de 150 mètres environ.

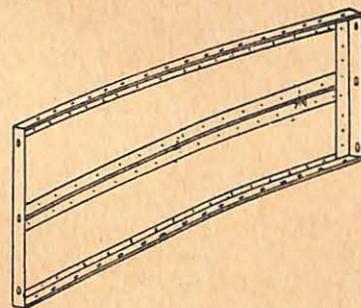


Fig. 3.

Le coffrage qui sert à la confection du muraillement est composé d'anneaux en tôles d'acier, à sept segments boulonnés entre eux au fur et à mesure de l'avancement. Nous donnons ci-contre un croquis de segments (fig. 3).

Les anneaux sont successivement placés et bétonnés. A l'initiative de M. Demart, Directeur des travaux du charbonnage, on essaie actuellement au puits n° 1 un nouveau système de descente de béton de la surface par une colonne de tuyaux. Les



matériaux sont humectés à leur sortie de la tuyère, suivant un principe analogue au ciment-gun. On peut facilement faire un avancement de 7^m,50 par jour avec le système ordinaire et atteindre 18 mètres par le second système.

Le plancher de manœuvre suspendu par câble repose pendant le bétonnage sur le dernier anneau bétonné par l'intermédiaire de six verrous.

Durant le bétonnage on réserve dans le muraillement l'emplacement des potelles pour les parti-bures.

Le puits est équipé (voir figure 4) de la façon suivante : tous les 1^m,50, deux fortes traverses constituées par des fers U supporteront des guides en bois de 0.18 × 0.18. Au droit des guides des contre-fiches ancrées dans le béton raidissent les traverses. Il y a donc huit potelles à ménager dans le cuvelage tous les 1^m,50.

L'étanchéité de ce cuvelage est telle que par passes de 100 mètres en terrain aquifères, la venue maximum par heure n'atteint jamais 200 litres.

CHAPITRE II

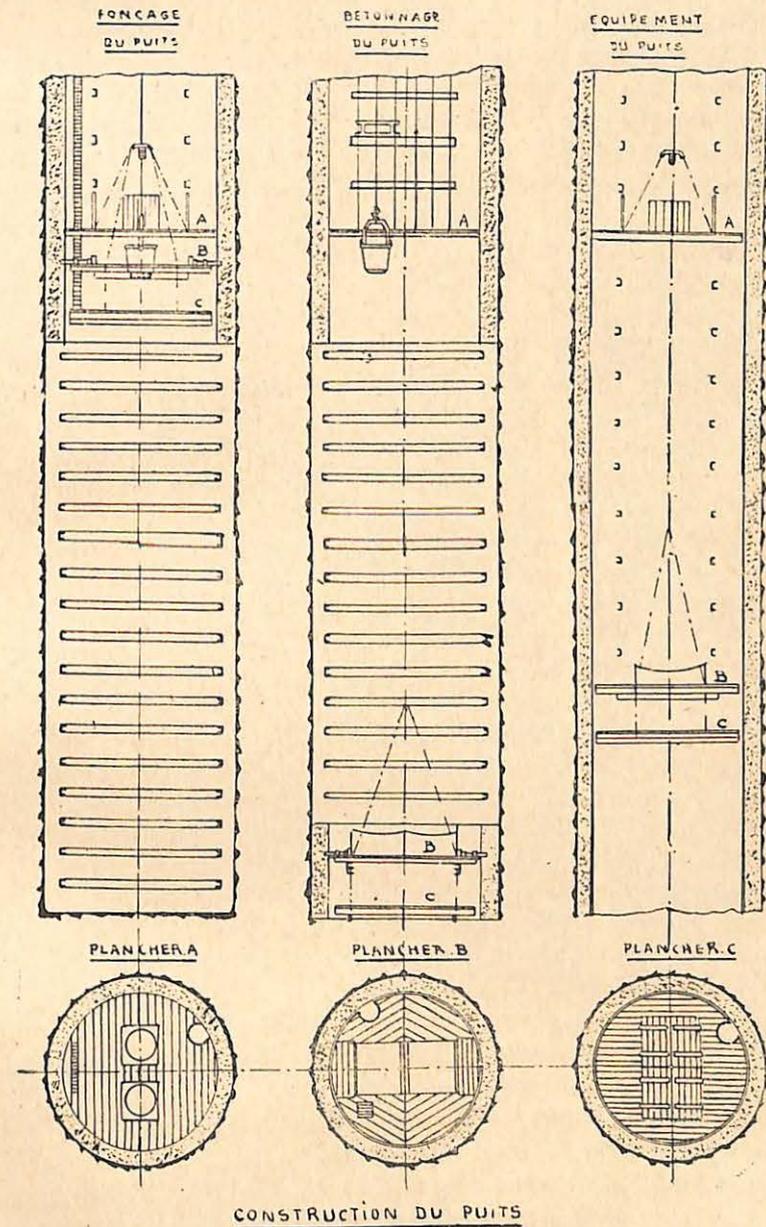
Traitement spécial des assises turoniennes formant la jonction des craies avec le houiller au puits n° 1.

Ces assises ont été reconnues au puits n° 1 pour avoir la composition suivante :

Craies de Maisières avec silex de 120 à 123 mètres.
 Rabots, en bancs durs et compacts, ou
 amas de rognons de silex de 123 à 130^m,70 env.
 Fortes-Toises. Craie grisâtre et concrétions
 siliceuses de 130^m,70 à 132^m,70.
 Dièves sableuses vertes de 132^m,70 à 133^m,70.
 Houiller avec très légère pente de la sur-
 face de contact vers le N.-O. à 133^m,70.

La cimentation des terrains, depuis la surface, n'ayant pas dépassé le niveau de 124 mètres, nous prîmes nos dispositions pour traiter de l'intérieur du puits les rabots que nous savions — de par les exemples des Charbonnages de Bray et de Ressaix (puits Sainte-Marguerite) — devoir être durs et très aquifères.

Le fonçage fut arrêté à 118 mètres et un sondage central au diamètre de 45 millimètres fut poussé en reconnaissance : ce sondage



CONSTRUCTION DU PUIT

FIG. 4.

rencontra quelques silex dans la craie de Maisières à 122 mètres, puis toucha la tête des rabots. Immédiatement une venue d'eau de 3 mètres cubes à l'heure jaillit par le tubage.

Le terrain intermédiaire étant trop faible pour supporter les pressions d'injection et se fissurant du reste sous la pression d'eau, on eut recours à un bouchon en béton armé qui devait servir de masque pour les travaux de cimentation (figure 5).

Voici comment ce bouchon fut construit : On fora d'abord à la main 8 trous de 100 millimètres de diamètre et de 1^m,50 de profondeur, légèrement inclinés à 80° sur la verticale. Dans ces trous on disposa des tubages de 2" des sondages d'injection. Sur ce sol, on déposa un lit de 0^m,50 de pierrailles devant servir de réservoir aux eaux qui suintaient par le fond du puits. Ces eaux étaient reprises par un tuyau de 100 millimètres percé d'ouvertures, entourant le sondage central, et aspirées par une pompe à air comprimé. La venue d'eau totale était à ce moment de 2^m3,4 à l'heure.

Sur le lit de pierrailles on plaça un plancher en madriers de 5 centimètres, surmonté d'un lit de fin poussier de carrières.

Un tuyau de 2" fut, pendant le bétonnage laissé en communication avec le drain pour la mesure du niveau d'eau.

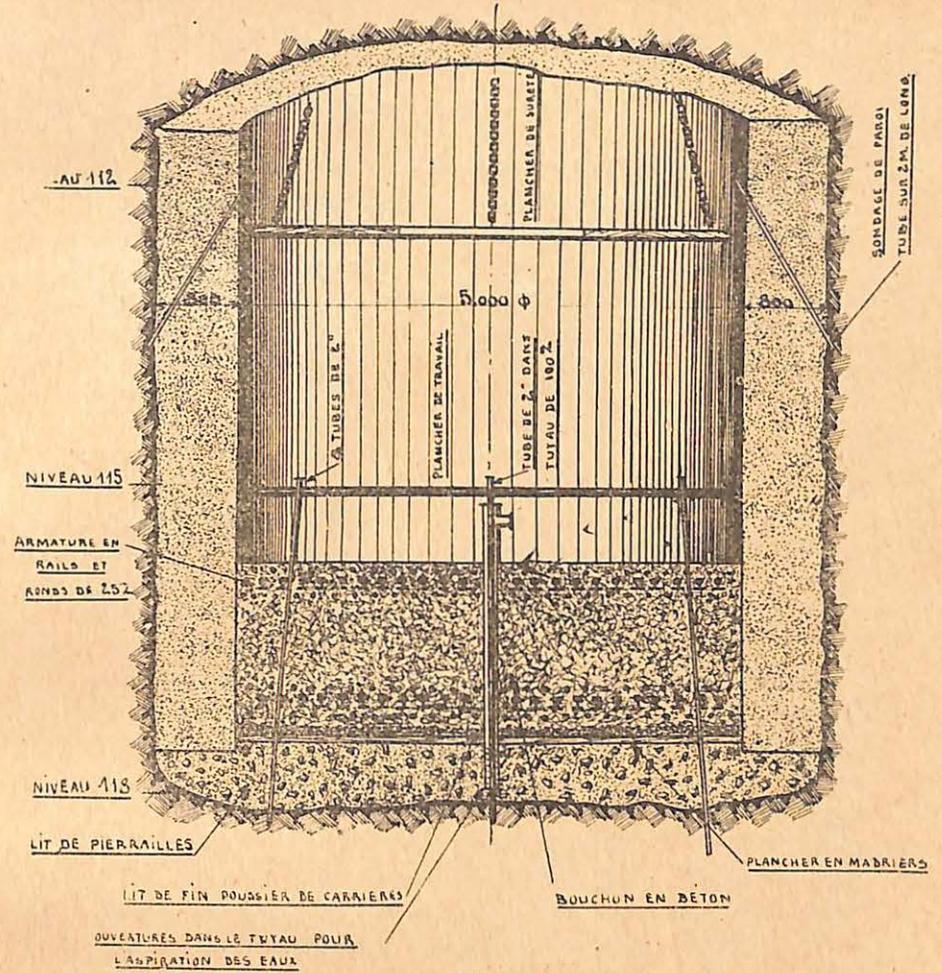
On coula ensuite un bouchon de 1^m,80 d'épaisseur en béton par rails Decauville et fer ronds de 25 millimètres. L'armature avait été calculée pour pouvoir permettre l'application de pressions de 25 atmosphères au bouchon, pression qui fut dépassée au cours des injections (60 kgs en moyenne).

Enfin sur le tout on plaça un plancher de travail. L'exhaure des eaux venant des sondages était faite soit au cuffat, soit au moyen d'une pompe à air comprimé.

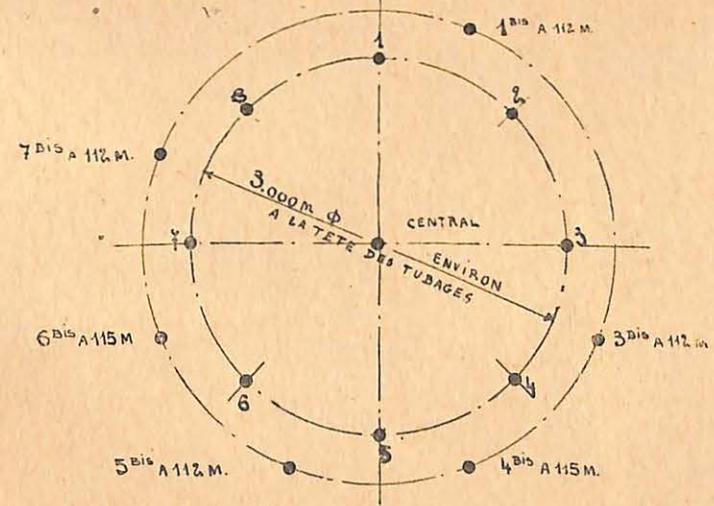
Ultérieurement, des sondages supplémentaires 1^{bis}, 3^{bis}, 4^{bis}, 5^{bis}, 6^{bis} et 7^{bis} furent forés également en dehors du périmètre des premiers sondages (niveau de 115) mais au niveau de 112 mètres dans la paroi.

Les sondages du niveau de 115 mètres, au nombre de huit, furent traités méthodiquement : on reconnut plusieurs nappes aquifères à grand débit. Les venues d'eau étaient nettement localisées dans les bancs de silex durs et compacts entre 125 et 130 mètres. Le total des venues recoupées par ces sondages de 45 millimètres ainsi que par le sondage central peut être estimé à 50 mètres cubes à l'heure.

Par raison de sécurité, la cimentation fut poussée jusque 133 mètres. Un des sondages atteignit même 138 mètres dans le houiller.



VUE D'ENSEMBLE DU BOUCHON POUR LA CIMENTATION DES RABOTS



DISPOSITION GÉNÉRALE DES SONDAGES

Au sujet des travaux proprement dits, quelques observations ;

a) Les forages furent exécutés entièrement au marteau Bolide de 80 millimètres à injection d'eau et trépan en étoile.

b) Les injections furent faites à la pression de 50 à 70 atmosphères sans aucun inconvénient pour le cuvelage. Bien au contraire, l'application continue de fortes pressions se reportant directement contre le muraillement, qui avait de 40 à 50 centimètres d'épaisseur, fit généralement remonter une bonne quantité de ciment dans le cuvelage, et les suintements auxquels il avait donné lieu au début, sous l'effet de ces pressions, furent radicalement supprimés par la pénétration du ciment dans le cuvelage.

Dès le début de l'injection, le manomètre indiquait plus de 10 kilogrammes à la surface, ce qui correspondait généralement à une pression effective de 25 kilogrammes sur le sondage. Les résistances rencontrées étaient énormes malgré l'apparente ouverture des venues d'eau.

Les hautes pressions étaient donc nécessaires pour faire absorber du ciment par les rabots. Mais pour en faciliter l'absorption et la pénétration, nous eûmes surtout recours aux procédés spéciaux de la silicatisation.

Dans ces conditions et faisant abstraction du ciment perdu de diverses façons, les quantités de ciment réellement absorbées par les sondages furent respectivement :

1° Sondages impairs traités en premier lieu :

1) . . .	2190 kilogrammes
3) . . .	6100 »
5) . . .	9050 »
7) . . .	7350 »

2° Sondages pairs traités en deuxième lieu :

2) . . .	16300 kilogrammes
4) . . .	1500 »
6) . . .	600 »
8) . . .	6100 »

3° Sondages bis :

1 bis) . . .	1900 kilogrammes
3 bis) . . .	850 »
4 bis) . . .	2800 »
5 bis) . . .	1200 »
6 bis) . . .	350 »
7 bis) . . .	3550 »

4° Sondage central (n° 9) :

d'abord 5250 kilogrammes au début des travaux,

puis 1100 kilogrammes après traitement de tous les sondages.

Au total 65 tonnes environ.

De cette quantité, une grosse partie a certainement remonté dans les craies en communication directe avec les rabots : mais l'injection n'en a pas moins rempli son but en obturant les fissures d'alimentation des rabots et en diminuant conséquemment le débit de ceux-ci.

Lorsque les venues qui étaient de l'ordre de 4 à 6 mètres cubes par sondage eurent été abaissées à moins de 150 litres à l'heure, on eut recours à l'emploi d'explosifs, suivant ce qui avait été une première fois appliqué par M. Richir au siège Ste-Marguerite à Ressaix (1). Toutefois, dans ce premier cas, le minage avait été opéré de la surface avant toute injection des rabots.

Ici, chaque sondage reçut une charge allongée de 600 à 800 grammes de dynamite placée sous le niveau des bancs de silex.

La charge était renfermée dans un tube de zinc du type de ceux qui servent à la protection des câbles et fils électriques (tubes Bergmann). L'explosion, en fissurant les silex, devait mettre le sondage en communication avec des venues non touchées primitivement et renseigner, en outre, sur les résultats de la cimentation.

L'augmentation des venues d'eau après minage fut peu considérable, comme on le verra au tableau ci-dessous. L'explosion du n° 3 eut pour effet de diminuer fortement la venue du sondage central, qui resta ouvert jusque vers la fin des travaux. Manifestement on avait retrouvé là une fissure d'alimentation du centre du puits.

Nous ajouterons à cette courte note les diagrammes des venues d'eau par les sondages (fig. 6 et 7). Les profondeurs sont portées verticalement, et les venues d'eau horizontalement en abscisses.

Les venues d'eau cumulées pour une passe de sondage sont représentées par une ligne brisée qui s'écarte d'autant plus de l'axe $V = 0$ que la venue est plus grande.

A un moment donné, on arrête le sondage et on l'injecte. Le tonnage injecté est indiqué par un chiffre placé à gauche et au bas de la ligne brisée. Une étoile indique le moment du minage.

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*. Tome XXII, 4^e livrais., p. 1151.

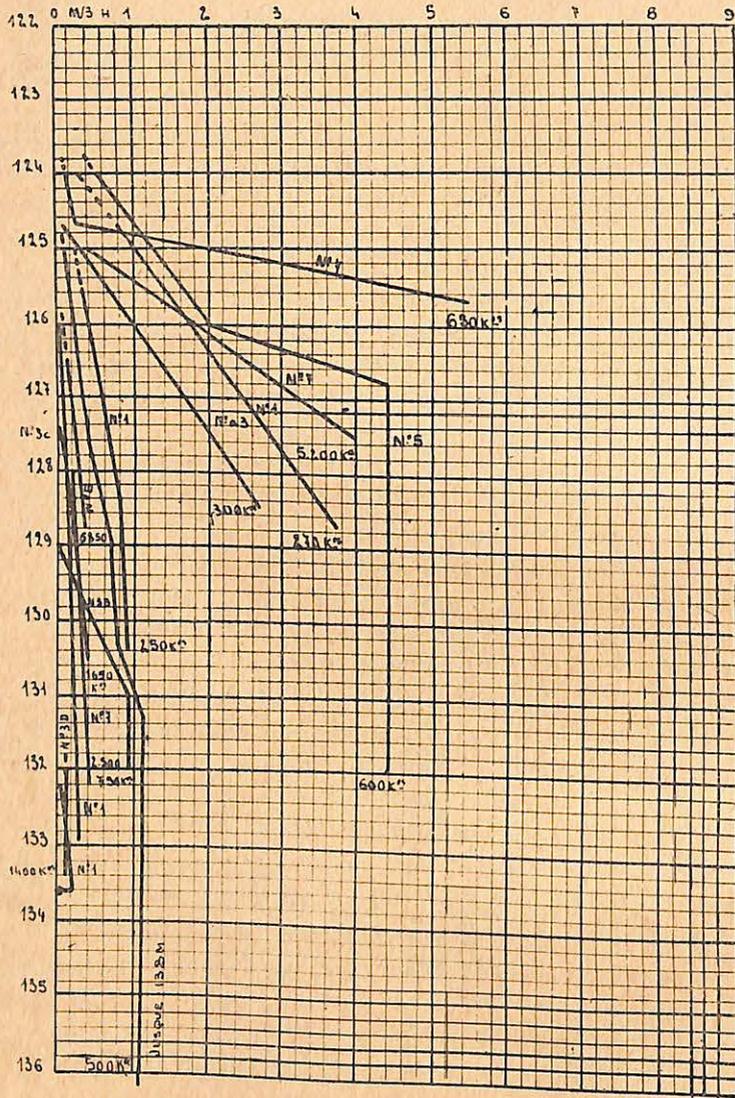


DIAGRAMME DES SONDAGES N° 1, 3, 5 et 7

FIG. 6.

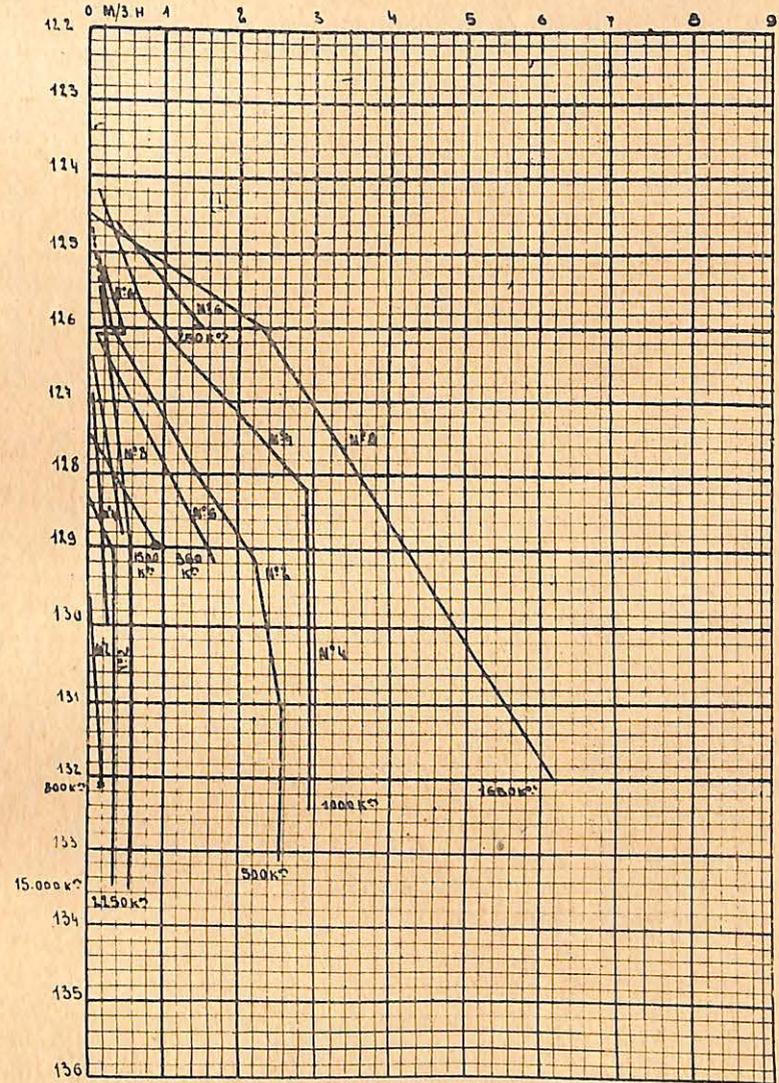


DIAGRAMME DES SONDAGES N° 2, 4, 6 et 8

FIG. 7.

Sondages	Venues avant minage	Venues après minage	Dernière injection
	mètre cube à l'heure	mètre cube à l'heure	Kilogrammes
1	0	0,1	550
2	0,178	0,1	800
3	0	0,8	300
6	?	0,09	150
7	0,355	0,29	750
8	?	0,092	1500
Central	0,117	0,218	200

Le minage fut, chaque fois, suivi d'une dernière injection à forte pression.

Quant au sondage central, ainsi qu'on le verra au diagramme (fig. 8), il fut foré le tout premier jusque 125^m,50 et injecté. Reforé ensuite jusque 127^m,40 au cours de la cimentation des huit premiers trous. On ne l'injecte pas et la venue d'eau décroît progressivement de 2,6 mètres cubes à zéro. On l'approfondit encore jusqu'à 133^m,50 où la venue d'eau dépasse 1^m,50 cube, puis reste stationnaire. Elle décroît lentement jusque 1 mètre cube.

Les autres sondages étant presque terminés, on y injecte 1.500 kilogrammes de ciment, on le reforé, on le fait sauter et on l'injecte une dernière fois.

Ces résultats furent jugés satisfaisants, et bien qu'on eût la certitude de trouver encore de l'eau dans les rabots, on reprit le fonçage, espérant que la venue serait suffisamment faible pour permettre un fonçage plus économique qu'une prolongation des travaux de cimentation.

Effectivement, on atteignit sans peine le niveau de 126 mètres ; mais sous un banc de dièves de 0^m,30 environ qui barrait les rabots à cette profondeur, on trouva quelques petites venues (environ 3 ou 4) qui, bien que légères, s'ajoutèrent aux suintements du rabot.

En touchant le houiller, la venue qui s'était arrêtée à 3,5 mètres cubes par heures environ, augmenta presque à 5 mètres cubes par suite des injections des rabots à forte pression au puits n° 2 que l'on traitait en ce moment, la hauteur de terrains découverts était de 17 mètres, dont près de 8 mètres de rabots.

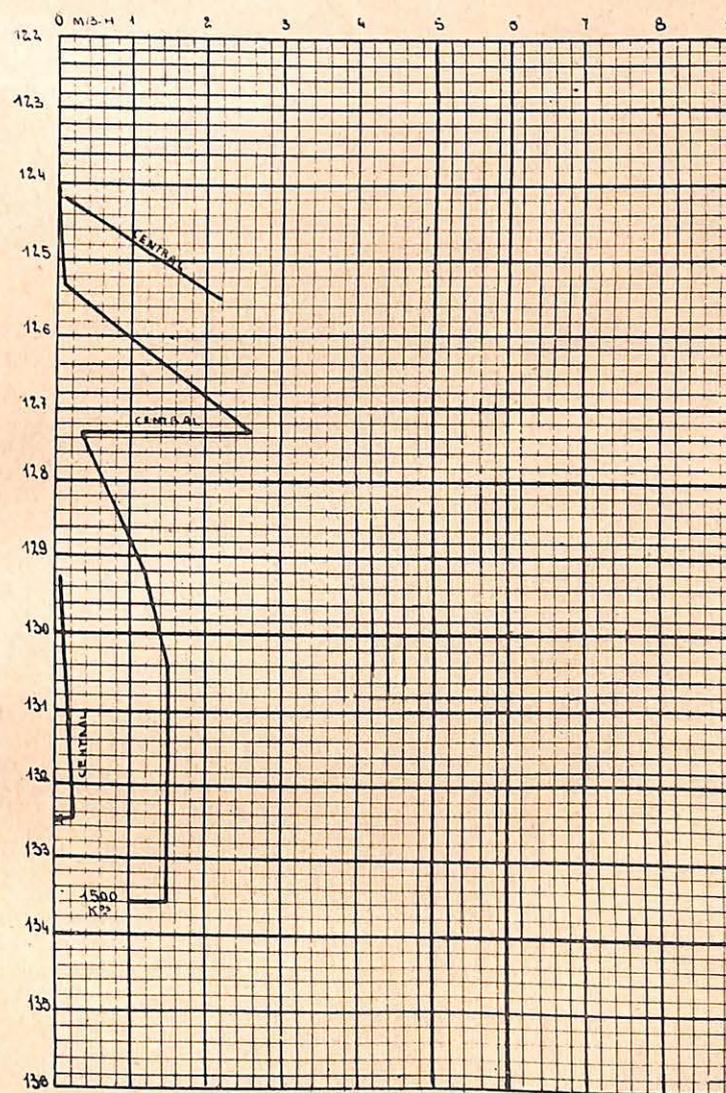
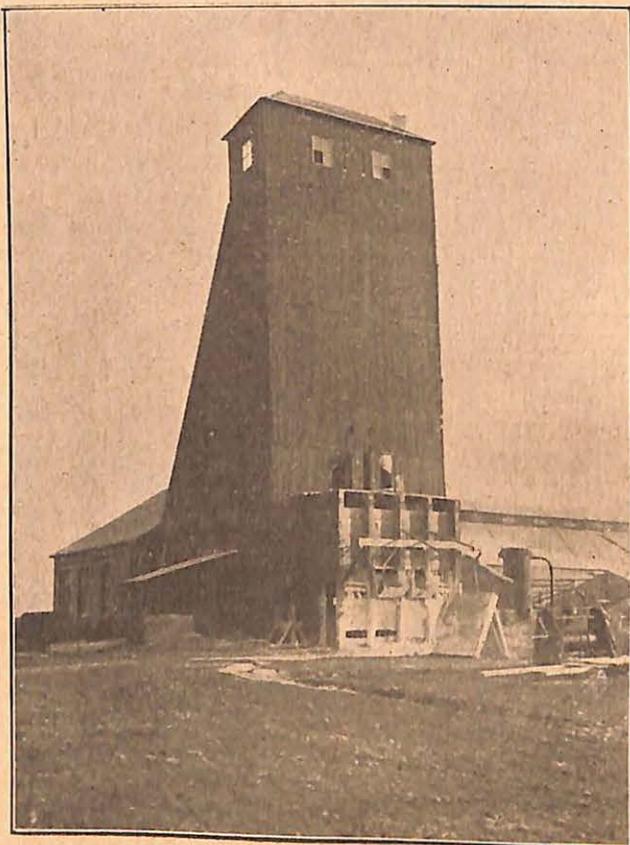


DIAGRAMME DU SONDAGE CENTRAL

FIG. 8.



LE PUIT N° 1, EN NOVEMBRE 1921.
Vue montrant les trémies à déblais.

Sans vouloir aucunement se flatter des résultats obtenus, il nous semble qu'il y a lieu d'être très satisfait de cette réduction de la venue d'eau, si l'on considère d'abord la nature essentiellement compliquée des réseaux aquifères des rabots, la dureté exceptionnelle de ceux-ci, le manque de cassures proprement dites, et surtout la présence de petits conduits caverneux dont le tracé est essentiellement irrégulier, et qui sont pour la plupart isolés les uns des autres.

La venue d'eau, rien que par les sondages de 45 millimètres de diamètre, atteint 50 mètres cubes au total, ces 50 mètres cubes ne représentent qu'une fraction de la venue qui se serait produite si l'on avait découvert le terrain, par une excavation de 6 mètres de diamètre et de la hauteur de la passe, et bien que l'on ne puisse dans les rabots présumer de la venue que l'on eût rencontrée sans cimentation, il y a tout lieu de croire que plus de 95 % des eaux ont été contenues par elle.

Si l'on compare enfin avec des essais de cimentation effectués ailleurs, il y a lieu d'affirmer que les rabots, réputés incimentables, ont été traités avec succès à Estinnes-au-Val, et que l'expérience ainsi acquise de ces terrains éminemment ingrats pourra porter de plus beaux fruits dans l'avenir.

Elle consacre d'une façon particulière d'abord l'emploi de réactifs spéciaux par la silicatation et ensuite l'utilisation d'explosifs dont le mérite de la découverte revient à M. Richir.

Renseignements chronologique sur les travaux de cimentation.

PUITS N° 1.

- 1921 Décembre, le 9 : sondage central.
 Du 10 au 17 : Construction de la plate-cuve. Nombreux retards par suite du mauvais fonctionnement des pompes.
 Du 19 au 29 : Période de repos pour prise du béton.
 Le 26 décembre : Injection du sondage central. Début des travaux.
 1922 Du 26 décembre 1921 au 30 janvier 1922 : Travaux de cimentation.

Soit 31 jours de travail à 3 postes (moyenne de 10 hommes.)
 Nombreuses interruptions dues aux mauvaises conditions de fonctionnement des pompes d'exhaure; il faut plus d'une fois arrêter les sondages ou distraire une bonne partie des hommes pour faire l'épuisement au cuffat.

Après revêtement la venue pour les 130 mètres supérieurs (morts-terrains) est inférieure à 200 litres à l'heure.

CHAPITRE III

Cimentation des rabots au puits n° 2.

Pour éviter la possibilité d'une rupture du fond de craie sous la pression d'eau des rabots, chose qui s'était produite au puits n° 1, à la cote de 118 mètres (à 6 mètres des rabots) nous avons décidé de nous placer plus haut au puits n° 2, à la cote de 110 mètres et de construire un fond en béton non armé de 2 mètres, ce qui nous reportait à 108 mètres.

Les rabots étant à 122 mètres, cela nous donnait 14 mètres de stot, de terrains crayeux mais durs.

Pour laisser le fond libre et permettre une accumulation des eaux ainsi que la décantation des boues de sondage, nous avons disposé seize tubages de 100 millimètres noyés entièrement dans la paroi en béton du puits, légèrement inclinés et de 7^m,50 de longueur; l'origine du tubage était à 102 mètres, la base vers 109^m,40, l'inclinaison de 1/16° environ. Le raccord de ce tubage de 100 millimètres aux tubages de 2" se faisait par des réductions de 3 à 2".

Les travaux furent commencés le 17 février en sondant d'abord sur les trous impairs, au « Bolide » de 80 millimètres.

Dès 122 mètres, nous touchions les premiers banes de silex, qui donnaient, entre 122 mètres et 123^m,50, des venues variant de 2^m,5 à 14^m,5 mètres cubes à l'heure, par sondage.

Signalons que les sondages 7 et 3 rencontrèrent vers 122^m,50 des poches de sable gris grossier, fortement calcareux, qui dès qu'elles étaient touchées refoulaient les tiges et bouchaient le sondage.

Ces poches se vidèrent assez rapidement et l'on n'eut pas d'autres inconvénients. Le fonçage révéla cependant la présence de très fortes poches de sable très bouillant et aquifère.

Le travail au marteau était peu rapide d'abord à cause de la disposition des sondages qui ne permettait l'accès aux outils que d'un côté.

Mais, en outre, à cause de la trop grande distance du marteau au banc de silex, ainsi que de la trop grande largeur du tubage, les tiges mal guidées fléchissaient, le marteau frappait à faux, et dès que l'on touchait un banc dur on n'avancait plus.

Sur les huit sondages le n° 3 atteignit 126^m,70, le n° 9 la profondeur de 127 mètres, et le n° 11 entra dans les dièves vers 131 mètres.

Les autres sondages avaient à peine entamé les rabots sur 1 mètre.

Entretiens les travaux furent interrompus pendant le mois de mars à cause d'un accident au compresseur.

On travailla avant et après l'interruption pendant trente-neuf postes (soit treize jours effectifs) pour les sondages et les injections. Les effectifs de ces postes — surveillant compris — étaient de sept hommes en moyenne, parfois quatre.

Ci-dessous, un tableau renseignant :

- a) les venues d'eau ;
- b) les quantités de ciment injectées.

Sondages	Profondeur maximum	Venues totalisées	Ciment total injecté
	mètres	m ³ par heure	Kilogrammes
1	123,65	4,15	7.950
3	126,70	8,2	3.200
5	124,65	18,3	4.300
7	123,85	9,2	7.800
9	127,00	1,29	1.750
11	131,25	8,0	2.750
13	123,65	2,7	2.500
15	123,50	2,2	350

Ces venues sont notablement supérieures à celles rencontrées au puits n° 1.

Une bonne partie du ciment injecté peut être considéré comme n'ayant obturé réellement que les terrains crayeux intermédiaires bien qu'aucune venue d'eau n'y ait été constatée.

Dans les conditions où nous travaillions, la cimentation ne pouvait progresser que lentement et il fallut changer rapidement le mode d'opération.

Le 5 avril, je faisais arrêter et reforer de nouveaux sondages au fond du puits même, dans des conditions identiques à celles du puits n° 1.

On perça d'abord cinq trous, numérotés 1, 3, 5, 7, 9, sur une circonférence de 4 mètres de diamètre; tubés sur 2 mètres au travers

de la plate-cuve, avec des tuyaux de 2", et scellés au ciment. L'inclinaison était sensiblement de 80°, de façon à recouper le cylindre vertical de 6 mètres de diamètre à terre nue, vers la profondeur de 122 mètres.

La cote d'origine des tubages était à 107 mètres,
Le 7 avril nous recommençons à sonder.

Bien que cette fois-ci nous fussions gênés et par l'accumulation des eaux au fond du puits et par les arrêts continuels de la pompe d'épuisement, ce qui forçait à arrêter très souvent le travail de sondage et à faire les eaux au cuffat, nous pûmes obtenir de suite de meilleurs résultats.

Le travail se fit simultanément sur les cinq trous impairs dont le n° 9 fut perdu à 131^m,70 et remplacé par le n° 9bis.

Les venues d'eau se produisaient surtout depuis la tête des rabots jusque 127 mètres. Au delà de 128 mètres le terrain semble plus étanche et l'on retrouve les dièves à 130^m,50.

Ci-dessous un tableau des sondages :

N° des sondages	Profondeur maximum	Venue maximum rencontrée	Venue totalisée pr chaque sondage	Ciment injecté
	mètres	mètres cubes	mètres cubes	Kilogr.
1	132,10	2,4	2,4	4.600
3	132,20	8,64	14,—	5.000
5	132,20	3,94	4,—	6.550
7	132,70	8,65 descend à 1,08 sans injection	8,65	1.000
9	131,70		8,7	2.000
9 bis	126,10	3,3	5,5	13.750
Totaux* pour les six sondages			43,25	32.900

Après ces injections les venues, pour la hauteur totale des sondages jusque 122 mètres, avaient été réduites aux chiffres indiqués dans le tableau suivant. Les sondages furent minés vers 126 mètres au moyen d'une charge allongée de 7 à 800 grammes de dynamite puis réinjectés.

Le n° 5 fut réapprofondi, reminé et injecté une dernière fois.

VENUES EN LITRES A L'HEURE

Sondages	Avant minage	Après minage	Ciment injecté
	Litres	Litres	Kilogrammes
1	0	360	850
3	0	400	450
5	a) 0	5.400	825
	b) 60	110	475
7	240	360	2.670
			5.270

Il fut toujours fait usage de produits chimiques pour les injections. Les pressions varièrent entre 60 et 115 kilogrammes.

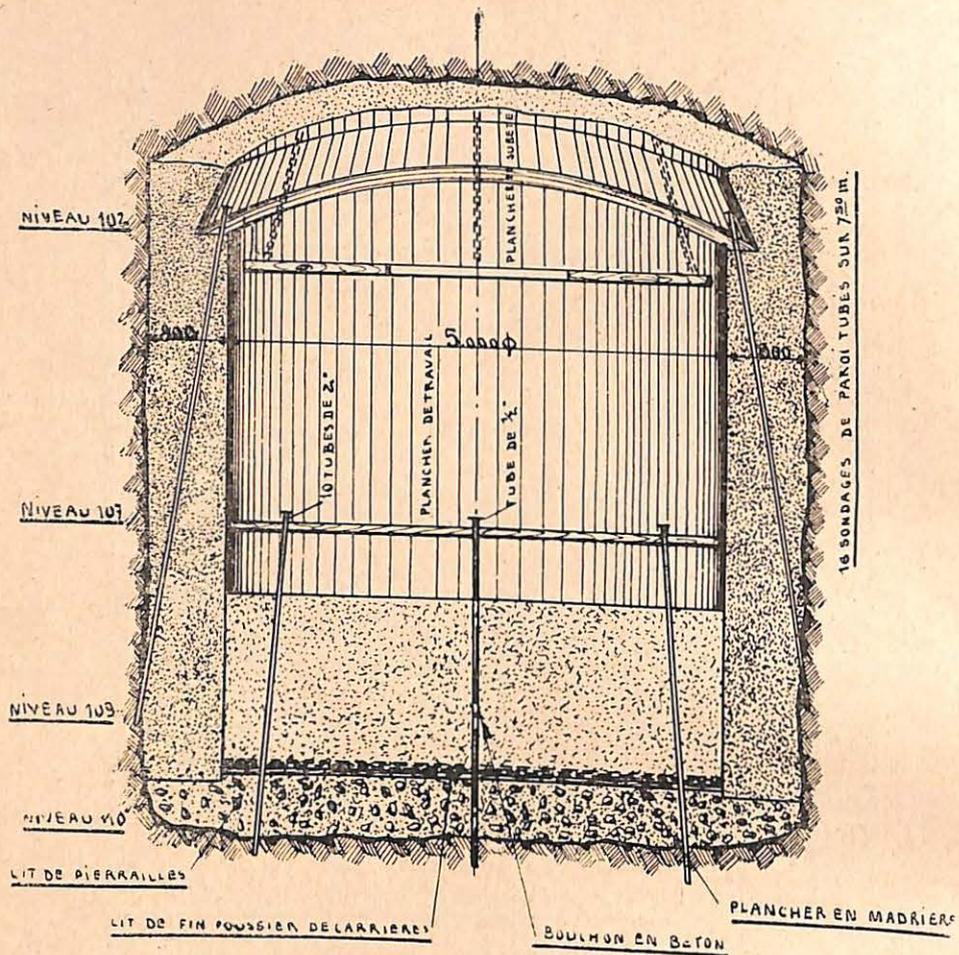
Entretemps, vers la fin de ce travail on entama le forage des trous pairs n°s 2, 4, 6, 8, 10, entre les trous impairs.

Tubés à 2 1/2", ils permirent l'emploi de 2 dimensions de trépan soit 2 1/4" et 1 3/4".

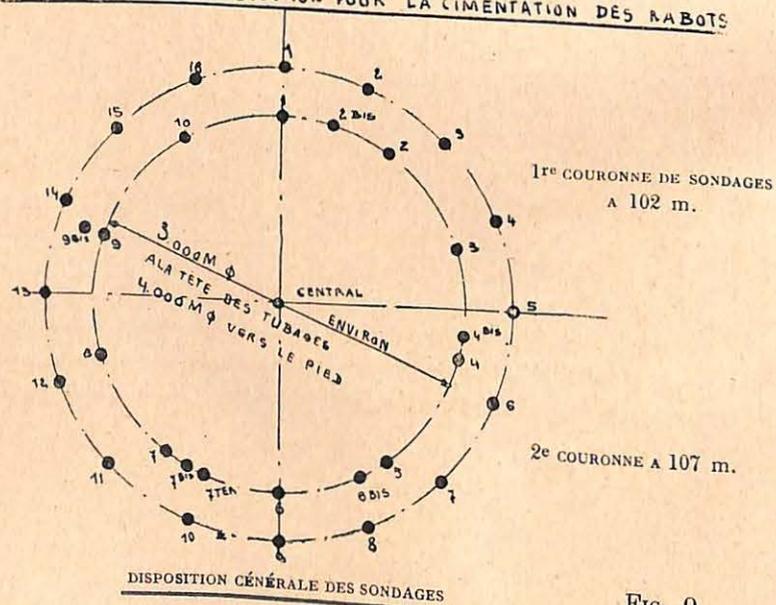
Les sondages pairs furent approfondis, injectés et minés comme les sondages impairs.

Sondages	Profondeur maximum	Venues maximum	Venues totalisées	Ciment injecté
	mètres	mètres cubes	mètres cubes	Kilogrammes
2	132,60	1.73	1.73	6.500
4	126,30	3.6	6.2	11.700
6	132,60	2.6	5.—	5.700
8	132,60	3.3	3.3	4.300
10	133,10	2.54	3.—	18.250
Totaux			19.23	46.450

Dans l'un comme dans l'autre tableau, les totaux des venues d'eau sont à dessein *sous-estimés*, étant donnée la difficulté des jaugeages, et ce, pour être absolument certain de n'exagérer aucun chiffre.



VUE D'ENSEMBLE DU BOUCHON POUR LA CIMENTATION DES RABOTS



DISPOSITION GÉNÉRALE DES SONDAGES

Fig. 9.

Pour le n° 6 seul, le minage a produit une forte augmentation des venues, de 110 litres à 1.720 litres à l'heure. Mais par contre comme on le verra dans le tableau figure 9 suivant le 6bis est entièrement sec.

Quelques sondages supplémentaires furent percés à des profondeurs variables, soit pour remplacer un sondage qui n'avait pas donné satisfaction, soit pour explorer des régions dans lesquelles on craignait des venues ignorées.

Sondages	Profondeur	Venues totales	Ciment injecté
	mètres	mètres cubes	Kilogrammes
2 bis	127,30	4	4.250
4 bis	132,60	1.3	700
6 bis	127,50	0	500
7 bis	126,00 perdu	0	0
7 ter	126,00	1.2	4.100
Total . . .		6.5	9.550

Quant au sondage central il fut impossible de le porter au delà de la profondeur de 125^m,10 à cause de la dureté exceptionnelle des silex. Après avoir traversé le petit banc de dièves et de sable (30 centimètres environ) vers 123^m,60 (banc qui, au n° 1, se retrouve vers 125^m,50) il toucha vers 124^m,80 une forte venue locale. Avant d'avoir atteint cette profondeur il avait du reste été miné sans donner d'eau du tout.

Après injection à 110 kilogrammes de pression, on décida d'arrêter les travaux.

Si maintenant on se reporte à l'ensemble des tableaux on peut dresser la liste suivante, dans l'ordre de traitement :

6 sond. impairs ayant rencontré 43 m ³ d'eau et reçu 38,170 kgs de ciment			
5 » pairs »	19,23	»	46,450 »
6 » supplément. »	8,5	»	10,800 »
(y compris central			
Au total 17 »	70,7 m ³	»	95,420 »

A ceux-ci il faut ajouter les 8 sondages dans la paroi, qui recouperont 65,65 m³ d'eau et reçoivent 30.600 kilogrammes de ciment.

soit au total 25 sondages (dont 15 dépassèrent 127 mètres) qui ont rencontré $65,65 + 70,7 = 136$ mètres cubes d'eau et reçu 125.700 kilogrammes de ciment; tous ces chiffres sont notablement supérieurs à ceux du puits n° 1 (50 mètres cubes d'eau et 65 tonnes de ciment.) Les pressions d'injection furent également beaucoup plus fortes qu'au n° 1.

10 sondages n'ont pénétré que de peu dans les rabots, suffisamment toutefois pour influencer la tête de ce terrain qui est le plus aquifère.

D'une façon générale les venues se trouvent au-dessus du niveau de 127 mètres. De nombreuses venues constatées plus bas pourraient bien être dues à l'ouverture des canaux d'amenée des eaux, soit par éboulement de terrain (du fait du battage des tiges) soit par leur extension sous l'effet des pressions d'injections voisines.

On peut estimer à juste titre que les venues totales rencontrées par ces quelques sondages de 136 mètres cubes environ, sont bien des venues isolées.

Même approximativement il est difficile de se faire une idée de la venue que l'on aurait eue sans cimentation, car les rabots ne sont pas des terrains prêtant à beaucoup de raisonnements. Il est probable qu'il eut été très difficile si pas impossible de foncer à niveau vide, et c'est la seule chose qu'il importe de constater pour se rendre compte de la nécessité de la cimentation. Il convient en effet de remarquer qu'un terrain qui livre 136 mètres cubes d'eau à l'heure par 25 sondages dont 15 seulement le traversent totalement donnera beaucoup plus d'eau lorsqu'on y fera une excavation. La venue en effet varie en raison directe de la section des orifices ou voies d'écoulement qui lui sont offertes.

Ainsi qu'au n° 1, nous pouvons répéter quelques remarques au sujet de la nature cavernuse des rabots et de la conformation particulière des voies de circulation des eaux. Les réseaux qui les sillonnent en tous sens sont la plupart du temps indépendants les uns des autres, et la preuve en est que jamais du ciment n'a repassé, en cours d'injection, par un sondage voisin, si ce n'est lorsque le massif de craie de Saint-Vaast et de Maisières cédait sous la pression d'injection.

D'un autre côté, il est probable que la détonation de 7 à 800 grammes de dynamite avec seulement 20 mètres de bourrage d'eau ne disloquait pas les silex fort loin, et cependant les venues augmentent parfois très fort, ce qui est la preuve qu'à côté des eaux rencontrées

il y en a d'autres peut-être à 40 ou 50 centimètres de distance, tout à fait isolées.

C'est probablement à cette circonstance que le sondage central et le n° 2bis doivent d'avoir recoupé, vers 124^m,50, une venue relativement importante qui avait échappé durant tout le cours du travail.

Les observations que nous consignons dans cette courte note sont les mêmes que celles indiquées dans la note sur le puits n° 1.

Au fonçage la venue totale pour toute la passe n'a pas dépassé les 8 mètres cubes à l'heure, soit moins de 6 % du total des venues par les sondages.

Ci-dessous nous donnons un schéma montrant la répartition des venues d'eau :

Bouchon en béton		
Craies	sèches.	
Rabots	peu d'eau.	1,5 m ³ à l'heure.
Bancs de dièves		
Poches de sable bouillant	venues principales :	6 m ³ à l'heure.
Rabots	peu d'eau.	
Fortes-toises	id.	
	Venue totale évaluée à 8 m ³ à l'heure	
	pour toute la passe.	
Houiller	Sec.	

Toute la passe fut revêtue au moyen d'un cuvelage en béton armé, suivant le système François à tôles de fond. Après injection, ce cuvelage donne actuellement, pour les 136 mètres de morts-terrains, moins de 300 litres à l'heure.

LES RÉCENTS PROGRÈS
DANS LE
TRANSPORT
des corps solides d'une certaine grosseur
par un courant d'air

PAR

M. HENRI VERDINNE

Ingénieur-divisionnaire aux Charbonnages Réunis de Charleroi.

L'emploi de l'air comprimé comme moyen de transport de la force motrice est devenu courant dans l'industrie en général. Mais son emploi pour déplacer des corps solides le long d'une canalisation est beaucoup moins répandu et est demeuré, jusque récemment, restreint à des usages spéciaux.

Au point de vue du produit transporté, on peut diviser en trois groupes les applications réalisées jusqu'ici :

- A. Déplacement de tubes porteurs isolés renfermant de menus objets, papiers, factures, monnaie, etc., entre les bureaux d'une banque, d'un grand magasin, etc. (*Pneumatic despatch tubes*).
- B. Elimination de poussières industrielles nuisibles ou de déchets à évacuer des machines : poussières de meulage, de dessablage, copeaux et sciure de bois, etc. (*Collecting plant*).
- C. Transport d'un point à un autre de larges quantités d'un produit solide déterminé, le nouveau procédé étant en concurrence avec les moyens mécaniques de transport employés jusqu'ici. (*Conveying plant*).

Nous ne considérerons que cette dernière catégorie, la seule qui nous intéresse pour l'application que nous voulons proposer et qui soit susceptible d'un grand développement industriel.

Classification des convoyeurs pneumatiques

Il est clair avant tout que le transport pneumatique est restrictif à des matériaux pouvant être déplacés le long d'une conduite sans s'agglomérer pour donner des obstructions; pouvant aussi être séparés instantanément du courant d'air de transport à l'extrémité de décharge.

D'une manière générale, le produit à transporter peut être *aspiré* ou *refoulé* dans la conduite. Les systèmes par aspiration conviennent au transport de plusieurs endroits en un endroit unique (Concentration). Les systèmes par refoulement, au transport d'un point central en plusieurs points dispersés (Distribution).

Quoiqu'il puisse paraître, à première vue, que ces modes de transport épuisent les combinaisons possibles, on est amené en pratique à envisager un troisième système mixte, où le produit est à la fois aspiré et refoulé dans la conduite par l'action inductrice d'un jet d'air comprimé, cette façon de créer le courant de transport amenant dans le circuit des simplifications suffisantes pour constituer un type distinct.

Nous distinguons ainsi les trois modes suivants :

1. Aspiration de l'air de l'atmosphère à travers la conduite par une pompe à piston ou un ventilateur centrifuge placé à l'extrémité d'arrivée (*suction system*) ;
2. Refoulement dans la conduite de transport par un compresseur placé à l'extrémité de départ (*blowing system*) ;
3. Entraînement de l'air de l'atmosphère dans la conduite par un jet d'air comprimé débouchant par une tuyère, faisant office d'injecteur à l'extrémité de départ (*induction system*).

Le choix de l'un ou de l'autre de ces systèmes est déterminé dans chaque cas par les éléments du problème à résoudre : nature du produit à transporter, sa densité, dimension limite des morceaux, quantité à transporter par heure, distance de transport, différence de niveau entre les points de départ et d'arrivée.

D'autre part, il y a lieu de considérer si le produit une fois arrivé à destination, se sépare facilement de l'air de transport, et comment peut s'opérer cette séparation; si les fines particules qui restent alors en suspension sont nuisibles ou non à l'appareil d'aspiration (poussières abrasives); si le produit est friable et si le bris est à éviter; si le produit peut traverser le ventilateur déprimogène ou s'il doit être déchargé avant d'atteindre celui-ci, etc...

Les systèmes de transport par aspiration et par refoulement nécessitent tous deux des sas à air, le premier pour écluser le produit à son arrivée du milieu déprimé dans l'atmosphère, le second pour mettre le produit en suspension au départ en passant de l'atmosphère dans le milieu comprimé.

Le système par induction supprime les sas à air, et cette circonstance peut justifier son choix pour certaines applications spéciales : transport du sucre chaud, du sable mouillé, de minerais pesants pulvérulents, etc...; de plus, il est possible de diminuer la vitesse du courant à la sortie, de façon que le produit transporté ne soit pas endommagé (pommes de terre, oranges, etc...).

La pression, (ou la dépression), nécessaire est déterminée par la densité du produit à transporter et la résistance du convoyeur : la section de la conduite, par le débit à assurer.

Tout système de transport pneumatique comprend :

- 1) Un appareil créant la pression ou la dépression motrice;
- 2) Un dispositif de mise en suspension;
- 3) Une canalisation de transport;
- 4) Un dispositif de séparation.

I. — Transport par aspiration

Le convoyeur par aspiration est le type de convoyeur pneumatique qui a été le plus développé jusqu'ici, parce que c'est celui qui convient essentiellement au déchargement des bateaux et des wagons. Il est d'un usage courant dans l'industrie du coton, dans la minoterie, la brasserie, etc... Il est susceptible d'un grand nombre d'applications, et a été employé récemment avec succès au transport du charbon pour les catégories allant du poussier aux têtes de moineaux.

On prévoit aujourd'hui son emploi pour des débits allant jusqu'à 250 tonnes à l'heure, et une distance de transport de 300 mètres. (Fig. 1).

En principe, un convoyeur de ce genre comporte une pompe à air ou un ventilateur créant un vide partiel dans une chambre reliée à la canalisation de transport, ouverte à l'autre extrémité et qui plonge par un flexible muni d'une tuyère, dans le tas de produit à déplacer.

Le dispositif de mise en suspension est donc réduit ici à sa plus simple expression; c'est l'aspiration qui fait monter les corps solides dans la conduite.

En arrivant dans la chambre, qui constitue un épanouissement brusque de la section, le produit transporté se précipite, au moins

dans ses éléments les plus gros, et est éclusé par un distributeur rotatif spécial. Les poussières qui restent en suspension sont généralement nuisibles pour la pompe ou pour l'atmosphère. Elles sont alors captées dans des filtres à manches ou des filtres humides.

Au cas où la décharge du produit pourrait se faire sans inconvénient au-delà de l'appareil créant la dépression, en traversant celui-ci, la chambre de dépression serait évidemment supprimée avec avantage. La nécessité d'un sas à air dans la plupart des cas constitue en effet le principal inconvénient des convoyeurs par aspiration, parce que l'extrémité d'arrivée de la conduite est ainsi immobilisée, et son champ d'action limité. On a parfois monté le sas sur rails pour lui permettre de desservir une plus grande surface, mais, même ainsi, le débit intermittent de ces appareils, l'entretien qu'ils nécessitent pour conserver leur étanchéité, les font indésirables, surtout pour des tonnages importants.

A) Appareils créant la dépression.

La dépression à créer dépend du poids des morceaux à transporter, mais dans les limites d'emploi, tous les appareils présentent la caractéristique de fournir de grands volumes d'air à un degré de dépression relativement faible.

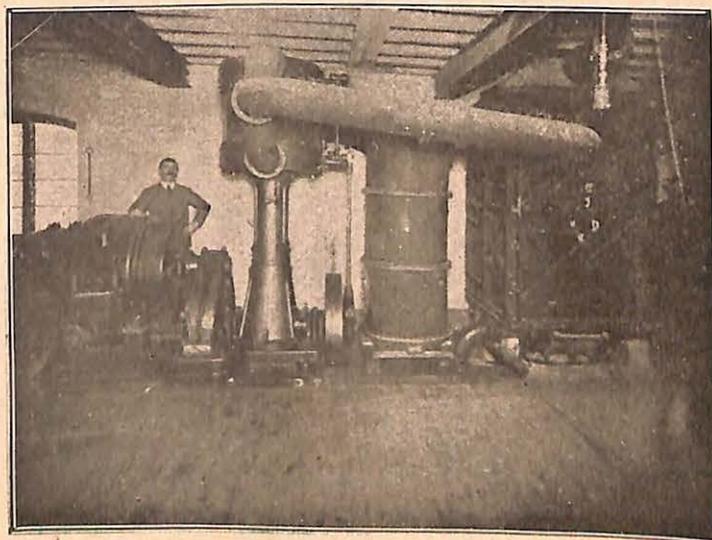


FIG. 2. — Pompe aspirante d'un convoyeur pour fines de charbon.
20 tonnes à l'heure.
(Boots à Nottingham)

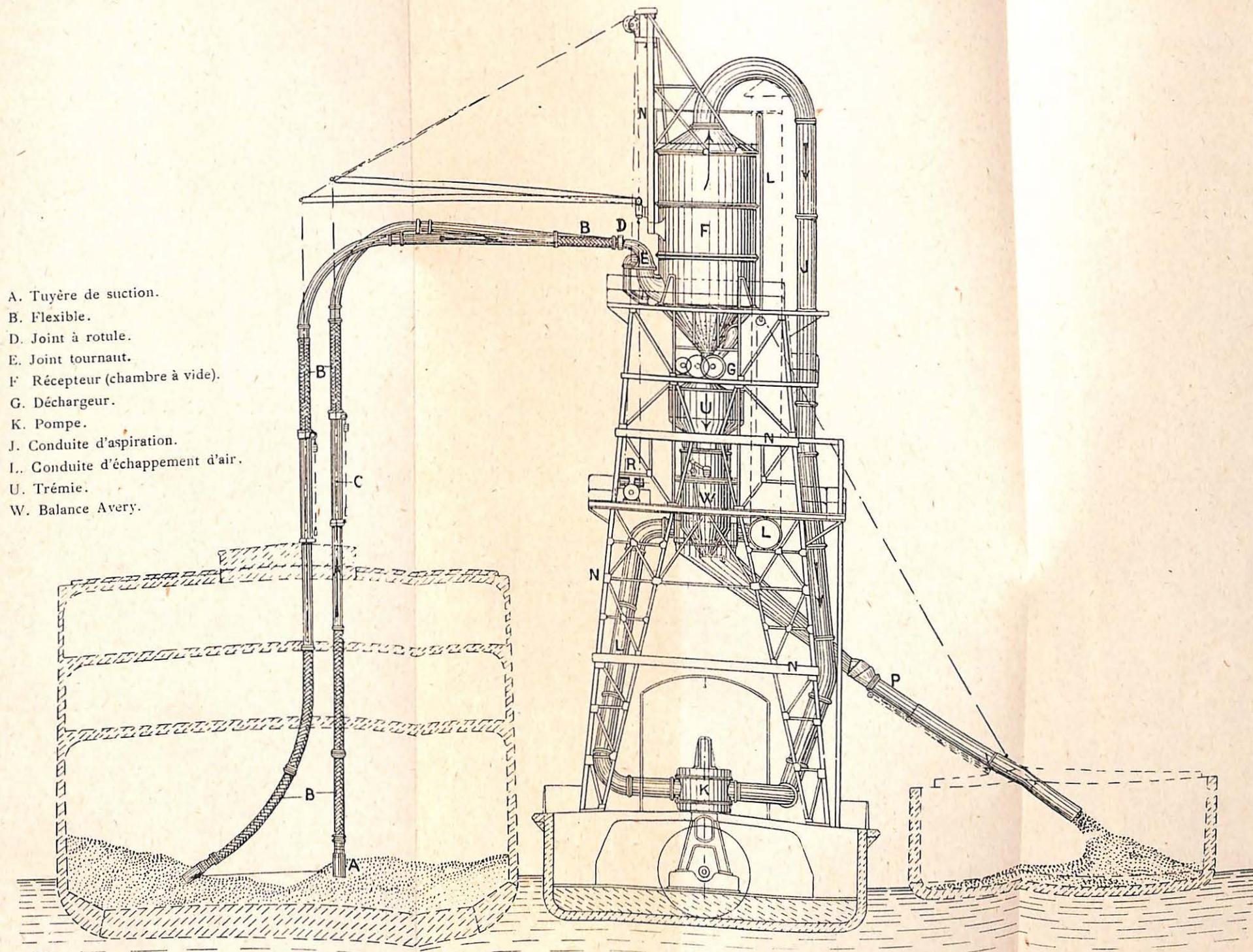
La pompe à air à piston et à double effet est communément employée pour les installations traitant de 20 à 25 tonnes à l'heure. Celle construite pour ce tonnage par la maison King, de Nottingham (fig. 2), est du type vertical, avec une course de 35 centimètres et un diamètre de piston de 70 centimètres. Les valves d'aspiration sont des valves Corliss placées à l'intérieur d'une enveloppe entourant le cylindre et commandées par cames. Pendant la course du piston, l'une d'elles est en communication à la fois avec la canalisation et le cylindre, tandis que l'autre obture le passage correspondant de l'autre côté du piston. Les orifices d'échappement sont de simples clapets de cuir armés de métal et placés directement sur les faces planes du cylindre. Des portes ménagées dans l'enveloppe donnent accès facile aux valves qui peuvent être retirées en un quart d'heure. La surface totale des valves est environ $1/5^{\text{me}}$ de celle du piston, ce qui réduit la vitesse de l'air au passage.

Le rendement mécanique de ces pompes est élevé et atteint 0,78. Toutefois, dans le cas de transport de matières dont les poussières peuvent endommager les parois du cylindre et les cercles du piston (cendres, poussières abrasives, poussières de carneaux, de minerai de fer, etc.), l'air doit être soigneusement filtré avant d'arriver à la pompe. On préfère alors avoir recours aux centrifuges à roues multiples qui n'ayant pas de surfaces dressées et huilées en contact souffrent peu d'un faible pourcentage de poussière, et demandent un filtrage plus rudimentaire, partant moins onéreux, de l'air.

Les soufflantes des types Roots et Sturtevant conviennent également bien pour ce genre de travail, et les Américains se servent d'une turbine à joint hydraulique (Nash hydro-turbine), trop spéciale pour que nous nous en occupions ici.

B) Canalisation.

Le tracé correct de la conduite de transport est un point essentiel dans le convoyage pneumatique. Tout doit être disposé de façon à éviter les obstructions et à réduire la perte de charge au minimum. D'une manière générale, les coudes brusques, les changements de section sont à éviter, d'autant plus que le produit à transporter est plus sujet à se tasser, par la vitesse acquise, à la rencontre d'un obstacle. De même, si l'on doit éviter le bris ou la pulvérisation (charbon, malt, substances granuleuses), on remplacera les angles droits par des angles obtus convenables.



- A. Tuyère de suction.
- B. Flexible.
- D. Joint à rotule.
- E. Joint tournant.
- F. Récepteur (chambre à vide).
- G. Déchargeur.
- K. Pompe.
- J. Conduite d'aspiration.
- L. Conduite d'échappement d'air.
- U. Trémie.
- W. Balance Avery.

FIG. 1. — Convoyeur par aspiration pour le déchargement du grain
 Débit : 200 à 250 tonnes à l'heure (MM. R. Boby Ltd., Bury-St-Edmunds).

Le diamètre de la conduite dépend du débit à assurer, et va de 75 millimètres à 305 millimètres.

La conduite est formée de sections en tôle mince d'acier pour les parties en ligne droite. Les courbes, qui s'usent davantage, sont en fonte dure et formées de plusieurs segments facilement démontables (quatre sections de 22°,5 pour un angle de 90°).

Aux embranchements, on dispose des valves à trois voies spéciales, ne présentant aucun coin où la matière puisse se déposer, de manière que la conduite soit parfaitement vidée dès que l'aspiration cesse,

La tuyère d'aspiration est reliée à la conduite par un flexible d'une longueur suffisante. En d'autres points de la canalisation les flexibles ne sont pas à conseiller, parce que leur usure est plus grande et qu'ils coûtent plus cher que les tuyaux ordinaires.

Pour le déchargement des bateaux dans les ports ou les rivières soumis à la marée, on fait usage de tubes télescopiques, de joints sphériques, de bras de support à mouvement vertical, etc...

Pour évaluer la capacité de transport d'une conduite, on ne doit pas tabler sur sa section entière. La section utile ne serait dans certains cas que de 15 % de la section totale (1).

Les vitesses employées dans les convoyeurs par aspiration sont de 12 à 15 mètres par seconde. La dépression varie avec la nature, la grosseur, la densité du produit à transporter; elle est, par exemple, de 200 millimètres de mercure pour le grain, et 250 millimètres pour le charbon.

L'intérieur de la conduite doit être le plus lisse possible, et l'on doit veiller, notamment, à ce qu'aucun joint ne dépasse.

c) Tuyère d'aspiration.

Il en existe de nombreux modèles. Elle doit permettre l'entrée de l'air quand elle est enfouie dans la matière à transporter; la quantité d'air doit pouvoir être réglée à volonté suivant la nature du produit; enfin, quand il y a plusieurs tuyères sur la même canalisation, chacune doit avoir un dispositif de fermeture. Au cas, en effet, où l'une d'elles resterait découverte, l'air se précipiterait sur celle-ci jusqu'à la capacité de la pompe, contraignant les autres tuyères à l'inaction.

(1) E. G. Phillips : *Pneumatic conveying*, chez Pitman et Sons Ltd; London, 1921.

d) Sas à air ou « déchargeur. »

La fonction du « déchargeur » est double : il doit d'abord séparer le produit transporté du courant d'air de transport; ensuite écluser le produit abattu du milieu déprimé dans l'atmosphère.

La première condition est remplie, d'une façon générale, par un ralentissement du courant d'air en dessous de la vitesse-limite des morceaux transportés, ce qui est obtenu en donnant au déchargeur une section suffisante par rapport à celle de la canalisation.

La seconde, au moyen d'un distributeur rotatif, sorte de roue à cloisons, à axe vertical ou horizontal, ajustée dans une enveloppe et commandée par un engrenage à vis hélicoïdale. Une partie de la périphérie de la roue se trouve sous la dépression, l'autre est ouverte à l'atmosphère. La rotation amène ainsi, d'une façon continue, la matière à l'extérieur, sans permettre une rentrée d'air.

Un déchargeur de ce genre laisse éventuellement l'air chargé des particules les plus fines. Si celles-ci ne peuvent être éliminées dans l'atmosphère, ou si elles doivent être récupérées à cause de leur valeur, ou si elles sont de nature à détériorer la pompe à air, on intercale entre celle-ci et le déchargeur, des filtres, secs ou humides, dont les types varient selon les constructeurs.

Dans le cas d'un produit pouvant être déchargé au delà de l'aspirateur, le déchargeur se réduit à un simple cyclone, sans distributeur rotatif.

e) Puissance développée et énergie consommée.

Dans une installation (1) d'une capacité de 15 tonnes à l'heure pour le déchargement de bateaux de grain, des mesures faites simultanément au compteur électrique et à l'aide d'une balance Avery, ont donné pour la moyenne de sept mois les chiffres suivants :

	Enregistreur de poids (en quaters de 225 kgs)	Compteur (en kwh)	Énergie consommée par tonne élevée kwh.
11 février 1920. . .	24.056	1.215	0,985
19 avril 1920 . . .	37.020	4.043	0,965
14 juin 1920 . . .	49.580	6.727	0,952
12 juillet 1920 . . .	54.823	7.832	0,960
9 septembre 1920.	68.764	10.792	0,967
	9.900 tonnes de 1.016 kgs.	9.577	0,967

1) Messrs. Humphries et Robbets, Castle Flour Mills à Bristol.

L'énergie consommée par tonne élevée a donc été en moyenne de 0,967 kWh. Le transport comportait une élévation verticale de 11 mètres, suivie d'un transport horizontal de 10 à 15 mètres, dans une conduite de 150 millimètres.

La puissance développée mesurée au volant de la pompe était en moyenne d'environ 13,5 HP, et la dépression de 0,255 kg./cm².

Cette installation est représentée par la fig. 3 (1).

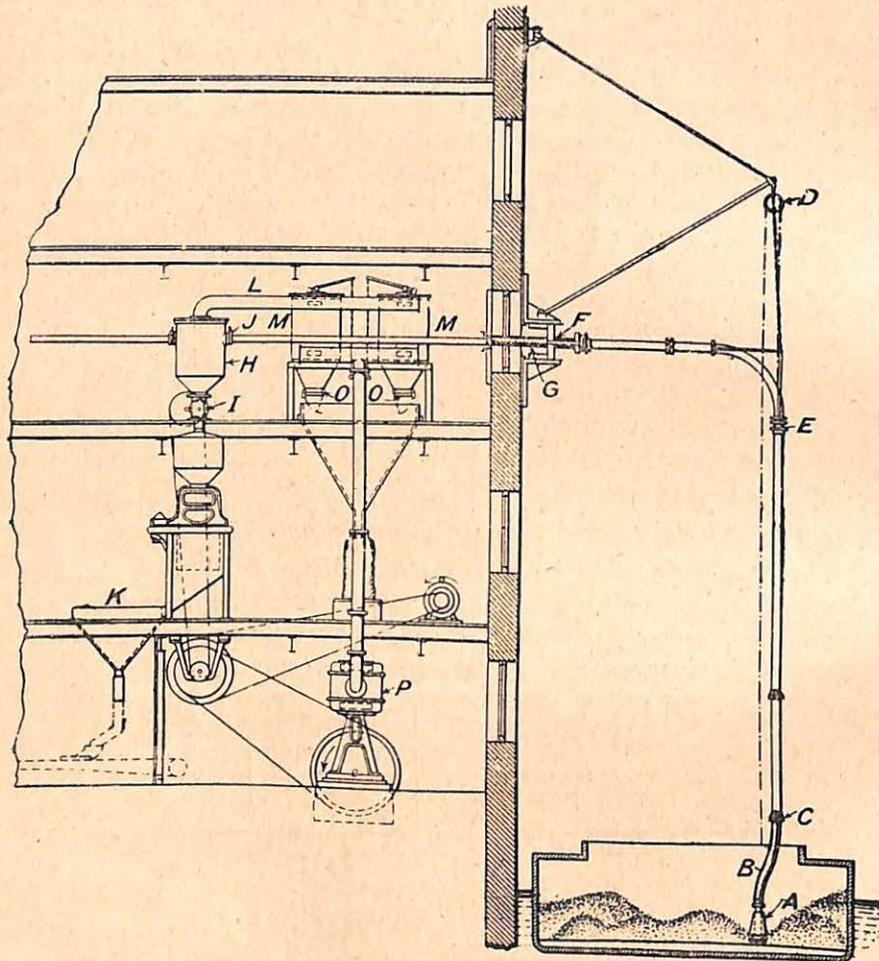


Fig. 3. — Convoyeur par aspiration pour le déchargement du grain.
Installation de 15 tonnes à l'heure aux Castle Flour Mills à Bristol.

(Constructeur Robert BOBY Ltd, Bury-St-Edmunds).

(1) *The Electrician*, 31 décembre 1920 : « Pneumatic Intake Plant for Road or Water Born Grain ». M. JENNINGS A.M.I. Mech. E.

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| a) Tuyère d'aspiration. | i) Distributeur rotatif. |
| b) Flexible. | j) Registre. |
| c) Joint d'assemblage. | h) Trémie sous la balance Avery. |
| d) Palan. | l) Conduite. |
| e) Joint à billes. | m) Filtres à manches. |
| f) Joint universel. | o) Orifice de vidange des filtres. |
| g) Flexible. | p) Pompe pneumatique. |
| h) Déchargeur. | |

f) Description d'une installation pour le transport de charbon, à la centrale des usines Boots à Nottingham (1).

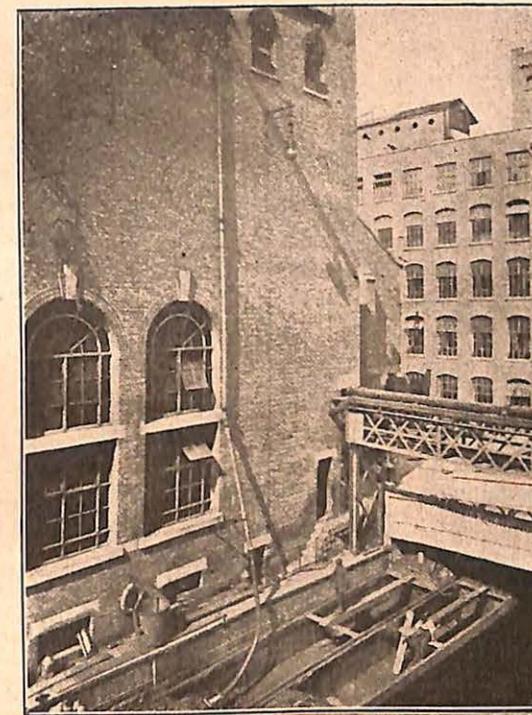


Fig. 4. — Convoyeur par aspiration.

Élévation sur 25 mètres de 20 tonnes à l'heure de charbon 0-60.

(1) *Iron and Coal Trade Review*, 16 janvier 1920 : « Coal handling by suction ».

Ce convoyeur pneumatique par aspiration qui fonctionne depuis 3 1/2 ans a remplacé une chaîne à godets d'un débit de 10 tonnes à l'heure, nécessitant une force motrice de 20 HP, et un personnel de 6 hommes.

La pompe aspirante est du type vertical à piston et est attaquée directement par un moteur électrique de 70 HP. La puissance consommée ne dépasse toutefois pas 40 HP. Le débit est de 20 tonnes à l'heure, ce qui revient à 2 HP par tonne-heure, pour une élévation de 25 mètres, depuis la rivière jusqu'aux caissons placés au-dessus des chaudières, dans une conduite de 125 millimètres (fig. 4).

On transporte par ce moyen toutes les catégories de charbon entre le poussier et les têtes de moineaux inclus. Une seule personne est requise, pour maintenir le suceur recouvert de charbon dans le bateau.

Outre le déchargement du charbon, cette installation est utilisée pour l'évacuation des cendres des chaudières et le nettoyage des carneaux.

Les cendres encore chaudes sont d'abord concassées dans un broyeur portatif actionné électriquement, qui se déplace en dessous des trémies à cendres des chaudières. Les cendres concassées tombent par gravité dans la conduite de transport où elles sont aspirées jusqu'aux caissons alimentant les wagons.

La même usine dispose d'une installation mobile à bord d'un bateau muni d'un moteur à pétrole de 30 H.P., lequel peut être à volonté embrayé sur l'hélice ou sur une soufflante Roots.

Le bateau est chargé de cendres par aspiration, puis procède par ses propres moyens jusqu'à un endroit hors ville où se fait la mise à terril par refoulement. Le bateau revient alors reprendre du charbon au tas par aspiration, et l'amène au pied de l'installation fixe pour le déchargement.

II. — Transport par refoulement

Ce mode de transport a surtout été développé pour la distribution du charbon pulvérisé, de la centrale de pulvérisation aux récepteurs thermiques. La préparation spéciale subie par le produit à transporter, qui lui donne la mobilité d'un liquide, entraîne certaines facilités, notamment dans la mise en suspension; mais dans l'ensemble, les mêmes dispositifs s'appliquent aux matériaux d'une certaine grosseur.

De même, certains usages spéciaux de l'air comprimé, pour la mise en place économique du ciment (*cement-gun*), de la couleur

(*aerograph*). de métaux en fusion (*procédé Schoop*), etc..., quoique réduisant à l'extrême le déplacement des corps solides, nécessitent également des appareils d'éclusage et de décharge où il est possible de reconnaître le principe des convoyeurs par refoulement.

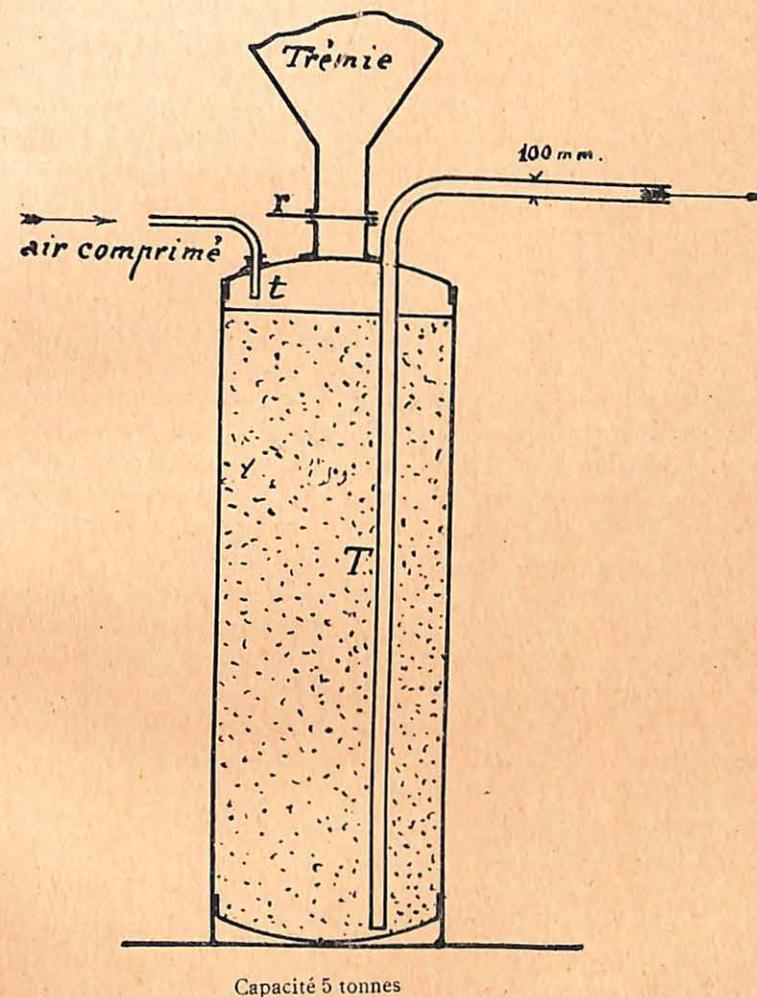


FIG. 5. — Convoyeur par refoulement pour charbon pulvérisé.
(Système Quigley).
Sas de départ.

Ceux-ci se composent essentiellement d'un compresseur refoulant dans la conduite, par l'intermédiaire d'une chambre ou sas permettant d'écluser le produit à transporter, de l'atmosphère dans le milieu comprimé.

Dans le système Quigley de distribution du charbon pulvérisé, le sas (Fig. 5), appelé « tank souffleur », a une capacité de 1 à 8 tonnes, et est placé sous la trémie d'emménagement de la poussière à laquelle il est relié par une tubulure munie d'un registre. Un tuyau *T* plonge verticalement dans le réservoir, jusqu'à une faible distance du fond, et est raccordé, à l'extérieur, à la canalisation. Un autre tuyau, débouchant à la partie supérieure du « tank », amène l'air comprimé du compresseur.

Le sas étant vide et à la pression atmosphérique, on y admet la poussière, jusqu'au niveau du tuyau *t*. On ferme alors le registre, on admet l'air comprimé à la pression de 2 à 3 atmosphères (selon les distances), et la poussière monte à l'intérieur du tuyau *T* à la façon d'un liquide dans un monte-jus. La puissance des chasses est si énergique, que l'on a constaté (1), après l'une d'elles, qu'un tronçon de tube de cuivre de 15 mm. de diamètre et 0,60 m. de longueur, détaché intempestivement d'une conduite d'émulsion, fut expédié avec le charbon, et retrouvé dans les distributeurs-controlleurs dont il provoqua le grincement puis l'arrêt.

Dans l'installation des Mines de Bruay, 1 tonne est ainsi transportée dans une conduite de 100 mm. à 120 mètres de distance, en 55 secondes, l'air étant comprimé à 2,5 ou 3 kg./cm². Le sas a un volume suffisant pour contenir 6 tonnes de charbon pulvérisé.

Dans une installation américaine (2), 4 tonnes ont été transportées dans une conduite de 100 mm., à 165 mètres, en 5 minutes, avec de l'air à 2,9 kg./cm². A cette pression, la quantité d'air nécessaire au transport est estimée à environ 25 litres (mesurés à 0° et 760 mm.), par kilogramme de poussière.

Le sas de refoulement pour charbon pulvérisé est réduit à sa plus simple expression, en raison de la nature spéciale de ce dernier. Si nous envisageons le cas général du refoulement de matériaux quelconques, en morceaux d'une certaine grosseur, laissant entre eux

(1) MICHEL SOHM, ingénieur en chef des travaux du jour des Mines de Bruay : *Chauffage des chaudières au charbon pulvérisé*. «Revue de l'Industrie Minière» 15 septembre 1922.

(2) IRON AGE, 28 février 1918.

des interstices, il nous faut considérer l'emploi d'un distributeur rotatif, comme celui d'un cement-gun (fig. 6)

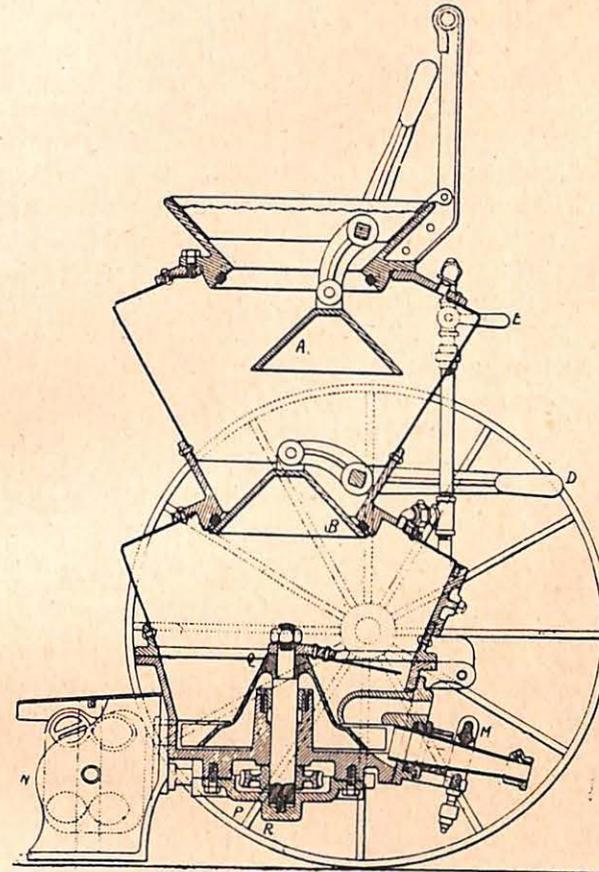


FIG. 6. — Convoyeur par refoulement pour ciment et gravier (Cement-gun).

Sas de départ avec distributeur rotatif.

Le distributeur rotatif *Q*, placé au bas du sas, est fixé sur un axe vertical, lequel est entraîné, par l'intermédiaire d'un engrenage en bronze *P*, par un moteur à air comprimé *N*, avec commande hélicoïdale. Il est garni à sa périphérie de petites cavités qui se remplissent du mélange de ciment et de gravier, et chacune d'elles est

amenée par rotation, successivement, devant un col de cygne C par lequel arrive l'air comprimé.

La conduite de refoulement a 30 millimètres de diamètre (type I), et se termine par une tuyère de 19 millimètres de diamètre. Aux Charbonnages du Levant de Mons, on a projeté avec cet appareil jusqu'à des classés 8/12 (3). Dans les aciéries il sert à projeter la dolomie goudronnée sur la sole des fours. La distance de refoulement varie selon qu'il s'agit d'un transport vertical, en hauteur ou en profondeur, ou d'un transport horizontal. Aux usines Ford, on refoulait à 70 mètres de hauteur, grâce à une admission d'air supplémentaire à mi-hauteur. L'air est généralement comprimé à 3 kg./cm²; il l'est à 6 kilogrammes s'il faut refouler au delà de 20 mètres de hauteur. Le débit est d'environ 4,6 tonnes avec 255 mètres cubes d'air libre, par heure, soit 56 litres par kilogramme de matière projetée.

Nous citerons pour mémoire l'aspiration des schlamms à la pointe des spitzkasten de décantation dans les lavoirs, et leur refoulement à l'extérieur, par une pompe à air réversible, ainsi que le système Holbeck de refoulement du charbon pulvérisé, où le sas est supprimé, en raison du fait que la poussière peut traverser le ventilateur et est mise en suspension dans l'air avant d'arriver à l'ouïe de celui-ci.

Rendement d'un convoyeur pneumatique par refoulement.

C'est le rapport de la quantité d'énergie livrée à l'origine de la conduite de transport au travail utile effectué. La différence entre ces deux quantités résulte des différentes pertes de charge dues aux frottements, courbes, changements de section, etc., qui sont propres à chaque canalisation.

La quantité d'énergie fournie est mesurée par le travail nécessaire à la compression isotherme du cube d'air considéré à la pression absolue p , en partant de la pression atmosphérique, travail qui a pour expression,

$$\tau = RmT \cdot \log. \text{nép. } p.$$

où m représente le poids en kilogrammes du cube considéré à la température absolue T , et R , la constante de Gay-Lussac, égale à 29,72; la pression p est exprimée en atmosphères.

(3) Pierre Demart, directeur des travaux des Charbonnages du Levant de Mons : *Revêtement des Galeries et Puits de Mines au moyen du cement-gun.*

Le travail utile étant le déplacement d'un poids P sur la longueur L de la conduite, est mesuré par un certain nombre de kilogrammètres, qu'on peut rapporter au travail dépensé τ .

Dans l'installation de Bruay, ce dernier était égal à

$$1.000 \times 120 = 120.000 \text{ kgmt.}$$

En supposant que le cube d'air ait été de 25 litres par kilogramme et en tenant compte que l'énergie emmagasinée dans un mètre cube comprimé à 3 kilogrammes de pression effective, est de 14.325 kmgt. (1), on a pour l'énergie fournie :

$$1.000 \times 0,025 \times 14.325 = 358.125 \text{ kgmt.}$$

et pour le rendement du convoyeur,

$$\frac{120.000}{358.125} = 0,335 \text{ soit } 33,5 \%$$

Dans l'installation américaine, on a pareillement :

$$(4 \times 1.016) 165 = 670.560 \text{ kgmt.}$$

$$(4 \times 1.016) 0,025 \times 14.325 = 1.455.420 \text{ kgmt.}$$

$$\frac{670.560}{1.455.420} = 0,46 \text{ soit } 46 \%$$

Dans un transport de force motrice, on peut déterminer par le calcul le rendement d'une canalisation donnée, en évaluant les diverses pertes de charge; dans un convoyeur, nous nous trouvons en présence d'inconnues sur lesquelles on n'a pas encore fourni de données, encombrement de la section, coefficients de frottement des divers matériaux sur le métal de la conduite, et des morceaux sur eux-mêmes, etc... Toutefois, il paraît vraisemblable que les conditions de rendement maximum sont les mêmes que pour le transport de force motrice : minimum de L longueur de la conduite, maximum de D , diamètre, maximum de P , pression de l'air.

Puissance à installer.

Premier cas : 358.125 kgmt. en 55 secondes correspondent à :

$$\frac{358.125}{75 \times 55} = 86,8 \text{ HP.}$$

1) Haton de la Goupillière: *Cours d'Exploitation des Mines*, tome II, page 529.

Le tonnage refoulé pendant une heure étant :

$$1 \times \frac{60}{55} \times 60 = 65,4 \text{ tonnes.}$$

on a comme puissance consommée par tonne refoulée par heure :

$$\frac{86,8}{65,4} = 1,3 \text{ HP.}$$

2^{me} cas : 1.455.420 kgmt. en 5 minutes correspondent à :

$$\frac{1.455.420}{75 \times 300} = 65 \text{ HP environ}$$

pour un tonnage d'environ 50 tonnes à l'heure, soit encore 1,3 HP par tonne refoulée par heure.

Vitesse de refoulement.

Premier cas : Les 120 mètres ayant été parcourus en 55 secondes, la vitesse de transport moyenne est :

$$\frac{120}{55} = 2^m,10 \text{ environ.}$$

En réalité, la tonne de poussière n'a pas été déplacée en une fois, mais progressivement et à une vitesse beaucoup plus élevée. Pour la déterminer, remarquons que le poids de poussière qui passe par seconde est :

$$\frac{1.000}{55} = 18,18 \text{ kg.}$$

accompagnés d'un volume d'air égal à

$$18,18 \times 25 = 454 \text{ dcm}^3 \text{ à } 0^\circ \text{ et } 760 \text{ millimètres.}$$

et à 3 kilogrammes de pression effective (1)

$$454 \times 0,25 = 114 \text{ dcm}^3.$$

Si nous prenons la densité du pulvérisé égale à 0,7, le volume occupé par la poussière est

$$\frac{18,18}{0,7} = 26 \text{ dcm}^3$$

et le volume total qui passe dans la conduite par seconde,

$$114 + 26 = 140 \text{ dcm}^3$$

(1) Haton : *loc. cit.*

ce qui correspond, dans une conduite de 100 millimètres de diamètre et 0,785 dcm² de section à une vitesse de 17,83 mètres.

La vitesse mesurée à Bruay était d'environ 20 mètres. L'erreur résulte vraisemblablement de différences dans la densité, dans la quantité d'air par kilogramme, et dans le volume attribué à l'air comprimé en supposant une compression isothermique, ce qui n'est pas réalisé en pratique.

Deuxième cas : En raisonnant de même sur les chiffres fournis par l'installation américaine, on trouve que 13,55 kilogrammes de poussière sont transportés par seconde à une vitesse de 13,20 mètres.

III. — Transport par courant d'air induit par un injecteur à air comprimé.

A l'origine, le courant d'air de transport était en réalité induit par une injection de vapeur, et ce genre de convoyeur était employé exclusivement aux chaudières pour l'évacuation des cendres et des poussières de carneaux. L'installation était ainsi réduite à sa plus simple expression, et ne nécessitait ni pompe à air ni compresseur. Une conduite en fonte, ouverte aux deux extrémités, dont le diamètre allait jusqu'à 200 millimètres, était placée dans le sol et présentait des ouvertures en regard de chaque chaudière.

Les cendres sont concassées grossièrement à la main ou dans un concasseur portatif, et tombent par les ouvertures dans la conduite, où elles sont entraînées par l'aspiration. L'injecteur de vapeur se trouve au coude nécessité pour élever les cendres jusqu'à la trémie d'emmagasinement sous laquelle arrivent les wagons. Eventuellement, s'il y a un second coude, on y place un second injecteur. On peut également, au lieu de mettre l'injecteur en ligne, le placer sur le dessus de la trémie d'arrivée qui est alors close. L'injecteur décharge dans l'atmosphère, et la vapeur ne se mélange pas au produit à transporter ; on a ainsi un véritable système de transport par aspiration.

La simplicité d'une telle installation aux chaudières a sa contrepartie dans la grande consommation de vapeur. Toutefois, le principe même de la méthode est intéressant et a été repris, en employant un injecteur à air comprimé pour entraîner l'air de transport.

L'injecteur produit un vide partiel à l'entrée de la canalisation, et l'air de l'atmosphère s'engouffre dans la conduite, et les matériaux qui se trouvent à proximité avec lui.

Ce système présente une sérieuse simplification des systèmes à aspiration et à refoulement, par la suppression des sas au départ ou à l'arrivée. Les deux extrémités de la canalisation de transport sont libres, et le débit continu. Le produit, à la décharge ne heurte aucune cloison, et l'on peut régler sa vitesse de sortie de manière à éviter le bris ou la détérioration.

D'après M. E.-G. Philipps (1), ce genre de convoyeur, qui est encore dans sa phase expérimentale, présente de nombreux avantages, et il est possible qu'il se substitue aux autres systèmes dans l'avenir. Sa simplicité de construction et d'emploi le rend peu coûteux d'établissement et d'entretien, la main-d'œuvre est réduite au minimum; enfin, il convient au transport de matières facilement endommageables, ou qui s'aggloméreraient dans un sas sous l'action de la vitesse ou de la pression (sucre chaud, sable mouillé, minerai dense pulvérulent, etc.).

Pour être complet, il nous reste à parler d'un système mixte de transport pneumatique, employé par la firme Fuller pour la distribution du charbon pulvérisé, et où la poussière est refoulée dans une conduite sans l'intermédiaire d'un sas. L'impulsion est donnée par une vis tournant à grande vitesse (700 tours), et placée au bas de la trémie à pulvériser (fig. 7).

En avant de la décharge de la vis, on fait une injection d'air comprimé à 1 ou 2 kilogrammes, selon la distance de transport. Toutefois la fonction de l'air n'est plus ici d'entraîner la poussière, mais bien d'en diminuer la densité. La quantité introduite est d'ailleurs réduite à 8,5 litres par kilogramme de poussière. Ces appareils très simples peuvent transporter une dizaine de tonnes de poussière par heure à plusieurs centaines de mètres de distance.

Emploi de l'air comprimé comme agent de transport du remblai dans les mines.

L'exposé qui précède suggère naturellement l'idée d'employer l'air comme agent de transport du remblai pour le remblayage des tailles dans les exploitations de charbon.

Il paraîtrait étrange même que l'on ait songé d'abord à l'eau, — qui doit être exhaurée et qui prohibe l'emploi du procédé pour cer-

(1) Loc cit.

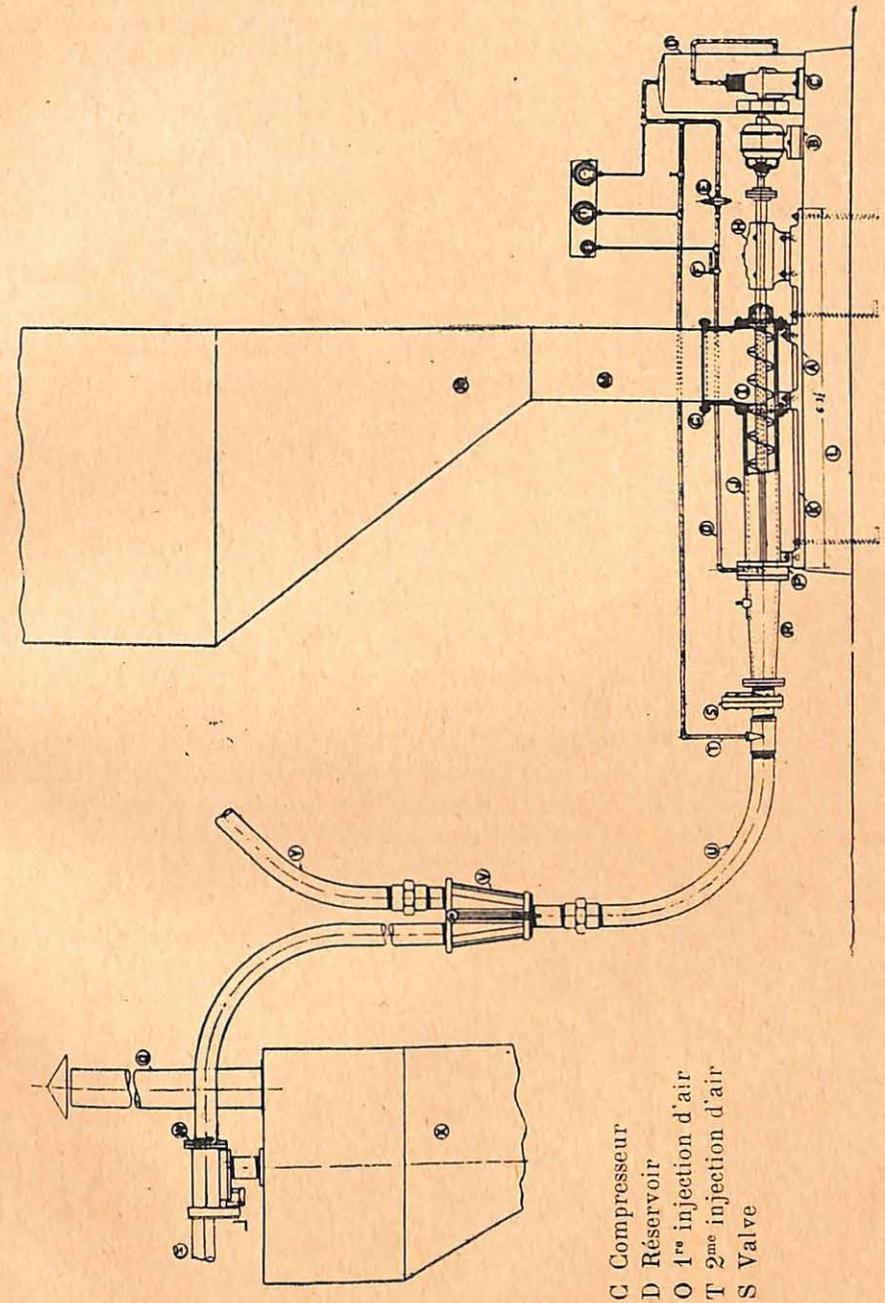


Fig. 7. — Système mixte Fuller-Kinyon.
Refoulement du charbon pulvérisé par vis avec injection partielle d'air.

- C Compresseur
- D Réservoir
- O 1^{re} injection d'air
- T 2^{me} injection d'air
- S Valve

tains terrains et de grandes profondeurs, — si l'on ignorait le fait que les premières applications du remblayage hydraulique ont été réalisées dans des mines où l'on pratiquait l'embouage pour combattre les incendies souterrains.

L'emploi de l'air comprimé est maintenant bien établi dans les charbonnages, et aux mêmes pressions que celles qui sont nécessaires pour résoudre les problèmes de transport pneumatique.

Pour que l'idée que nous avons émise soit réalisable, il faut établir :

a) La possibilité d'adaptation d'un convoyeur pneumatique aux conditions rencontrées dans les mines de charbon ;

b) Les conditions d'emploi ;

c) La comparaison du coût de l'opération avec celui des autres modes de remblayage pratiqués actuellement.

A) Possibilité d'emploi.

Le remblayage des tailles soulève la question du transport de *grandes quantités de matériaux* à de *grandes distances*. Une taille de 50 mètres de longueur, faisant par poste d'abatage une havée de 1^m,50 dans une veine de 1 mètre, laisse un vide de 75 mètres cubes ; si le terrain permet le remblayage tous les quatre jours, le volume à remblayer d'un coup sera de 300 mètres cubes.

Le transport doit se faire par refoulement puisqu'il s'agit d'une distribution, et que d'ailleurs, il ne saurait être question d'encombrer l'extrémité de la conduite dans la taille.

On construit aujourd'hui des transports par refoulement, capables avec un sas de 6 tonnes, de transporter 60 à 70 tonnes de poussière à l'heure à une distance de plusieurs centaines de mètres, dans une conduite de 100 mm. de diamètre, avec de l'air comprimé à 3 kg./cm². En portant cette pression à 6 kg., et le diamètre de la conduite à 150 mm., le débit serait plus que doublé, ce qui dans la plupart des cas serait suffisant pour le tonnage dont on doit disposer.

La distance de transport ne saurait être un obstacle, parce qu'elle se réduit à une question de pression de l'air, et que l'on pourra toujours disposer le long de la conduite des injecteurs donnant une impulsion nouvelle au courant de transport aux endroits où il viendrait à ralentir dangereusement.

Remarquons d'ailleurs que le convoyeur pour mines présentera cette particularité, que les autres convoyeurs ne présentent pas jusqu'ici, de comporter une chute le long du puits de plusieurs centaines

de mètres, pendant laquelle l'énergie demandée au courant de transport sera nulle ou presque nulle (1). L'on pourrait d'ailleurs établir le sas au pied du puits, les matériaux tombant par leur propre poids, et la section de la conduite d'air étant déterminée par la condition de la perte de charge due au frottement compensée par l'accroissement de pression qui résulte de la différence de niveau.

Il y a donc moyen de retrouver au fond la pression de départ, et il s'en suit, qu'alors que dans le remblayage hydraulique la hauteur de chute de l'eau depuis la surface jusqu'à un étage donné détermine la longueur du transport horizontal possible à cet étage, cette distance n'est pas limitée dans le transport pneumatique, et ne dépend que de la pression à laquelle l'air a été comprimé.

A l'inverse de l'eau, l'air convient donc aux longs transports à faible profondeur ; et nous verrons plus loin qu'à mesure que la profondeur augmente, l'avantage, au point de vue prix de revient, se marque de plus en plus pour le transport par l'air.

b) Conditions d'emploi.

I. — CHOIX DU REMBLAI.

La question est moins le choix du remblai qui convient le mieux, que la possibilité d'utilisation des matériaux que l'on a habituellement à sa disposition dans les charbonnages : schistes de lavoir, cendrées, terres de fosse concassées, sable de carrière voisine, etc.

Dans chaque cas on aura à considérer

le danger d'obstruction dans la conduite ;

l'économie d'air comprimé ;

la compacité du remblai après sa mise en place dans la taille.

Le danger d'obstruction est moindre que dans le transport à l'eau, parce que la vitesse de circulation est de beaucoup supérieure. Encore faut-il que le tracé de la canalisation soit correct, qu'il évite les coudes brusques, les changements de section, d'autant plus que le remblai choisi présente une tendance à l'agglomération. Jusqu'à un certain point, la section de la conduite est en rapport avec celle des

(1) Dans une application du « cement-gun » aux Charbonnages du Levant de Mons, les matériaux tombaient de 100 mètres de hauteur par une conduite de 100 mm. de diamètre. Puis le sas fut placé à la surface, et les matériaux étaient expédiés avec l'aide d'une faible pression d'air par une conduite de 2 pouces jusqu'à 120 ou 150 mètres de profondeur.

plus gros morceaux à transporter. S'il est impossible d'éviter certaines de ces causes d'ennui, on pourra toujours avoir recours à une conduite de débouillage à faible section, accompagnant la conduite de transport et permettant l'introduction aux endroits dangereux, d'un jet d'air à pleine pression.

La consommation d'air comprimé dépend naturellement de la grosseur des matériaux, de leur densité, de leur nature, du débit à faire passer dans la section de conduite choisie, de la perte de charge que le tracé comporte, etc... Ce point est évidemment capital dans l'établissement du prix de revient du procédé, et devra faire l'objet d'une étude approfondie pour chaque installation.

La compacité du remblai mis en place est aussi intéressante, et pourra dans certains cas où le tassement doit être réduit au minimum devenir la considération prédominante.

Dans le remblayage hydraulique, les matières fines déposées par l'eau contre les panneaux filtrants forment un remblai d'une compacité presque parfaite, qui constitue d'ailleurs, le principal avantage du transport par l'eau. Avec des grenailles, le tassement est proportionnel au degré de vide laissé entre les grains.

Dans le remblayage pneumatique, la compacité du remblai est dû à la force de la projection des matériaux dans la taille. « La force de cette cohésion, dit M. Demart, à propos du bétonnage par le cement-gun, donne une *cohésion* et une densité de l'enduit très supérieures à celles qu'il est possible d'avoir par toute autre méthode. » (1).

Un mélange de matériaux de diverses grosseurs sera probablement favorable à l'obtention d'un bon remblai, de même qu'un certain degré d'humidité, qui pourrait s'obtenir par aspersion au moment de la projection, comme dans le gunitage. Cette aspersion pourrait d'ailleurs être rendue nécessaire pour combattre les poussières, dans le cas de sable ou d'autres matières pulvérulentes.

Une autre considération qui limiterait éventuellement la grosseur des éléments à transporter serait la nécessité d'une tuyère de décharge restreignant le diamètre de la conduite à l'extrémité de celle-ci. Dans le système Quigley, la conduite de transport de 100 mm. débouche à angle droit dans un cyclone de 1,25 m. de diamètre et 3 mètres de haut, où se dépose la poussière qui voyage à une vitesse de 20,00 m. à la seconde. Dans le type de cement-gun employé par M. Demart,

(1) Loc. cit.

le tuyau de refoulement avait un diamètre de 30 mm. réduit à 19 mm. à la tuyère, et les plus grosses grenailles employées mesuraient 12 mm.

Dans un avant-projet de remblayage hydraulique (1), on prévoyait un concassage des éléments de 0 à 30 mm.; il nous paraît à première vue que les mêmes limites pourraient convenir également pour le remblayage pneumatique, quoiqu'il faille laisser à l'expérimentation le soin d'en décider.

2° INSTALLATION A LA SURFACE..

Il est naturel d'imaginer le compresseur et le sas de refoulement installés à la surface. Toutefois rien n'empêcherait de placer le premier au jour et le second au fond; enfin la construction de turbo-compresseurs à grande vitesse à commande électrique par engrenages multiplicateurs, ne donnant guère plus d'encombrement que les centrifuges, permet d'envisager le placement des deux appareils au fond.

On pourrait aussi, par analogie avec les installations souterraines de remblayage hydraulique des mines de Lens dans la couche Omérine, imaginer l'emploi aux tailles de petits sas isolés dont le gabarit serait réglé par celui des voies et qui seraient raccordés à la conduite d'air comprimé, les matériaux criblés étant amenés de la surface dans des wagonnets.

De toutes façons, les installations de surface comprennent comme pour le remblayage hydraulique des appareils de préparation du remblai, criblage, et éventuellement concassage, des silos d'emmagasinement des produits bruts et finis, ainsi que des transporteurs ou élévateurs réunissant les divers appareils. Sous la trémie d'emmagasinement du remblai préparé, fermée par un registre, se trouve le sas de refoulement auquel on a avantage à donner la plus grande capacité pour assurer la continuité de l'opération pendant le temps le plus long, car le remblai y est introduit de façon discontinue. Pour un débit de 100 tonnes à l'heure, le distributeur rotatif doit être capable de passer près de 28 kilogrammes par seconde. On obtiendrait un débit plus considérable, avec la suppression d'un mécanisme sujet à causer des ennuis, en remplaçant le distributeur par des jets d'air comprimés assurant l'entraînement du remblai

(1) A. BAYOT et A. DEMEURE : « Notes sur le remblayage hydraulique » R. U. M. M. Avril 1910. Tome XXX 1er volume.



dans la conduite, et rappelant, somme toute, la disposition de mise en suspension dans le remblayage hydraulique.

3° CONDUITE.

En général, elle ne diffère pas (section, épaisseurs, joints, etc...), d'une conduite de transport de force motrice à la même pression.

Au point de vue de l'usure, on utilisera l'expérience gagnée dans le remblayage hydraulique : tuyaux en acier dans la partie rectiligne, courbes en fonte dure, avec surépaisseurs et démontables en segments multiples, etc...

4° INSTALLATION DANS LA TAILLE.

La mise en place du remblai devant se faire non plus par décantation, mais par projection violente du jet d'air chargé de matériaux, il en résulte une grande simplification du travail d'aménagement de la taille. Le montage et le démontage des panneaux filtrants, avec toutes leurs fournitures de planches, toiles, pointes, et le boisage supplémentaire à 5 bois par bèle, ne sera plus nécessaire. Sans doute, suffira-t-il de diviser l'espace à remblayer par des hourdages en fagots pour permettre au remblai de s'élever jusqu'au toit.

Rien n'empêche d'ailleurs d'orienter de chassage, la tuyère (1) de façon à faire progresser le remblai dans le sens habituel, au lieu de juxtaposer des bandes parallèles sur la ligne du pendage comme c'est le cas pour le remblayage hydraulique qui a besoin d'une pente pour l'écoulement des eaux. Avec le transport par l'air, la conduite peut aussi bien arriver par la voie d'entrée d'air que par la voie de retour d'air, le remblayage est indépendant de l'inclinaison, et se fait aussi bien dans des couches horizontales.

Pour les mêmes motifs, le remblayage pneumatique peut s'appliquer à n'importe quelle méthode d'exploitation, avantage capital, si l'on songe aux traçages laborieux qu'exige le remblayage hydraulique dès qu'on veut s'affranchir du nettoyage des bassins et des ennuis des eaux dans les voies de roulage.

(1) On a parfois prétendu que des flammes ou des étincelles avaient été constatées à la sortie de tuyaux en fer à air comprimé. Ce point mérite d'être étudié spécialement, mais l'emploi d'un flexible, ou au besoin, d'une tuyère en cuivre, éviterait le danger signalé.

c) Prix de revient.

On comprendra qu'il n'est pas possible d'évaluer dès maintenant le coût d'une opération qui n'a pas été réalisée jusqu'ici, dont la réalisation est encore subordonnée à plusieurs conditions.

D'ailleurs le fût-elle que le prix de revient serait fonction, pour tout autre cas, de la nature du produit transporté et des caractéristiques de la conduite, longueur, section, nombre de coudes, d'élévations, etc.

Les quelques données numériques dont nous avons pu faire état concernent le transport, sur une distance modérée, d'un produit particulièrement mobile, le charbon pulvérisé. Il est clair qu'elles ne doivent servir qu'à fixer les idées jusqu'au moment où l'on aura déterminé expérimentalement la quantité d'air et la vitesse nécessaires au transport d'un débit déterminé d'un produit donné, dans une conduite de longueur et de section données, étude préalable à l'installation de tout convoyeur pneumatique. (1)

Au point de vue de la force motrice seule, il semble indéniable que le remblayage pneumatique soit plus coûteux que le remblayage hydraulique. La mise en place d'un mètre cube de remblai (formé des particules les plus fines) demande environ un mètre cube d'eau, et probablement 12 mètres cubes d'air. L'exhaure de 1 mètre cube d'eau, par un des trois types de souterraines, (à vapeur, hydraulique, électrique), coûtait avant la guerre à peu près autant par cent mètres d'élévation que la compression d'un mètre cube d'air à 6 kilogrammes. Le poste « consommation d'énergie » dans le prix de revient du remblayage pneumatique serait donc, pour une profondeur de 100 mètres, 12 fois plus élevé que celui du remblayage hydraulique. Mais avec la profondeur, ces deux postes finissent par s'équilibrer puisque celui relatif au transport à l'eau augmente graduellement, et que celui relatif au transport à l'air reste sensiblement le même.

D'ailleurs, la consommation d'énergie n'est qu'un facteur du prix de revient, et il est vraisemblable que les nombreux avantages que nous avons énumérés plus haut interviendraient pour réduire le coût du remblayage pneumatique à un taux comparable à celui des autres procédés.

(1) H. M. Nichols « *The principles of pneumatic conveying* », Management Engineering, juillet 1922.

Pareille étude pourrait se faire à la surface sur un convoyeur expérimental qui servirait, par exemple, à la mise à terril des terres de laverie.

En résumé, il n'y a, à première vue, aucune raison qui s'oppose à l'emploi de l'air comme agent de transport du remblai de la surface jusqu'aux tailles. Cette application apparaît comme une simple extension des applications déjà réalisées dans d'autres domaines. Si l'on n'a pas atteint encore les tonnages et les longueurs de transport nécessités par le remblayage pneumatique, ce n'est pas impuissance, mais uniquement parce que le besoin ne s'en est pas fait sentir jusqu'ici.

Le remblayage pneumatique est surtout intéressant aux grandes profondeurs. Il convient également pour les longs transports horizontaux à faible profondeur.

Il accroît la salubrité et la sécurité de la mine et, d'une manière générale, n'exige aucune modification des méthodes d'exploitation.

Charleroi, mars 1923.

GRISOUMÉTRIE

Note sur le procédé de M. Delbrouck

POUR LE

Dosage du Grisou dans l'air des Mines

PAR

EMILE HUMBLET

Ingénieur A. I. Lg.

L'arrêté royal du 24 avril 1920, modifiant le règlement relatif à l'emploi des explosifs dans les mines, permet l'utilisation de ces derniers dans tous les chantiers dont la teneur en grisou est inférieure à 2,5 p. c. pendant le poste d'abatage et 1,5 p. c. pendant les autres postes.

Il en résulte, pour l'exploitant, l'obligation de procéder périodiquement au dosage du grisou contenu dans l'air de la mine aux différents points où s'effectue le minage.

De la quantité de grisou dégagée, dépendra aussi le classement de la mine et de ses divers chantiers.

Le dosage du grisou constitue donc une question pratique de première importance.

L'analyse volumétrique des mélanges gazeux repose surtout sur l'absorption successive de leurs différents constituants par des réactifs appropriés et la mesure du volume résiduel après chaque absorption.

Or, le méthane résiste à tous les moyens d'absorption; mais, comme c'est un gaz combustible, on peut toujours le doser par combustion et mesure de l'anhydride carbonique formé.

Plusieurs procédés de dosage ont été employés jusqu'ici.

Nous ne rappelons que pour mémoire le procédé bien connu basé sur l'examen de l'aurole bleue produite par la combustion du grisou au contact de la flamme réduite de la lampe de sûreté de mine. Cette mesure, dans le cas qui nous occupe, n'est pas suffisamment précise.

Parmi les procédés de laboratoire employés couramment, celui de SHAW, basé sur la mesure des limites d'inflammabilité, est simple mais exige l'emploi d'un gaz combustible, le gaz d'éclairage par exemple, qu'on n'a pas toujours à sa disposition dans un charbonnage.

Le procédé d'ORSAT mesure l'anhydride carbonique formé par la combustion du méthane.

M. LE CHATELIER a imaginé un procédé bien connu. Il brûle le grisou par le passage d'un courant électrique qui porte à l'incandescence une spirale en platine ; il mesure alors la dépression résultant de la combustion du méthane à volume constant.

La mesure de la dépression s'effectue sur un tube manométrique à mercure et la variation de pression observée est de 15 millimètres pour 1 p. c. de grisou. (1)

La prise d'essai se fait généralement dans la mine à l'aide de bouteilles en verre préalablement remplies d'eau.

Ces procédés donnent des résultats précis, mais tous exigent ou le concours d'un chimiste expérimenté, ou l'emploi d'appareils délicats.

M. M. Delbrouck, ingénieur en chef, directeur du 9^e arrondissement des mines, reprenant le principe de LE CHATELIER, a rendu le procédé applicable industriellement, tout en augmentant la précision des résultats obtenus.

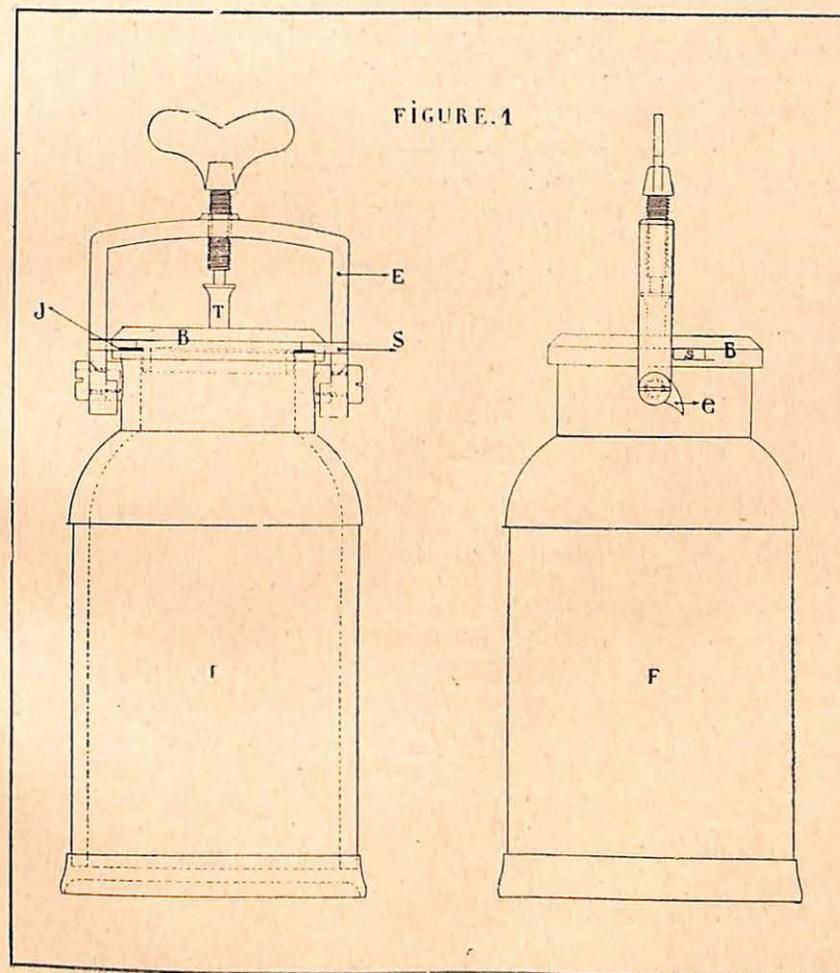
Pour les prises d'essais, il a imaginé un appareil simple, robuste et pratique, d'une manipulation facile, qui sert en même temps pour la combustion du méthane. De plus, il a substitué l'eau au mercure dans le tube manométrique. Les lectures sont ainsi amplifiées dans le rapport inverse des densités des deux liquides ; elles sont multipliées par 13,6 et sont d'autant plus précises.

Cet appareil se compose essentiellement d'un flacon en métal inoxydable F (figure 1) d'environ un litre de capacité fermé hermétiquement par un bouchon métallique B muni d'un joint en caoutchouc J.

(1) H. LE CHATELIER : Le grisou (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire Leauté, Paris.)

La fermeture est assurée par un étrier E pivotant autour de la vis, le fixant au goulot du flacon ; cet étrier est percé, à la partie supérieure, d'une ouverture formant écrou dans laquelle s'engage une clé filetée qui, en poussant sur la tige T, presse fortement sur le bouchon et assure l'étanchéité du joint.

Pour faciliter l'ouverture rapide du flacon, l'étrier porte à chaque point de fixation au goulot, un ergot E qui, lorsqu'on bascule



l'étrier, rencontre une partie du bouchon faisant saillie S (figure 2) et soulève ce dernier (1).

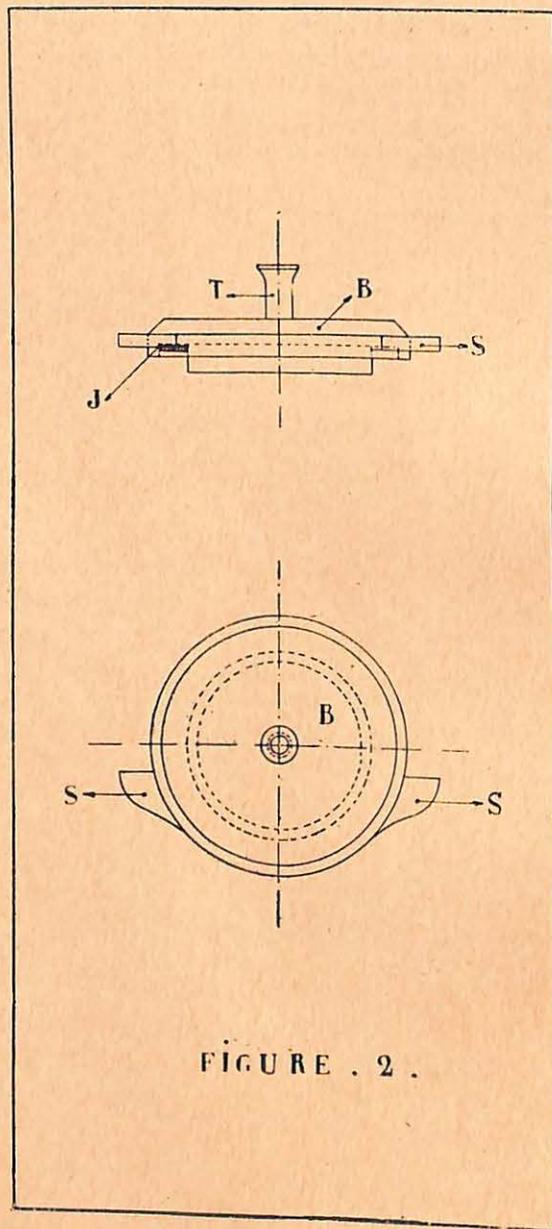


FIGURE . 2 .

(1) Les appareils dont nous nous servons ont été construits par les usines Joris, 41, rue des Eburons, à Liège.

Ces flacons sont utilisés pour le prélèvement des échantillons à analyser. A cet effet, avant la descente dans la mine, ils sont com-

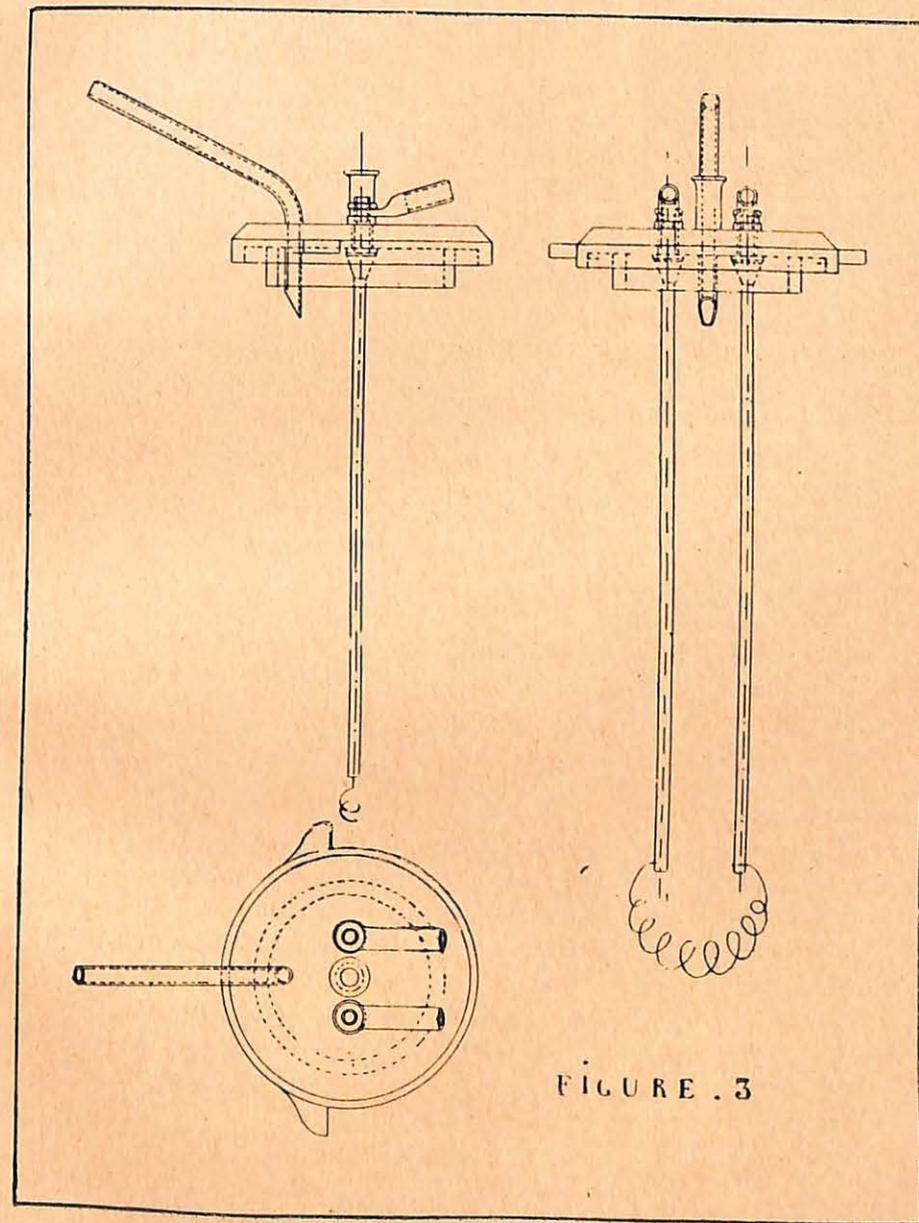


FIGURE . 3

plètement remplis d'eau. En vidant le flacon dans le chantier où l'on désire prélever un échantillon, l'air de la mine prend la place de l'eau. Le flacon est alors soigneusement fermé et remonté au laboratoire.

Au moment de procéder à l'analyse, le bouchon ordinaire est remplacé par un bouchon spécial (figure 3). Ce bouchon a la même forme et la même fermeture hermétique que les autres. Il est, en outre, traversé par deux bornes en cuivre pénétrant dans le flacon jusque 5 à 6 centimètres du fond et réunies par un fil en platine à l'iridium enroulé en spirale. A l'extérieur, ces bornes sont fixées à une prise de courant en communication avec la source électrique nécessaire pour réaliser la combustion du grisou. Une tubulure traversant le bouchon permet, par l'intermédiaire d'un tuyau en caoutchouc, de mettre l'intérieur du flacon en liaison avec une des branches du tube manométrique utilisé pour la mesure de la dépression. Pendant la combustion, une pince fixée au tube en caoutchouc assure la fermeture du flacon.

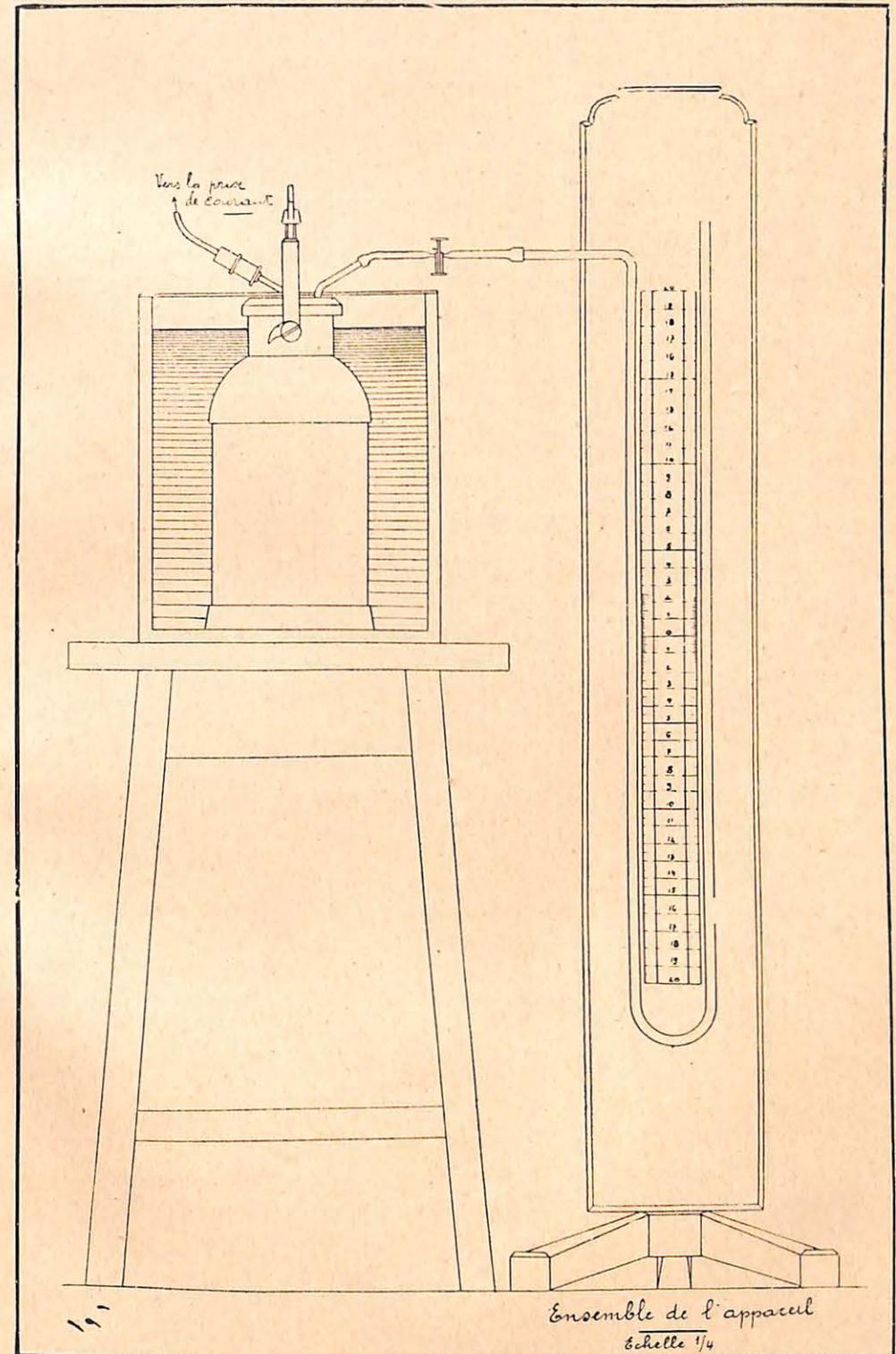
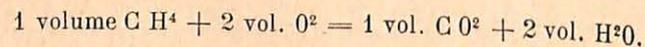
Comme je l'ai dit plus haut, avant de faire passer le courant électrique, il faut changer les bouchons. Cette opération se fait au laboratoire sans risque de modifier la composition de la prise d'essai, car la pression atmosphérique, dans la mine, étant toujours supérieure à celle de la surface, l'air contenu dans le flacon est légèrement comprimé. Cette pression est de l'ordre de 10 millimètres de mercure par 100 mètres de profondeur.

Il convient aussi de laisser, au préalable, le flacon flotter dans un baquet d'eau pour assurer l'homogénéité de son contenu et éviter tout échauffement.

Le bouchon spécial étant placé, on fixe le flacon dans le baquet de manière qu'il soit recouvert par l'eau jusqu'au niveau du goulot, puis on porte le fil de platine au blanc par le passage d'un courant électrique d'environ 6 ampères fourni par une batterie d'accumulateurs de trois éléments (6 volts).

Pour réaliser la combustion complète, il est nécessaire de prolonger la combustion pendant dix minutes, en interrompant à une ou deux reprises, pour assurer le brassage des gaz et leur passage sur la spirale en platine.

La combustion du grisou se produit d'après la formule :



L'eau formée se condense à la température ordinaire.

Si l'air analysé contient 1 % de grisou, on a

pour 100 volumes, 99 volumes air + 1 volume C H 4

et après combustion il reste 98 volumes de gaz qui, occupant le volume initial 100, auront une pression réduite de 2 % de la pression atmosphérique; donc, pour chaque pour cent de grisou que contient l'air analysé, il se produira, après combustion, une dépression égale à 2 % de la pression barométrique, qu'on peut traduire, pour une pression barométrique de 760 millimètres de mercure, par une hauteur de :

15,2 millimètres en colonne de mercure ou
206 millimètres en colonne d'eau.

On peut donc établir comme suit, une échelle de dépression correspondant à la teneur en grisou du mélange, pour une pression barométrique de 760 millimètres de mercure :

Dépression 206	millimètres d'eau :	Teneur en grisou 1 %
» 103	»	» 1/2 %
» 20,6	»	» 0,1 %

Si, avant l'opération, on remplit d'eau les deux branches d'un tube manométrique jusque la moitié de leur hauteur, le point d'affleurement des ménisques sera noté 0. En portant sur une échelle, de part et d'autre du zéro, des longueurs égales à 10,3 m/m, chaque dépression, lue au-dessus ou en-dessous du zéro, indiquera directement en 0,1 %, la teneur en CH⁴; de même chaque division intermédiaire égale à 1,03 millimètre correspondra à une teneur en CH⁴ de 0,01 %.

Le volume d'air contenu dans le tube manométrique du côté du bouchon est négligeable, comparé à celui du flacon.

Une échelle de 0^m,412 de longueur, soit 0^m,206 de part et d'autre du 0 permettra de mesurer des teneurs en grisou de 0 à 2 %.

Les variations de pression atmosphérique sont sans influence appréciable sur les résultats : une variation de pression baromé-

trique de 10 millimètres de mercure en plus ou en moins correspondra à une erreur de lecture à notre échelle de

$$10,3 \times \frac{10}{760} = 0 \text{ m/m } 14$$

soit une erreur de l'ordre de 0,001 % de grisou, ce qui est négligeable.

Il n'en est pas de même de la température. La combustion chauffe le mélange. Soient :

p = pression atmosphérique en colonne d'eau.

T = température absolue.

Supposons une variation de température de 1 degré.

On a

$$\frac{p}{T} = \frac{p'}{T'}$$

$$\frac{10333}{273 + t} = \frac{p'}{273 + t + 1}$$

si la température ambiante

$$t = 17^{\circ}$$

on trouve :

$$p' = 10361$$

soit une augmentation de pression de 28 millimètres d'eau par degré d'augmentation de température d'où erreur de 0,14 % dans la lecture de la teneur en grisou.

Il importe, par conséquent, avant de faire la lecture au tube manométrique de ramener l'air du flacon à la température initiale en le laissant se refroidir dans le baquet pendant 10 minutes au moins.

Nous avons expérimenté le procédé de M. DELBROUCK et nous avons comparé les résultats obtenus à ceux que donnait le procédé d'ORSAT.

Nous prélevions chaque fois deux échantillons au même endroit. Nous analysions l'un par le procédé DELBROUCK, l'autre était confié à M. DECHAMPS, Ingénieur chimiste à Liège pour être analysé par le procédé d'ORSAT.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus :

Numéros d'ordre	Par le procédé d'ORSAT (M. DECHAMPS)	Par le procédé DELBROUCK
1	0,15	0,20
2	0,25	0,24
3	0,25	0,30
4	0,40	0,43
5	0,60	0,55
6	0,75	0,72
7	0,95	0,97
8	1,00	1,05
9	1,15	1,13
10	1,40	1,29
11	1,60	1,57
12	1,75	1,80

La concordance des résultats obtenus est très satisfaisante.

Le procédé de M. DELBROUCK présente le grand avantage de pouvoir être confié à un agent inexpérimenté en science et manipulations chimiques, tout en permettant de déterminer la teneur en grisou à 0,01 % près.

Des trains de roues pour berlaines

par L. DE JAER

Ingénieur en chef aux Charbonnages de Patience et Beaujonc,
à Glain.

Dans ces dernières années, la question du transport souterrain a fait l'objet de recherches particulièrement suivies en vue de réduire les frais d'exploitation.

Ces recherches ont eu pour résultats l'amélioration, non seulement du matériel employé, mais encore de la voie de transport.

Nous avons ainsi assisté à l'introduction sur le marché des trains de roues à galets et à billes. Ces trains semblaient devoir réaliser les derniers perfectionnements dans le matériel de transport et les plus grands avantages en étaient attendus.

Les trains à fusées lisses sont délaissés de plus en plus; ils ont été remplacés par les nouveaux systèmes sans que l'on se soit rendu compte bien exactement des qualités que présentent les différents types : la mode est aux nouveaux trains et on les emploie.

Ces derniers devaient toutefois offrir des avantages sérieux sur les nombreux dispositifs en usage, ceux-ci étant, en général, défectueux. Un grand avantage que présentent, avant tout et à première vue, les nouveaux systèmes, est de permettre un graissage convenable, irréalisable dans un grand nombre de systèmes anciens.

La vogue des trains nouveaux est-elle justifiée et leurs avantages ne sont-ils pas plus factices que réels? C'est ce que nous nous sommes proposé de rechercher pratiquement, tout au moins pour ce qui concerne les trains à galets à une roue folle et les trains à fusées lisses à deux roues folles du type Bertrand et C^{ie} modifié. Celui-ci est à graissage continu à l'huile.

Pour effectuer cette recherche, nous avons employé la méthode des plans inclinés opposés par le pied. On laisse descendre librement d'une hauteur constante sur l'un des plans inclinés, de pente bien déterminée, les véhicules à essayer, et on note la longueur à laquelle ils remontent sur le plan incliné opposé.

La longueur la plus forte observée à la remonte indique le système le plus avantageux.

Cette façon de procéder permet en outre d'établir par le calcul l'effort de traction à la tonne, c'est-à-dire l'effort qu'il faut réaliser pour effectuer le transport d'une tonne sur une voie identique à celle utilisée pour les essais.

En effet, en posant l'égalité des travaux à la descente et à la remonte, on tire la valeur F de cet effort.

Si h_1 est la hauteur de la voie au départ du véhicule, h_2 la hauteur à laquelle le véhicule remonte sur le plan opposé, l_1 la longueur à parcourir à la descente, l_2 la longueur parcourue à la remonte.

$$F = \frac{h_1 - h_2}{l_1 + l_2} 1000$$

Nous négligeons la pente qui dans notre cas était très faible. (48 millimètres par mètre.)

Les essais ont porté sur des séries de 20 berlines, munies des systèmes à examiner. Chaque berline a fait l'objet de trois essais ce qui fait que chacun des chiffres renseignés dans le tableau ci-après est le résultat moyen de soixante essais.

Toutes les berlines ont été mises en services le même jour, sauf les trains Z. Les essais ont commencé dix mois après et se sont ensuite poursuivis régulièrement.

Le poids d'une berline vide était de 350 kilogrammes; celui de la berline chargée pour les essais 950 kilogrammes.

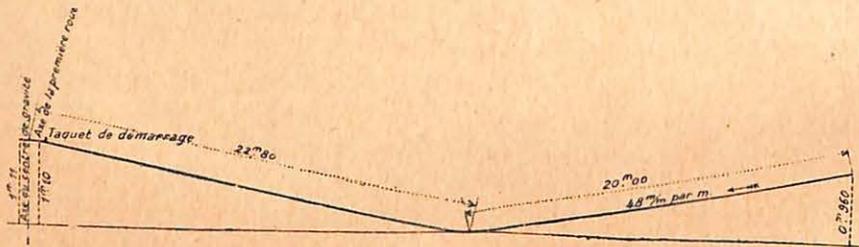


Tableau des essais.

Dates des essais		I Trains à galets X		II Trains à galets Y		III Trains à galets Z		IV Trains à fixées lisses Bertrand et Cie	
		à vide	à charge	à vide	à charge	à vide	à charge	à vide	à charge
		m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
7 juin 1911	l_2	11,754	15,595	13,162	15,693	—	—	14,904	17,078
	h_2	0,565	0,748	0,631	0,753	—	—	0,715	0,819
7 sept. 1911	l_2	14,967	16,717	14,140	16,386	15,344	16,907	15,908	18,043
	h_2	0,718	0,862	0,678	0,786	0,736	0,811	0,763	0,866
7 déc. 1911	l_2	13,050	16,060	12,587	16,480	11,920	16,280	14,962	17,214
	h_2	0,626	0,770	0,604	0,791	0,572	0,781	0,718	0,826
7 juin 1912	l_2	15,110	17,480	12,620	15,750	13,320	15,860	15,710	17,550
	h_2	0,725	0,839	0,605	0,756	0,639	0,761	0,754	0,842
7 juin 1913	l_2	13,820	17,250	12,480	15,530	13,330	17,680	15,310	17,600
	h_2	0,663	0,828	0,599	0,745	0,639	0,848	0,734	0,844
Juillet 1914	l_2	13,640	16,980	12,640	15,040	13,040	16,780	16,100	18,150
	h_2	0,655	0,815	0,606	0,722	0,626	0,805	0,772	0,871

Le tableau suivant nous donne à vide et à charge, l'effort de traction par tonne, calculé d'après les longueurs et hauteurs trouvées : h_1 était 1^m,100 et l_1 22^m,800.

Efforts de traction à la tonne.

Dates	I Trains à galets X		II Trains à galets Y		III Trains à galets Z		IV Trains à fusées lisses Bertrand et Cie	
	à vide	à charge	à vide	à charge	à vide	à charge	à vide	à charge
	kgs	kgs	kgs	kgs	kgs	kgs	kgs	kgs
7 juin 1911	15,48	9,16	13,04	9,01	—	—	10,21	7,04
7 septembre 1911	10,11	7,54	11,42	8,01	9,54	7,27	8,70	5,73
7 décembre 1911	13,22	8,49	14,01	7,86	15,20	8,16	10,11	6,84
7 juin 1912	9,89	6,48	13,97	8,92	12,76	8,76	8,98	6,39
7 juin 1913	11,93	6,79	14,20	9,26	12,76	6,22	9,60	6,33
Septembre 1914	12,21	7,16	13,94	9,98	13,22	7,45	8,43	5,59
Moyennes	12,14	7,60	13,43	8,84	12,70	7,57	9,34	6,32

Ce tableau montre donc manifestement les avantages du train à fusées lisses.

Ajoutons qu'au point de vue usure et détérioration, les trains de roues à galets ont, après un certain temps de service, présenté des défauts bien marqués : l'usure latérale est énorme, les galets se laminent en partie, ils s'impriment dans les essieux; les joints rendant les boîtes étanches s'ouvrent et laissent passer la graisse et les poussières. Dans les trains à fusées lisses, au contraire, aucun inconvénient ne s'est manifesté après le même temps de service.

Quant au graissage, il est insignifiant dans tous les systèmes expérimentés, à la condition que l'entretien soit surveillé.

Cette note, déjà ancienne, est toujours d'actualité.

LE BASSIN HOUILLER

DU NORD DE LA BELGIQUE

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1922

PAR

M. J. VRANCKEN

Ingénieur en chef, Directeur des Mines, à Hasselt.

I. — Travaux de Recherche.

A. — Recherches en terrains non concédés.

Les travaux de recherche entrepris à Lummen, en dehors du territoire concédé, sont restés abandonnés pendant le cours du second semestre.

B. — Recherches en terrains concédés.

1. — Concession de Genck-Sutendael.

Le sondage n° 90, situé à proximité de la route de Bilsen à Asch, a été poursuivi pendant tout le cours du semestre et a atteint, au 31 décembre, la profondeur de 942^m,70, ce qui correspond, pour six mois, à un avancement de 617^m,28.

Le terrain houiller a été recoupé à la profondeur de 470^m,40 sous le niveau du sol, soit à 385^m,17 sous le niveau de la mer. La sonde a recoupé 17 fois du charbon.

La coupe complète du sondage sera fournie quand elle aura été dressé par les géologues spécialisés dans ce genre de déterminations.

Le forage a été exécuté en majeure partie à la couronne à diamants. Voici la liste des outils d'attaque employés :

Le trépan de	. 210 millim. de diam.	de 325,42 à 347,00 mètres.
»	. 182 »	de 347,00 à 348,00 »
La couronne à diamants	. 155 »	de 348,00 à 353,90 »

Le trépan de . . .	156 millim. de diam.	de 353,90 à 404,30 mètres.
La couronne d'acier, la couronne à diamants ainsi que le trépan de . . .	155 » »	de 404,30 à 424,20 »
La couronne à diamants . . .	155 » »	de 424,20 à 440,30 »
» . . .	130 » »	de 440,30 à 563,50 »
La couronne à diamants de . . .	111 » »	de 563,50 à 699,30 »
» . . .	92 » »	de 699,30 à 942,70 »

2. — Concessions de Houthaelen. — SONDAGE N° 91.

Le huitième et dernier concessionnaire du Limbourg vient d'inaugurer la phase de mise à fruit de sa concession : les détenteurs de la concession de Houthaelen ont entamé un sondage d'étude au lieu dit « Meulenberg » sur le territoire de la commune de Houthaelen.

Ce sondage, qui doit permettre une reconnaissance des terrains, préalable au fonçage des puits, est placé à la cote 72. Il est exécuté par la Société Foraky et avait, au 31 décembre, atteint la profondeur de 22 mètres.

II. — Fonçage de puits. — Travaux préparatoires d'exploitation et premier établissement.

1. — Concession de Beeringen-Coursel.

Siège de Kleine Heide à Coursel, en préparation.

(Houiller à 622 mètres.)

A. — Fonçage des puits.

PUITS N° 1. — Rappelons qu'à la date du 30 juin 1922, ce puits était creusé jusqu'à la profondeur de 707 mètres et maçonné jusqu'à 698^m,50. Le creusement dans le terrain houiller fut poursuivi jusqu'à 719^m,70, profondeur atteinte le 10 juillet; on maçonna alors la retraite : 696^m,50-719^m,70. Le creusement fut repris le 18 juillet. Le 22 juillet, le puits atteignait la galerie Est-Ouest creusée par le

puits n° 2. L'axe du puits et celui de la galerie correspondaient parfaitement. Le 24 juillet, les ouvriers se mettaient en grève et les travaux étaient interrompus jusqu'au 12 septembre. Il fallut réquisitionner le personnel ouvrier nécessaire à la sauvegarde de la mine. On put ainsi assurer l'épuisement des eaux et empêcher la noyade des travaux souterrains déjà entrepris, aux niveaux de 727 et 789 mètres.

Le 12 septembre, le creusement du puits n° 1 fut repris, à la profondeur de 727 mètres et poussé jusqu'à 733 mètres où il fut arrêté. On maçonna la passe s'étendant de 719^m,70 à 733 mètres, au diamètre utile de 6 mètres. On élargit la maçonnerie au diamètre de 6^m,60, 723 à 727 mètres, endroit de l'accrochage, et l'on amorça les baies Est et Ouest de ce dernier, sur 1^m,50 de profondeur, à la section de 5^m,50 × 3^m,10.

Au niveau de cet accrochage de 727 mètres, on établit un plancher solide en poutrelles d'acier et béton, sur lequel furent placées, traversant le puits, quatre voies de 600 millimètres d'écartement. Ce plancher constitue la recette alimentant une installation par cages à une berline et guidage d'angle, qui fut mise en marche le 15 décembre 1922.

Pendant les mois d'octobre et de novembre, on maçonna les baies de l'accrochage de 727 mètres, à la section utile citée plus haut de 5^m,50 de largeur sur 3^m,10 de hauteur, sur une longueur de 18 mètres. En même temps, le puits fut débarrassé des planchers-réservoirs établis à 300 et 640 mètres. On retira du puits les deux pompes verticales suspendues, les câbles armés, les colonnes de canars d'aérage, ainsi que les deux colonnes de 9 1/4' ayant servi à la congélation du Hervien. On fit également un rematage complet du cuvelage.

A la surface on enleva toute l'installation de recette et l'on installa un sas étanche relié à la galerie du ventilateur. On enleva tous les treuils de relevage des pompes suspendues, les treuils des câbles armés, les enrouleurs de câbles, les contrepoids, les cabines de la sous-station etc.

Tous ces travaux terminés, le 15 décembre, on mit en marche l'installation d'extraction avec cagettes à une berline.

PUITS N° 2. — Au cours du second semestre, on a maçonné au niveau de 789 mètres, 60 mètres de galerie partant de l'accrochage principal, à la section utile de 5^m,50 × 3^m,10. Cette partie de l'envoyage, située du côté Ouest, constituera dans la suite le magasin à berlines pleines, alimentant les machines d'extraction.

On compte commencer dans une quinzaine de jours la pose du guidage définitif en rails de 50 kilos, depuis la surface jusqu'à 802 mètres.

B. — Travaux préparatoires.

Etage de 727 mètres. — Le chassage Sud, dans la veine 62 a été poussé jusqu'à 230 mètres du puits n° 1, c'est-à-dire jusqu'à la limite du stot de protection, où l'on a commencé à creuser un burquin de 14 mètres qui doit recouper, à la veine n° 64 à la cote de 741 mètres.

Les travers-bancs Est et Ouest ont été arrêtés respectivement à 60 et à 155 mètres du puits n° 1.

Les chassages Sud et Nord entrepris dans la veine 64 ont été poussés respectivement jusqu'à 100 et 135 mètres du travers-bancs Ouest. A l'extrémité du chassage Nord de la veine 64, on commence le creusement d'une balance qui mesurera 62 mètres de profondeur et mettra en communication les deux niveaux de 727 et 789 mètres; cette balance servira de communication d'aérage pour la première taille de 100 mètres dans la couche 70, laquelle a 3^m,20 de puissance.

Etage de 789 mètres. — Le travers-bancs Ouest a été poussé jusqu'à 170 mètres de l'axe du puits n° 2. Il a recoupé à 88 mètres du point de départ la veine 70, de 3^m,20 d'épaisseur, dans laquelle on a entrepris, vers Sud et vers Nord, des chassages, qui seront poussés de part et d'autre jusqu'à la limite du stot de protection, points que desserviront les balances creusées de 727 à 789 mètres, aux extrémités des chassages, Sud et Nord de la veine 64. Ces chassages dans la veine 70 sont respectivement à 125 et 115 mètres de l'axe du travers-bancs Ouest.

La galerie Est de contour destinée au retour des berlines vides expulsées des cages, a été continuée et est actuellement à 220 mètres du puits.

Les travaux préparatoires en veine ont permis de réaliser au cours des derniers mois du semestre une extraction de 7.640 tonnes.

C. — Installations de surface.

1° Au puits n° 1, on a terminé le battage des pieux en béton armé devant servir d'assise aux maçonneries du sas à air, de la galerie du ventilateur et du futur chevalement.

2° On a construit le sas à air du puits n° 1 et raccordé celui-ci à la galerie du ventilateur.

3° On a continué les travaux de maçonnerie et de bétonnage du bâtiment qui abritera le vestiaire pour ouvriers, les bains-douches et la lampisterie. On commence la pose de la couverture.

4° On a terminé le montage du turbo-compresseur de 10.000 mètres cubes-heure; après des essais ayant donné entière satisfaction, l'appareil a été mis en fonctionnement.

5° On a installé à proximité du puits n° 1, actuellement desservi par cages et berlines, un criblage provisoire avec plan incliné permettant de relever les berlines au niveau de 7^m,80. Ce criblage est capable de traiter 50 tonnes par heure.

6° On a commencé la construction d'une remise pour 4 locomotives à voie normale et 4 locomotives à voie de 600 millimètres. Le bâtiment aura une superficie de 24 mètres × 15 mètres.

7° A la cité ouvrière, aucune habitation nouvelle n'a été édiflée au cours de ce semestre.

D. — Personnel ouvrier.

A la date du 31 décembre 1922, le personnel ouvrier de la Société des Charbonnages de Beeringen, se composait de :

<i>Fond</i> :	Ouvriers mineurs	262
<i>Surface</i> :	Mancœuvres	399
	Chauffeurs	12
	Machinistes	28
	Ouvriers de bâtiment	88
	Ouvriers d'atelier	104
		631
	Total	893

2. — Concession de Helchteren.

Siège de Voort, à Zolder, en construction (Houiller à 603 mètres).

A. — Fonçage des puits.

PUITS N° 1. — Malgré une grève qui a provoqué un mois d'arrêt, le puits n° 1 a pendant le second semestre de 1922, été approfondi de 330^m,50 à 473 mètres, soit donc de 142^m,50 ce qui correspond à un avancement journalier de 95 centimètres (jours fériés compris.)

Les terrains traversés sont :

de 329,50 à 336^m,60 — marne grise dure, très calcareuse.
 336,60 à 337^m,10 — marne grise dure, très calcareuse, plantes.
 337,10 à 341^m,50 — marne gris-claire, très calcareuse.
 (cassures de 1 à 2 centimètres remplies de glace.)

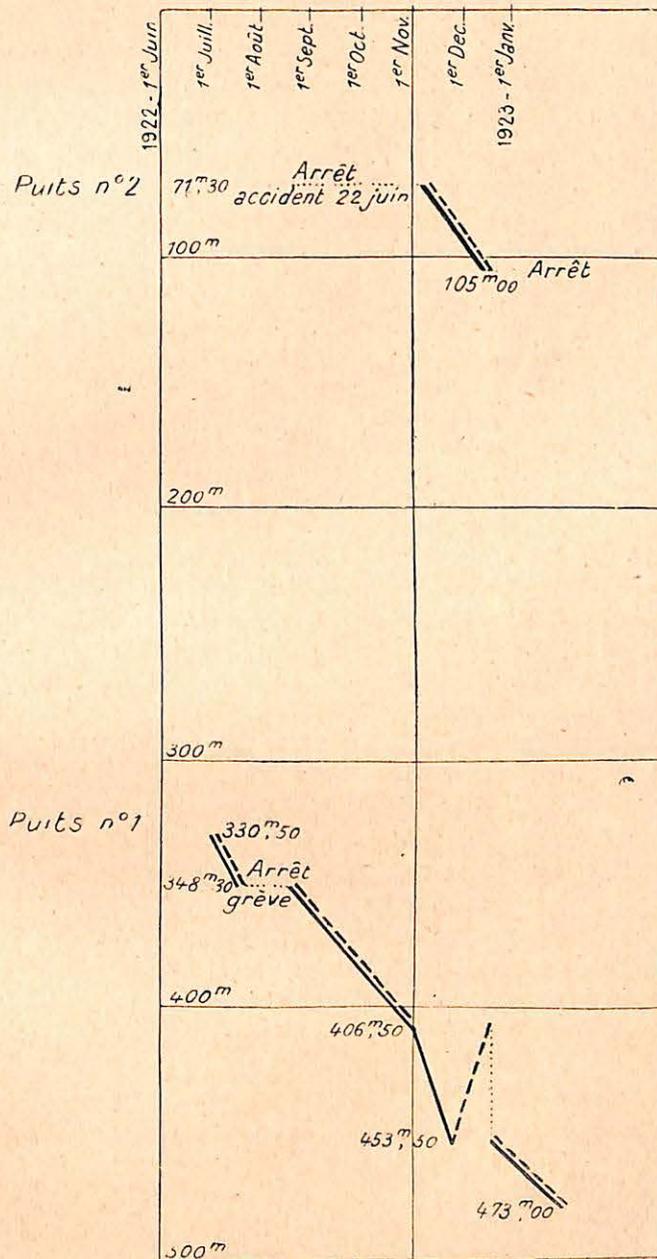
- 341,50 à 343^m,40 — marne grise très calcareuse.
- 343,40 à 344^m,50 — argile marneuse, gris-verdâtre.
- 344,50 à 345^m,20 — sable argileux et calcaireux, vert foncé.
- 345,20 à 347^m,95 — sable vert foncé, un peu argileux.
- 347,95 à 351^m,80 — tuffeau altéré.
- 351,80 à 353^m,75 — tuffeau jaunâtre.
- 353,75 à 354^m,50 — tuffeau avec amas d'argile noire.
- 354,50 à 361^m,00 — tuffeau ordinaire, durci par places.
- 361,00 à 371^m,20 — tuffeau plus grenu, couleur crème.
- 371,20 à 374^m,00 — tuffeau grenu, un peu verdâtre.
- 374,00 à 376^m,00 — tuffeau ordinaire assez dur.
- 376,00 à 377^m,80 — tuffeau gris très dur, sonore.
- 377,80 à 390^m,10 — tuffeau gris.
- 390,10 à 391^m,80 — tuffeau gris foncé avec amas terreux.
- 391,80 à 392^m,50 — tuffeau cristallin gris.
- 392,50 à 405^m,20 — tuffeau à silex bruns.
- 405,20 à 407^m,80 — calcaire gris compact, bancs de silex.
- 407,80 à 417^m,00 — calcaire gris assez compact, bancs de silex.
- 417,00 à 442^m,50 — calcaire plus foncé et moins dur, rognons de silex.

442,50 à 454^m,00 — calcaire gris à nombreux petits silex noirs.
 sous 454^m,00 — craie grise compacte.

La teneur en eau est représentée par les chiffres suivants :

Profondeur	Teneur	Profondeur	Teneur	Profondeur	Teneur
340 mètres	9 %	380 mètres	17 %	420 mètres	8 %
350 »	17 %	390 »	18 %	430 »	16 %
360 »	22 %	400 »	19 %	440 »	11 %
370 »	21 %	410 »	13 %	450 »	15 %
				460 »	9,2 %

A la tête du crétaé fut rencontrée une poche d'eau d'environ 10 mètres cubes.



CONCESSION DE HELCHTEREN - SIÈGE DE VOORT A ZOLDER
 DIAGRAMME DE LA MARCHE DU FONÇAGE AUX PUIITS N°1 et N°2

Creusement ——— Pose de cuvelage - - - - -

Voici quelques températures moyennes relevées à paroi :

Profondeur	Température	Profondeur	Température	Profondeur	Température
335 mètres	— 4°5	391 mètres	— 1°2	412 mètres	— 4°0
360 »	— 0°5	400 »	— 1°8	442 »	— 4°1
373 »	— 0°8	408 »	— 2°2	458 »	— 5°4
382 »	— 1°8	410 »	— 3°5	468 »	— 6°7

A l'exception d'un anneau raccord, le puits est entièrement cuvelé jusqu'à la profondeur de 473 mètres. Le diagramme ci-annexé montre l'avancement réalisé dans chacune des passes (montantes et descendantes). Il fait suite à celui reproduit dans le rapport précédent.

On a poursuivi sur place la mesure des déviations du sondage central pour les comparer à celles relevées au téléclinographe Denis. Les écarts obtenus sont de 2 centimètres à 350 mètres ; 10 centimètres à 400 mètres et 18 centimètres à 450 mètres.

Puits n° 2. — L'inondation du puits relatée dans le rapport précédent a entraîné un arrêt du fonçage de quatre mois et demi.

Pendant ce temps, on a renforcé la congélation au voisinage de la brèche probable et battu un sondage supplémentaire. Lors du battage entre 76 et 80 mètres, on a acquis la certitude que le sondage traversait la brèche. En effet, l'eau dense injectée remontait complètement dans le puits. Ce sondage supplémentaire fut mis en congélation le 23 août 1922.

Quelques semaines plus tard on épuisa les eaux du puits.

Le cuvelage était tapissé de quelques millimètres de glace. Le 8 novembre le creusement fut repris normalement avec pose du cuvelage en descendant jusque 105 mètres. Des essais d'épuisement faits au sondage central ces derniers jours ont démontré que le crétacé n'était pas totalement fermé. Il fut jugé prudent d'arrêter, pour quelque temps, les travaux à 105 mètres, le puits étant complètement cuvelé jusqu'à cette profondeur.

B. — Installations de surface.

Les entrepreneurs ont complété leurs installations de surface. Entre autres, ils ont monté :

a) Pour la tour 1 :

1° un treuil à vapeur à simple tambour pour les services accessoires ;

2° un treuil à vapeur à simple tambour pour les échelles.

Ces deux treuils remplacent un treuil à vapeur à double tambour et un treuil à commande électrique.

b) Pour la tour 2 :

Une batteuse et pompe pour le forage d'un sondage supplémentaire.

c) Dans la salle des compresseurs d'air.

Un second compresseur à commande électrique, celui-ci nécessaire aux besoins du chantier, a été mis en marche.

Ont encore été installés :

a) dans l'avant puits du puits n° 1, sur la conduite desservant les marteaux-piqueurs, un dispositif d'asséchage de l'air comprimé.

b) une machine à forger les fers à mines au moyen de l'air comprimé.

La Société concessionnaire a entamé les études des installations définitives.

C. — Cité ouvrière.

Maisons ouvrières. — Des projets sont à l'étude.

Maisons d'ingénieurs. — On a commencé, en octobre, une villa pour l'ingénieur en chef et en décembre une hôtellerie dénommée « Club pour Ingénieurs ».

Personnel. — La Société de fonçage de puits Franco-Belge comptait au 31 décembre 352 ouvriers et le Charbonnage 36 ouvriers.

3. — Concession de Winterslag.

Siège de Winterslag à Genck, en exploitation.

A. — FOND.

a) — Travaux de premier établissement.

Les trois envoyages du puits n° 1 semblent momentanément soustraits à l'effet des pressions.

Les réfections entamées aux niveaux de 540 et de 600 mètres du puits n° 2 ont été poursuivies. A l'étage de 540 mètres deux passes d'envoyage ont été bétonnées l'une au Nord, l'autre au Sud du puits.

Exhaure. — Les nouvelles pompes de l'étage de 600 mètres fonctionnent dans des conditions normales. La venue totale pendant le dernier semestre n'a été que de 51.000 contre 80.000 mètres cubes, pendant le semestre précédent.

b) Travaux préparatoires.

L'état d'avancement de ces travaux est renseigné dans le tableau ci-après :

Étage	Désignation des travaux	Longueur à fin juin 1922	Avancement semestriel	Longueur à fin décembre 1922	Observations
600 mètres — Midi					
600 m.	Montage veine 12 couchant.	84,00	90,00	174,00	terminé
600	Chassage veine 13, vers puits n° 2	242,00	28,00	270,00	terminé
600	Nouveau retour d'air Midi.	0,00	130,00	130,00	
600	Montage extrême Levant	0,00	180,00	180,00	
600 mètres — Nord					
600	Bouveau Nord	618,00	38,00	656,00	
600	Bouveau veine 7.	0,00	90,00	90,00	terminé
Étage de 600 mètres					
660	Bouveau Nord	375,00	112,00	487,00	
660	Bouveau Nord puits n° 2	260,00	74,00	334,00	
660	Bouveau montant veine 13.	0,00	40,00	40,00	terminé
660	Bouveau Midi.	244,00	62,00	306,00	
660	Bouveau Midi puits n° 2	89,00	136,00	225,00	
660	Bouveau veine 20	0,00	90,00	90,00	
660	Chassage veine 20	0,00	135,00	135,00	

Le chassage dans la veine 13 vers le puits n° 2 à 600 mètres a permis d'établir quatre circuits d'air distincts dans les chantiers de cet étage. Le nouveau retour d'air Midi permettra une nouvelle amélioration des conditions d'aérage.

La mine ne paraît pas grisouteuse, mais la température pourrait y devenir très élevée.

Les deux boueaux Nord à 660 mètres se poursuivent en vue de la mise en exploitation de la veine 12. Les deux boueaux Midi ont permis d'atteindre la veine 20 dont le déhouillement a déjà commencé.

A 660 mètres le bétonnage de la salle de pompes a été terminé et les parois d'une tenue d'eau d'environ 40 mètres de longueur ont été cimentées par le procédé du « Cement gun ».

c) Travaux d'exploitation.

Sur une production journalière totale de 2.000 tonnes, la veine 13 en fournit à elle seule 1.200.

Les chantiers se sont développés : à l'étage de 600 mètres, au Nord, dans les veines 5 et 7 ; au Sud dans les veines 9, 12 et 13 ; à l'étage de 660 mètres, dans les veines 13 et 20.

B. — Surface.

Lavoir et triage. — Le nouveau lavoir, mis en service fin juillet, fonctionne depuis cette date dans des conditions tout à fait satisfaisantes.

Air comprimé. — Outre le turbo-compresseur de 1.500 HP. utilisé depuis 1921, le programme de la Société prévoit l'installation de deux autres turbo-compresseurs de 3.000 HP. On active la mise en place du premier de ces appareils dont les essais vont avoir lieu.

Bains-douches. — La construction du second bâtiment de bains-douches est achevée. On est occupé à l'aménagement intérieur.

C. — Cité ouvrière.

Vingt-cinq maisons nouvelles ont été achevées et mises à la disposition du personnel. La cité de Winterslag comprend actuellement 495 maisons avec 2.074 habitants.

A la cité des maisons à bon marché, 66 maisons ont été terminées en 21 groupes de 2 à 4 maisons ; 25 de celles-ci sont habitées par 137 personnes. On poursuit la construction de 84 maisons et 2 hôtelleries.

F. — Personnel (inscrit).

	Au 30 juin 1922	Au 31 décembre 1922
<i>Fond</i> :	2.623	3.409
<i>Surface</i> :		
Service de l'exploitation	970	971
Service des installations	145	146
Constructions de la cité.	196	305
Totaux.	3.934	4.831

4. — Concession des Liégeois en Campine.

Siège du Zwartberg, à Genck, en construction.
(Houiller à 560 mètres.)

A. — Fonçage des puits.

Puits n° 1. — Le fonçage de ce puits a été poursuivi de 765 mètres à 841^m,50. Le revêtement en maçonnerie est complet.

Des ouvertures ont été ménagées dans la maçonnerie en face de bancs de grès, pour l'amorçage d'envoyages à 780 et 839 mètres.

On est occupé en ce moment au matage du cuvelage. Bien que le puits ne soit pas entièrement décongelé, la venue horaire atteint 8 à 9 mètres cubes. Il reste à creuser un bougnou d'une vingtaine de mètres de hauteur. A 800 mètres, une faille Sud-Ouest, légèrement inclinée, produisant un rejet de 1 mètre à 1^m,50 a été recoupée au Nord du puits. Elle a disparu au Sud à 814 mètres.

De nombreuses couches ou veinettes de charbons ont encore été recoupées, ainsi que l'indique le tableau ci-après :

Profondeur.	Ouverture totale.	Puissance en charbon.
mètres	mètres	mètres
770,20	0,50	0,50
785,10	1,68	1,22
786,90	0,18	0,18
787,90	0,30	0,30
792,00	0,15	0,15
795,65	0,05	0,05
808,00	0,78	0,78
817,00	0,47	0,47
826,20	0,85	0,80

Puits n° 2. — La congélation qui s'est poursuivie à l'aide de six unités frigorifiques a été renforcée. La température de la saumure est de — 28°,1 au départ et de — 23°,6 au retour.

Le fonçage de ce puit est resté entravé par la venue d'eau qui au mois de mai avait rendu nécessaire l'arrêt des travaux et le remplissage du puits.

Pendant le forage de l'un des deux sondages projetés pour renforcer la congélation dans la région Nord-Est du puits, on put se rendre que la venue était tarie; aussi, bien que le sondage supplémentaire ne fût parvenu qu'à la profondeur de 280 mètres, on se décida, après épuisement, et après enlèvement de la paroi de glace adhérent au cuvelage, à reprendre, le 14 octobre, le fonçage dans les sables heersiens, en faisant précéder le fonçage de sondages réguliers. On put ainsi atteindre la profondeur de 333^m,50 dans le tuffeau et placer le cuvelage de 326 à 288 mètres.

Une nouvelle venue d'eau s'étant produite au début de décembre, il fallut de nouveau arrêter les travaux et laisser le puits se remplir après y avoir établi un bouchon de béton.

Depuis lors, on a pu épuiser, compléter le cuvelage intérieur et achever le sondage supplémentaire jusqu'à sa profondeur définitive de 552^m,50 correspondant à la tête du Houiller à cet endroit. On est occupé à y descendre les tubes congélateurs. L'efficacité de ce renforcement de la congélation aura une grande importance au point de vue de la continuation du creusement du puits.

B. — Installations de surface.

Les fondations du châssis à molettes, du bâtiment de la machine d'extraction ainsi que des recettes sont terminées. On commence le montage des charpentes.

C. — Cité ouvrière.

Vingt-cinq maisons ont été construites avec le concours de la Société Nationale des habitations à bon marché. Trente autres sont en construction.

D. — Personnel (au 31 décembre 1922)

Fond	193
Surface.	238
Total	431

5. Concession André Dumont-sous-Asch.

Siège de Waterschei à Genck, en construction.
(Houiller à 505 mètres).

A. — Fonçage des puits.

PUITS N° 1. — Ce puits a été approfondi de 624 à 682,40 mètres. Il est creusé au diamètre de 7^m,80 et bétonné au diamètre de 6^m,20.

Au niveau de 608 mètres, l'envoyage du retour d'air a été amorcé.

Le creusement de la passe 626^m,50, 640 mètres, a été arrêté du 13 au 27 août, puis du 9 septembre au 5 octobre, pour permettre le matage du cuvelage et le resserrement des boulons entre les profondeurs de 440 et 544 mètres, le dégel s'étant fait sentir dans le terrain hervien.

De 605 à 675 mètres on a recoupé une faille dirigée du Nor-Est au Sud-Ouest.

PUITS N° 2. — Le creusement a été poursuivi à partir du 30 juin, de 500^m,50, dans le sable hervien, jusqu'à 512 mètres, profondeur atteinte le 24 juillet. Le houiller a été recoupé à 505^m,50.

Le cuvelage extérieur, de 7^m,20 de diamètre intérieur, a alors été placé jusque 509^m,10; à partir de 512 mètres, sur une trousse provisoire, on a ensuite posé jusque 495 mètres, le cuvelage intérieur de 6 mètres de diamètre, à l'exception du raccord supérieur.

Après avoir installé les échelles avec leurs paliers et le plancher de protection, on reprit sous 512 mètres, le creusement avec pose du simple cuvelage en descendant et l'on atteignit le 19 octobre la profondeur de 544^m,60.

Du 20 octobre au 20 décembre, on a complété le boulonnage du cuvelage de 544^m,60 à 462 mètres, placé le raccord à 495 mètres, démonté la chambre de froid, retiré les congélateurs de secours, et rempli les tubes de ciment. On a ensuite placé le cuvelage de 462 à 427 mètres. Il reste 5 anneaux à placer pour que la partie inférieure du cuvelage soit raccordée à la partie supérieure à 420 mètres.

Depuis le 20 décembre ont fait de l'épuisement, du matage et de l'injection de ciment derrière le cuvelage.

Du 1^{er} juillet au 10 août la congélation a été poursuivie au moyen de deux machines de 250.000. Frigories; du 10 août au 10 novembre à l'aide d'une seule machine. La congélation a été définitivement arrêtée le 10 novembre.

Les tableaux ci-après renseignent les veines recoupées aux deux puits, avec leurs caractéristiques :

Profondeur	Ouverture	Composition	Humidité	Matières volatiles	Cendres	Aspect des cendres	Coke	Azote totale	Fusibilité des cendres	Teneur en soufre	Pouvoir calorifique
	M.	M.	%	%	%			%	Degrés	M.	Calories
Puits n° 1											
669,40	1,05	charbon 1,05	0,95	26,330	1,922	rose brunâtre	fondu et assez boursoufflé	1,635	1582	0,831	8569
Puits n° 2											
507,80	0,72	charbon 0,09 escaille 0,12 charbon 0,51	1,30	29,450	2,120	brun terre de sienne rose brunâtre	bours; aspect métall.; léger aspect métall.; léger; boursoufflé	1,700	1695	1,088	8530
518,50	1,18	charbon 0,38	1,90	26,137	7,0125			1,280	1563	0,9975	8081
529,90	0,55	escaille 0,05 charbon 0,25 escaille 0,05 charbon 0,45 charbon 0,55	1,75	27,800	2,380	brun chocolat	léger; bours; aspect métallique; boursoufflé	1,345	1210	1,476	8138
541,10	0,60	charbon 0,60	1,80	28,370	1,150	brun clair		1,340	1454	0,745	8251,5

B. — Installations de surface.

Le châssis à molettes du puits n° 1 est en montage; les fondations sont terminées au puits n° 2. Aux bâtiments de bureaux, magasins, installations ouvrières, le gros œuvre est terminé. Ces bâtiments sont prêts à recevoir leur charpente métallique.

Un groupe de deux nouvelles chaudières est en montage, le nouveau réfrigérant est terminé.

Un lavoir à gravier a été mis en service le 1^{er} octobre.

La plateforme de 3.600 mètres de routes a été terrassée; l'empierrement est en cours d'exécution; 3,500 mètres d'égouts et 5,200 mètres de tuyaux pour distribution d'eau sont placés; 1,100 mètres de voie à écartement normal ont été posés.

Les plantations des routes sont terminées et 120 poteaux sont installés pour l'éclairage de la cité ouvrière.

C. — Cité ouvrière.

181 maisons nouvelles sont sous toit, le gros-œuvre est terminé. Cent autres sont commencées. Un hôtel pour employés a été mis en service.

D. — Personnel.

Fond	170
Surface.	625
Total.	795

6. Concessions Sainte Barbe et Guillaume-Lambert.

Siège d'Eysden en préparation

(Houiller à 477 mètres).

A. — Fonçage des puits.

Le Puits n° 1 que la Société a décidé d'appeler « puits de la Reine » en souvenir de la visite que notre gracieuse Souveraine y a faite en octobre dernier, est resté arrêté à la profondeur de 730 mètres.

PUITS n° 2. — Le fonçage qui avait été interrompu pour le creusement, par les entrepreneurs, des envoyages à 593 mètres, a été repris le 27 octobre.

Une première passe de 599^m,35 à 630^m,50 a été creusée et maçonnée; une seconde passe est en cours de creusement; au 31 décembre, elle avait atteint la profondeur de 669^m,70. Ont été recoupées: à la profondeur de 610^m,85, la couche 16 d'une ouverture de 1^m,10; à la profondeur de 651^m,36, la couche 15 d'une ouverture de 1^m,60, dont 1^m,30 de charbon.

B. — Travaux de premier établissements.

La salle du ventilateur souterrain a été achevée avec les dimensions et le mode de revêtement déjà indiqués. Les claveaux en béton armé ont été renforcés d'un côté de la salle à l'aide de poutrelles verticales. La voûte est faite de poutrelles bétonnées.

Le ventilateur est en cours de montage. La galerie d'aspiration de 17 mètres de longueur a été recarrée, puis bétonnée.

Les envoyages Nord et Sud du puits de la Reine, tant au niveau de 600 mètres qu'à celui de 700 mètres ont été recarrés et revêtus définitivement de claveaux, respectivement sur des longueurs de 14 et 12 mètres à l'étage supérieur et de 25 mètres à l'étage inférieur. A 700 mètres la moitié supérieure des accrochages est seule terminée. On a commencé en décembre le creusement et le revêtement de la moitié correspondant à la recette inférieure.

Les entrepreneurs ont, de leur côté, recarré et bétonné les envoyages Nord et Sud du puits n° 2, puis, à la suite des envoyages, creusé et revêtu en briques des galeries sur des longueurs respectives de 10^m,50 et 81^m,70. Ils ont établi la galerie de refoulement du ventilateur de 46 mètres de longueur. Cette dernière a 4^m,30 de hauteur et 3 mètres de large; la voûte est en plein cintre. Le revêtement est en claveaux de béton armé sur une épaisseur de 0^m,50 d'un côté et de 0^m,40 de l'autre.

A l'étage de 700 mètres, les communications du puits n° 1 vers le puits n° 2 ont été amorcées, l'une au Nord sur 53 mètres, et l'autre au Sud sur 35 mètres de longueur. Elles sont provisoirement arrêtées.

De la communication Sud, part un plan incliné vers la tenue d'eau qui est en cours de creusement et a atteint 18 mètres de longueur.

Le creusement d'une salle de pompe a été commencé à l'étage de 700 mètres.

C. — Travaux préparatoires.

Les travaux pour la préparation des chantiers ont été poursuivis aux étages de 600 et de 700 mètres.

Étage de 600 mètres. — Le nouveau Nord a recoupé à 175 mètres du puits une couche, le n° 20, de 0^m,90 de puissance.

Dans cette couche on a entrepris :

1° Un chassage Ouest de 65 mètres de longueur et, de ce chassage, un nouveau mesurant, à ce jour, 55 mètres de long et destiné rejoindre le retour d'air général;

2° Deux vallées descendant vers 700 mètres, l'une de 95 mètres et l'autre de 33 mètres de longueur;

3° Un chassage Est, long de 178 mètres; à 15 mètres du front de départ de cette galerie a été creusé un montage de 30 mètres de longueur, au sommet duquel on a commencé deux chassages qui ont été poursuivis respectivement sur 50 mètres à l'Est et 40 mètres à l'Ouest.

Le nouveau Sud, venant du puits de la Reine, a atteint, à la longueur de 135 mètres, la couche n° 16, de 1^m,08 de puissance. Dans cette couche, on a exécuté un chassage Est de 113 mètres et un chassage Ouest de 424 mètres de développement.

Dans le chassage Est, à 50 mètres du nouveau, on a creusé un montage de 30 mètres, au sommet duquel ont été entrepris deux chassages, l'un vers l'Est, sur 215 mètres et l'autre, vers l'Ouest, sur 265 mètres.

Du côté Est, une taille de 30 mètres a été préparée entre les deux voies, taille dont le pied est à 225 mètres du puits n° 2.

D'autre part, la couche 16 a été mise en communication avec le retour d'air général, laquelle galerie a, actuellement, une longueur de 250 mètres. L'extrémité Nord de ce retour d'air général se heurte à la faille déjà recoupée par le nouveau Nord. On est occupé à percer cette faille en faisant suivre le creusement du revêtement définitif; ce revêtement est fait sur 15^m,75 de longueur; il est en claveaux de béton fretté de 0^m,40 d'épaisseur.

La section libre est de 3 mètres de longueur sur 3^m,25 de hauteur, la voûte étant en plein cintre.

Dans la partie Sud, le revêtement définitif est posé sur une longueur de 71^m,25.

Étage de 700 mètres. — Les deux nouveaux Nord, dont le premier se trouve dans l'axe du puits de la Reine et le deuxième parallèle au premier, à 30 mètres à l'Ouest de celui-ci, ont été poursuivis d'une façon continue et ont atteint, au 31 décembre 1922, respectivement 428 mètres et 499 mètres de longueur.

Les deux nouveaux sont reliés entre eux par deux recoupes établies la première à 195 mètres et la deuxième à 338 mètres du puits, cette dernière dans une veinette de charbon de 0^m,40.

Dans le premier nouveau Nord, au passage de la faille, on procède au recarrage à section définitive et à la confection du revêtement en claveaux; 24 mètres sont terminés.

Le nouveau Sud a atteint la longueur de 155^m,50 et est arrêté provisoirement; il communique avec le deuxième nouveau Nord par un nouveau oblique partant à 50 mètres au Midi du puits.

Le creusement des galeries en veine a permis d'extraire un tonnage de charbon de 7.690 tonnes.

D. — Installations de surface.

Extraction. — On a terminé les cloisements en maçonnerie des passerelles autour du puits de la Reine. Le raillage et l'appareillage de décaement et d'encagement des wagonnets ont été posés au niveau de 11 mètres.

Bains-douches. — On a édifié au Sud-Est des puits un bâtiment permettant l'installation de 140 douches et 1.200 armoires-vestiaires avec baignoires pour ingénieurs et douches pour porions.

Exploitation du gravier. — Toute la production a été utilisée pour la fabrication de 980 mètres cubes de claveaux en béton armé.

Installations mécaniques. — On procède, à l'étage de 600 mètres, au montage de la partie mécanique du ventilateur qui assurera l'aéragé général de la mine.

Dans le puits de la Reine ont été placés trois câbles pour le transport de l'énergie électrique aux étages de 600 et 700 mètres. L'éclairage électrique fonctionne à ces deux niveaux. Dans le même puits, on est occupé à l'installation de la signalisation électrique et du câble à conducteurs multiples pour le fonctionnement de cette installation.

Centrale électrique. — Le turbo-alternateur de 6.000 kw. a été mis en service le 11 octobre 1922. On procède actuellement au raccordement définitif de l'alternateur aux barres de distribution du tableau à haute tension.

Depuis sa mise en marche ce turbo-alternateur assure la fourniture de toute l'énergie électrique nécessaire.

Chaudières. — On transforme le massif des deux générateurs 1 et 2 en vue du chauffage au charbon pulvérisé.

Air comprimé — On a monté et mis en service un nouveau compresseur d'air Ingersoll Rand d'un débit de 28 mètres cubes.

Extraction. — On a installé un trainage mécanique pour le retour des wagonnets vides à la recette de 11 mètres. On a terminé le montage de l'élévateur électrique qui amènera les matériaux sur les passerelles.

E. — Cité ouvrière.

Les trente-deux maisons nouvelles de l'ancienne cité ont été achevées. Celles de la nouvelle, au nombre de quarante-quatre, ont vu terminer leur gros œuvre.

D. — Personnel.

Le personnel occupé au 31 décembre aux travaux de ce siège se décompose comme suit :

	Fond	Surface	Total
Société de Limbourg-Meuse	281	339	620
Société Foraky	84	89	173
Total			793

RAPPORTS ADMINISTRATIFS

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. G. NIBELLE

Ingénieur en chef, Directeur du 2^{me} arrondissement des Mines, à Mons.

SUR LES TRAVAUX DU 1^{er} SEMESTRE 1922

Charbonnage de Bray

Installation de la signalisation électrique dans le puits d'extraction

M. l'Ingénieur en chef NIBELLE décrit cette installation dans les termes suivants :

En septembre 1921 le puits d'extraction du charbonnage de Bray, sur lequel fonctionnent deux machines Koepe, a été pourvu, dans chacun des compartiments desservis par celles-ci, d'une installation distincte de signalisation électrique prévue pour six étages, afin de tenir compte de l'approfondissement futur du puits.

Pour le moment, l'installation n'est en usage qu'aux recettes de 325 et 400 mètres.

Cette installation répond à tous les desiderata et, depuis plus d'un an qu'elle fonctionne, elle n'a donné lieu à aucun inconvénient.

La direction du charbonnage s'en déclare très satisfaite et constate, en même temps qu'une grande sûreté dans la transmission des signaux, une accélération considérable des manœuvres.

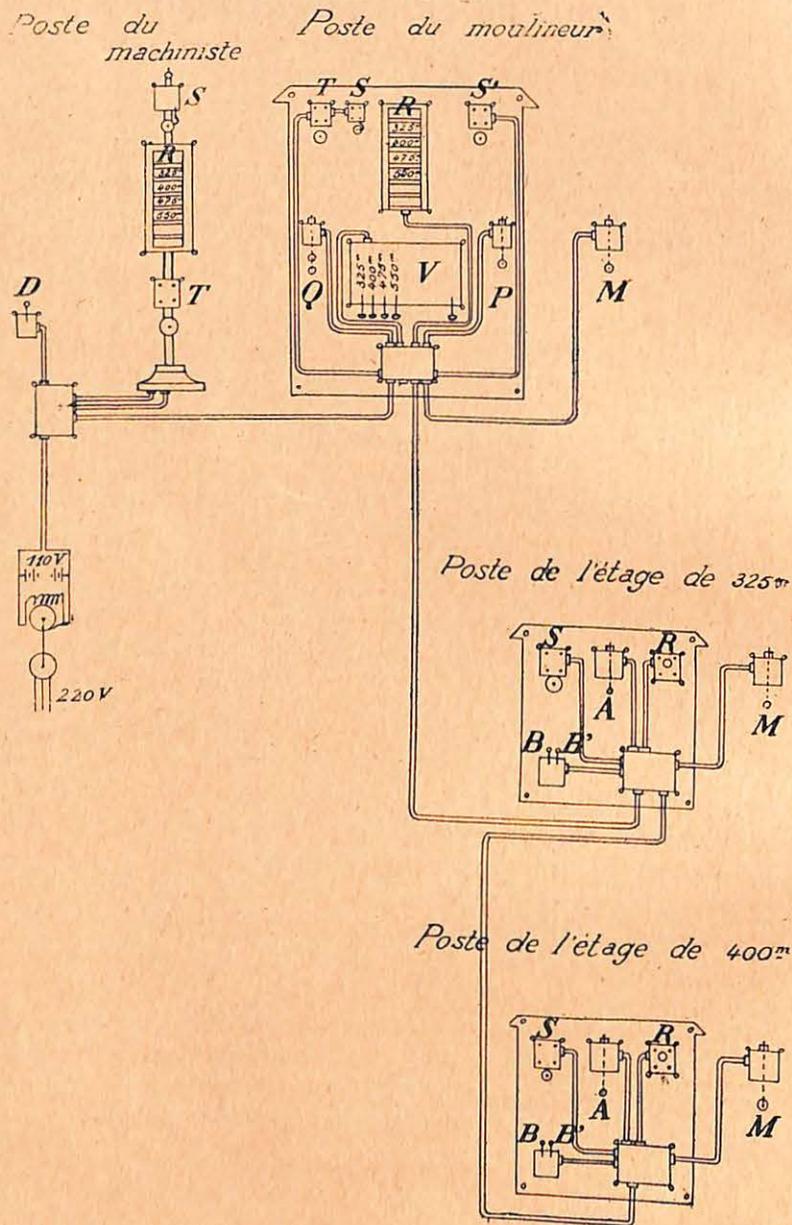
L'installation est figurée schématiquement à la planche ci-après.

Les signaux sont transmis des recettes souterraines aux moulineurs de la surface et sont répétés ensuite par ceux-ci aux machinistes d'extraction.

De même que les moulineurs, ces machinistes ont près d'eux une trembleuse T, un timbre à un coup S et un tableau lumineux. Ce dernier porte un voyant rouge R et des voyants blancs où sont inscrites respectivement les profondeurs des recettes souterraines.

A chacune de celles-ci sont installées :

- une sonnerie à un coup S;
- un bouton A;



deux boutons dits de blocage B et B¹ ;
 une lampe rouge R ;
 une manette de signalisation M.

Pour transmettre un signal du fond à la surface, le taqueur de la recette souterraine appuie tout d'abord sur le bouton de blocage B.

Ce geste met les taqueurs des autres recettes dans l'impossibilité de faire fonctionner la signalisation parce qu'il déconnecte leurs circuits respectifs; en outre il déclenche à la surface les trembleuses T du moulineur et du machiniste et éclaire sur leurs tableaux lumineux le voyant correspondant à la recette signalisante.

Par ces moyens l'attention du moulineur et celle du machiniste sont attirées sur l'intention de cette recette de transmettre un signal.

Supposons maintenant que ce signal soit celui de la remonte d'une cage.

Le taqueur tire sur sa manette de signalisation M et fait sonner autant de fois que convenu le timbre S du moulineur et son propre timbre S, ce qui lui révèle le bon fonctionnement de la ligne; il appuie ensuite sur le bouton B¹ ce qui éteint la case lumineuse près du moulineur et du machiniste et avertit ces deux agents de ce que la cage est prête à partir de la recette signalisante.

Il reste au moulineur de la surface à prévenir le machiniste lorsqu'il veut mettre la machine en mouvement; à cet effet, après avoir terminé le chargement de la cage à la surface, le moulineur tire sa manette M et fait tinter près du machiniste la sonnerie à un coup S en même temps que son propre timbre S¹.

Le machiniste effectue alors la cordée demandée.

Dans le cas où il s'agit de demander, non plus la remonte d'une cage de produits, mais la remonte d'ouvriers, le taqueur de la recette souterraine, au lieu d'appuyer sur le bouton B, appuie sur le bouton A, ce qui a pour effet d'allumer les voyants rouges R des tableaux du moulineur et du machiniste; en outre une lampe rouge s'allume aussi à toutes les recettes souterraines. Il doit ensuite opérer comme pour une translation de produits c'est-à-dire appuyer sur le bouton B et transmettre au moulineur au moyen de la manette M le nombre de coups de timbre prescrit par le code convenu. Il lui est possible de débloquer son étage lui-même, comme dans les autres cas, au moyen du bouton B¹ mais il n'a pas le moyen d'éteindre les lampes rouges.

Cette extinction n'est faite qu'après l'arrivée de la cage au jour, par le moulineur, au moyen du bouton P.

Réciproquement le moulineur peut au moyen de la manette Q faire sonner autant de fois qu'il le veut le timbre S de la recette souterraine qui a bloqué. Son propre timbre S sonne en même temps et lui révèle le bon fonctionnement de la ligne.

Si aucune recette n'a bloqué et si le moulineur veut cependant actionner le timbre de l'une d'elles, il doit préalablement appuyer sur le bouton de la boîte à relais V, portant l'indication de cette recette.

Un bouton « au pied » D permet au machiniste de débloquent en cas de nécessité pour permettre au moulineur de correspondre avec une autre recette que celle qui a bloqué. Toutefois, ce déblocage est sans action sur le circuit d'allumage des lampes rouges, celles-ci ne pouvant être éteintes que par le moulineur de la surface.

En fin il est à noter que tant qu'une recette bloque les autres, ces dernières ne sont à même que de faire tinter les trembleuses T du moulineur et du machiniste; ces agents savent alors qu'une autre recette que celle qui les occupe est désireuse de signaler mais ils ignorent sa désignation jusqu'à ce que le déblocage ait été fait.

L'installation comporte une source de courant unique avec deux câblages distincts pour les deux compartiments du puits desservis chacun par une machine d'extraction comme nous l'avons dit.

Cette source comprend un moteur à courant triphasé (228 volts) entraînant une dynamo à courant continu (110 volts) capable de charger une batterie d'accumulateur de 30 ampères.

Le schéma des câblages a été publié dans le Bulletin mensuel n° 86 (février 1914) des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi, qui ont monté cette belle installation.

Celle-ci est complétée par des téléphones haut-parleurs établis tant à la surface qu'aux diverses recettes.

La dépense totale, pour ce puits à double équipement, n'a pas dépassé 70.000 francs.

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. H. GHYSEN

Ingénieur en Chef-Directeur du 4^{me} arrondissement des Mines, à Charleroi.

SUR LES TRAVAUX DU 2^e SEMESTRE 1921

Société anonyme des Forges de la Providence.

Usine de Marchienne — Nouvelle aciérie.

M. l'Ingénieur principal LEGRAND donne de cette aciérie, la description succincte ci-après :

Les installations des Usines de la Providence à Marchienne furent presque complètement démolies par les Allemands.

Après la conclusion de l'armistice, la reconstruction en fut entreprise d'une manière très active.

L'Acierie actuellement réédifiée, a été conçue en vue d'une production de 1.200 à 1.500 tonnes par 24 heures en lingots de 4 tonnes.

En plan, elle présente la disposition figurée sur la planche ci-annexée à l'échelle de 1/500.

L'Acierie comprend :

- 1/ Un mélangeur de 500 tonnes, non chauffé, de réserve et un mélangeur de 1000 tonnes, non chauffé également ;
- 2/4 Convertisseurs de 24 tonnes ;
- 3/2 Cubilots de 4 tonnes, à Spiegel ;
- 4/ Un four à ferro-manganèse ;
- 5/2 Cubilots de 10 tonnes, à fonte ;
- 6/ Un hall de coulée ;
- 7/ Un hall des pits ;
- 8/2 Ponts roulants de 50 tonnes avec treuil auxiliaire de culbutage ;
- 9/2 Ponts roulants à bec de 10 tonnes ;
- 10/ Un pont strippeur de 10 tonnes ;
- 11/ Une grue-locomotive électrique, pivotante, avec levée par pistons hydrauliques ;

12/2 Compresseurs d'air, dont un de réserve, commandés par moteur à gaz et débitant 1.200 mètres cubes à la minute à la pression de 2 1/2 atmosphères.

Les manœuvres s'effectuent de la façon suivante : La poche de fonte de 28 tonnes venant des hauts fourneaux, après avoir été pesée, est soulevée par un des ponts roulants de 50 tonnes et son contenu est déversé, à l'aide du treuil auxiliaire de culbutage, dans le mélangeur. De celui-ci l'un des ponts reprend ensuite la fonte pour l'amener dans l'un des convertisseurs.

L'addition de chaux se fait à l'aide d'un des ponts-roulants à bec pivotant qui prend les cuves à chaux dans un bassin situé en face des convertisseurs et protège par paravent ; les mêmes ponts servent à faire les additions de ferro-manganèse et de mitrailles ainsi qu'à desservir les cubilots à Spiegel ; ils peuvent éventuellement aider au démoulage.

Le décrassage se fait, à l'arrière des convertisseurs, dans des cuves portées sur trucs.

L'acier est déversé dans une poche portée par la grue-locomotive qui, se déplaçant (voir coupe) suivant l'axe du bassin de coulée double, y coule 6 lingots de 4 tonnes puis va déverser la scorie restante dans des bacs.

Pour le démoulage un pont-strippeur enlève la lingotière et abandonne le lingot posé verticalement sur la grille d'une tranchée à circulation d'air. Un pont à bec pivotant reprend ensuite le lingot qu'il dépose debout sur une bascule-fauteuil où, après pesage, il est enlevé par la tenaille du pont du hall des pits et enfourné dans ceux-ci.

Il est à noter que les différents ponts-roulants desservant l'Acierie se déplacent suivant un chemin de roulement unique.

Chacune des trois équipes se compose de 77 ouvriers.

L'étude de cette installation a été faite par M. Louis Jacques, Chef de service, lequel, dans plusieurs fascicules, a émis des considérations détaillées sur les installations d'Acieries et de gros Laminoirs.

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. L. DELRUELLE

Ingénieur en Chef-Directeur du 7^e arrondissement, à Liège.

SUR LES TRAVAUX DU PREMIER SEMESTRE 1922.

Charbonnage du Horloz, Siège Braconier, Puits « Bonnet ».

Utilisation de la mousse pour rendre étanche
un ancien serrement.

M. l'Ingénieur Guérin me communique, à ce sujet, les renseignements suivants :

Le puits Bonnet, d'une profondeur de 100 mètres, contient une pompe à maîtresse-tige.

A la cote de 95 mètres, de ce puits, part une galerie de 47 mètres de longueur, à l'extrémité de laquelle un serrement en bois a été édifié en 1886. Ce serrement, de 2 mètres de largeur et 1^m,80 de hauteur, est traversé par une colonne en fonte de 15 centimètres de diamètre, qui déverse les eaux dans le bougnou du puits, contenant le corps de pompe.

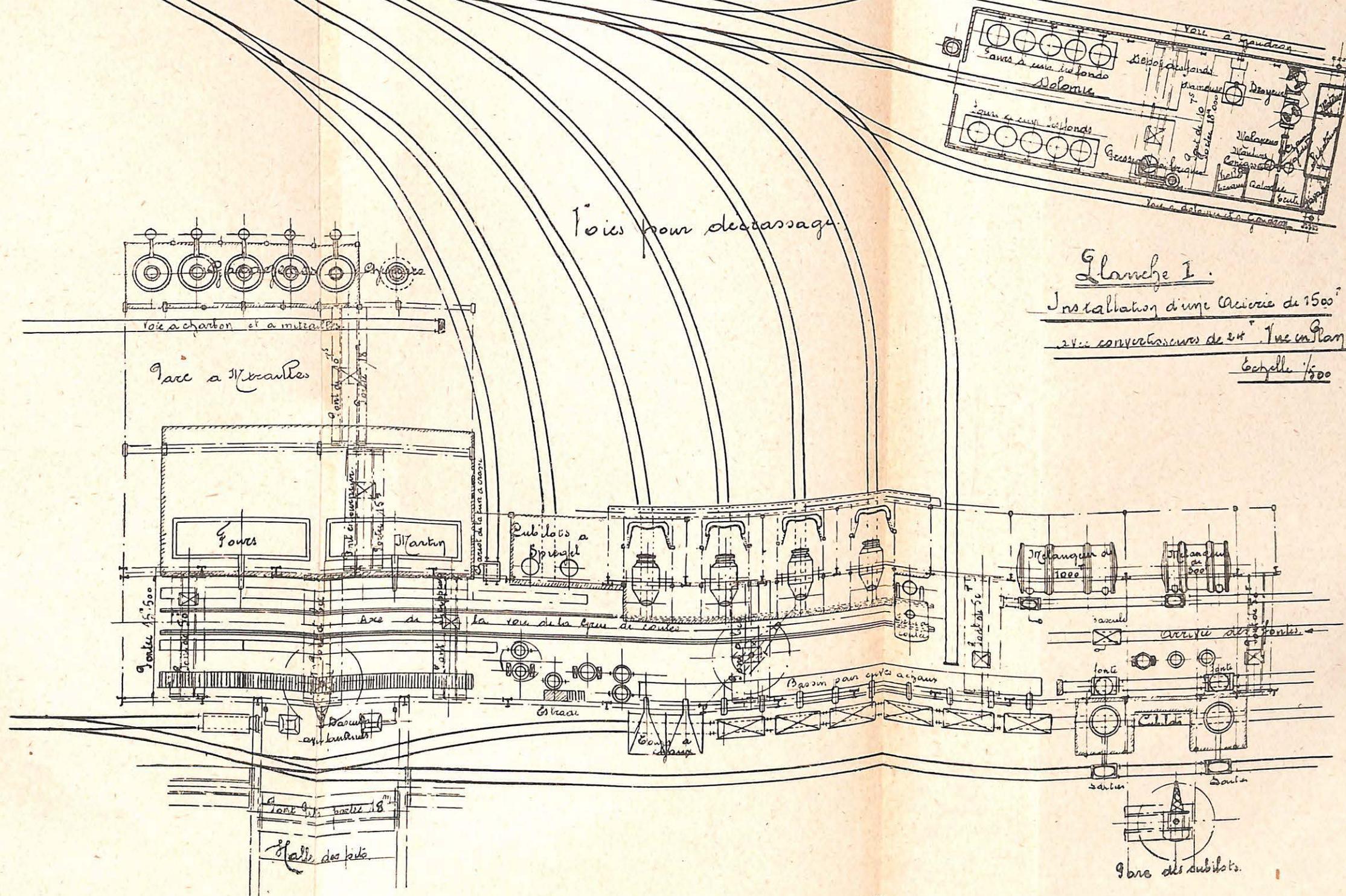
Ce serrement ayant cessé d'être étanche, on tenta, en 1914, d'empêcher l'écoulement des eaux en accolant, contre le serrement en bois, un bouchon en béton de 2^m,70 d'épaisseur et en construisant, contre celui-ci, un radier de 1^m,30.

Le résultat ne fut pas satisfaisant.

En 1920 le problème fut repris, car l'abondance des eaux perdues par le serrement créait de grands inconvénients pour l'entretien et les réparations de la pompe.

Ce fut alors qu'on effectua les travaux suivants :

1^o On établit à 0^m,50 du premier bouchon un second bouchon de béton d'une épaisseur de 1^m,25, en prenant la précaution d'entailler les parois sur 0^m,30 de profondeur. Le vide, entre les deux bouchons, fut rempli de briquillons. Dans ce second bouchon on noya



Voies pour dessilage

Gare à 11 mètres

Foyer

Cylindre à vapeur

Bassin pour épurer l'eau

Lance I.

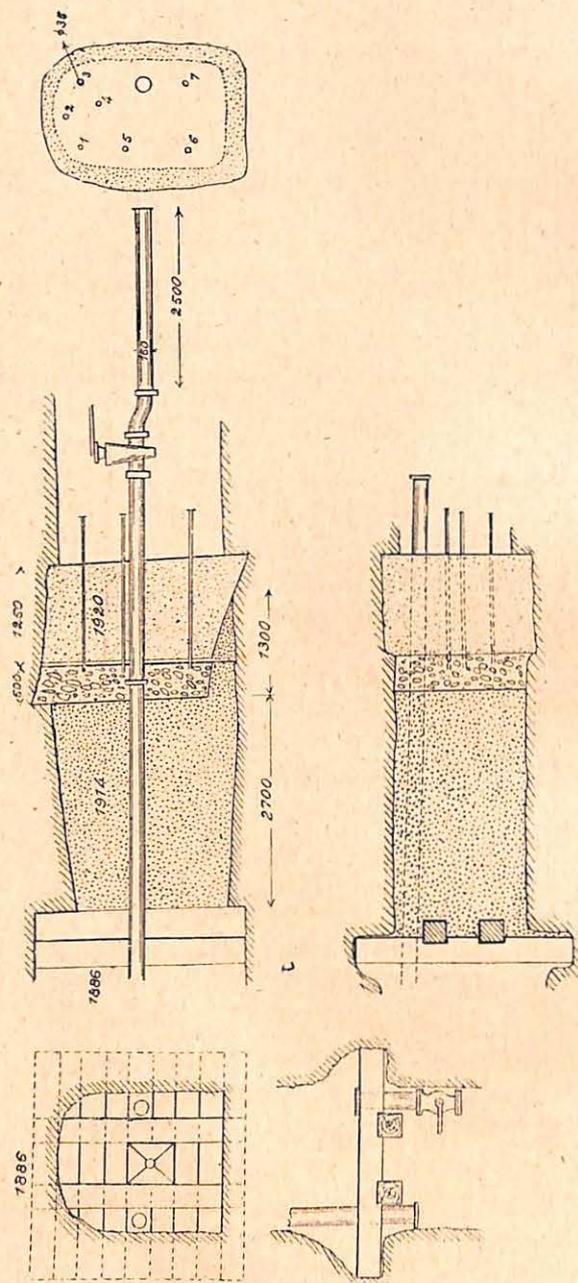
Installation d'une Calorie de 1500'

avec convertisseurs de 24" T. en 1/2"

échelle 1/500

Gare des subits

Gare des subits



sept tuyaux en fer de 35 millimètres de diamètre, dont l'extrémité perdue aboutissait dans l'intervalle compris entre les deux bouchons et dont l'autre extrémité fut munie d'un robinet ;

2° On procéda ensuite à une injection de ciment, par l'intermédiaire d'une colonne de 35 millimètres de diamètre venant de la surface et aboutissant à l'un des robinets du serrement. Dès la première injection, on constata des fuites assez abondantes du lait de ciment par les cassures du toit, au contact de la voûte. Ces cassures furent énergiquement calfatées au bois et à la mousse ; néanmoins, elles continuèrent à laisser s'écouler des eaux ;

3° C'est alors que le directeur des travaux, M. Massart, eut l'idée de remplacer le ciment par de la mousse finement divisée. On fit pénétrer de la sorte et par simple entrainement par l'eau, trois petites mannes, soit 40 décimètres cubes de mousse, par l'ensemble des sept tuyaux du serrement jusqu'à refus, et on termina par une injection de ciment à prise rapide. L'opération a parfaitement réussi.

Le procédé très simple et très efficace consiste, en somme, en un calfatage, par l'intérieur, à l'aide de mousse finement divisée.

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. M. DELBROUCK

Ingénieur en chef, Directeur du 9^{me} arrondissement des Mines, à Liège

SUR LES TRAVAUX DU 2^e SEMESTRE 1922

Charbonnage de Wérister, à Romsée

Installation de bains-douches

M. l'Ingénieur BURGEON me communique, au sujet de cette installation, la note suivante :

La direction des Charbonnages de Wérister a conçu et fait réaliser une importante installation de bains-douches avec vestiaire à armoires ; cette installation entièrement exécutée par la Compagnie générale d'Hygiène, à Bruxelles, peut être regardée comme un modèle de genre.

Etablie au siège Wérister pour un personnel masculin d'environ 1000 personnes, cette installation comprend 132 cabines de douches pour ouvriers. Ces cabines, de 1^m,05 × 1^m,30 de section et 1^m,90 de hauteur, sont construites en briques émaillées avec pièces spéciales en arrondis, de manière à éviter tous les angles ; elles sont munies de portes à deux panneaux en tôle emboutie.

Le vestiaire compte 994 armoires ; il occupe (voir plan et coupe ci-après) le centre de la construction et comporte deux halls à double toit vitré, de 38 mètres de longueur et 8 mètres de largeur, séparés par un couloir de 2^m,40.

Les armoires y sont disposées par files, laissant entre elles de larges espaces pour la circulation ; elles sont adossées deux à deux au centre des halls et placées en simples files des deux côtés du couloir central et le long des cloisons séparatives des salles de douches. Elles ont 1^m,60 de hauteur et une section de 0^m,30 × 0^m,30.

Huit baies de 1^m,50 de largeur, quatre de chaque côté, mettent le vestiaire en communication avec les salles de douches.

Les huit cabines de surveillants et les six cabines des ingénieurs sont situées tout à l'extrémité du vestiaire et en sont entièrement séparées. Les cabines des surveillants mesurent 1^m,05 × 2 mètres de section et 1^m,90 de hauteur ; les cabines des ingénieurs ont 1^m,40 de largeur et 2^m,25 de longueur.

La ventilation des locaux est assurée par 37 mitres disposées dans la toiture.

Des robinets de prise d'eau auxquels s'adaptent des tuyaux munis de lance, existent dans tous les locaux de manière à permettre un nettoyage complet et rapide.

Les eaux usagées sont évacuées par l'intermédiaire de nombreuses bouches avec siphons vers la canalisation souterraine de drainage.

Cette installation présente quelques particularités intéressantes.

1^o Salle de décrottage.

Afin de maintenir au vestiaire un maximum de propreté, le hall d'entrée sert en même temps de salle de décrottage. Les ouvriers, soit qu'ils viennent du dehors, soit qu'ils remontent de la mine, avant de pénétrer dans le vestiaire, doivent décrotter leurs chaussures.

A cet effet, ils trouvent dans le hall d'entrée des caisses en bois de forme trapézoïdale, dont les bords sont garnis de cornières métalliques à angles aigus servant de décrotoirs. Ces caisses enfermées dans des auges de même forme, sont mobiles et pourvues à leur partie médiane d'une poignée permettant de les enlever et de les transporter aisément.

Des brosses métalliques sont en outre attachées à chaque caisse.

2^o Chauffage et ventilation.

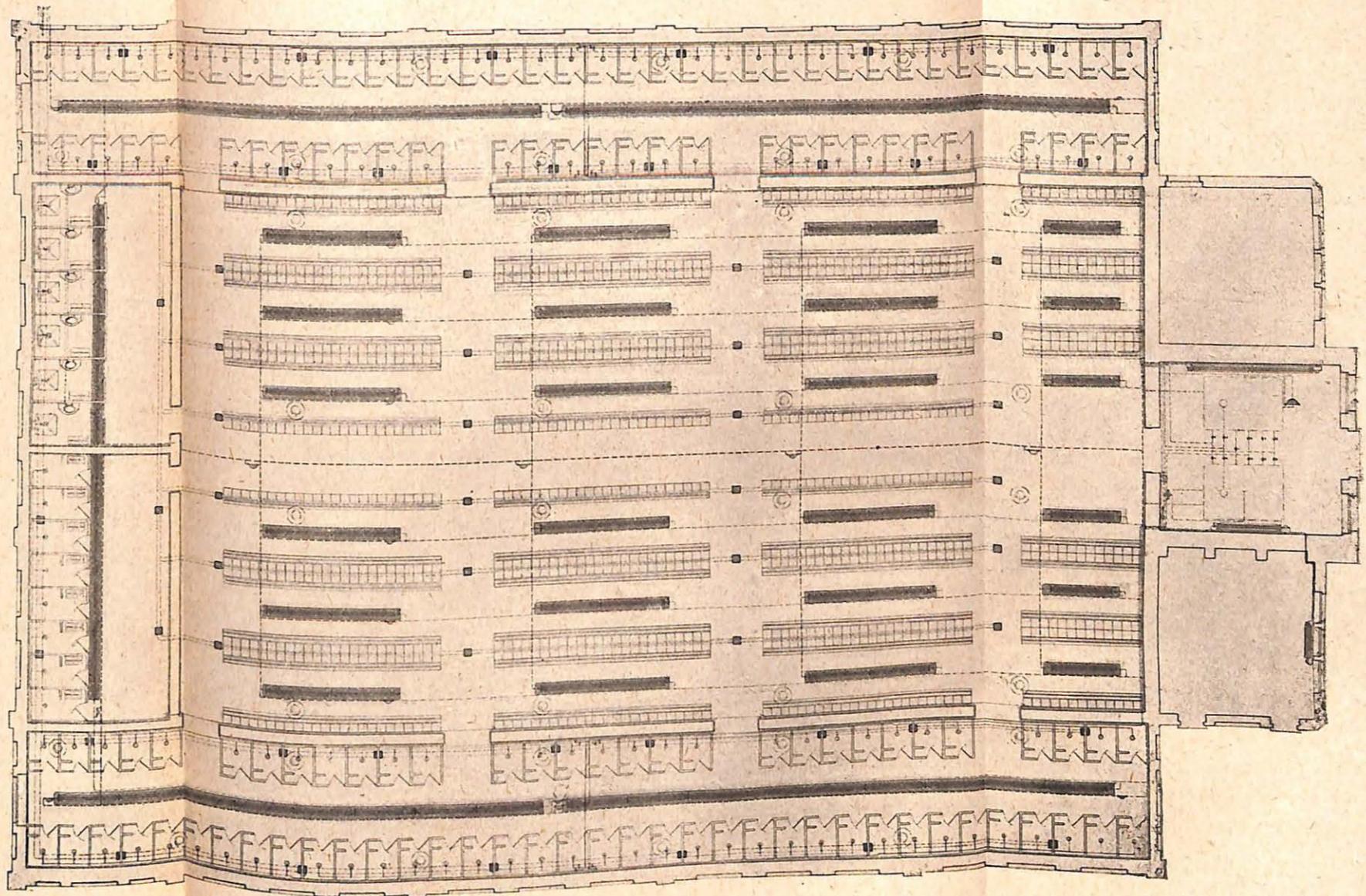
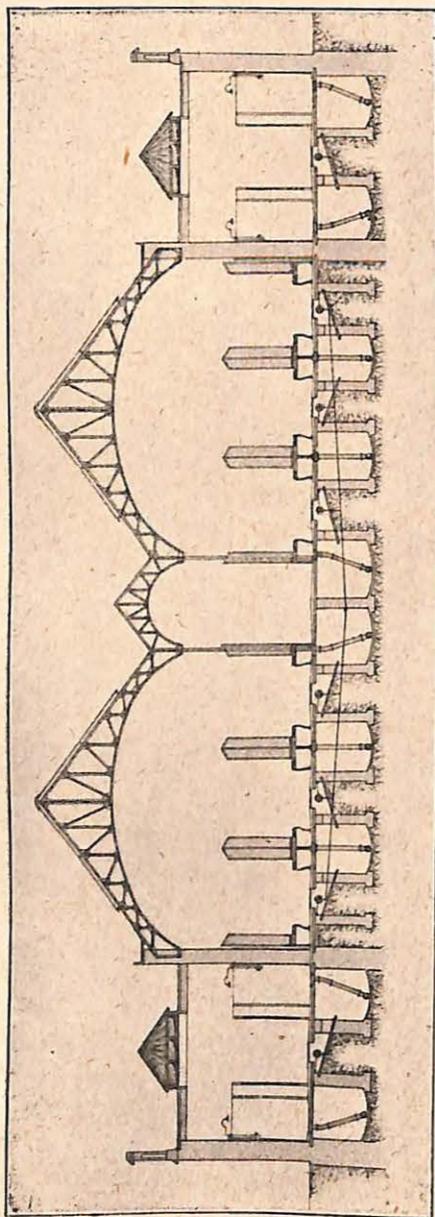
Les salles de vestiaire et de douches sont d'habitude chauffées à l'aide de tuyaux à ailettes ou de tuyaux lisses disposés le long des parois, soit à la partie inférieure, soit à la partie supérieure des locaux à chauffer.

La Direction des Charbonnages de Wérister a écarté ce système et adopté le chauffage à air chaud.

A cette fin, on a disposé dans le sol huit caniveaux recouverts partiellement de grillages ajourés. L'air pur du dehors, pris dans une gaine spéciale longeant la façade principale, est échauffé par son passage sur des batteries de tuyaux à ailettes établies dans ces caniveaux, sur toute la longueur des locaux à chauffer.

Ces caniveaux ont leur radier incliné de manière à permettre aux eaux de nettoyage qui traversent les grilles de s'évacuer dans les conduites de drainage.

Le chauffage a été calculé de manière à obtenir, par une température extérieure de — 10° centigrades, une température de 20° dans les salles de bains et le vestiaire, et de 18° dans la salle de décrottage et les annexes.



La vapeur vive à 14 kilogrammes, fournie par les chaudières du charbonnage, est ramenée à la pression de 2 kilg. par l'interposition d'un détendeur spécialement construit pour la vapeur surchauffée. Ce détendeur est muni d'une soupape d'arrêt, d'un manomètre avec siphon et robinet de contrôle, d'une soupape de sûreté et d'un appareil d'alarme.

La vapeur détendue est distribuée aux batteries de tuyaux à ailettes, dont il a été question ci-dessus. Chacune de ces batteries est pourvue d'une soupape d'arrêt et d'un purgeur automatique.

Toutes les eaux condensées sont ramenées en un même point à l'extrémité du bâtiment, et évacuées par les conduites de drainage. Quant à la tuyauterie, elle a été calculée de manière à obtenir une pression de 1 kilogramme au moins dans le corps de chauffe le plus éloigné de la source de vapeur.

L'air chaud pénètre dans le vestiaire et les salles de douches par différence de densité et est évacué par les mitres disposées dans les toitures.

3° Préparation d'eau chaude.

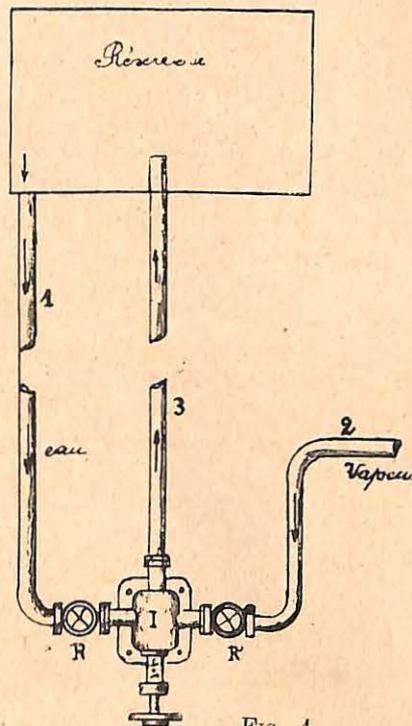


FIG. 1.

Dans une installation aussi importante, on doit, à chaque instant, disposer d'une grande quantité d'eau à la température requise.

Deux systèmes ont été employés : dans le premier, l'eau est amenée à la température voulue par un injecteur de vapeur ; dans le second, le résultat est atteint à l'aide d'un thermo-régulateur.

Dans chacun d'eux, on dispose d'un réservoir de 9 mètres cubes environ.

Dans le premier système (figure 1), la conduite 1 amène l'eau du réservoir à l'injecteur I ; la conduite 2 y amène la vapeur et la conduite 3 ramène au réservoir l'eau mélangée de vapeur.

Un thermomètre, disposé sur la conduite 1 indique la température de l'eau du réservoir.

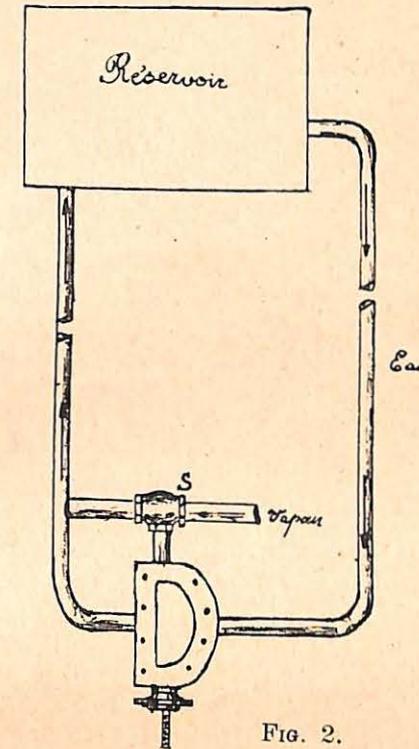


FIG. 2.

réserveur une température de 40°.

4° Cabines d'ingénieurs.

Les cabines d'ingénieurs se distinguent d'ordinaire des cabines des ouvriers par l'adjonction d'une baignoire. C'est un mode d'ablution très imparfait pour les personnes que leur séjour dans les travaux souterrains a fortement salies.

A Wérister, on a remplacé la baignoire par un véritable tub en faïence, de forme rectangulaire, muni d'une évacuation spéciale et dont le centre coïncide avec l'axe de la pomme douche. L'occupant de la cabine dispose d'un mélangeur qui lui permet à volonté une douche froide, tiède ou chaude. Il a en plus, pour commencer et compléter sa toilette, un lavabo à eau chaude ou froide, surmonté d'une glace insérée dans le mur.

En R et R' se trouvent des robinets permettant de régler les arrivées d'eau et de vapeur. Le préposé s'arrange de façon à maintenir une température d'environ 38° à l'orifice de la pomme de la douche.

Dans le second système, un appareil régulateur de température (figure 2) reçoit dans un tube dilatable l'eau venant du réservoir. Ce tube est mis, d'autre part, en communication, par l'intermédiaire d'une soupape, avec la conduite d'amenée de vapeur, qu'elle ouvre plus ou moins, suivant la température de l'eau qui y circule.

Cet appareil, basé sur le même principe que les purgeurs automatiques, est réglé de façon à maintenir dans le

CHRONIQUE

District du Sud-Est de la Société de l'Industrie Minérale

Commission des dégagements instantanés

Exposé général.

Résumé des faits et observations et Principes à consulter
pour l'exploitation des mines à dégagements instantanés

Extrait du n° 49 (1^{er} janvier 1923) de la « REVUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE »

RÉSUMÉ

Les dégagements instantanés de grisou ou d'acide carbonique sont particulièrement violents dans le bassin du Gard. Une Commission, formée dès 1913 par le district du Sud-Est de la Société de l'Industrie minière, a été chargée de les étudier et de rechercher, d'après les observations faites à l'étranger comme en France, les moyens les plus efficaces d'en prévenir le danger. Le rapport qu'elle publie aujourd'hui, précédé d'un exposé de son président, résume les caractères généraux du phénomène, examine le rôle respectif que peuvent y jouer les pressions de terrains et l'aptitude des couches aux dégagements, et établit, sous forme de principes à consulter, les règles à suivre, soit en reconnaissance et en traçage, soit en défilage, pour l'exploitation des mines qui y sont sujettes.

I. — Exposé général

par M. LOIRET

Ingénieur en chef des mines, président de la Commission

Des divers dangers auxquels est exposée l'exploitation des mines, celui des dégagements instantanés de grisou ou d'acide carbonique est jusqu'ici l'un des moins bien connus ; il tend cependant à prendre, au moins dans certains bassins, une importance de plus en plus grande dans les préoccupations des ingénieurs. Le nom donné toutefois lui convient mal et ne rend compte qu'imparfaitement de ce

qu'est ce phénomène complexe, caractérisé, non seulement par une soudaine émission de gaz, mais par la brusque projection d'un tonnage plus ou moins considérable de charbon ou de rocher.

Les premiers dégagements remontent à une époque déjà lointaine. On se souvient de la catastrophe du puits de l'Agrappe, à Frameries, où, le 17 avril 1879, le grisou dégagé était venu s'allumer à la sortie de la mine, déterminant une explosion qui avait fait cent vingt et une victimes. Beaucoup d'autres dégagements instantanés, aux conséquences moins graves, ont eu lieu en Belgique. D'autres se sont produits en France dans divers bassins du Plateau Central, notamment à Brassac et à Singles, et dans quelques autres bassins à l'étranger; l'un d'eux, à la mine Morrissey, de la Colombie britannique, a projeté un tonnage de 3.500 tonnes comparable aux tonnages des plus forts dégagements connus. Toutefois ces phénomènes n'atteignent pas à beaucoup près, ni en fréquence, ni surtout en violence, abstraction faite du cas particulier de Morrissey, les dégagements instantanés du Gard.

Le bassin houiller du Gard (1), situé sur la bordure sud du Plateau Central, appartient à une région particulièrement mouvementée. Divisée en deux parties par le promontoire de micascistes du Rouvergue, il comprend, à l'ouest, la zone de Grand'Combe, que les récentes études géologiques de MM. Ternier et Friedel supposent en place, et à l'est celle de Bessèges, comportant au-dessus d'un substratum formé lui aussi de houiller, plusieurs lames de charriage venues du sud-est. La poussée correspondante, qui s'est fait sentir aussi bien sur les terrains de recouvrement que sur le houiller lui-même, amène le crétacé ou le jurassique en contact anormal avec ce dernier du côté de l'extrémité sud-est du bassin, le long de la faille des Cévennes.

C'est au voisinage de ce contact qu'ont eu lieu les plus violents dégagements instantanés, presque tous d'acide carbonique, dont les mines de Rochebelle et du Nord d'Alais ont été le théâtre. D'autres dégagements, d'acide carbonique également, se sont produits à Tréllys, dans la région où le houiller transporté est venu buter contre les micascistes du Rouvergue. Les dégagements instantanés de grisou du même bassin presque tous compris dans la région de Bessèges (mines de Bessèges, Molières, Gagnières et Tréllys), c'est-à-

(1) Une carte renseignant les zones à dégagements instantanés du bassin du Gard, accompagne le mémoire publié dans la *Revue de l'Industrie Minière*.

dire dans la zone charriée ou immédiatement au-dessous; quelques-uns cependant sont à signaler à la Grand'Combe, un peu au-delà de la faille de Malpertus qui limite l'avance de la zone de recouvrement vers le nord.

Le premier dégagement du Gard est survenu à Fontanes le 1^{er} avril 1879; depuis lors, comme l'indique le tableau ci-après, plus de 1.600 dégagements instantanés, dont 1.100 environ d'acide carbonique et 500 de grisou, se sont produits (1) et ont projeté environ 11.000 tonnes au total pour les dégagements de grisou et plus de 250.000 tonnes pour ceux d'acide carbonique.

Le plus fort dégagement de grisou, d'après le tonnage projeté, a été celui du 6 octobre 1909 à Molières (275 tonnes); on n'en compte aucun autre ayant projeté plus de 200 tonnes. La violence des dégagements instantanés d'acide carbonique est beaucoup plus considérable: comme l'indique le tableau suivant, sur les 1.107 qui ont été relevés depuis l'origine, 361 ont projeté plus de 200 tonnes, dont 240 de 200 à 500 tonnes, 89 de 500 à 1.000 tonnes, 32 de plus de 1.000 tonnes, parmi ces derniers, trois sont compris entre 2.000 et 3.000 tonnes et trois autres ont projeté plus de 3.000 tonnes chacun. Le développement des travaux de recherches à la division de Fontanes des mines de Rochebelle a ces dernières années considérablement accru le nombre et l'importance des dégagements du Gard; malgré l'extension des travaux de Fontanes (34 kilomètres de galeries actuellement ouvertes), l'acide est plus d'une fois sorti par le puits, envissant le carreau de la mine.

(1) Ce nombre, qui se rapporte aux dégagements instantanés mentionnés sur les registres de chaque mine, ne peut donner qu'une indication générale. Entre le dégagement instantané nettement caractérisé survenu sur le tir d'une volée de coups de mine et l'effet normal de ce tir, il y a place, en effet, pour tous les intermédiaires, et il n'est pas toujours facile de dire après coup s'il y a eu ou non dégagement. Le classement, sauf dans les cas, très rares dans le Gard, de dégagements survenus pendant le poste, ne peut guère se faire que d'après le tonnage abattu, tonnage qui varie lui-même avec la charge d'explosifs employée et la consistance des terrains; le même phénomène peut donc avoir été classé, suivant l'appréciation des divers exploitants, comme dégagement instantané ou comme tir normal; les mines sujettes à de violents dégagements, comme le Nord d'Alais et Rochebelle, désignent même actuellement, sous le simple nom de « forts tirs » et ne comprennent pas dans la liste générale les dégagements instantanés n'ayant pas projeté plus de 25 tonnes, alors que les mines sujettes à de faibles dégagements tiennent compte du moindre incident et font figurer sur leurs relevés des projections de quelques tonnes seulement. Si l'on éliminait de la liste donnée pour le grisou les 204 dégagements de moins de 10 tonnes qui y ont été portés, il ne resterait plus que 296 dégagements instantanés de grisou, alors que l'addition des « forts tirs » aux relevés de Rochebelle et du Nord d'Alais pourrait augmenter notablement, au moins ces dernières années, le nombre des dégagements de CO².

I. — DÉGAGEMENTS INSTANTANÉS D'ACIDE CARBONIQUE

	ROCHEBELLE		Nord d'Alais	Trélys	Totaux	Moyenne annuelle
	Division de Rochebelle	Division de Fontanes				
Avant 1900 :						
Nombre	1	22	»	»	23	1
Tonnage projeté t.	?	1.214	»	»	1.214	58
De 1900 à 1909 :						
Nombre	87	306	54	4	451	45
Tonnage projeté t.	8.628	34.345	20.319	463	63.755	6.375
De 1910 à 1919 :						
Nombre	123	234	131	35	523	52
Tonnage projeté t.	23.174	69.860	50.526	6.193	145.753	14.575
En 1920 et 1921 (deux ans) :						
Nombre	25	73	6	6	110	55
Tonnage projeté t.	3.580	32.160	3.862	197	39.799	19.900
Ensemble :						
Nombre	236	635	191	45	1.107	»
Tonnage projeté t.	35.382	137.579	74.707	2.853	250.521	»

II. — DÉGAGEMENTS INSTANTANÉS DE GRISOU

	Grand'Combe	BESSÈGES		Trélys	Gagnières	Totaux	Moyenne annuelle
		Division de Bessèges	Division de Molières				
Avant 1900 :							
Nombre	»	76	»	»	1	77	6
Tonnage projeté t.	»	1.070	»	»	5	1.075	82
De 1900 à 1909 :							
Nombre	1	77	1	»	91	170	17
Tonnage projeté t.	24	1.113	275	»	3.707	5.119	512
De 1910 à 1919 :							
Nombre	17	41	137	8	37	240	24
Tonnage projeté t.	646	675	1.908	93	1.354	4.676	467
En 1920 et 1921 (deux ans) :							
Nombre	3	4	2	»	3	12	6
Tonnage projeté t.	64	180	45	»	38	327	163
Ensemble :							
Nombre	21	198	140	8	132	499	»
Tonnage projeté t.	734	3.038	2.228	93	5.104	11.197	»

Répartition des dégagements du Gard d'après le tonnage projeté (au 1^{er} janvier 1922),

I. — DÉGAGEMENTS INSTANTANÉS D'ACIDE CARBONIQUE.

	ROCHEBELLE		Nord d'Alais	Trélys	Totaux
	Division de Rochebelle	Division de Fontanes			
Nombre de dégagements ayant projeté :					
Moins de 50 tonnes	46	157	8	28	239
de 50 à 200 —	143	269	85	10	507
de 200 à 500 —	37	152	45	6	240
de 500 à 1.000 —	8	40	40	1	89
plus de 1.000 —	2	17	13	»	32
TOTAL	236	635	191	45	1.107

II. — DÉGAGEMENTS INSTANTANÉS DE GRISOU.

	Grand'Combe	BESSÈGES		Trélys	Gagnières	Totaux
		Division de Bessèges	Division de Molières			
Nombre de dégagements ayant projeté :						
Moins de 10 tonnes (1)	2	127	59	4	11	203
— de 10 à 50 tonnes	16	54	78	4	83	235
— de 50 à 200 —	3	17	2	»	38	60
— de 200 tonnes	»	»	1	»	»	1
TOTAUX	21	198	140	8	132	499

Jusqu'à ces tout derniers mois, le plus violent dégagement instantané connu dans le monde entier était celui du 6 juillet 1907, survenu

(1) Ou dont le tonnage n'a pas été retenu.

dans le fonçage du puits n° 1 du Nord d'Alais, à la rencontre de la grande couche; ce dégagement avait projeté environ 4.000 tonnes de déblais, dont 1.500 tonnes au jour, asphyxié trois ouvriers dans les bâtiments de la machine d'extraction, arrêté la circulation sur la route et provoqué des commencements d'asphyxie jusqu'au 1^{er} étage des maisons voisines, dans un rayon de quelques centaines de mètres. Son importance est aujourd'hui dépassée par celle du dégagement qui s'est produit le 11 novembre 1921 à Fontanes, dans un traçage de la couche 1 (couche de 5 à 6 mètres d'épaisseur); l'acide a envahi en peu d'instant toute la mine, s'est répandu au jour, à la fois par le puits de Fontanes et par une galerie d'introduction située à l'autre extrémité des travaux, et a projeté le tonnage formidable de plus de 5.000 tonnes.

Le Gard est donc de tous les bassins houillers du monde celui où le danger des dégagements est le plus grave, et ce phénomène y a pris, depuis quelques années surtout, une ampleur que nul, voilà vingt ans, n'eût certainement osé soupçonner.

Plusieurs de ces dégagements ont entraîné de véritables catastrophes; il faut citer en particulier celui du 2 juin 1896 en couche 1 à Fontanes (vingt-quatre victimes), celui du 8 mars 1900 au puits de l'Arbousset des mines de Tréllys (seize victimes), celui du 24 novembre 1912 au Nord d'Alais (vingt-quatre victimes). L'ensemble des dégagements instantanés du Gard a causé depuis l'origine la mort de cent-vingt-deux ouvriers, dont cent pour les dégagements d'acide carbonique et vingt-deux pour les dégagements de grisou; ceci correspond à une moyenne annuelle de 5,7 tués pour dix mille ouvriers du fond: or, pendant les vingt années qui ont précédé la guerre, les explosions de grisou ou de poussières ont entraîné, dans l'ensemble des mines françaises, une proportion d'accidents mortels de 5,3 (1) par dix mille ouvriers du fond et par an; le danger des dégagements d'acide carbonique est donc du même ordre.

Le tableau ci-dessous montre toutefois que depuis vingt ans, alors que les dégagements du Gard prenaient une extension de plus en plus considérable, la proportion du nombre de ces dégagements ayant provoqué des accidents de personnes devenait de plus en plus faible: de 6 % avant 1900, il est tombé à 1,7 % de 1900 à 1910, et à moins de 1 % depuis lors; le nombre de victimes par dix mille ouvriers et par an, loin de suivre la marche ascendante que la violence des dégagements actuels eût pu faire craindre, est resté stationnaire et a même diminué.

(1) Dont 4,5 pour la seule catastrophe de Courrières.

I. — DÉGAGEMENTS INSTANTANÉS D'ACIDE CARBONIQUE.

	De 1879 à 1899 (21 ans)	De 1900 à 1909 (10 ans)	De 1910 à 1919 (10 ans)	En 1920 et 1921 (2 ans)	Totaux
Nombre de dégagements.	23	451	523	110	1.137
Tonnages projetés par ces dégagements. tonnes	1.214	63.755	145.753	39.599	250.321
Nombre de dégagements ayant fait des victimes.	5	4	5	»	14
Proportion du nombre d'accidents au nombre de dégagements . %	21,7	0,9	0,9	0	1,3
Nombre de victimes	34	31	35	»	100

II. — DÉGAGEMENTS INSTANTANÉS DE GRISOU.

	De 1886 à 1899 (14 ans)	De 1900 à 1909 (10 ans)	De 1910 à 1919 (10 ans)	En 1920 et 1921 (2 ans)	Totaux
Nombre de dégagements.	77	170	240	12	499
Tonnages projetés par ces dégagements. tonnes	1.075	5.119	4.676	327	11.197
Nombre de dégagements ayant fait des victimes.	1	7	2	1	11
Proportion du nombre d'accidents au nombre de dégagements . %	1,3	4,1	0,8	8,3	2,2
Nombre de victimes	2	16	3	1	22

III. — COMPARAISON D'ENSEMBLE.

	De 1879 à 1899 (21 ans)	De 1900 à 1909 (10 ans)	De 1910 à 1919 (10 ans)	En 1920 et 1921 (2 ans)	Totaux
Nombre total des victimes	36	47	38	1	122
Personnel du fond (1).	7.600	7.700	8.000	8.300	»
Tonnage extrait (2) en milliers de T.	39.698	19.441	21.145	3.339	83.623
Proportion du nombre d'accidents au nombre de dégagements . %	6	1,7	0,9	0,8	1,5
Nombre de victimes :					
Par 10.000 ouvriers et par an . . .	2,2	6,1	4,7	0,06	3,7
Par 1.000.000 tonnes extraites . . .	0,9	2,4	1,8	0,3	1,5

(1) Moyenne approximative de la période considérée pour l'ensemble des mines de houille du Gard.

(2) Total du tonnage net extrait de l'ensemble des mines de houille du Gard pendant chaque période.

Ce résultat est certainement dû à l'emploi de la méthode des *tirs d'ébranlement*. Loin de chercher, soit par des sondages, dont l'inefficacité est aujourd'hui reconnue, soit par une limitation de l'emploi des explosifs, à réduire la fréquence des dégagements, elle les provoque au contraire en ébranlant le massif par de fortes volées de coups de mine tirées à l'électricité, le plus souvent du jour, dans l'intervalle des postes et en l'absence du personnel ; en dehors de ces tirs, tout travail au pic ou à l'explosif qui pourrait entraîner un ébranlement du massif est interdit. Une fois les premiers travaux de recherches et d'aménagement effectués de la sorte et chaque couche quadrillée par un réseau de traçages à mailles suffisamment serrées, les dépilages peuvent généralement se poursuivre au pic sans précaution ou avec des précautions très atténuées.

C'est grâce à cette méthode qui, jusqu'ici tout au moins, semble bien avoir fait ses preuves, qu'a été rendue possible l'exploitation de gisements comme ceux du Nord d'Alais et de Rochebelle. Son application soulève toutefois de nombreux problèmes de détail souvent difficiles à résoudre. Quelque sécurité qu'elle ait pu donner, elle n'est pas d'ailleurs sans présenter divers inconvénients : elle n'entraîne pas seulement une multiplicité de traçages, une conduite du travail au chantier et un broyage du charbon qui compliquent singulièrement l'exploitation et diminuent notablement la valeur des produits extraits, elle peut aussi amener dans des terrains éboulés de graves difficultés pour le soutènement des galeries et provoquer la formation de cloches, dont la présence, surtout dans les mines grisouteuses, devrait pourtant être particulièrement évitée. C'est du reste une méthode empirique, ne reposant pas sur une connaissance complète du mécanisme du phénomène ; aussi malgré une expérience déjà longue, il n'est pas certain qu'elle ne puisse se trouver un jour en défaut : le dégagement du 24 novembre 1912 au Nord d'Alais, survenu pendant le poste, très probablement à la suite d'un éboulement, mais dans des conditions qui n'ont pu être bien précisées, ne laisse pas que d'inspirer à cet égard d'assez sérieuses préoccupations.

Pour ces diverses raisons, il est utile de résumer en quelques règles pratiques, susceptibles de servir de guide à l'avenir, l'expérience acquise jusqu'ici dans l'exploitation des mines à dégagements, et il y aurait grand intérêt à ce que le mécanisme du dégagement instantané soit le plus tôt possible scientifiquement étudié.

C'est aux mêmes préoccupations qu'avaient répondu, après la catastrophe de Courrières, la création de la station d'essais de Liévin

pour l'étude des coups de poussières, et plus anciennement la constitution de la Commission du grisou, dont les « principes à consulter » ont codifié dès 1882 (1) les règles suivies encore aujourd'hui pour l'exploitation des mines grisouteuses.

Aussi, à la suite d'une communication faite par M. Laligant à la réunion du 22 juin 1913 du district du Sud-Est de la Société de l'Industrie minière (2), la nomination d'une Commission d'étude des dégagements instantanés fut décidée (3) et cette Commission se mit immédiatement au travail.

Le programme d'études qu'elle élaborait comprenait trois parties. La première se bornait à *exposer et à classer les faits* déjà connus ; la seconde comportait l'*étude théorique* des dégagements instantanés et avait à examiner successivement l'origine du grisou et de l'acide carbonique du dégagement et le mécanisme du dégagement lui-même ; la troisième enfin devait, comme conclusion, indiquer les *mesures préventives ou défensives* à prendre dans l'exploitation des mines sujettes à cette cause de danger.

En juillet 1914, la première partie de ce programme était achevée et de nombreux documents, réunis sur les dégagements du Gard et des autres régions intéressées de la France et de l'étranger, allaient permettre la discussion du travail, déjà préparé, résumant les observations générales susceptibles de se dégager de cet ensemble de faits. La deuxième partie, qui devait être la plus importante, commençait seulement à entrer en voie d'exécution ; on s'appropriait à organiser,

(1) Rapport du 8 mars 1882 de MM. MALLARD et LE CHATELIER (*Annales des Mines*, partie administrative, 1882, page 153).

(2) Cette communication a paru dans le *Bulletin de l'Industrie minière* de septembre 1913, sous le titre : « Gisement et dégagement du grisou ».

(3) La composition de cette Commission était la suivante :

MM. Aulagne, directeur de la Société du Nord d'Alais ; Baret, directeur des mines de Gagnières ; Bonneval, ingénieur principal des mines de la Grand'Combe ; Bureau, directeur des mines de Ronchamp (Haute-Saône) ; Guérin, directeur de la Compagnie des mines, fonderies et forges d'Alais ; Laligant, ingénieur de la Compagnie houillère de Bessèges, à Molières ; Loiret, ingénieur en chef des mines, à Alais ; Lombard, directeur de la Compagnie houillère de Bessèges ; de Marillac, ingénieur principal des mines de Tréllys ; Martel, ingénieur civil des mines, professeur à l'école des maîtres-mineurs d'Alais ; Olive, directeur des mines de Cessous ; Phily, ingénieur de la Compagnie houillère de Bessèges ; Polge, directeur des houillères de Rochebelle ; Raspal, ingénieur principal de la Compagnie houillère de Bessèges, à Molières.

Membres correspondants :

MM. Morin, directeur de la Société des mines de Liévin (Pas-de-Calais) ; Leprince-Ringuet, ingénieur en chef des mines, à Nancy.

avec l'appui du Comité des houillères, toute une série d'expériences; M. Taffanel, alors directeur de la station d'essais de Liévin, était venu fin juin à Alais pour s'entendre avec la Commission du Gard sur leur organisation.

La déclaration de guerre vint interrompre toutes ces recherches. Pendant plusieurs années d'autres préoccupations plus pressantes reléguèrent à l'arrière-plan la question des dégagements, dont nul d'ailleurs n'eût eu le loisir de s'occuper. Ce ne fut qu'en 1921 que l'étude commencée put être reprise.

Mais le programme du début parut alors trop vaste pour être intégralement poursuivi. Pressée d'aboutir à des conclusions pratiques immédiatement utilisables, la Commission reconstituée (1) borna, au moins provisoirement, son nouveau programme à la rédaction de « principes à consulter », qui devait faire l'objet de la troisième partie de son étude d'avant-guerre et être l'aboutissement de la deuxième.

Elle s'y est employée activement, et c'est le résultat de ce travail qu'elle fait paraître aujourd'hui.

Elle a jugé utile d'en faire précéder la publication, en reprenant et complétant la documentation réunie dès 1914, par un résumé général des observations faites dans les mines à dégagements.

Les conclusions qui se dégagent de ces observations, en ce qui concerne l'influence de la situation géologique, de la profondeur des

(1) La composition actuelle de la Commission est la suivante:

MM. Baret, directeur des mines de Gagnières; David, ingénieur principal aux mines de Rochebelle; des Fossez, ingénieur en chef aux mines de la Grand'Combe; Estève, ingénieur principal aux mines de la Grand'Combe; Duby, ingénieur au corps des mines; Guérin, directeur de la Compagnie des mines, fonderies et forges d'Alais; Laligant, ingénieur divisionnaire à la Compagnie houillère de Bessèges, à Molières; Loiret, ingénieur en chef des mines; Martel, ingénieur civil des mines, professeur à l'école des maîtres-mineurs d'Alais; Martin, ingénieur principal aux mines de Tréllys; Phily, ingénieur à la Compagnie houillère de Bessèges; Raspal, ingénieur principal à la Compagnie houillère de Bessèges, à Molières; Royer, directeur de la Compagnie du Nord d'Alais; Seguy, ingénieur à la Compagnie du Nord d'Alais.

Membres correspondants:

MM. Morin, directeur des mines de Liévin; Leprince-Ringuet, ingénieur en chef des mines; Audibert, ingénieur au corps des mines, directeur de la station d'essais de Montluçon; Bureau, directeur des mines de Ronchamp.

La rédaction des principes à consulter a été plus spécialement confiée à une sous-commission composée de MM. David, Duby, Laligant, Loiret et Royer.

travaux ou de la nature des couches, l'inefficacité des sondages, l'irrégularité des rapports entre les volumes de gaz dégagés et les tonnages projetés, etc..., ne semblent pas devoir soulever de bien graves objections. La relation qui peut exister entre les dégagements instantanés et les pressions de terrains est plus délicate à préciser; sur ce point, sur lequel les récents travaux de M. Morin ont attiré plus particulièrement l'attention, les avis sont encore partagés; les uns estiment tout à fait prépondérante l'action des pressions de terrains, tandis que d'autres ne lui reconnaissent qu'une importance minime. Le rapport de la Commission s'est d'autant plus étendu sur cette question qu'elle était plus discutée. Il semble bien que la vérité soit entre les deux thèses extrêmes et que, si le jeu des pressions de terrains (tensions orogéniques ou pressions dues aux travaux d'exploitation) est une des causes les plus importantes des dégagements instantanés, elle ne suffit pas à tout expliquer et laisse une part notable à ce que M. Laligant, rapporteur de la Commission, a appelé ailleurs le pouvoir grisouteux (ou carbonique) de la houille.

Les principes à consulter forment la conclusion et la partie essentielle de cette étude. Ils ne sauraient sans doute être considérés comme fixant d'une manière définitive les mesures à prendre dans l'exploitation des mines à dégagements; tant que le mécanisme du phénomène n'aura pu être analysé, les méthodes suivies n'auront que la valeur de solutions provisoires; ils n'en permettent pas moins, en codifiant en quelque sorte les résultats de l'expérience acquise, de rendre plus sûre cette exploitation.

Pour les travaux de reconnaissance et de traçage, où le risque des dégagements instantanés est particulièrement à craindre, la méthode des tirs d'ébranlement est, dans le Gard tout au moins, depuis assez longtemps en vigueur pour ne pas exposer, semble-t-il, à de bien graves mécomptes; son emploi, plus aisé pour de tels travaux que pour des travaux d'exploitation, doit y être obligatoire.

Il est plus difficile d'établir les règles à adopter en dépilage.

La plus sûre, si l'on ne veut pas se résoudre à opérer partout comme en traçage, est de n'exploiter qu'à l'intérieur d'un réseau de traçages préalables formant un quadrillage à mailles suffisamment serrées. Partout où le risque du dégagement instantané est tout à fait prépondérant, comme dans les mines à dégagements de CO² du Gard, elle seule donne une sécurité suffisante. Mais les sujétions qu'elle entraîne permettraient difficilement de la généraliser; tou-

jours efficace avec l'acide carbonique, elle s'est d'ailleurs avec le grisou parfois trouvée en défaut. Dans les mines à dégagements de moyenne ou faible importance, — ce qui est le cas le plus habituel pour les dégagements instantanés de grisou, — on peut hésiter à la suivre. Lorsque la nécessité du quadrillage préalable recoupant à l'avance toute zone dangereuse n'est pas certaine, il sera souvent préférable d'exploiter, même sans traçage, par de grands fronts à marche lente et, au lieu de provoquer le dégagement par des tirs, de chercher à l'éviter en assurant une détente progressive des terrains; il n'est pas douteux que cette détente réduise le nombre des dégagements; en la complétant par des tirs d'ébranlement aux points signalés par l'expérience comme particulièrement suspects — couches serrées ou en dérangement, et angles des tailles — on peut espérer qu'elle parviendra à les supprimer tout à fait. Malgré toutes les raisons qui justifient ce mode d'exploitation et les résultats favorables qu'il a déjà donnés, il ne faut toutefois pas se dissimuler qu'il n'a pas encore fait ses preuves: une région failleuse peut être rencontrée inopinément avant qu'on n'y ait effectué les tirs d'ébranlement nécessaires; il ne faut donc l'employer qu'avec prudence et là seulement où les terrains sont suffisamment réguliers et le risque de dégagements minime; mais, à moins de recourir soit au quadrillage complet, soit au tir d'ébranlement dans toute la taille, c'est lui qui donne jusqu'ici le maximum de sécurité.

Comme président de la Commission, je tiens en terminant ces quelques réflexions préliminaires à remercier tous ses membres du concours qu'ils ont apporté au travail entrepris. Mes remerciements s'adressent tout particulièrement à son rapporteur M. Laligant et aux membres de la sous-commission d'étude des principes à consulter ainsi qu'à MM. Raspal et Phily, qui ont mis à la disposition de leurs collègues les résultats de nombreux travaux personnels antérieurs, et à M. Morin, qui a le premier attiré l'attention sur l'importance du rôle des pressions de terrains dans les dégagements instantanés, a pris, tout éloigné qu'il fût d'Alais, une part des plus actives aux discussions de la Commission sur cette question encore si controversée.

II. — Résumé des faits et observations

par M. GEORGES LALIGANT,

Ingénieur divisionnaire de la Compagnie houillère de Bessèges,
Rapporteur de la Commission.

SOMMAIRE

I. — Caractères généraux des dégagements instantanés:

Situation géologique. — Profondeur; relation avec les accidents et dérangements. — Nature des couches et du charbon. — Tensions gazeuses. — Dégagements très rapprochés ou contigus; dégagements au voisinage de galeries ou de fronts précédemment ouverts. — Indices et signes précurseurs. — Volumes des gaz. Effets mécaniques. — Relation avec la nature des travaux; traçages et grandes tailles.

II. — Observations relatives au rôle des pressions ou tensions de terrains, et à l'influence de l'aptitude des couches aux dégagements instantanés:

A) Dégagements en relation avec des écrasements de stots, des coups de charge ou des éboulements.

B) Influence du massif surplombant, et effet du desserrage des terrains.

C) Observations générales sur le rôle des pressions de terrains.

D) Influence de la nature des couches et de leur aptitude aux dégagements instantanés; rôle des gaz.

III — Conclusion.

I. — Caractères généraux des dégagements instantanés.

SITUATION GÉOLOGIQUE.

Les dégagements instantanés se produisent dans des bassins tourmentés, et leur répartition d'ensemble s'y montre en relation généralement très étroite avec la tectonique générale.

C'est le cas du Gard, où le houiller, très accidenté, a subi une série de charriages venant de l'est; les dégagements d'acide carbonique s'y localisent plus particulièrement, soit dans la région du mont Rouvergue qui constitue un massif de compression, soit surtout au voisinage de la grande faille de refoulement, dite faille des Cévennes, qui limite au sud-est le terrain houiller; les dégagements instantanés de grisou y sont presque tous survenus dans les lames de

charriage de la région de Bessèges et Gagnières, ou dans la zone en place qu'elles ont comprimée.

Dans les autres régions du Plateau Central, les dégagements instantanés de CO² se produisent dans le bassin de Brassac (mines du Gros-ménil, de Charbonnier, de la Combelle), qui fait partie d'une zone d'affaissement à grande activité éruptive, et ils se multiplient au voisinage de la grande faille de Frugères qui forme la limite sud-ouest du bassin. La mine de Singles, qui a donné lieu à de violents dégagements de CO², se trouve sur la grande ligne de fracture Decize Champagnac, qui traverse du nord au sud le Plateau Central, ligne jalonnée par les restes des anciennes éruptions volcaniques, et à proximité d'un bourrelet de granite contre lequel des compressions latérales semblent avoir écrasé le terrain houiller.

En Belgique, les dégagements instantanés de grisou ne se produisent pas dans le gisement en place, mais dans les couches inférieures des parties centrale et méridionale du bassin, qui ont été refoulées ou charriées par la poussée sud (1). Ils se multiplient particulièrement à la partie inférieure des lames charriées, c'est-à-dire au voisinage et au-dessus des failles de refoulement.

En Hongrie, le bassin de Resiczabanya, où se sont produits de très violents dégagements instantanés de grisou, est situé dans une région très accidentée, avec failles et dressants; l'infralias dans lequel se trouve le gisement repose directement sur le permien; au toit, le lias présente des schistes bitumineux.

En Colombie britannique, la mine de Morrissey, qui fut le siège de trois dégagements instantanés dont la violence entraîna la fermeture de la mine, se trouve dans des terrains crétacés qui contiennent des gisements de pétrole; elle appartient à une zone particulièrement broyée, à proximité d'un charriage probable du cambrien sur le crétacé.

Il convient cependant d'observer que, si dans l'ensemble les dégagements instantanés sont ainsi liés à la tectonique générale, cette concordance semble parfois cesser dans le détail. Ainsi les dégagements de grisou de Molières (Gard) sont survenus dans des couches à allure parfaitement régulière; mais il s'agit là de manifestations pour la plupart peu importantes, et l'ensemble des couches de Molières fait partie d'une grande nappe charriée.

(1) MM. STASSART et LEMAIRE, *Annales des Mines de Belgique*. (Tome XV, 4^e livraison, 1910).

PROFONDEUR, RELATION AVEC LES ACCIDENTS ET DÉRANGEMENTS.

Les dégagements de CO² du faisceau de Fontanes, dans le Gard, ont commencé dès la profondeur de 125 mètres au-dessous de la surface. Dans toutes les autres mines, y compris celles de Belgique, les dégagements instantanés ne se sont produits qu'à 200, 300, 350 mètres et quelquefois davantage; à Molières, ils ne sont apparus que vers 500 mètres.

Toutes choses égales, la profondeur apparait comme une influence favorable et aggravante, aussi bien dans un faisceau de couches que dans une couche donnée.

Cependant cette influence se montre nettement subordonnée à celle de la tectonique générale et locale: dans le Gard, il en est ainsi par rapport à la faille des Cévennes et au mont Rouvergue; en Belgique, quand on atteint le gisement régulier, même en s'approfondissant, les dégagements instantanés disparaissent ou tendent fortement à s'atténuer; de même dans le bassin de Brassac, quand on s'éloigne de la faille de Frugères.

A signaler que les dégagements si violents de Morrissey, en Colombie britannique, sont survenus dans une exploitation à flanc de coteau où la profondeur sous la surface n'a jamais dépassé 300 mètres.

D'autre part, et en outre de la répartition d'ensemble d'après les accidents généraux, on constate dans tous les bassins, et dans toutes les mines, que les dégagements instantanés se situent en grande majorité au voisinage et souvent aux abords immédiats des accidents secondaires, ainsi qu'à la rencontre ou à la traversée de dérangements locaux, tels que serrements, étreintes, renflements, ondulations, etc.

NATURE DES COUCHES ET DU CHARBON.

Les couches à dégagements instantanés de grisou sont, le plus souvent, tendres, avec peu de mailles et de clivages; le charbon s'y présente fréquemment sous forme friable, terne, avec un aspect considéré comme caractéristique, et qualifié de moureux, lamelleux, spongieux, tourbillonné, etc., mais on a aussi observé, et particulièrement pour l'acide carbonique, des dégagements instantanés, parfois très violents, en charbon brillant et dur.

Il est d'observation fréquente, que dans un même faisceau, et dans les mêmes conditions de tectonique et d'exploitation, certaines

couches donnent des dégagements instantanés, alors que d'autres restent indemnes.

Les couches à dégagements instantanés de grisou ont souvent des toits de grès, ou tout au moins des toits très compacts.

Il n'y a pas de relation bien reconnue avec la teneur en matières volatiles.

L'ensemble des couches à dégagements instantanés d'acide carbonique appartient cependant, quant aux teneurs en matières volatiles, à une échelle plus basse que les couches à dégagements instantanés de grisou. En effet, cette échelle n'excède guère 7 à 16 % pour CO^2 , contre 10 à 24 % pour le grisou. A Tréllys notamment, le charbon des couches à dégagements de grisou est plus gras que celui des couches à dégagements de CO^2 .

Les couches de schistes charbonneux peuvent être aussi dangereuses que les couches de houille.

TENSIONS GAZEUSES.

La tendance au dégagement instantané n'est en relation constante et directe, ni avec l'abondance du dégagement normal, ni avec les tensions gazeuses mesurées au manomètre dans le massif.

Dans le Gard, où l'on pratique régulièrement les tirs d'ébranlement, on n'observe pas de corrélation régulière entre l'abondance du gaz dans les trous de mine, et la probabilité d'un dégagement.

Au Nord d'Alais, lorsque s'est produit le très grand dégagement du 6 juillet 1907, le puits avait déjà pénétré dans la couche d'environ 1^m,25, par deux tirs au charbon, et il ne s'était produit qu'un peu de CO^2 au fond du puits.

A Gagnières et à Créal (Bessèges), certaines couches à dégagements instantanés sont normalement peu grisouteuses.

D'autre part, c'est un fait acquis que les résultats obtenus par les mesures de pressions sont peu significatifs. Tous les expérimentateurs, MM. Petit, Simon, Morin, en France, Salmon, Watteyne et Macquet, en Belgique, ont en effet constaté des variations considérables de pressions en des points très voisins, et sans lois bien nettes. Parfois ce sont les couches qui donnent les pressions les plus élevées (25 à 30 kgs) qui restent indemnes, tandis que La Chauffournoise de l'Agrappe, l'une des plus dangereuses de la Belgique, ne donne pas plus de 2 à 3 kilogrammes.

Les sondages continuent à être pratiqués systématiquement en Belgique, mais surtout comme indicateurs des terrains, des couches ou des accidents, car d'après les auteurs belges, et notamment MM. Stassart et Lemaire, il arrive très fréquemment qu'aucune trace de grisou ne soit constatée avant le dégagement, et que les sondages ne donnent aucune indication. Inversement, certains sondages donnent beaucoup de grisou, et pas de dégagement instantané.

On sait d'ailleurs que le grand dégagement du 8 février 1893, aux mines de l'Agrappe, s'est produit dans un montage de 12 mètres de front, précédé de quatre trous de sonde de 5 à 6 mètres de profondeur qui n'avaient rien indiqué d'anormal.

En Hongrie, à Resiczabanya, le dégagement n° 19 (560 tonnes projetées) est survenu dans un petit montage allant à la rencontre d'une traverse poussée parallèlement à la voie de fond. Ces deux attaques n'étaient séparées que par quelques mètres, et chacune d'elles était précédée de sondages de 5 mètres de longueur n'ayant rien indiqué d'anormal, bien qu'ayant traversé le massif dans les deux sens.

DÉGAGEMENTS TRÈS RAPPROCHÉS OU CONTINUS. DÉGAGEMENTS AU VOISINAGE DE GALERIES OU DE FRONTS PRÉCÉDEMMENT OUVERTS.

Les lieux de dégagements instantanés peuvent être rapprochés, jusqu'à être contigus, même en des charbons tendres ou de faible compacité, et ils peuvent se produire, soit sur des fronts mis à nu depuis un certain temps, soit au voisinage de galeries déjà tracées.

Ainsi à Rochebelle et Fontanes, huit dégagements de CO^2 , de 10 à 50 tonnes, se sont succédé sur 17 mètres de longueur dans un traçage à niveau de l'étage 205, dressant couche I, branche 2. Le dégagement n° 44 (23 tonnes) s'est produit sur le premier tir après déblaiement du n° 42 (19 tonnes); le n° 146 (564 tonnes) s'est produit sur le premier tir après le n° 145 (105 tonnes). On y connaît aussi plusieurs cas de dégagements survenus lors du premier tir effectué après une suspension de travail de plus ou moins longue durée, notamment le n° 46 (173 tonnes) succédant sans aucune solution de continuité au n° 41 (66 tonnes), à un mois d'intervalle environ.

Au Charbonnier, dans le bassin de Brassac, deux dégagements instantanés de CO^2 ont été tout à fait contigus, dans un montage à 268 mètres de profondeur, en couche des Garres.

A Gagnières, deux dégagements de grisou absolument successifs, n° 74 et 75, ont eu lieu dans un montage de la couche 2, étage-450, le n° 75 à l'achèvement du déblaiement du n° 74, et à l'intervalle de sept jours; dix dégagements se sont produits sur 60 mètres de traçage en couche 2, étage-500; d'autres ayant donné jusqu'à 85 tonnes (n° 45) se sont produits au voisinage immédiat de galeries, ou sur des fronts ouverts depuis un certain temps (n° 7, 42, 45, etc...).

A Bessèges et Molières, des faits du même ordre, très précis et très significatifs, notamment en couche X, 7^e étage, et en couche Saint-Ferdinand, 10^e et 11^e étages, ont déjà été exposés en de précédentes études (1).

En Belgique, MM. Stassart et Lemaire citent plusieurs exemples de dégagements instantanés survenus dès la rentrée au ferme dans des chantiers qui avaient été arrêtés plusieurs jours (Six-Bonnières, le 12 août 1903; Chevalières, le 1^{er} juin 1907), et même plusieurs mois (charbonnage des Produits, 1^{er} mars 1904) (2).

INDICES ET SIGNES PRÉCURSEURS.

Dans les dégagements survenus pendant le travail, on signale souvent des signes précurseurs *immédiats* (craquements, roulements, crépitements, émiettements du massif, mouvements dans le charbon, sifflements, bouffées de gaz et de poussières) que les rescapés ont fréquemment signalés, mais qui constituent en réalité le début de la manifestation.

Comme indices plus lointains, on signale quelquefois des modifications dans la manière d'être et la dureté du charbon, mais l'indication n'est ni très sûre, ni facile à saisir et à contrôler. Les observations relatives aux variations de température au moment du dégagement sont rares, et se bornent presque toujours à des impressions peu concordantes. Pour l'acide carbonique cependant, certains mineurs prétendent que le charbon devient plus froid avant les forts dégagements.

Au Nord d'Alais, on a remarqué que lorsque le gisement était franchement humide, il se produisait un dégagement continu et abondant de CO², mais pas de dégagement instantané.

(1) Gisement et dégagement du grisou (*Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, septembre 1913).

(2) *Annales des Mines de Belgique*, tome XV, 4^e livraison, page 1763.

VOLUMES DES GAZ. EFFETS MÉCANIQUES.

La détermination exacte des volumes de gaz accompagnant les diverses manifestations est très difficile, surtout pour le grisou, parce que les volumes d'air et leurs teneurs en gaz ne sont connus en fait que par approximation, et souvent par simple appréciation, et que d'autre part les dégagements persistent parfois pendant des semaines entières.

La difficulté est encore plus grande lorsqu'il y a mélange de CO² et de grisou, comme à Tréllys et certains quartiers de Rochebelle, en raison de la plus grande rapidité d'évacuation du grisou une fois dégagé, et aussi parce que des teneurs croissantes en CO² diminuent fortement le pouvoir d'inflammabilité du grisou, et sans proportionnalité directe.

D'autre part, il est toujours difficile de connaître le véritable tonnage intéressé. Très généralement en effet les volumes projetés sont beaucoup plus importants que les vides apparents, et d'ailleurs sans relation régulière entre eux; le charbon ferme n'est retrouvé qu'à une certaine distance de l'excavation produite. Il est donc impossible de déterminer exactement l'étendue du massif qui participe au dégagement, et au surplus le charbon projeté n'est pas purgé instantanément et complètement de son gaz, car le dégagement s'y continue parfois assez longtemps, et avec grande intensité.

Dans un but comparatif, on a cependant cherché à rapporter à la tonne projetée le volume de gaz dégagé pendant les premières minutes. A Rochebelle, les volumes de CO² étant évalués d'après l'envahissement de la mine, on est ainsi arrivé à des chiffres dont la moyenne paraît s'établir entre 30 et 40 mètres cubes par tonne projetée.

Au Nord d'Alais, lors du dégagement du 6 juillet 1907 (rencontre d'une couche de 17^m,50 de traversée par le puits I, à 323 mètres de profondeur), l'abondance de gaz fut telle qu'une énorme colonne de poussières et de CO² sortit par le puits jusqu'à une hauteur d'une trentaine de mètres, continua pendant une dizaine de minutes, se prolongea par des alternances pendant environ une heure, puis par un dégagement assez abondant, qui au bout de deux mois donnait encore 270 litres de CO² pur par seconde. Il y eut 3.886 tonnes projetées. On trouva du charbon foisonné, mais pas de vides importants; un embouage prolongé n'absorba que 85 mètres cubes de cendres fines de carneaux de chaudières.

Dans le bassin de Brassac, les volumes gazeux ont été généralement plus faibles, et relativement plus variables que dans le Gard. Les dégagements qui se sont produits à proximité immédiate de la faille de Frugères contenaient souvent une forte proportion de rochers; trois d'entre eux ont donné de 200 à 300 tonnes de rochers, sans traces appréciables de charbon. A Singles, les quantités de CO² furent plus considérables, et le stérile y dominait jusqu'à la disparition totale du charbon.

Pour le grisou, sous réserve des difficultés d'évaluation dont il a été parlé, il semble qu'il y ait de fortes variations dans l'importance du dégagement gazeux, et pas de corrélation régulière entre les volumes de gaz et les tonnages projetés.

En Belgique, MM. Stassart et Lemaire ont signalé, en effet, que la quantité de grisou était généralement très forte, mais qu'elle présentait cependant de grandes variations si on essayait de la rapporter au tonnage projeté ou au vide produit.

Même constatation à Gagnières et à Bessèges, où l'on parcourt d'assez larges gammes de dégagements gazeux et de désagrégations du massif sans concordance régulière entre elles. Ainsi dans la couche V du faisceau anthraciteux de Molières, 24 dégagements, dont plusieurs de l'ordre de 60 tonnes, paraissent n'avoir été accompagnés que d'une faible émission de grisou. Au contraire, une évaluation faite pour le dégagement du 10 novembre 1890, en couche Saint-Denis, à Bessèges, indique 800 mètres cubes pendant les 150 premières secondes, et 5.000 mètres cubes pendant douze heures : projection 24 tonnes.

Aux mines de Gagnières, pour le dégagement n° 70, le volume du grisou fut évalué à 5 ou 6.000 mètres cubes pour 137 tonnes projetées.

Comme cas extrêmes, on peut rappeler le grand dégagement de l'Agrappe (17 avril 1879), où, deux heures durant, le dégagement alimenta à l'orifice du puits une flamme de 30 mètres de hauteur; le dégagement total fut évalué à plus de 100.000 mètres cubes pour 420 tonnes projetées.

A Resiczabanya, dégagement n° 3, il y eut 488 tonnes projetées et incendie du retour d'air; pendant deux jours une flamme de plusieurs mètres de hauteur sortit du puits du retour d'air.

A Morrissey, lors du dernier dégagement, qui décida de la fermeture de la mine, le dégagement de grisou fut évalué à 75.000 mètres cubes pour plus de 3.000 tonnes projetées.

Les *effets mécaniques* ont été quelquefois très graves, comme en témoignent les exemples cités, auxquels on pourrait joindre plusieurs cas de cintres, tuyaux et conduites arrachés, tordus, refoulés ou éventrés, mais la diversité est si grande que les constatations paraissent quelquefois contradictoires. On trouve, en effet, toute la gamme, et il peut arriver qu'il y ait peu ou pas de dégâts, et que les effets mécaniques se bornent aux projections de charbon, avec des allures d'écoulement ou de translation, et quelques phénomènes de charriage.

Les dégagements instantanés s'accompagnent très souvent de bruits de grondements ou de roulements.

Les vides ou excavations qui se produisent dans le massif ont volontiers des formes bizarres et tourmentées, et leur volume mesurable est toujours très inférieur à celui du charbon projeté. Dans les dégagements violents, le toit est souvent affecté.

A Molières, le 6 octobre 1909 (rencontre de la couche Sale par le travers-bancs 289), les rescapés indiquèrent que le phénomène commença par un bruit prolongé comparable à un grondement de tonnerre, puis par un fort courant gazeux; il se forma un talus de projection de plus de 70 mètres de longueur, et un bloc ayant comme dimensions approximatives 150, 130 et 125 centimètres fut charrié de 35 mètres sans laisser trace de son passage. Il y eut 275 tonnes projetées ou détachées, pour un vide au massif d'environ 73 mètres cubes.

Dans tous les dégagements importants, le talus de projection est recouvert de « folle farine », c'est-à-dire d'une poussière très fine qui évoque l'émulsion de gaz et de charbon, et peut atteindre jusqu'à 20 centimètres d'épaisseur (Molières 6 octobre 1909). Au-dessus de cette folle farine, il subsiste un couloir ou chenal de passage des gaz, et au-dessous, on retrouve à peu près le tout-venant, mais avec prépondérance des fines dans les très gros dégagements.

Dans les manifestations peu importantes, le charbon est simplement poussiéreux ou friable, tout en gardant sensiblement son aspect normal, et parfois même ses lises de stratifications.

En couches minces, on observe parfois des avancées franches, sur quelques mètres de largeur et de profondeur, sans projections ni formation de talus.

RELATION AVEC LA NATURE DES TRAVAUX ;
TRAÇAGES ET GRANDES TAILLES.

En France, c'est dans les *travaux préparatoires*, travers-bancs et traçages, que se sont produits la très grande majorité des dégagements d'acide carbonique ou de grisou.

Dans le Gard, la plupart ont été déterminés par les tirs d'ébranlement qui sont d'emploi réglementaire dans l'exécution des reconnaissances et traçages en quartiers à dégagements instantanés. Ces traçages sont d'ailleurs multipliés en quadrillage systématique, dans les mines à très gros dégagements de CO², comme Rochebelle et le Nord d'Alais.

A signaler l'existence d'un certain nombre de dégagements aux percements, c'est-à-dire aux recoupes entre galeries ou traçages parallèles. Il en a été ainsi notamment à Bessèges entre deux descentes allant du 7^e au 9^e étage dans la couche B (n^{os} 75, 76, 77) entre deux montages parallèles dans la couche 3 (n^{os} 79, 80, 82, 84, 87, 88), et entre deux montages analogues dans la même couche entre 7^e et 5^e étages (n^{os} 99, 102, 103, 111); l'écartement de ces parallèles était de l'ordre d'une dizaine de mètres.

Aux mines de La Combelle, le dégagement n^o 7 s'est également produit au percement d'un montage de communication entre deux niveaux déjà tracés, et distants de 8 mètres selon la pente. De même à Resiczabanya, le dégagement n^o 19 (560 tonnes projetées) s'est produit dans un petit montage allant percer avec une parallèle à la voie de fond, à 6 mètres d'écartement selon l'amont pendage.

En défilage et particulièrement en grande taille, les dégagements instantanés sont relativement peu nombreux et de moindre importance.

Le fait est surtout marqué pour les dégagements instantanés de grisou, qui d'ailleurs sont généralement beaucoup moins violents que les dégagements de CO².

Ainsi à Gagnières, lors du quadrillage systématique par réseau de traçages, les dégagements se sont alignés sur le cheminement de ces traçages, et parfois, se sont multipliés à intervalles très rapprochés; sur un ensemble de 128 dégagements, 4 seulement se sont produits en défilage, et, chose remarquable, au début de ces défilages, c'est-à-dire assez près d'un traçage antérieurement effectué. On y exploite actuellement par grands fronts de taille, sans traçages préalables, et les risques de dégagements instantanés paraissent très réduits.

A Molières, le traçage des galeries des 10^e et 11^e étages en couche Saint-Ferdinand a donné lieu à 88 dégagements ou poussées ayant produit 1.094 tonnes de charbon pour une surface déhouillée de 14.400 mètres carrés. Le défilage de ces deux étages, sans autres traçages, et par grandes tailles montantes de 80 à 100 mètres de front, n'a donné lieu qu'à 30 dégagements ou poussées ayant produit 557 tonnes de charbon pour une surface déhouillée de 96.300 mètres carrés. Encore convient-il de signaler que 15 d'entre eux se situent dans la bande de 30 mètres de largeur qui longe la limite de concession, c'est-à-dire la coupure du massif.

A Bessèges, la couche Saint-Denis a donné d'assez nombreux dégagements dans les traçages; il ne s'en est presque pas produit dans les exploitations par grandes tailles, avec suppression des avances en flèche.

Dans le bassin de Brassac, tous les dégagements instantanés se sont produits dans les recherches ou dans les traçages. A Charbonnier, notamment, la préparation de la couche des Garres, entre les niveaux 268 et 233, a donné lieu à plusieurs dégagements de CO²; le défilage au contraire n'en a produit aucun, bien que la couche ait été défilée au pic, sans quadrillages préalables, par tailles chassantes formant un front d'environ 80 mètres, avec des voies de niveau simplement poussées à 5 mètres en avant des tailles.

En Angleterre, à Broad-Oak (Lancashire), il ne s'est plus produit de dégagement instantané, malgré l'approfondissement des travaux, quand on a supprimé les traçages préliminaires, et défilé par la méthode du long wall (1).

En Belgique, et probablement du fait des méthodes employées, la proportion des dégagements en travaux d'exploitation est plus forte.

La statistique de 1847 à 1908 indique en effet 120 dégagements en travaux préparatoires (dont 48 en nouveau) contre 237 en travaux d'exploitation, mais ceux-ci sont de moindre intensité.

MM. Stassart et Lemaire ont signalé que sur 14 dégagements où le grisou a reflué jusqu'au puits d'extraction, ou tout au moins jusqu'aux entrées d'air principales, un seul était en travaux d'exploitation, les 13 autres en préparatoires, et M. Roberti-Lintermann a montré que pour la période de 1880 à 1891, les quantités moyennes projetées par dégagement ont été de 509 hectolitres en taille, contre 1.251 hectolitres en nouveau.

(1) Instantaneous outbursts of fire-damp and coal, Broad Oak Colliery, par John GERRARD (*Transactions of the Institution of Mining Engineers*, 1899).

On exploite par tailles chassantes et l'on constate que les dégagements se produisent le plus fréquemment dans les angles inférieurs ou supérieurs de la taille coupure : 63 % dans la taille inférieure. Leur nombre paraît diminuer quand on ralentit la marche des tailles et quand le bourre ou intervalle entre les gradins est assez réduit pour que les tailles de toute la tranche ne figurent qu'un front (1).

A remarquer que dans tous les bassins et dans toutes les mines, les dégagements instantanés ne sont survenus que très exceptionnellement pendant le forage des mines ou des trous de sonde. D'autre part on n'en signale aucun dans des chantiers en non-activité; presque tous, au contraire, ont été immédiatement consécutifs au travail des ouvriers ou à l'action des tirs.

II. Observations relatives au rôle des pressions ou tensions de terrains (1) et à l'influence de l'aptitude des couches aux dégagements instantanés.

Il est généralement très difficile de reconnaître le rôle des pressions ou tensions de terrains dans les dégagements instantanés, et *a fortiori* d'en distinguer nettement les origines : pesanteur, surcharges d'exploitation, tensions orogéniques. Aussi les faits ou observations qui s'y rapportent sont relativement peu nombreux, et leur interprétation est souvent incertaine.

A) DÉGAGEMENTS EN RELATION AVEC DES ÉCRASEMENTS DE STOTS, DES COUPS DE CHARGE OU DES ÉBOULEMENTS.

En Belgique, MM. Stassart et Lemaire admettent que certains dégagements instantanés doivent être attribués à l'écrasement trop rapide du charbon sous la pression du toit (14 mars 1906 et 1^{er} octobre 1907, Belle-Vue; 27 septembre 1904, Marcinelle-Nord). Ils rattachent encore à cette origine les dégagements qui se sont produits dans des stots de veine peu étendus, compris entre des fronts d'abatage concourants (dégagement de 1883 au puits n° 8 de Belle-Vue, et dégagement du 2 février 1891 au puits n° 12 de l'Agrappe), ou dans des stots circonscrits par des galeries (8 décembre 1875, au midi de Dour).

(1) STASSART et LEMAIRE. — *Annales des Mines de Belgique*, année 1910, tome XV, 4^e livraison.

(1) Bibliographie: M. MORIN, *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale* (septembre-décembre 1912; mai-juin 1920).
M. LALIGANT, *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, septembre 1913.
M. PHILLY, *Revue de la Société de l'Industrie minérale*, mai-juin 1922.

A la Shelton-Mine North Staffordshire, le dégagement n° 2, qui est survenu alors que les ouvriers avaient quitté le front, paraît dû à un coup de charge : le toit fut hrisé et les bois cassés sur une étendue notable des travaux, et entre les deux galeries parallèles le charbon fut littéralement broyé (1).

A Morrissey, Colombie britannique, lors du dégagement n° 1 on constata que la partie comprise entre les deux galeries distantes de 15 mètres était éboulée sur plus de 30 mètres de longueur jusqu'à mi-hauteur du massif; dans les 40 ou 50 derniers mètres de la galerie inférieure, tous les cadres étaient renversés (2).

A 8 milles plus au nord que Morrissey, au charbonnage n° 2 de Coal-Creek, on a observé en 1908 des phénomènes analogues aux dégagements instantanés, que M. Robertson, provincial minéralogiste à Victoria, appelle « Bumps », et considère plutôt comme des écrasements de piliers par coups de charge que comme de véritables dégagements instantanés.

Dans le bassin de Brassac, plusieurs dégagements semblent avoir été corrélatifs d'écrasements de terrains ou d'éboulements. Ainsi au n° 7 de la Combelle (grisou) de violents craquements se produisirent pendant deux jours, et furent suivis d'un éboulement du montage qui perça au niveau supérieur; de nombreux cadres furent cassés, et les craquements continuèrent les jours suivants.

Le dégagement n° 13 du Grosménil, en traçage dans la couche n° 3, s'annonça par un travail anormal des terrains : les ouvriers étant allés chercher des enfilages constatèrent à leur retour que le chantier paraissait secouer, et que le front de taille remuait; ils s'enfuirent et peu après entendirent un fort sifflement produit par le dégagement du gaz carbonique (63 tonnes projetées).

Le dégagement n° 10 de Singles (100 tonnes) est survenu dans un travers-bancs, à 70 mètres d'un faux puits, alors qu'on venait de passer une zone de schistes charbonneux, et sur le premier tir dans les grès du mur qui leur faisaient suite. Il se produisit un écrasement du boisage sur 5 à 6 mètres de longueur et un effondrement des schistes amenant la formation d'une cloche d'environ 3 mètres de hauteur; il n'y eut pas de véritables projections; le tonnage indiqué est plutôt tombé du toit; l'acide carbonique s'est élevé à 150 mètres dans le faux puits.

(1) *Outbursts of coal and gas in the Cockshead Seam Shelton Colliery*, par F. E. BUCKLEY (*Transactions of the institution of mining Engineers*, 1907).

(2) *Outbursts of gas and coal at the Morrissey Collieries*, par J. ASHWORTH (*Transactions of the institution of mining Engineers*, 1905).

Dans le Gard, malgré la multiplicité et la diversité des dégagements instantanés, on ne cite pas de cas bien caractérisé en relation très nette avec des écrasements de stots ou des coups de charge. Aussi beaucoup d'ingénieurs estiment-ils que de telles manifestations ne peuvent pas être complètement assimilées aux dégagements instantanés, et surtout aux très violents dégagements de CO_2 , où ne s'accuse généralement qu'une faible charge des terrains, alors que l'abondance du gaz et l'importance de son rôle n'y sont que trop manifestes.

En ce qui concerne les *éboulements*, c'est un fait que les perturbations d'équilibre qu'ils entraînent peuvent amorcer, ou du moins rendre possible, le dégagement instantané. Aux exemples déjà cités, il convient d'ajouter celui du 24 novembre 1912, au Nord d'Alais, qui s'est produit pendant le poste et fit vingt-quatre victimes : ce dégagement est survenu dans une galerie du niveau 61, effectuée par tirs d'ébranlement, et qui s'avancit en reconnaissance le long d'un plan de glissement presque vertical, et à proximité de la faille des Cévennes. Il fut précédé d'un petit éboulement, et paraît s'être manifesté par une accentuation de cet éboulement, ou plutôt par un décollement du charbon le long du plan de glissement.

B) INFLUENCE DU MASSIF SURPLOMBANT ET EFFETS DU DESSERRAGE DES TERRAINS.

L'influence du massif surplombant ressort des caractères généraux des dégagements instantanés, qui montrent que la profondeur des travaux et la présence de toits compacts, et notamment de toits de grès, constituent des circonstances favorables et aggravantes.

D'autre part, quelques observations indiquent que le dépilage d'une première couche exerce à une certaine distance au toit ou au mur une influence préventive que l'on peut attribuer au desserrage des terrains.

Ainsi à *Gagnières*, la couche 1 (épaisseur $0^m,50$) qui est exploitée par grands fronts de taille, à 28 mètres environ au-dessus des dépilages antérieurs de la couche 2 (épaisseur $1^m,20$) n'a donné des dégagements que dans la zone qui est arrivée en bordure de l'aplomb de la limite d'exploitation de cette couche 2. La couche 0 (épaisseur $0^m,50$ à $0^m,80$), qui a donné des dégagements dans les premiers trçages, alors que la couche 2 n'était pas encore exploitée, ne donne plus aucun dégagement dans l'exploitation par grands fronts de taille à 45 mètres environ au-dessus des dépilages de la couche 2.

A *Bessèges* dans le faisceau du Feljas (couches assez irrégulières dont la puissance est ordinairement comprise entre $0^m,70$ et 2 mètres) la situation est la suivante : la couche B, qui a été dépilée la première, a donné d'assez nombreux dégagements ; au toit, la couche α qui la surmonte de 20 mètres selon la verticale et qui a été ouverte postérieurement, n'en a donné aucun, même dans les travaux qui se sont trouvés sensiblement en dehors de l'aplomb des dépilages antérieurs de la couche B ; au mur, les exploitations encore peu développées de la couche Sainte-Hélène et de la couche E, qui en sont distantes d'environ 60 et 80 mètres selon la verticale, ont donné respectivement 2 et 1 dégagements à l'aplomb d'une région non dépilée de cette couche B.

Dans le faisceau de Créal, l'exploitation ancienne et étendue de la couche 3 a vu se produire de nombreux dégagements ; la couche 1, qui se trouve au mur à une trentaine de mètres selon la verticale, n'a donné que 3 dégagements, antérieurs aux travaux supérieurs de la couche 3.

Dans l'ensemble de la division de Bessèges sur 214 dégagements enregistrés, la hauteur minimum du massif vierge surplombant est de 154 mètres.

A *Molières*, où le quartier prim offre l'intérêt de se trouver en région très bien réglée, on a établi, de façon précise, le plan général des dégagements de la couche Saint-Ferdinand, et des plans spéciaux, portant non seulement la position des dégagements ou poussées, mais aussi l'état exact des travaux de la couche Saint-Ferdinand et des travaux des couches du toit et du mur, et notamment ceux de la couche Saint-Jean, qui est à 15 ou 16 mètres au-dessous de Saint-Ferdinand selon la verticale. Les couches y ont de 45 à 70 centimètres d'épaisseur, et une pente de 13 à 14° ; les terrains sont surtout formés de grès.

Ces plans montrent que les poussées survenues dans l'exploitation par grandes tailles de la couche Saint-Ferdinand ne se sont produites que très rarement au-dessus de Saint-Jean dépilée : sur trente poussées observées dans ces conditions, on en note, en effet, vingt-six sur Saint-Jean en place, et quatre seulement sur la couche Saint-Jean dépilée. Ces quatre poussées se situent, l'une à l'aplomb de la voie de fond de Saint-Jean 10°, les trois autres à l'aplomb de parties dépilées et remblayées deux ans auparavant, et à proximité de la limite de concession.

A remarquer que sur Saint-Jean dépilée, Saint-Ferdinand n'a pas donné de dégagement instantané, mais que le dégagement normal semble y avoir été aussi intense qu'à l'ordinaire.

D'autre part, l'ensemble du quartier prim de Molières se trouve sensiblement à l'aplomb des limites d'exploitation du faisceau supérieur, avec un intervalle de 200 à 250 mètres de terrains généralement gréseux et parfaitement réguliers. Dans ces conditions et à cette distance, l'influence du faux équilibre des terrains au voisinage de ces limites d'exploitation supérieures, et l'influence du desserrage sous les parties dépilées, n'ont été nullement apparentes bien que minutieusement recherchées; ces limites n'ont en effet marqué en rien dans les dégagements ou poussées du faisceau inférieur, aussi bien lors des préparatoires et traçages, que lors des dépilages.

Ainsi dans le traçage sur 350 mètres de longueur des voies de fond Saint-Ferdinand 10^e étage, et Saint-Ferdinand 11^e étage, situées respectivement à 206 mètres sous Sainte-Mathilde *dépilée* et à 200 mètres sous Sainte-Mathilde *non dépilée*, on a observé dans le premier cas quarante-cinq poussées, et dans le second, quarante-trois de même importance.

Au contraire, aucune poussée dans le traçage des voies de fond Saint-Jean 10^e et 11^e étages, situées de même façon, à 215 ou 220 mètres sous Sainte-Mathilde, et exécutées dans les mêmes conditions et par la même méthode que les voies Saint-Ferdinand, qui ont donné les 88 dégagements mentionnés ci-dessus; les traçages Saint-Jean précédaient même quelque peu les traçages Saint-Ferdinand.

En somme, l'état actuel des observations de Molières quartier prim est le suivant: la couche Saint-Jean ne donne pas de dégagement, même lorsqu'elle est tracée la première et en plein massif. La couche Saint-Ferdinand donne des dégagements, quand ses traçages ou son exploitation précèdent le dépilage de Saint-Jean, mais elle n'en donne plus dans le cas contraire, exception faite pour le voisinage de la limite de concession. Cette influence préventive qui est très sensible par la couche Saint-Jean, à 16 mètres d'écartement vertical au mur, ne l'est plus du tout par les couches du faisceau supérieur à 200 mètres au toit.

Dans un autre quartier de Molières, celui des Anthracites, l'influence préventive ne paraît pas s'exercer entre la couche X et la couche VII qui se trouve au mur à 65 mètres d'écartement vertical.

La couche X a 1^m,15 d'épaisseur, la couche VII, 85 centimètres; l'intervalle est surtout formé de grès: la couche VII a donné des dégagements dans des travaux en région régulière qui avaient pénétré de plus de 80 mètres sous des dépilages antérieurs de la couche X. A remarquer qu'avant d'arriver sous ces dépilages de la couche X, les voies de fond de la couche VII avaient traversé sans incident une bande de 50 mètres de largeur, très accidentée, et formant stot dans l'ensemble des terrains.

Au Nord d'Alais, on a fait, au nouveau quartier sud de la grande couche (ou couche de 10 mètres), les constatations suivantes: un quadrillage complet sous le toit de 20 × 20 mètres environ, au cours duquel se sont produits des dégagements importants, n'a pas laissé subsister de dégagements dans le reste de la couche (8 mètres de charbon). De plus, les traçages poussés actuellement dans la couche Jeanne (de 1^m,30, située à 10 mètres au mur de la grande couche, dont elle est séparée par un banc de grès très dur) s'exécutent avec des dégagements continus considérables, mais sans dégagement instantané; ailleurs cette couche était très explosive et très accidentée. Une exception se produit tant en grande couche que dans la couche Jeanne pour les travaux longeant la limite d'investissement qui sépare les travaux du Nord d'Alais de ceux de Rochebelle (le gisement de Rochebelle étant vierge à l'amont du niveau 220): le long de cette limite, on constate de nombreux « forts tirs », de plus de 20 tonnes, et quelques dégagements. Même constatation en couche intermédiaire.

Par contre, cette influence préventive a fait défaut aux mines de Rochebelle dans les conditions suivantes: la couche 1 de Fontanes, d'une puissance de 5 mètres, présente par l'effet d'une faille inverse, deux bancs parallèles qui se recouvrent et qui sont distants de 70 mètres environ. Malgré les dépilages dans le banc supérieur, sur une surface qui recouvre de 5 hectares les traçages dans le banc inférieur, ceux-ci ont donné 55 dégagements représentant plus de 17.000 tonnes de projection, soit environ 0^m,350 au mètre carré. Toutes réserves faites sur l'influence aggravante de la profondeur au sujet du banc inférieur, on peut donc dire que le dépilage au toit ne paraît avoir joué aucun rôle. On peut se demander toutefois si l'intervalle de 70 mètres est trop grand, ou plutôt si la faille n'a pas arrêté ou atténué l'effet de desserrage.

C) OBSERVATIONS GÉNÉRALES SUR LE RÔLE DES PRESSIONS
DE TERRAINS.

Il résulte de ce qui précède que quelques dégagements instantanés ont bien été corrélatifs d'écrasements de stots, de mouvements des roches encaissantes et d'écrasement du boisage, mais dans la plupart des cas, et surtout dans le Gard, il n'en est pas ainsi. Il n'apparaît généralement ni charges anormales sur le boisage, ni gonflement du sol ou des parois, ni réduction d'ouverture des fronts. En outre, il est d'observation courante que les dégagements instantanés tendent à disparaître en dépilages, même lorsque les surcharges d'exploitation ont toutes chances de s'exercer.

Par contre, il est plausible de rapporter à l'état de tension des terrains un certain nombre de caractères généraux des dégagements instantanés : la disproportion presque constante entre le vide produit au massif et le volume projeté, le foisonnement du massif, les grondements ou roulements qui accompagnent généralement les dégagements instantanés, l'absence de relation régulière et directe entre le volume des gaz et le tonnage projeté, l'influence aggravante de la profondeur et des toits de grès, le fait que dans la généralité des cas, les terrains aient été vierges ou massifs sur une assez grande épaisseur à l'aplomb des points considérés, l'influence préventive des grands fronts de taille à marche lente, ainsi que l'influence préventive exercée sur des couches voisines par le dépilage d'une première couche choisie à cet effet.

Il faut en outre rappeler que les dégagements instantanés sont particulièrement nombreux et intenses dans les reconnaissances en région vierge, et que quelques manifestations très violentes sont survenues dès les fonçages de puits (Nord d'Alais, Singles) : ce qui semble indiquer, qu'en fait, le rôle des effets de terrains dans les dégagements instantanés procède surtout des tensions orogéniques.

De telles tensions peuvent d'ailleurs résulter naturellement de la situation géologique des gisements à dégagements instantanés, et de leur relation très étroite et souvent prépondérante avec la tectonique générale et locale, encore que ces états d'extrême tension des roches soient généralement peu sensibles, ou du moins peu apparents, même dans les mines où se produisent les plus violentes manifestations, alors qu'inversement beaucoup de gisements à tectonique tourmentée et à coups de charges ne donnent pas lieu à dégagement instantané.

En résumé, et en l'état actuel de nos connaissances, on peut admettre que l'état de tension des terrains constitue sinon une condition nécessaire, du moins une circonstance très propice au dégagement instantané, en raison des effets de détente qui peuvent en résulter lors de l'ouverture de la couche. Cependant les dégagements instantanés ne se manifestent pas en fait comme de simples détentes de terrains provoquant des écrasements des bancs de moindre résistance, avec désagrégation plus ou moins brusque et complète des fronts mis à nu. Ils s'en distinguent, au moins dans leur mécanisme, et la production rapide et abondante de gaz joue un rôle qui est variable, mais souvent très important, et qui met en cause la nature des couches, et leur plus ou moins grande aptitude au dégagement.

D) INFLUENCE DE LA NATURE DES COUCHES ET DE LEUR APTITUDE
AU DÉGAGEMENT. RÔLE DES GAZ.

L'influence de la nature des couches paraît ressortir directement de cette observation très fréquente, que dans les mêmes conditions générales de tectonique et d'exploitation, certaines couches donnent des dégagements instantanés, alors que d'autres restent absolument indemnes.

Ainsi à *Tréllys*, la couche n° 2 a été recoupée en plusieurs points ou suivie en galerie sans donner lieu à la moindre manifestation, alors que la couche n° 1, à 55 mètres au mur, a donné lieu à de nombreux dégagements. Le travers-bancs du niveau 34 sur Saint-Florent, en région complètement vierge, a d'abord traversé quatre couches sans incident, et c'est seulement à la cinquième couche que s'est produit un dégagement mixte d'acide carbonique et de grisou.

A *Rochebelle*, entre les niveaux 340 et 440, la couche n° 2 du puits Sainte-Marie donne des dégagements instantanés, alors que les couches 1 et 3 qui l'encadrent n'en donnent pas.

A *Molières*, la cas est particulièrement intéressant, parce qu'on se trouve dans une région parfaitement régulière et bien observée.

Lors de la recoupe du faisceau des cinq couches prises par les travers-bancs des 10^e et 11^e étages, c'est en effet une seule et même couche, celle du milieu du faisceau, qui a donné lieu à dégagement instantané. Qu'on mette en cause un état de tension initiale des terrains ou des surcharges quelconques, il n'en a pas moins fallu pour déterminer le dégagement instantané que leur action se produise sur une couche qui y était particulièrement apte.

Ces recoupes de la couche Sale par les travers-bancs des 10^e et 11^e étages avaient en effet été précédées l'une et l'autre de traçages effectués dans les couches du toit, exactement dans la même région, et sans incidents.

Il est surtout très significatif qu'à l'aplomb même du point où devait se produire le dégagement du 10^e étage (lors de la recoupe de cette couche Sale par le travers-bancs), un montage pour percement d'étage était préalablement passé sans incident d'aucune sorte, dans la couche Saint-Jean qui est immédiatement au toit de la couche Sale, et à 16 mètres environ selon la verticale.

A remarquer encore que dans le travers-bancs du 11^e étage, le dégagement est survenu inopinément dès que la couche Sale est apparue au mur du travers-bancs, tandis que dans le travers-bancs du 10^e étage, le dégagement ne s'est produit que lorsque la couche fut complètement arrivée au toit, sur un dernier tir fait par surcroît de précaution, et alors que la couche était entièrement recoupée par tirs d'ébranlement particulièrement violents.

D'autre part, on a déjà signalé que les traçages dans la couche Saint-Jean n'avaient jamais rien donné, qu'ils aient précédé ou suivi ceux de Saint-Ferdinand, lesquels ont été exécutés, de façon conjuguée, dans le même quartier, dans les mêmes conditions, et par la même méthode, et ont au contraire vu se produire un grand nombre de manifestations.

Au surplus, le dégagement instantané s'accompagne d'une surabondance de gaz qui présente évidemment une gamme d'intensité très étendue, mais qui est normalement très sensible, et ne peut s'expliquer, ni par un drainage plus étendu du massif, puisque les dégagements se multiplient souvent dans des zones très restreintes, et se rapprochent parfois jusqu'à la contiguïté, ni par une purge plus complète des charbons projetés, puisqu'au contraire ces charbons continuent très généralement à donner du gaz, parfois pendant très longtemps et avec une intensité exceptionnelle, alors qu'ils sont soustraits à toute action de pression ou d'écrasement.

Cette surabondance de gaz se manifeste d'ailleurs très nettement dans le mécanisme même de certains dégagements instantanés, surtout pour le CO². Fréquemment, en effet, les témoignages des rescapés indiquent des bouffées de gaz, avec sifflements et coups de vent faisant battre les portes.

Ainsi à *Trélys*, dans le dégagement n° 6 (puits Pisani en fonçage), on entendit du jour un sifflement violent; dans le dégagement n° 10

(couche au mur de Saint-Pierre) survenu sur un tir exécuté du fond, les ouvriers placés derrière une porte entendirent un vent de tempête.

Au *Nord d'Alais*, le grand dégagement du 6 juillet 1907, déjà cité (survenu en fonçage de puits, à 323 mètres de profondeur) se manifesta d'abord par un refoulement d'air au jour, suivi bientôt d'une énorme colonne de CO² et poussières; cette colonne monta jusqu'au dessus du chevalement, à une trentaine de mètres au-dessus de l'orifice du puits, fut continue pendant une dizaine de minutes, puis rendue alternative par le charbon qui s'accumulait dans le puits jusqu'à ce que le gaz y ait atteint la pression voulue pour l'emporter. Le gaz, entraînant alors une partie de poussières fines contenues dans la masse des projections, opéra même un commencement de classement en grosseur, car sur les 49 mètres de puits ainsi remplis de charbons, les 7 ou 8 mètres supérieurs se trouvèrent composés uniquement de grains de 2 à 5 millimètres de diamètre. Un bloc de 30 kilogrammes fut retrouvé à 140 mètres du fond sur une traverse du puits; aucune marque de chocs violents sur le guidage. Quand on traversa la couche, on fut obligé de tirer des coups de mine dans la moitié environ de la section du puits; le charbon y était dur et en place, tandis que l'autre moitié était remplie de charbon foisonné ayant la composition du tout-venant ordinaire.

A *Molières*, le dégagement déjà cité du 6 octobre 1909 (rencontre de la couche Sale par le travers-bancs du 11^e étage) a comporté, au dire des rescapés, un fort coup de gaz avec nuage de poussières; des ouvriers qui travaillaient dans un chantier peu éloigné ont déclaré avoir ressenti très distinctement deux coups de vent, le second amenant l'extinction de leurs lampes. Il se forma un talus de projection de plus de 70 mètres de longueur, recouvert de 20 centimètres de folle farine et laissant subsister au toit un chenal régulier d'environ 50 centimètres; un bloc de 150/130/125 centimètres fut charrié à 35 mètres sans laisser trace de son passage; les outils et wagonnets furent ensevelis en place, et un réservoir d'eau potable fut retrouvé non renversé, au chantier même. Il y eut renversement de l'aérage, contamination de plusieurs circuits, et extinction de 95 lampes, dont plusieurs à très grande distance.

Très généralement d'ailleurs les constatations relatives aux dégagements instantanés mentionnent des poches ou excavations aux formes bizarres, des chenaux de passage de gaz, et surtout cette « folle farine » ou suie fine, qui recouvre les talus de projections, et

constitue parfois une sorte d'émulsion de gaz et de charbon, c'est-à-dire un témoignage tangible du rôle joué en fait par ces gaz.

Quant aux dégagements instantanés au stérile, ils paraissent propres au bassin de Brassac, dans le voisinage de la faille de Frugères, et à Singles, mine voisine de la région volcanique du Mont-Dore où fréquemment les terrains autres que le houiller sont eux aussi imprégnés de CO².

En fait donc, il n'est pas possible de considérer la production de gaz comme un simple accessoire du phénomène, ni la nature de la couche ou la qualité spécifique de la houille comme des facteurs négligeables. Au contraire, cette nature de la couche, son aptitude au dégagement gazeux, et le rôle joué par les gaz dans le mécanisme du véritable dégagement instantané apparaissent comme tout à fait importants, sans qu'il en résulte ni exclusivité ni incompatibilité aucune avec le rôle des tensions ou pressions de terrains. L'une et l'autre influence sont, en effet, susceptibles de grandes variations d'intensité selon les conditions d'espèces, et c'est par leurs variations et leurs combinaisons qu'elles peuvent produire toute la gamme de manifestations et de particularités que présentent les dégagements instantanés (1).

III. — Conclusion.

Les faits actuellement connus montrent que les effets de pression qui se manifestent dans les dégagements instantanés sont indépendants des tensions gazeuses accessibles aux sondages, mais paraissent en relation avec l'état de tension orogénique des terrains.

Cette relation ne va pas cependant jusqu'à permettre l'assimilation du dégagement instantané à un simple effet mécanique de détente des roches en tension. Le gaz se manifeste, au contraire, comme un élément essentiel du dégagement instantané, et il y a lieu de faire intervenir l'aptitude de la couche à ce dégagement.

A l'origine de cette aptitude, il est d'ailleurs plausible de voir un changement physique ou chimique de la manière d'être des gaz dans la houille, manière d'être qui peut elle-même être en relation avec la pression agissant sur le massif.

En tout état de cause, il est intéressant d'observer que la tension du massif paraît être, directement ou indirectement, l'un des facteurs

(1) Voir gisement et dégagement du grisou (*Bulletin Industrie minière*, septembre 1913).

principaux du dégagement instantané, et que l'action de ce facteur relève des procédés d'exploitation et d'abatage.

La détente s'en déduit en effet comme moyen d'action contre les dégagements instantanés, mais la détente du massif et des couches elles-mêmes et non la simple détente des tensions gazeuses accessibles aux sondages.

En pratique on peut essayer d'obtenir cette détente de façon lente et progressive, c'est-à-dire inoffensive : par l'exploitation préalable des couches qui paraissent les moins suspectes, par l'action de grands fronts de taille à marche lente, par la suppression ou la réduction de tout ce qui peut entraîner des surtensions : entailles, encoignures, surcharges d'exploitation, etc... Ce sont les méthodes préventives, étayées par un certain nombre de faits et de constatations expérimentales, et souvent susceptibles de très précieuses applications.

D'évidence cependant, ces méthodes préventives laissent subsister des risques, d'abord dans les régions et les couches sujettes à de très violents dégagements instantanés, et surtout dans les travaux préparatoires en région vierge, travers-bancs et traçages, qui sont précisément les plus dangereux.

Aussi doivent-elles être associées à la méthode dite « des tirs d'ébranlement », qui consiste à provoquer le dégagement instantané par l'action de fortes charges d'explosifs tirées dans des conditions appropriées. La méthode est consacrée par l'expérience, et on peut y voir le résultat d'une détente brusque du massif sous l'action de l'explosif, comme d'une action violente sur le gisement et le dégagement des gaz de la houille.

Les conditions d'application de ces diverses méthodes, ainsi que leurs procédés et détails de réalisation, se sont fixés à l'usage, et peuvent être maintenant énoncés, sinon en des règles précises, du moins en des indications et références établies sous formes de « principes à consulter ».

III. — Principes à consulter

pour l'exploitation des mines à dégagements instantanés de grisou et d'acide carbonique

SOMMAIRE

- I. — *Prévision des dégagements.*
- II. — *Conduite des travaux de reconnaissance et de traçage:*
 - A) Principes généraux.
 - B) Travail au chantier.
 - C) Exécution des tirs et visites de tirs:
 - a) Dispositions générales;
 - b) Mines sujettes à de violents dégagements instantanés;
 - c) Mines sujettes à des dégagements de moyenne ou de faible importance.
 - D) Aérage, éclairage, dispositions diverses.
- III. — *Conduite des travaux d'exploitation:*
 - A) Indications générales.
 - B) Exploitation des couches minces:
 - a) Couches sujettes à de violents dégagements instantanés;
 - b) Couches sujettes à des dégagements instantanés de grisou de moyenne ou de faible importance.
 - C) Exploitation des couches puissantes:
 - a) Indications générales;
 - b) Exploitation par tranches horizontales;
 - c) Exploitation par tranches inclinées;
 - d) Méthode mixte.
- IV. — *Dispositions diverses.*

I. — Prévision des dégagements.

1

Les dégagements instantanés sont surtout à craindre dans les bassins d'allure tourmentée, au voisinage d'accidents importants, spécialement de failles de charriage, ou dans les zones où la compression contre un massif préexistant a pu laisser les terrains en tension.

Lorsque ces conditions se trouvent remplies, la plus grande attention doit être apportée aux premières *manifestations anormales* qui peuvent survenir : projections au chantier, brusques venues de gaz, accroissement des teneurs en CO² (1), charbon qui devient terne, friable, moureux, etc.

1

(1) A Singles, avant le premier dégagement instantané, des venues assez abondantes de CO² se sont produites au fonçage du puits de Plagnes. A Tréllys, le dégagement n° 1 (6 mars 1900) fut précédé d'une petite venue de CO² à la recoupe d'une couche inconnue par le travers-bancs du puits de l'Arbousset. Des dosages de CO², effectués au puits Pisani de cette même mine, ont permis de prendre des mesures avant les premiers dégagements.

2

Le danger des dégagements, dans une même région, augmente généralement avec tout ce qui peut accroître la tension des terrains ou faciliter une brusque rupture d'équilibre : profondeur des travaux (1), toits de grès, approche d'accidents, première rencontre d'une couche, aplomb des stots occasionnels ou de limites d'exploitation de couches voisines, travaux en dressant ou en anticlinal de couche puissante, etc. Il paraît plus grand aussi dans les couches à charbon tendre, sans mailles ni clivages.

Les plus forts dégagements se produisent dans les travaux de reconnaissance et de traçage.

Une couche qui n'a pas donné de dégagement instantané à sa traversée par un travers-bancs ou par un puits reste cependant susceptible d'en donner ultérieurement, même dans le voisinage immédiat de cet ouvrage (2).

Les couches de schiste charbonneux peuvent être aussi dangereuses que les couches de houille (3).

II. Conduite des travaux de reconnaissance et de traçage.

A) PRINCIPES GÉNÉRAUX.

3

Dans tous les travaux de reconnaissance et de traçage, le percement des galeries se fait exclusivement par *tirs d'ébranlement*, c'est-à-dire au moyen de fortes charges d'explosifs tirées à l'électricité après évacuation du personnel, de manière à déterminer l'ébranlement du massif et à provoquer le dégagement au moment voulu.

2

(1) L'observation est très générale et a été relatée aux caractères généraux des dégagements instantanés. Cependant, une exception très frappante est fournie par la couche 10 de Rochebelle, au puits Descours, qui a donné un dégagement de 1,200 tonnes (4 juin 1919) à l'étage de 190 m. de profondeur alors que les traçages antérieurs de l'étage 250 n'avaient donné qu'une moyenne de 100 tonnes par dégagement.

(2) Exemples de la couche schisteuse du puits Pisani à Tréllys, des couches 1 et 3 au fonçage du puits Sainte-Marie à Rochebelle, de la couche du travers-bancs 27 au Nord d'Alais, etc.

(3) Couche schisteuse de Tréllys, schistes charbonneux du travers-bancs de Plagnes à Singles, schistes de la faille de Frugères au Grosménil,

4

En couche puissante, les premiers traçages doivent toujours être conduits *sous le toit* (1).

En couche mal définie ou mal reconnue, il convient de s'assurer que ce toit n'est pas un simple nerf.

B) TRAVAIL AU CHANTIER.

5

L'abatage au pic est interdit. L'emploi d'outils lourds, non susceptibles de servir commodément à l'abatage (1), est seulement toléré pour préparer l'emplacement du boisage et purger les blocs franchement détachés du massif.

6

Les tirs d'ébranlement doivent être effectués avec des *charges d'explosifs convenablement réparties et aussi fortes que possible* (1).

La détermination des charges minima à employer par volée, du nombre minimum des coups de mine d'une même volée, et des règles générales suivant lesquelles ces coups doivent être répartis, est fixée par une consigne (2).

4

(1) Cette règle, appliquée de façon absolue à Rochebelle et au Nord d'Alais, a pour but d'éviter autant que possible le charbon en couronne, et de diminuer le risque d'éboulements au charbon susceptibles d'amorcer des dégagements (voir première partie).

5

(1) Dans le Gard: pic au rocher, pioche piémontaise.

6

(1) A Rochebelle, le 23 octobre 1908, la charge d'ébranlement ayant été insuffisante, un dégagement instantané s'est produit pendant le déblayage et a fait huit victimes (il fut d'ailleurs reconnu que le charbon avait été travaillé au pic).

A Tréllys, le 14 mai 1912, sur un tir de six mines, trois d'entre elles partirent sans rien donner et ce fut seulement le départ des trois autres qui provoqua le dégagement. Le 11 août 1918, le tir d'ébranlement n'ayant été effectué qu'avec deux mines, il y eut dégagement instantané le lendemain au commencement du poste (deux victimes).

(2) Dans le Gard, pour un ouvrage dont la section ne dépasse pas 5 à 6 m², on admet généralement comme charges minima, soit 1,000 grammes de grisodynamite couche, soit 800 grammes de grisodynamite roche, soit 650 grammes de dynamite gomme, selon les travaux et les explosifs qui y sont autorisés. Ces charges minima sont fréquemment dépassées. Le nombre des coups de mine d'une volée n'est pas inférieur à quatre, sauf le cas d'impossibilité. Si, en fin de déblayage par exemple, une partie seulement du chantier présentait une cohésion suffisante pour le forage, on pourrait réduire le nombre des coups de mine, en conservant la charge totale.

7

Dans les chantiers dérangés ou en serrée, les coups de mine doivent être répartis sur toute l'étendue du front de taille, et forés à la fois dans les diverses catégories de terrains qui le constituent (1).

En partie régulière, les coups de mine en couche doivent être répartis au mieux dans toute la zone au charbon (2), et les tirs d'abatage du mur ou du toit peuvent n'être effectués qu'après complet enlèvement de la couche.

8

Le nombre des coups et leur charge doivent être augmentés dans les régions suspectes, et notamment dans les parties dérangées.

Il en est de même pour les ouvrages dont la section dépasse la normale.

9

Dans les quartiers où les dégagements instantanés de grisou sont de faible importance et où, même après un renforcement aussi complet que possible du boisage, l'emploi de fortes charges risque de provoquer des éboulements dangereux et la formation de cloches, des charges inférieures aux minima prévus à l'article 6 peuvent être exceptionnellement autorisées, des mesures spéciales étant prises pour assurer la sécurité du personnel (1).

Les tirs pour élargissements ou relevages de galeries peuvent être effectués avec des charges réduites, mais comportent les précautions habituelles pour le personnel.

7

(1) A Bessèges, on admet qu'il en est ainsi quand, *même en l'absence de tout autre indice*, la couche est réduite de moitié pour les couches de plus de 1 m. d'épaisseur, ou quand les quatre coups de mine ne peuvent être forés au charbon.

A Gagnières, en 1905, un dégagement instantané s'est produit le lendemain d'un tir de quatre mines d'ébranlement en couche serrée, et dès le début du poste, pendant qu'un ouvrier préparait l'emplacement d'un bois en déblayant *un banc au mur de la couche*.

(2) A Rochebelle, en couche 3 de Sainte-Marie, une mine ratée sur une volée de quatre, ayant été tirée à nouveau, a provoqué un dégagement de 360 tonnes, alors que les trois autres mines n'avaient rien donné.

9

(1) Travail effectué après évacuation du quartier par le reste du personnel. Dispositifs pour empêcher le recul du grisou vers les entrées d'air et limiter les risques; par exemple, deux portes enclenchées s'ouvrant dans le sens du courant d'air avec un premier ventilateur soufflant derrière ces portes à travers des buses, et un second ventilateur reprenant une partie de cet air pour l'envoyer au chantier à travers une nouvelle ligne de buses (Grand Combe).

10

Le boisage des chantiers menés aux tirs d'ébranlement est partout exécuté d'une manière particulièrement soignée (1). Lorsque le charbon est friable, la couronne et le parement d'amont des avancements sont menés avec des enfilages aussi jointifs que possible.

Dans les mines à dégagements instantanés de grisou, la bonne exécution du boisage est encore rendue plus importante par les graves inconvénients que présente la formation de cloches au toit des galeries.

11

Dès la reprise du poste après le tir, le chef de chantier doit se rendre compte de l'état du boisage, et le consolider s'il y a lieu.

Si une cloche s'est produite, elle doit être boisée aussi vite que possible et, si nécessaire, de façon provisoire. Lorsqu'elle est boisée définitivement, on procède à son remblayage, ou si la mine n'est pas grisouteuse, à son quadrillage (1). Ce n'est qu'après s'être assuré de la solidité de son chantier que l'ouvrier entreprend son travail courant : chargement des déblais, forages des mines, etc.

12

Des mesures sont prises pour indiquer au chef de chantier la position et l'orientation des coups de mine forés au poste précédent, afin qu'au déblayage il puisse reconnaître s'il y a eu des ratés ayant échappé aux visiteurs de tirs (1).

10

(1) Au Nord d'Alais, la consigne prescrit que dans tous les avancements les cadres doivent être soigneusement étré sillonnés pour éviter leur renversement par le tir.

11

(1) Voir dans la première partie la relation de dégagements instantanés amorcés par des éboulements. Accident du 24 novembre 1912, au Nord d'Alais (24 victimes).

12

(1) La mesure n'est pas tout à fait spéciale aux mines à dégagements instantanés, et elle est surtout utile en cas de double poste; mais dans une mine à dégagements, le danger du départ intempestif d'un coup raté est particulièrement grave.

Habituellement, on dispose en arrière du front de taille un tableau spécial où le chef de chantier indique à la craie, au moyen de points et de flèches, la position et l'orientation des trous forés pendant son poste.

C) EXÉCUTION DES TIRS ET VISITES DE TIRS

a) Dispositions générales

13

Les lignes de tir sont établies conformément aux prescriptions des articles 212 à 215 du règlement général français du 13 août 1911 sur l'exploitation des mines de combustibles. Des mesures spéciales sont prises pour éviter les ratés et pour vérifier systématiquement le bon état des lignes (1).

Dans les mines où l'électricité peut être employé comme force motrice dans les chantiers (2), les conducteurs de force et les lignes de tir doivent, sauf empêchement absolu, emprunter des galeries distinctes.

14

Dans chaque chantier, le montage des coups de mine se fait en série; on peut toutefois en cas de raté essayer un montage mixte ou en dérivation.

On ne doit mettre en série sur un même circuit que des amorces de même résistance et dont le bon état a été vérifié (1).

La puissance des amorces doit être suffisante pour assurer la détonation complète des explosifs.

13

(1) A Molières, on utilise un petit galvanoscope à pile sèche permettant de vérifier par une simple oscillation d'aiguille le bon état des lignes.

Les tirs se font de l'intérieur, au moyen d'exploseurs du type 45 à 50 volts pouvant tirer de 30 à 50 mines. Les lignes principales sont constituées par de petits câbles isolés de 7 fils de cuivre 15/10 section 12 mm², 25, les lignes secondaires par des fils de cuivre 22/10 et les tronçons ne dépassant pas 300 m. par des fils de fer nu de 20/10. De petits tableaux avec coupures sont aménagés aux points de branchement.

A Rochebelle, où le tir se fait de l'extérieur, les lignes des puits et galeries principales sont constituées par des câbles armés formés d'un nombre variable de conducteurs ayant chacun 5 mm²,5 de section (7 fils de 10/10 mm.). La liaison avec les chantiers en activité se fait par des conducteurs en fer galvanisé de 44/10 mm. de diamètre.

(2) L'article 216 du règlement général du 13 août 1911 interdit l'emploi de l'électricité dans les mines à dégagements instantanés de grisou.

14

(1) A Molières, on s'assure simplement du passage du courant dans les amorces par le galvanoscope à pile sèche.

A Rochebelle, la vérification des amorces se fait par la mesure de la résistance; après élimination des amorces où le courant ne passe pas, on classe les autres par résistance au 1/10^e d'ohm (résistance moyenne, 1,2 ohm).

b) Dispositions concernant les mines
sujettes à de violents dégagements instantanés

15

Dans les mines sujettes à de violents dégagements instantanés, tous les tirs d'ébranlement se font *de l'extérieur*, après que les travaux ont été évacués et qu'il ne reste plus aucun ouvrier dans la mine (1).

Après le tir, on ne laisse redescendre les ouvriers dans la mine qu'après que des visiteurs spéciaux se sont assurés que la mine n'a pas été envahie, à la suite du tir, par l'acide carbonique ou par le grisou.

Des consignes spéciales règlent l'ordre et les conditions dans lesquelles doit se faire la visite des différents chantiers après le tir.

Les mesures utiles sont prises pour qu'en cas de sortie du gaz au jour le carreau de la mine soit immédiatement évacué (2), et pour que du grisou sortant de la mine ne puisse s'enflammer à un foyer ou à une flamme.

16

L'exécution des tirs et des visites de tirs est placée sous la surveillance directe d'un *chef tireur* responsable de leur bonne exécution.

17

Les tirs ne doivent être effectués qu'après que le chef tireur a été prévenu par les agents de la surveillance que la sortie du personnel

15

(1) A Rochebelle, jusqu'en juin 1919, les tirs d'ébranlement du puits Descours, qui donnaient très peu de dégagements et de faible importance, se faisaient de l'intérieur de la mine. Le 4 juin 1919, un avancement au niveau 120, cote de profondeur, de la couche 10, a donné un très violent dégagement qui a envahi tout l'étage 250. Le ventilateur Mortier a été calé, et l'acide carbonique a dérivé sur le circuit d'aéragé d'un autre ventilateur; c'est sur ce circuit d'aéragé que deux hommes ont été asphyxiés à environ 2 kilomètres de distance du point de dégagement. Depuis lors, tous les tirs se font de l'extérieur.

(2) A Rochebelle et au Nord d'Alais, quand l'acide carbonique d'un gros dégagement se répand au jour, on alerte immédiatement le voisinage du puits au moyen d'une sirène, et l'on prend les dispositions nécessaires pour avertir le personnel circulant sur la route.

Au Nord d'Alais, dès que la sirène sonne, les machinistes et l'électricien du tableau arrêtent les machines des ateliers et le courant de la mine. Toutes les personnes présentes soit à la recette du puits, soit aux ateliers, soit en un point quelconque du carreau, évacuent rapidement ce carreau et se rendent en un point élevé, du côté d'où vient le vent de préférence. Elles y restent tant que dure le son de la sirène et jusqu'à l'arrivée du surveillant.

est terminée; un contrôle des entrées et des sorties est organisé à cet effet.

18

Pour éviter tout départ intempestif d'un coup de mine, soit par suite d'une imprudence, soit par les effets de la foudre (1), soit par suite de la proximité d'une ligne de force, les lignes de tir sont coupées en un ou plusieurs points pendant la durée du poste, avec mise à la terre des conducteurs allant aux chantiers. L'une au moins de ces coupures n'est pas distante de plus de 500 mètres des chantiers. Les mesures utiles sont prises pour que le chargement des coups de mine et la suppression des coupures ne se fassent qu'au dernier moment.

19

La consigne des tirs et visites de tir fixe le délai à laisser entre le moment du tir et le commencement de la visite, ainsi que les mesures à prendre (descente d'une lampe témoin dans le puits, examen du diagramme du ventilateur, etc.) pour que les visiteurs ne risquent pas d'être surpris par un refoulement de gaz sur l'entrée d'air (1).

20

La descente des visiteurs dans le puits doit se faire lentement; ces visiteurs doivent disposer d'un moyen de communication avec le jour leur permettant de se faire remonter immédiatement en cas d'alerte (1).

18

(1) A Fontanes, en 1913, un départ intempestif sous l'effet de la foudre s'est produit sur une ligne de 2,500 mètres de longueur en fil nu (sauf câble armé du puits) avec retour par la terre, malgré la coupure à la sortie du puits.

Le retour par la terre a été supprimé, des câbles armés ont été installés dans les galeries principales et une deuxième coupure a été prévue à la sortie de ces câbles armés.

19

(1) A Trélys, les visites de tir commencent 15 minutes après le tir; deux lampes allumées ont été laissées pendant ce temps à la recette inférieure. Une lampe allumée est suspendue à 10 mètres au-dessous de la cage descendant les visiteurs.

A Rochebelle, le délai entre le tir et le commencement de la visite est fixé à 15 minutes pour les visiteurs empruntant les plans inclinés dans la descente et à 30 minutes pour les visiteurs empruntant le puits.

On a constaté en effet, lors d'un dégagement de Fontanes, que l'acide carbonique pouvait n'arriver au puits que 20 minutes après le tir. C'est à la suite de cet incident que le délai a été porté de 15 à 30 minutes. Il a été prescrit en outre de ne pas descendre avant que la dépression indiquée par le ventilateur n'ait atteint sa valeur maxima.

Quant aux visiteurs qui empruntent les plans et galeries, ils ont toutes facilités, avant de poursuivre leur tournée, de s'assurer que le courant d'air se fait normalement.

21

Des mesures sont prises pour que, pendant toute la durée de la visite, la cage, consignée s'il y a lieu en un point déterminé du puits, soit mise dans le plus bref délai à la disposition des visiteurs.

22

Les visites sont effectuées par des équipes de deux ouvriers; aucun visiteur ne doit circuler seul dans la mine.

23

Chaque équipe est munie de deux lampes à flamme (1) et d'une lampe électrique portable.

24

Les visiteurs suivent un itinéraire tracé par une consigne spéciale, et établi autant que possible en suivant le sens du courant d'air. Dans le cas où cet itinéraire emprunterait des retours d'air venant des chantiers tirés, il peut être nécessaire, pour renseigner les visiteurs, de placer des lampes témoins aux points de jonction, dans des conditions fixées par ladite consigne.

Des précautions spéciales sont prises, dans les mines à dégagements d'acide carbonique, pour éviter que les visiteurs puissent être pris à revers par une coulée d'acide empruntant un circuit dérivé (1).

Les visiteurs qui trouvent les lampes témoins éteintes ou rencontrent du gaz battent en retraite.

25

Après la visite, chaque équipe signale au chef tireur, qui en réfère s'il y a lieu à l'ingénieur de la mine, tous les faits constatés, tels

20

(1) A Rochebelle, en 1918, quatre visiteurs ont été asphyxiés dans le puits Sainte-Marie, par suite d'une erreur de signalisation; contrairement à la consigne, ils étaient d'ailleurs descendus 5 à 10 minutes seulement après le tir.

Pendant la descente dans le puits, qui se fait à vitesse réduite, les visiteurs observent une lampe témoin placée à la recette inférieure et munie d'un réflecteur. Si cette lampe s'éteint, ou si toute autre raison fait prévoir un refoulement de gaz, les visiteurs donnent immédiatement le signal de remonte par une corde qui actionne un timbre spécial.

23

(1) Ces lampes doivent être de sûreté, même dans les mines à dégagements instantanés de CO_2 , s'il y a lieu de craindre la présence du grisou ou son mélange avec CO_2 (Rochebelle, Trélys).

24

(1) Exemple de Rochebelle: les deux équipes s'attendent.

que fortes projections de charbon, dégagements de gaz, lampes éteintes, éboulements, coups ratés, etc.

26

La consigne détermine les conditions dans lesquelles, en cas de ratés, pourront avoir lieu le retraitage de ces coups ratés, la deuxième visite des chantiers, et la descente du personnel.

c) Mines sujettes à des dégagements instantanés de moyenne ou de faible importance (1).

27

Dans les mines sujettes à des dégagements instantanés de moyenne ou de faible importance, le tir peut avoir lieu de l'intérieur, d'un poste de tir disposé de manière à ne pouvoir être atteint par le gaz en cas de refoulement du courant d'air (1).

Le tir ne peut avoir lieu que lorsqu'il n'y a pas d'ouvriers sur le retour d'air des chantiers où il est effectué.

Les ouvriers se trouvant sur l'arrivée d'air doivent, au moment du tir, se tenir à une distance des chantiers au moins égale à celle à laquelle se trouvent les bouteux.

Une consigne fixe l'emplacement des postes de tir et les points de rassemblement du personnel.

Les tirs doivent se faire en sens inverse du courant d'air.

28

Après le tir, les bouteux s'assurent que la mine n'a pas été envahie par un dégagement de gaz. La consigne prévue à l'article précédent fixe l'ordre et les conditions dans lesquelles se fait cette visite, ainsi que les précautions à prendre si le gaz apparaît.

c)

(1) C'est le cas habituel, au moins dans le Gard, pour les mines à dégagements instantanés de grisou.

27

(1) Cette condition peut être réalisée, soit par l'éloignement du poste de tir, soit par un dispositif de protection comme à la Grand'Combe: deux portes enclenchées traversées par des buses, un premier ventilateur pour souffler dans ces buses, un second au delà des portes pour aérer directement le chantier à travers une nouvelle ligne de buses.

D) AÉRAGE, ÉCLAIRAGE, DISPOSITIONS DIVERSES.

29

L'indépendance des quartiers au point de vue de l'aérage doit être aussi largement assurée que possible. Sauf impossibilité, le retour d'air de quartiers dangereux ne doit pas passer sur des chantiers en exploitation (1).

30

Les mines à dégagements instantanés doivent être largement ouvertes. Des dispositions sont à prévoir pour éviter qu'en cas de dégagement il se produise un refoulement accidentel d'un circuit dans un autre (1).

31

Dans les mines à dégagements instantanés d'acide carbonique, les ventilateurs assurant l'aérage général doivent pouvoir donner, en cas de besoin, la forte dépression nécessaire à l'évacuation du gaz (1)

29

(1) A remarquer que dans les dégagements de CO_2 , les chantiers en aval même sur l'entrée d'air, peuvent être contaminés les premiers par la coulée de l'acide.

30

(1) Accident déjà relaté du 4 juin 1919 au puits Descours de Rochebelle. A observer que lors d'un grand dégagement instantané, l'acide carbonique se comporte comme s'il n'y avait pas de ventilateur et s'écoule par sa densité jusqu'à ce que le ventilateur ait repris son action.

31

(1) Avant de renforcer l'aérage, il y a lieu de se préoccuper des ouvriers qui peuvent être sur le retour d'air et y recevoir l'acide avant leur départ.

Il y a intérêt à avoir des ventilateurs à pouvoir manométrique aussi constant que possible, et à étudier, en vue d'obtenir la dépression nécessaire, les conditions dans lesquelles pourraient marcher deux ventilateurs en série.

La commande à vapeur a l'avantage de se prêter aisément à une augmentation de vitesse pour obtenir l'augmentation de dépression nécessaire.

Dans les très forts dégagements, la mine se trouve bouchée par l'acide, et la purge peut être impossible avec les dépressions dont on dispose habituellement aux ventilateurs.

Dans ce cas, il y a intérêt à disposer d'une communication par les étages supérieurs entre les puits d'entrée et de sortie d'air; par exemple un court-circuit de 1 à 2 m³, avec des portes d'isolement munies de registres qu'on ouvre sur le tir.

Un deuxième moyen d'obtenir le débouchage de la mine consiste à faire tomber de l'eau dans le puits d'entrée d'air. On obtient ainsi une chasse d'air importante qui met en mouvement le bouchon d'acide, assure le mélange avec l'air, diminue ainsi la densité moyenne et permet au ventilateur d'aspirer. En général, il suffit d'assez faibles quantités d'eau, car il ne faut point négliger l'appoint du ventilateur dès que le courant s'établit.

et des mesures doivent être prises pour assurer, même sans surveillance, et pendant plusieurs heures, la continuité de leur marche en cas d'invasion du carreau.

32

Dans les chantiers où l'on a des raisons de redouter des poussées inopinées de gaz et de charbon (1), dans ceux où la fuite des ouvriers pourrait présenter quelque difficulté, et, sauf autorisation spéciale de l'ingénieur de la mine, dans les chantiers en déblayage de dégagement, des lampes électriques portatives sont disposées en arrière des chantiers, de préférence aux changements de direction, de manière à faciliter la fuite en cas d'alerte (2).

En aucun cas, ces lampes ne doivent être utilisées pour le travail au chantier.

33

Les voies d'accès des chantiers ne doivent jamais être encombrées.

34

L'emploi de l'air comprimé est à développer dans les mines à dégagements instantanés.

Des refuges, pourvus d'une canalisation d'air comprimé, sont généralement établis aux postes de tir intérieurs et, si nécessaire, aux points, tels que les recettes des puits, où des ouvriers ou des visiteurs en fuite pourraient avoir leur retraite coupée.

En cas de dégagement pendant le poste, la marche des compresseurs doit être accélérée.

35

Dans les mines sujettes à de violents dégagements instantanés, des dispositions sont prises pour assurer en cas de dégagement le main-

32

(1) Par exemple, des chantiers longeant un accident, des chantiers en dressant, une galerie recoupant une couche puissante par son mur, etc., etc.

(2) Dans un déblayage du montage du travers-bancs 4, à Fontanes, une petite coulée d'acide, éteignant les lampes, a réussi à désorienter deux ouvriers, qui, au lieu de fuir sur l'entrée d'air, sont allés tomber dans une partie en cul-de-sac pleine d'acide, malgré un barrage de charbon qui en interdisait l'accès.

Les quelques dégagements instantanés de grisou qui sont survenus dans le bassin du Gard pendant le poste fournissent plusieurs exemples de fuites ou de sauvetages assurés par les lampes électriques.

tien de l'aérage et la protection des organes essentiels de la mine ; recettes des puits, pompes, voies principales d'accès, etc. (1).

36

Dans les quartiers en dressant, ou dans ceux où le charbon est très friable, on doit s'efforcer, autant que possible, d'ouvrir les courants d'air au moyen de travaux en descente (1).

37

Tout travail effectué à proximité immédiate d'une couche sujette aux dégagements instantanés doit être éclairé par des trous de sonde de repérage (1), normaux aux bancs traversés; il doit en être de même dans les régions mal connues.

Si l'ouvrage en question doit recouper la couche, les coups de mine sont suffisamment approfondis (2) pour qu'un premier tir d'ébranlement à charges renforcées soit effectué au charbon en même temps qu'au rocher, avant la mise à découvert de la couche.

S'il progresse en direction ou dans des bancs faiblement inclinés, et que la couche voisine soit très proche (3) et particulièrement dangereuse, il peut être nécessaire de la reconnaître au préalable par un ouvrage normal aux strates, et de la disloquer par tirs d'ébranlement (4).

38

Dans une mine non classée comme mine à dégagements, les travers-bancs se dirigeant vers des régions suspectes (1) sont poursuivis

35

(1) Par exemple, par portes barrages et galeries d'expansion, ou, pour les circuits secondaires d'aérage, par accumulation de matériaux ou bennes pleines déraillées, susceptibles d'arrêter les déblais projetés.
(Voir Note de M. ROYER, *Revue de l'Industrie minière*, 15 mars 1922.)

36

(1) Cette indication est assez générale dans les mines à dégagements instantanés de grisou; elle peut subir des tempéraments dans les mines à CO², en raison du risque d'envahissement par une coulée d'acide provenant d'un ouvrage voisin.

37

(1) De 2 mètres environ.

(2) Par exemple 2 mètres, dont 0 m. 50 au moins au charbon, pour les coups tirés à la dynamite gomme, ces chiffres étant à réduire en cas d'emploi d'explosifs de sûreté en raison de la moindre puissance de ces explosifs.

(3) Par exemple 2 mètres pour des terrains de moyenne consistance.

(4) Accident du travers-bancs 4 de 520, au puits Sainte-Marie de Rochelle, où dans des bancs horizontaux on est arrivé sous une couche sans s'en douter.

aux tirs d'ébranlement, effectués, soit du jour, soit d'un refuge, pendant l'intervalle des postes (2).

Si le danger d'un dégagement paraît peu à craindre, on peut se contenter d'effectuer ces tirs à l'approche et à la traversée des couches; dans ce cas, des sondages de reconnaissance doivent précéder l'avancement.

39

L'aérage des chantiers en déblayage de dégagement doit faire l'objet d'une surveillance spéciale; des dispositions sont prises, s'il y a lieu pour éviter une contamination persistante du chantier en cas de coulée d'acide carbonique, et pour permettre la fuite des ouvriers (1).

40

Dans le cas où un dégagement instantané d'acide carbonique a rempli de projections plusieurs ouvrages, on s'efforce de commencer le déblayage par le point le plus élevé qu'on puisse atteindre (1). Dans les parties très inclinées, des mesures sont prises pour régler la descente du charbon.

41

Tout chantier où des symptômes anormaux font craindre un dégagement inopiné, est immédiatement évacué; la surveillance doit être prévenue d'urgence.

Il en est de même en cas d'arrêt de la ventilation.

42

Les chantiers en déblayage de dégagement, et ceux où l'on a des raisons de redouter des poussées inopinées de gaz et de charbon, sont visités deux fois au moins pendant la durée du poste.

38

(1) Se reporter aux articles 1 et 2.

(2) A Singles, un refuge établi à la suite des premières venues anormales de CO² a sauvé, lors d'un dégagement ultérieur, cinq ouvriers qui ont pu y rester toute une journée alors que l'acide carbonique remplissait la mine (26 juillet 1909).

39

(1) L'aérage par canars aspirants a l'avantage d'éviter le brassage de l'acide carbonique et de faciliter le travail des ouvriers. Pour le grisou, ce même aérage a l'avantage de mettre les ouvriers sur l'arrivée d'air, mais il a l'inconvénient de ne pas purger les cloches.

40

(1) L'accident de Fontanes, déjà relaté à l'article 32, où deux ouvriers furent surpris par une coulée d'acide, s'est produit en déblayant un montage faisant communiquer un niveau de roulage avec la parallèle où avait eu lieu le dégagement. Les déblais étaient répartis entre niveau, parallèle et montage.

III. — Conduite des travaux d'exploitation.

A) INDICATIONS GÉNÉRALES.

43

Quand plusieurs couches sont situées à faible distance les unes des autres, l'exploitation doit autant que possible commencer par l'une de celles qui sont le moins sujettes au risque de dégagements instantanés (1).

44

Une étude attentive doit être faite de la répercussion des pressions exercées par l'exploitation d'une couche sur les autres, et les surcharges occasionnelles doivent être évitées autant que possible (1).

B) EXPLOITATION DES COUCHES MINCES (1).

A) Couches sujettes à de violents dégagements instantanés.

45

Si la couche à exploiter est exposée (1) à de violents dégagements instantanés de CO₂, l'exploitation ne peut être poursuivie sans précautions spéciales qu'à l'intérieur d'un réseau de traçages à mailles suffisamment serrées (2), découpant entièrement le panneau à dépiler et complété s'il y a lieu par l'enlèvement, avec les mêmes précautions qu'en traçage, du charbon le long des dérangements (3).

A l'extérieur de ce réseau on applique dans les mêmes conditions qu'en traçage la méthode des tirs d'ébranlement.

43

(1) Les faits actuellement connus (Voir première partie: effet du desserrage des terrains) semblent indiquer que ce desserrage est surtout efficace par une couche du mur.

44

(1) Voir première partie: observations relatives au rôle des tensions et pressions des terrains.

B)

(1) On entend sous cette désignation toute couche pouvant être exploitée en une seule tranche.

45

(1) Une couche est « exposée » à de violents dégagements instantanés, soit lorsqu'elle y est ordinairement sujette et ne semble pas suffisamment protégée par l'exploitation préalable de couches voisines, soit, même pour une couche normalement moins dangereuse, lorsque les travaux qui s'y poursuivent se dirigent vers une région inconnue ou particulièrement dérangée, ou s'avancent dans une zone assujettie à des surcharges d'exploitation (aplomb de piliers de protection ou de limites de dépilages, etc.).

46

Pour les dégagements instantanés de grisou, la même méthode peut être employée. Toutefois les traçages préliminaires sont d'une exécution plus délicate et paraissent moins efficaces (1). Il peut être préférable d'y renoncer et d'exploiter entièrement par tirs d'ébranlement, dans les mêmes conditions et avec les mêmes précautions qu'en traçage. Il convient alors de chercher à réduire les dégagements instantanés par l'emploi de grands fronts de taille à marche lente.

Cette méthode peut également s'envisager pour l'acide carbonique.

B) Couches sujettes à des dégagements instantanés de moyenne ou de faible importance.

47

Dans les couches sujettes à des dégagements instantanés de moyenne ou de faible importance, si la régularité du gîte, l'action de grands fronts de taille à marche lente, et le desserrage éventuel des terrains dû à l'exploitation préalable de couches voisines (1), permettent d'escompter la suppression ou tout au moins une atténuation suffisante des dégagements, on peut exploiter sans traçages préalables, sous réserve toutefois des tirs d'ébranlement et autres précautions prévues aux articles suivants.

(2) La longueur de la maille dépend naturellement des conditions du gisement et de la couche; en fait, elle varie de 15 à 30 mètres. Si les premiers traçages ont donné lieu à de très violents dégagements, on peut être amené à réduire leur longueur de maille en découpant le quadrillage par des recoupes intérieures.

(3) Il faut éviter de dépiler au pic à proximité d'une région dangereuse non assainie. Les traçages doivent d'ailleurs longer de préférence les accidents et serrées de couches, où les risques de dégagements sont plus grands.

46

(1) La méthode a été expérimentée aux mines de Gagnières: les dégagements instantanés se sont multipliés pendant l'exécution des traçages, et il ne s'en est pas moins produit quatre dégagements en dépilage, à proximité de traçages préalablement effectués (voir première partie).

47

(1) Les faits exposés au chapitre II de la première partie montrent que l'influence préventive du desserrage des terrains se manifeste: à Gagnières à 28 m. et 45 m. d'écartement vertical (couche 0 et couche 1 au-dessus de couche 2 dépilée); à Molières à 16 m. (couche Saint-Ferdinand au-dessus de Saint-Jean dépilée); au nord d'Alais à 10 m. (couche Jeanne sous la Grande Couche).

48

Les avancements des voies de niveau sont effectués par tirs d'ébranlement.

En région insuffisamment connue, les avancements extrêmes d'un groupe de tailles à faible décrochement sont conduits en avance sur l'extrémité du front de taille.

49

Des tirs d'ébranlement doivent être effectués, en grande taille, au moins aux points suivants :

1° Dans les parties serrées (1) ou barrées par des dérangements, ainsi qu'à l'approche d'un accident présumé.

2° Dans l'entaille au charbon longeant le massif, et le plus près possible du coin de l'entaille.

Les chantiers constituant la grande taille doivent autant que possible ne pas être décrochés. En cas de décrochement supérieur à une limite fixée (2), le décrochement est considéré comme une entaille au massif et on y effectue des tirs d'ébranlement.

50

La vitesse de déplacement du front de la grande taille ne doit pas être supérieure, et sa longueur ne doit pas être inférieure à des limites fixées (1).

51

L'exécution des tirs d'ébranlement prévus par les articles 48 et 49 est soumise aux prescriptions du titre II, relatives aux tirs en traçage.

L'ingénieur de la mine donne, en s'inspirant de ces prescriptions, les instructions générales relatives au nombre, à l'emplacement et à la charge des coups de mine.

52

Lorsque le travail au pic est autorisé et que le charbon présente des passages ternes et friables, il est recommandé de se méfier de

49

(1) Une couche dont l'épaisseur est réduite de moitié est réputée serrée même si son allure est régulière.

(2) 4 mètres pour les tailles montantes de Molières.

50

(1) Dans le Gard, une dizaine de mètres d'avancement par mois, avec 50 à 80 mètres de longueur minimum.

cette facilité d'abatage, et de n'enlever que lentement le charbon qui vient à la pelle et est décollé du toit.

En outre, les ouvriers doivent être particulièrement attentifs aux manifestations telles que sifflements, crépitements, craquements, chutes brusques de petits morceaux de charbon, qui constituent souvent des prodromes de poussée ou de dégagement, et en présence desquels il y a lieu de fuir immédiatement.

53

Si la dureté du charbon nécessite l'emploi des explosifs, les tirs d'abatage, même en couche réglée, doivent être effectués en se préoccupant de l'éventualité d'un dégagement instantané. Ils comportent donc, mais avec des charges qui peuvent être réduites, le tir à l'électricité, et les conditions spéciales de protection du personnel prévues à l'article 27.

L'ingénieur de la mine fixe les emplacements des postes de tir, ainsi que les points de rassemblement du personnel pendant les tirs.

54

Dans les couches ne donnant lieu qu'à de faibles dégagements, les tailles destinées à loger les remblais des avancements sont conduites comme les grandes tailles, sous réserve de considérer le châssis d'aérage comme traçage, au même titre que la galerie d'avancement, sa parallèle et les traverses reliant ces deux ouvrages.

Des salves d'ébranlement doivent être tirées, dans les conditions prévues au titre II, dans les tailles à remblais des couches donnant lieu à des dégagements de moyenne importance.

C) EXPLOITATION DES COUCHES PUISSANTES (1)

a) Indications générales

55

L'exploitation d'une couche puissante nécessite l'exécution préalable, avec toutes les précautions prévues pour les traçages, de galeries de niveau et de montages formant sous le toit un quadrillage à mailles suffisamment serrées, puis de recoupes allant du toit au mur, et de galeries en couche ou au mur, complétant la délimitation du panneau à dépiler.

C)

(1) Couches ne pouvant être prises en une seule tranche.

Ce quadrillage sera complété s'il y a lieu par des traçages longeant les étroites.

Sauf impossibilité absolue, les recoupes du toit au mur, et les galeries en couche ou au mur, ne doivent être poussées que si, à l'amont des cotes de ces galeries, le quadrillage réglementaire sous le toit a déjà été exécuté.

b) Exploitation par tranches horizontales

56

L'exploitation se fait par sous-étages pris en descendant, formés chacun de plusieurs tranches, deux ou trois généralement, prises en montant.

Les règles à suivre dans l'exploitation d'un sous-étage différent suivant que la couche a été ou non dépilée à l'amont.

57

Lorsqu'il existe un massif vierge au-dessus du niveau de tête, on prend avec des précautions spéciales, et uniquement par tirs d'ébranlement, un sous-étage tampon.

58

Dans un *sous-étage normal*, c'est-à-dire immédiatement surmonté par une ou plusieurs tranches entièrement dépilées et remblayées entre le toit et le mur, le pic est interdit (sauf exception prévue à l'article 59) en première tranche, permis en deuxième à l'aplomb du remblai et du mur lorsque celui-ci ne présente pas de variations importantes du pendage, autorisé partout en troisième.

59

L'abatage au pic n'est autorisé que pour le dépilage, dans les sous-étages normaux, de panneaux de première tranche limités par des recoupes dont la distance ne dépasse pas un chiffre déterminé (1), et, sauf exception prévue à l'article 58, de tous les chantiers des tranches supérieures.

59

(1) A Rochebelle, 4 m. dans les chantiers ayant donné des dérangements.

c) Exploitation par tranches inclinées

60

L'exploitation par tranches inclinées doit être faite d'après les mêmes principes que l'exploitation par tranches horizontales, et en particulier comporter le traçage préalable d'un quadrillage sous le toit (1).

d) Méthode mixte

61

Une tranche inclinée est prise sous le toit par tirs d'ébranlement, et le reste est dépilé par la méthode des tranches horizontales.

IV. — Dispositions diverses

62

Un plan spécial à échelle suffisante (1), sur lequel seront indiqués exactement tous les points où se sont produits des dégagements instantanés, est tenu pour chaque mine à dégagements instantanés. La date de chaque dégagement et les principales circonstances qui le caractérisent, notamment le tonnage projeté, sont indiqués sur un registre spécial auquel les indications du plan permettent de se reporter.

60

(1) Cette méthode n'est pas en usage actuellement dans le Gard, mais un essai en a été effectué il y a une quinzaine d'années, au Nord d'Alais, en couche régulière, et en prenant exclusivement par tirs d'ébranlement la première tranche du mur.

62

(1) En général, 1 mm. par mètre.

Législation Minière à l'étranger

—
FRANCE
—

LOI portant modification
de la loi du 21 avril 1810-27 juillet 1880 sur les mines.

Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

ARTICLE PREMIER. — L'article 2 de la loi du 21 avril 1810-27 juillet 1880 sur les mines est modifié de la manière suivante :

« *Art. 2.* — Seront considérées comme mines celles connues pour contenir en filons, en couches ou en amas, de l'or, de l'argent, du platine, du mercure, du plomb, du fer, en filons ou couches, du cuivre, de l'étain, du zinc, de la calamine, du bismuth, du cobalt, de l'arsenic, du manganèse, de l'antimoine, du molybdène, de la plombagine ou autres matières métalliques, du soufre, du charbon de terre ou de pierre, du bois fossile, des bitumes, du pétrole ou des gaz combustibles, de l'alun et des sulfates à base métallique.

« Les concessions d'hydrocarbures existantes ne s'étendent au pétrole et aux gaz combustibles que si ces produits sont nommément désignés dans l'acte de concession... »

ART. 2. — L'article 10 de la loi du 21 avril 1810-27 juillet 1880 sur les mines est modifié comme suit :

« *Art. 10-1.* — Nul ne peut faire des travaux de recherches, pour découvrir des mines dans un terrain qui ne lui appartient pas, que du consentement du propriétaire de la surface ou avec l'autorisation du gouvernement.

« Dans ce second cas, l'autorisation est donnée par décret, sur l'avis des ingénieurs des mines et du préfet après une instruction dans laquelle le propriétaire aura été mis en demeure de présenter ses observations. Cette mise en demeure sera faite par une notification du maire, ou, à défaut, par voie d'affiches et de publications, conformément aux dispositions du règlement d'administration publique prévu ci-après :



« L'explorateur autorisé par décret et le titulaire du permis exclusif de recherches, dont il est question à l'article 10-2 ci-après, ne peuvent occuper une parcelle de terrain qu'après avoir payé ou fourni caution de payer, au propriétaire de la parcelle, une indemnité qui, à défaut d'entente, est réglée conformément à l'article 43 de la loi du 21 avril 1810, modifié par l'article 5 de la présente loi.

« *Art. 10-2.* — Pour les recherches de pétrole et de gaz combustibles, il peut être institué, après une enquête spéciale où tous les intéressés sont appelés à présenter leurs observations, un permis exclusif de recherches, conférant au titulaire le droit d'exécuter des sondages dans un périmètre déterminé, à l'exclusion de toute autre personne y compris les propriétaires du terrain. Le permis est accordé, après avis du conseil général des mines, par un décret qui est affiché aux frais du concessionnaire. Sa durée, fixée par le décret, n'excède pas deux ans; elle peut être prorogée pour un laps de temps n'excédant pas un an, par arrêté ministériel, sur l'avis du conseil général des mines.

« La superficie des permis exclusifs de recherches ne pourra dépasser 5.000 hectares.

« Une même personne pourra être simultanément titulaire de plusieurs permis exclusifs de recherches, à condition que les limites de ces différents permis soient distantes de plus de dix kilomètres.

« Le titulaire du permis exclusif est tenu, à peine de déchéance :

« 1° De payer à l'Etat une redevance fixe annuelle de 3 francs par hectare de terrain compris dans le périmètre;

« 2° De se conformer aux conditions énoncées dans le décret ou dans l'arrêté ministériel en ce qui touche notamment l'importance et la continuité des travaux à exécuter, ainsi que les délais dans lesquels ils devront être commencés.

« La redevance dont il est question ci-dessus sera due depuis le 1^{er} du mois qui suivra celui au cours duquel aura été délivré le permis jusqu'à la fin du mois où il aura cessé d'être valable.

« Elle sera imposée et recouvrée comme la redevance fixe des mines, et les réclamations seront présentées et jugées comme en matière de contributions directes.

« Le propriétaire d'une concession d'hydrocarbures a droit, par préférence, dans l'étendue de sa concession, à l'obtention d'un permis exclusif pour la recherche des produits hydrocarbonés dont il n'est pas concessionnaire.

« Si une demande de permis de recherches de pétroles ou gaz combustibles est présentée par un demandeur pour s'exercer dans le périmètre d'une concession d'autres hydrocarbures, le droit de préférence accordé, par le paragraphe précédent, au titulaire de la concession sera réputé caduc, s'il ne s'est pas exercé dans un délai de six mois à compter de la clôture de l'enquête prévue au présent article.

« A défaut, pour le concessionnaire, de faire valoir ce droit, ou s'il en est déchu pour non renouvellement du permis ou inexécution des obligations qu'il lui impose, les demandes de permis de recherches, présentées par des tiers, sont recevables.

ART. 3. — Les explorateurs ont le droit de disposer librement des hydrocarbures ou gaz combustibles extraits de leurs recherches, moyennant le paiement d'une taxe de 10 % de la valeur des produits bruts, fixée par évaluation administrative.

Cette taxe de 10 % est répartie de la façon suivante :

Part de l'Etat, 7,50 %.

Part du département 1,25 %.

Part des communes, 1,25 %.

Le défaut de paiement de la taxe entraîne pour le concessionnaire, la déchéance du droit de disposer des produits.

ART. 4. — L'article 16 de la loi du 21 avril 1810-27 juillet 1880 sur les mines est complété de la manière suivante :

Art. 16. — Le titulaire d'un permis de recherches exclusif d'hydrocarbures liquides ou gazeux a droit à l'obtention de la concession, dont le périmètre sera déterminé par le gouvernement, s'il satisfait aux deux conditions suivantes :

« 1° Avoir, pendant la période de validité du permis, fourni la preuve de l'existence d'un gisement d'hydrocarbures à l'intérieur du périmètre de ce permis, et présenté une demande de concession;

» En cas de contestation sur l'existence du gisement, il sera statué, sur avis conforme du conseil général des mines;

» 2° Accepter un cahier des charges conforme au cahier des charges-type des concessions minières. Ce cahier des charges devra contenir en son article 28 une disposition imposant au concessionnaire l'obligation d'effectuer un minimum annuel de travaux. »

ART. 5. — L'article 43, paragraphes 1^{er} et 2, et l'article 44 de la loi du 21 avril 1810-27 juillet 1880 sont modifiés comme suit :

» *Art. 43.* — Le concessionnaire peut être autorisé, par arrêté préfectoral, pris après que les propriétaires auront été mis à même de présenter leurs observations, à occuper dans le périmètre de sa concession les terrains nécessaires à l'exploitation de sa mine, à la préparation mécanique des minerais et au lavage des combustibles, à l'établissement des routes, des chemins de fer ou des canalisations destinés au transport des produits extraits, ne modifiant pas le relief du sol.

» Les mêmes autorisations peuvent être accordées dans les formes prévues au paragraphe ci-dessus :

» 1^o A l'explorateur autorisé par le gouvernement pour l'exécution de ses travaux d'exploration ;

» 2^o Au titulaire d'un permis exclusif de recherches pour l'exécution, à l'intérieur du périmètre de son permis, de ses travaux d'exploration et des installations destinées à la conservation et à l'évacuation des produits extraits.

» Si les travaux ne sont que passagers et si le sol où ils ont eu lieu peut être mis en culture au bout d'un an comme il l'était auparavant, l'indemnité sera réglée à une somme double du produit net du terrain endommagé.

» *Art. 44.* — Un décret rendu en conseil d'Etat peut déclarer d'utilité publique les canaux, les chemins de fer, les canalisations destinés au transport des produits extraits, modifiant le relief du sol, à exécuter dans l'intérieur du périmètre de la concession, ainsi que les canaux, les chemins de fer, les canalisations destinés au transport des produits extraits, les routes nécessaires à la mine et les travaux de secours, tels que puits ou galeries destinés à faciliter l'aérage et l'écoulement des eaux, à exécuter en dehors du périmètre. Les voies de communication, créées en dehors du périmètre pourront être affectées à l'usage du public dans les conditions établies par le cahier des charges.

» Dans le cas prévu par le présent article, les dispositions de la loi du 3 mai 1841 relatives à la possession des terrains et au règlement des indemnités seront appliquées. »

ART. 6. — La répartition de la redevance proportionnelle fixée par l'article 53 de la loi du 31 juillet 1917, déjà modifiée par

l'article 1^{er} de la loi du 25 juin 1920, est fixée comme suit, en ce qui concerne les concessions de pétroles et gaz combustibles :

Part de l'Etat, 15 %.

Part du département, 2,50 %.

Part des communes, 2,50 %.

La fraction de la redevance proportionnelle ci-dessus et de la taxe instituée par l'article 3, qui sera perçue au profit des communes, sera divisée en deux portions égales : l'une d'elles sera attribuée au fonds commun prévu par l'article 4 de la loi du 8 avril 1910, l'autre portion sera attribuée à la commune sur laquelle l'extraction a lieu ; au cas où il y aurait plusieurs communes ou département intéressés, ladite portion, ainsi que la part des redevances et taxes attribuées au département, seront réparties au prorata des tonnages extraits par les puits et sondages existant sur le territoire de chaque commune ou département.

ART. 7. — La présente loi est applicable à l'Algérie, sous réserve des deux modifications suivantes :

1^o Les droits attribués au ministre par l'article 2, pour le renouvellement des permis exclusifs de recherches, sont exercés par le gouverneur général ;

2^o La redevance de 3 francs par hectare instituée par le même article est perçue au profit de l'Algérie.

ART. 8. — Un règlement d'administration publique déterminera les conditions d'application de la présente loi.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'Etat.

Fait à Paris, le 16 décembre 1922.

Par le Président de la République :

A. MILLERAND.

Le ministre des Travaux publics,

YVES LE TROCQUER.

Le ministre de l'Intérieur,

Le ministre des Finances,

Ch. DE LASTEYRIE.

Maurice MAUNOURY.

DIVERS

Comment se documenter

SUR LA

Constitution géologique de la Belgique ses ressources minérales et hydrologiques

Qui veut se documenter peut recourir soit aux publications, soit aux dépôts d'archives. Ces derniers ont l'avantage d'être plus complets, de renfermer non seulement toutes les publications, même celles qui sont épuisées, mais encore des renseignements inédits. Toutefois, si ce n'est en ce qui concerne les données sommaires qu'il est possible de se procurer par correspondance, la consultation d'archives ne peut se faire sans déplacement. C'est pourquoi les publications sont d'une consultation plus générale et plus courante.

A .PUBLICATIONS. — Il convient de placer, en toute première ligne, les cartes géologiques, qui sont des documents synthétiques.

Il existe actuellement des CARTES GÉOLOGIQUES du territoire belge, à l'échelle du 40.000° (226 feuilles), du 160.000° (12 feuilles) et du 1.000.000° (1 feuille). Seule, cette dernière carte (édition de juillet 1921) englobe les cercles d'Eupen et de Malmedy.

Pour connaître les tableaux d'assemblage des cartes au 40.000° et au 160.000°, ou bien on consultera le catalogue des publications de l'Institut Cartographique militaire ou bien on prendra des informations, soit auprès du Service Géologique de Belgique, Palais du Cinquantenaire, Bruxelles, soit à la librairie Albert Dewit, 53, rue Royale, à Bruxelles, concessionnaire pour la vente des publications du Service Géologique.

La CARTE A L'ÉCHELLE DU 40.000°, dressée de 1890 à 1919 par ordre du Gouvernement, est une carte du sous-sol; toutefois les observations faites aux affleurements ou à l'aide de sondages s'y trouvent consignées et sous forme de notations placées à l'endroit voulu.

Cette carte est partiellement épuisée. Ainsi en est-il à présent des feuilles n^{os} 11, 27, 28, 31, 43, 55, 58, 71, 72, 73, 75, 84, 86 à 89, 99, 101 à 104, 107, 108, 114, 115, 118, 121 à 123, 128, 130, 133 à 136, 139 à 160, 163 à 171, 173, 174, 179, 184 à 187, 191, 192, 195, 213, 217, 218, 222 (1).

La CARTE A L'ÉCHELLE DU 160.000^e est une réduction simplifiée de la carte originale à l'échelle du 40.000^e. Elle donne l'indication superficielle de l'âge et de la nature du sous-sol; la position des sondages y est indiquée.

C'est une carte d'enseignement et, encore, de tourisme. (2)

La CARTE A L'ÉCHELLE DU 1.000.000^e est une esquisse fortement simplifiée, spécialement destinée à être mise en mains des élèves de l'enseignement moyen du degré supérieur et de l'enseignement supérieur; elle porte l'indication des grandes unités tectoniques et des régions naturelles (3).

Il existe en outre des CARTES SPÉCIALES.

Les études de révision entreprises en vue d'une nouvelle édition des feuilles épuisées de la carte géologique détaillée ont jusqu'ici donné lieu à la publication d'un seul travail de ce genre :

J. CORNET. *Etude sur les formations postpaléozoïques du bassin de la Haine*. Relief du socle paléozoïque par MM. J. CORNET et CH. STEVENS, 1^{re} livraison. Planchettes : La Plaigne, Péruwelz, Belœil, Baudour, Condé, Quiévrain, Saint-Ghislain (4).

Sur les planchettes topographiques à l'échelle du 20.000^e, tirées en bistre, sont reportés, en noir, les points d'observation, principalement puits et sondages, avec indication de la cote du sommet des

(1) Les feuilles encore disponibles sont en vente, au prix marqué sur chaque feuille, majoré de 100 o/o, à la Librairie Albert Dewit, 53, rue Royale, à Bruxelles.

(2) La vente en est faite, sans réduction, par l'Institut Cartographique militaire au prix de 60 francs par série complète de 12 feuilles ou de 6 francs la feuille. Les demandes doivent être adressées à M. le Secrétaire comptable de l'Institut Cartographique militaire, La Cambre, Bruxelles. Les envois sont faits contre remboursement et aux frais du destinataire.

(3) Cette carte est en vente, dans les mêmes conditions que la carte à l'échelle du 160.000^e (voir ci-dessus), au prix de 1 franc l'exemplaire en couleurs, ou de 50 centimes l'exemplaire en noir, donnant simplement le report des limites et notations géologiques sur le canevas géographique.

(4) Prix 25 francs. En vente à la Librairie A. Dewit (voir ci-dessus).

roches paléozoïques, ainsi que les isohypses de cette surface du Paléozoïque. Ces documents, d'un haut intérêt scientifique, fournissent également des indications précieuses pour l'exploitation minière.

Une seconde livraison comprenant la partie orientale du bassin de la Haine est en préparation.

Comme introduction à une nouvelle édition de la Carte des Mines, le Service Géologique vient de faire paraître les premières feuilles de la CARTE GÉNÉRALE DES CONCESSIONS HOUILLÈRES DE LA BELGIQUE, ÉDITION DE 1922 (1).

On sait que, par application de nouvelles dispositions légales, diverses concessions inexploitées viennent d'être ou vont être frappées de déchéance. Il eût été regrettable que, par ignorance de ce fait, d'aucuns s'imaginassent que telle région, qui a été l'objet d'exploitations prolongées, est encore vierge. Pour cette raison on a pris soin de placer entre parenthèses les noms des concessions déclarées déchues à la date de l'impression de chacune des feuilles. D'autre part, il a été tenu compte des arrêtés de réunion de concessions pris jusqu'au moment de l'impression.

Le canevas topographique adopté en vue de faciliter l'utilisation de la carte est aussi complet que possible. C'est celui de la carte militaire à l'échelle du 40.000^e. Il se trouve reproduit en bistre. Un liséré vert renforce le tracé des limites des communes, et souligne le nom de celles d'entre elles sur le territoire desquelles s'étendent les concessions houillères.

La feuille 2 de LIÈGE porte, en carton spécial, le bassin de Theux; celle d'ANDENNE-HUY, les bassins de Bois-Borsu et Bende.

Quelques-unes des livraisons des anciennes éditions de la Carte générale des Mines sont également en vente à la Librairie Dewit. (Voir ci-dessus.) Ce sont :

Bassin Houiller de Charleroi, 1883, (5 planches et 1 tableau) (2);

Bassin Houiller de Mons, 1889, échelle du 20.000^e (6 planches) (3).

(1) Sont dès à présent en vente à la Librairie A. Dewit (voir ci-dessus) : LIÈGE (2 feuilles), prix 10 francs; ANDENNE-HUY (1 feuille), prix 6 francs.

(2) Prix : 25 francs.

(3) Prix : 30 francs.

Ces cartes donnent l'une et l'autre, une coupe horizontale et une série de coupes méridiennes à l'échelle du 20.000° et, enfin, un tableau de synonymie des couches de houille.

B. ARCHIVES. — Il n'est jamais possible de publier tous les documents existants. Leur masse totale est, dans bien des cas, trop considérable. L'intérêt de certains d'entre eux est trop limité ou trop peu apparent.

Au reste, toute publication, et notamment toute carte géologique, si même elle tient compte de toutes les données acquises au moment de sa préparation, est toujours plus ou moins en retard.

Il est, en outre, matériellement impossible de publier continuellement des éditions nouvelles des feuilles de la carte géologique détaillée, au sujet desquelles des explorations récentes ont fourni des données importantes qui entraîneraient des modifications de tracés.

De tout ceci ressort la nécessité de l'existence d'un dépôt d'archives. Un tel dépôt devra renfermer et le détail des données, qui ont servi de base à la construction des cartes, et celui des observations qui, faites dans la suite, conduisent à perfectionner celles-ci.

Semblable dépôt d'archives existe en Belgique, au SERVICE GÉOLOGIQUE, Palais du Cinquantenaire (façade de l'Avenue des Nerviens), à Bruxelles (1).

Des indications *sommaires* au sujet des documents existants peuvent d'ailleurs être obtenues par correspondance sur demande adressée à M. le Chef du Service Géologique. Dans le cas où il s'agit d'un point ou d'une région du territoire belge, une réponse satisfaisante, c'est-à-dire précise et détaillée, ne peut ordinairement être faite que si la demande indique le point ou la région considérée de manière qu'il soit possible de le retrouver sans hésitation sur la carte topographique militaire à l'échelle du 20.000°. Le mieux est de joindre à la demande, un croquis portant quelques repères remarquables : voies de grandes communications, grandes routes avec indication du bornage kilométrique, chemins de fer, églises, etc.

Les archives du Service Géologique de Belgique sont réparties en deux séries :

1° Description détaillée par points de l'ensemble du territoire national. Le classement est fait par planchettes au 20.000°, base du

(1) Les bureaux du Service Géologique sont accessibles au public tous les jours ouvrables de 8 1/2 à 12 et de 14 à 17 1/2 heures (samedi après-midi excepté).

repérage. Les 446 dossiers, actuellement à la disposition du public, renferment la description d'environ 60.000 puits, sondages, tranchées, carrières, etc.

Le Service Géologique s'applique de façon continue à enrichir cette documentation, tant en y incorporant des notes d'anciens collaborateurs, qu'en cherchant à se procurer la coupe et les données hydrologiques des sondages et autres travaux en cours d'exécution.

2° Bibliothèque. — Celle-ci renferme environ 25.000 volumes et les collections de la plupart des publications périodiques consacrées aux sciences minérales et des cartes géologiques du monde entier.

Grâce à un catalogue systématique classé par auteurs, par matières et par régions et qui est, à l'heure présente, l'un des plus complets et des mieux ordonnés qui soient, il est possible d'utiliser cette bibliothèque, non seulement pour compléter et interpréter la documentation détaillée et originale de la carte géologique du Royaume, mais encore pour se renseigner sur les ressources minérales de l'étranger.

L'accès de la Bibliothèque est toutefois réservé aux seules personnes qualifiées pour semblables recherches et subordonné à l'autorisation, révocable en tout temps, du Chef du Service.

Association Belge de Standardisation

(A. B. S.)

PUBLICATIONS

Règlement de l'A. B. S. pour la construction des réservoirs métalliques.

Les Annales de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole spéciale de Gand ont bien voulu publier, d'accord avec l'Association belge de Standardisation, le texte complet du règlement établi par celle-ci pour la construction des réservoirs métalliques, texte accompagné des notes explicatives qui avaient été rédigées en leur temps par la sous-commission de la Fédération des Constructeurs, qui a établi le règlement, ratifié ensuite par l'A. B. S.

Ces notes sont livrées ainsi au public pour la première fois. Il est à espérer qu'elles compléteront utilement le texte même des prescriptions.

Des tirés à part de ce travail peuvent être obtenus en s'adressant à l'Association belge de Standardisation, 33, rue Ducale, à Bruxelles, moyennant paiement préalable du prix, soit 1 fr. 25 franco en Belgique, par versement au crédit du compte chèques postaux n° 21.855 du secrétaire, M. Gustave-L. Gérard.

Les commentaires semblables pour le règlement des charpentes métalliques (fascicule n° 1 des publications de l'A. B. S.) ont paru dans le numéro du 1^{er} novembre 1920 de la *Revue Universelle des Mines*. On pourra s'y référer pour l'explication des prescriptions communes aux deux règlements et qui ont été omises dans la présente publication.

Le coût des commentaires relatifs aux charpentes est de 5 francs payables comme ci-dessus.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL

OFFICE DU TRAVAIL

Loi du 14 juin 1921 instituant la journée de huit heures et la semaine de quarante-huit heures

ART. 6. — Industries ou branches d'industrie dans lesquelles le temps nécessaire à l'exécution du travail ne peut être, en raison de sa nature, déterminé d'une manière précise, ou dans lesquelles les matières mises en œuvre sont susceptibles d'altération très rapide.

Arrêté royal du 4 janvier 1923.

ALBERT, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu la loi du 14 juin 1921 instituant la journée de huit heures et la semaine de quarante-huit heures, et notamment l'article 2, alinéas 1 à 3, l'article 6, les articles 13 et 16;

Vu les avis exprimés par :

- 1° Les délégués des principaux groupements de chefs d'entreprise et de travailleurs intéressés;
- 2° Les sections compétentes des Conseils de l'industrie et du travail;
- 3° Le Conseil supérieur de l'hygiène publique;
- 4° Le Conseil supérieur du travail;
- 5° Le Conseil supérieur de l'industrie et du commerce;

Considérant qu'il y a lieu d'autoriser, conformément à l'article 6 de la loi, un certain nombre d'heures supplémentaires à effectuer d'après les nécessités des entreprises dans les industries ou branches d'industrie dans lesquelles le temps nécessaire à

l'exécution du travail ne peut être, en raison de sa nature même, déterminé d'une manière précise ou dans lesquelles les matières mises en œuvre sont susceptibles d'altération très rapide;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie et du Travail,

Nous avons arrêté et arrêtons :

ARTICLE PREMIER. — La durée du travail effectif du personnel occupé dans les industries, branches d'industrie ou travaux énumérés ci-dessous pourra excéder de cent heures par an, avec maximum de deux heures par jour, les limites énoncées par l'article 2 de la loi du 14 juin 1921 :

1° Glaceries;

2° Fabrication d'ardoises artificielles;

3° Fabrique de vernis : pour les ouvriers occupés à la cuisson des gommes et au parachèvement des vernis;

4° Fabrication de colles et gélatines : pour les ouvriers occupés aux opérations de démoulage, coupage, extensions sur des filets, ainsi qu'à l'envoi dans le séchoir de la gélatine;

5° Vulcanisation des objets en caoutchouc : pour les ouvriers occupés à la vulcanisation;

6° Dépôts galvaniques : pour les ouvriers occupés aux bains d'électrolyse;

7° Travaux de transport, chargement et déchargement des marchandises, manœuvres des wagons, pesage des wagons et autres véhicules, en tant que ces travaux constituent l'accèssoire d'une exploitation industrielle.

ART. 2. — Les dérogations énoncées par le présent arrêté sont autorisées, à titre d'essai, pour une période d'un an.

ART. 3. — Notre Ministre de l'Industrie et du Travail est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 4 janvier 1923.

ALBERT.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

R. MOYERSOEN.

Loi sur le travail des femmes et des enfants.

Arrêté royal du 10 février 1923 abrogeant les arrêtés royaux des 26 décembre 1892, 31 décembre 1892, 15 mars 1893, 4 novembre 1894, 22 septembre 1896, 3 et 29 novembre 1898 et 20 décembre 1911.

ALBERT, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu l'article 6 de la loi sur le travail des femmes et des enfants, ainsi conçu :

Art. 6. — Le Roi règle la durée du travail journalier, ainsi que la durée et les conditions de repos en ce qui concerne les enfants âgés de moins de seize ans, ainsi que les filles et les femmes âgées de moins de vingt-un ans, le tout d'après la nature des occupations auxquelles ils seront employés et d'après les nécessités des industries, professions et métiers.

Sans préjudice aux dispositions de la loi instituant la journée de huit heures et la semaine de quarante-huit heures, les enfants âgés de moins de seize ans, ainsi que les filles et les femmes de moins de vingt-un ans, ne pourront être employés au travail plus de dix heures par jour.

Pour huit heures de travail effectif au moins, la durée totale des repos ne sera pas inférieure à une heure. Elle sera d'une heure et quart au moins pour un travail dépassant huit heures, mais n'excédant pas neuf heures. Au-dessus de neuf heures de travail, elle atteindra au moins une heure et demie.

Toutefois, lorsque le travail est organisé par équipes successives, le minimum du repos est fixé à une demi-heure.

Revu les arrêtés royaux en dates des 28 décembre 1892, 31 décembre 1892, 15 mars 1893, 4 novembre 1894, 22 septembre 1896, 3 et 29 novembre 1898 et 20 décembre 1911, réglementant le travail des personnes protégées dans diverses industries ;

Considérant que les modifications apportées à la loi du 13 décembre 1889 sur le travail des femmes et des enfants, par la loi du 26 mai 1914 et par l'article 31 de la loi du 14 juin 1921, relatifs au même objet, ont implicitement abrogé la majeure partie des dispositions des arrêtés susdits ;

Considérant, d'autre part, que les autres prescriptions réglementaires des arrêtés susvisés, qui ne sont pas contraires aux dispositions légales en vigueur, ne présentent plus actuellement d'utilité pratique ;

Considérant enfin que les dispositions légales sur la matière constituent une réglementation suffisante de la durée du travail ainsi que de la durée et des conditions de repos des personnes protégées et qu'il n'y a pas lieu, dès lors, de l'accentuer ou de la rendre plus rigoureuse par application du premier alinéa de l'article 6 de la loi sur le travail des femmes et des enfants ;

Considérant que dans ces conditions rien ne s'oppose à l'abrogation des arrêtés dont il s'agit ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie et du Travail,

Nous avons arrêté et arrêtons :

ARTICLE PREMIER. — Les arrêtés royaux réglementant le travail des personnes protégées dans diverses industries, en dates des 26 décembre 1892, 31 décembre 1892, 15 mars 1893, 4 novembre 1894, 22 septembre 1896, 3 et 29 novembre 1898 et 20 décembre 1911, sont rapportés.

ART. 2. — Notre Ministre de l'Industrie et du Travail est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 10 février 1923.

ALBERT.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

R. MOYERSOEN.

ADMINISTRATION DES MINES

POLICE DES MINES

ÉCLAIRAGE DES MINES

Lampes électriques portatives.

Arrêté ministériel du 13 mars 1923 fixant le maximum admissible pour la tension aux bornes de l'accumulateur et pour l'intensité du courant quand l'étincelle jaillit dans l'espace où se dégagent les gaz de l'accumulateur.

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL,

Vu l'arrêté royal du 10 mai 1919, sur l'éclairage des mines à grisou par lampes électriques portatives ;

Vu l'arrêté ministériel du 15 mai 1919, pris en exécution de l'article 1^{er} de cet arrêté royal ;

Revu l'article 3 du dit arrêté ministériel, ainsi conçu :

« ART. 3. — La tension aux bornes de l'accumulateur ne peut pas dépasser 2 volts quand l'étincelle produite par le fonctionnement de l'interrupteur de la lampe jaillit dans l'espace où se dégagent les gaz de l'accumulateur. »

Vu l'avis du Service des accidents miniers et du grisou ;

Vu l'avis du Conseil des Mines en date du 23 février 1923 ;

Considérant que la pratique a démontré la nécessité de modifier l'article ci-dessus rappelé,

ARRETE :

L'article 3 de l'arrêté ministériel du 15 mai 1919 précité est abrogé et remplacé par les dispositions suivantes :

« La tension aux bornes de l'accumulateur ne peut dépasser 2.6 volts et l'intensité du courant ne peut être supérieur à 1 ampère, quand l'étincelle jaillit dans l'espace où se dégagent les gaz de l'accumulateur. »

Bruxelles, le 13 mars 1923.

R. MOYERSOEN.

Lampes de sûreté.

Arrêté ministériel du 1^{er} mars 1923, relatif aux dimensions de la couronne d'entrée d'air de la lampe Wolf à alimentation inférieure.

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL,

Vu l'arrêté royal du 9 août 1904, sur l'éclairage des mines à grisou, et notamment l'article 3 de cet arrêté.

Vu, avec l'instruction annexée, l'arrêté ministériel du 19 août 1904, admettant pour l'éclairage de toutes les mines à grisou, des appareils de différents types, dont la lampe Wolf à alimentation inférieure ;

Considérant que la pratique a démontré la nécessité d'admettre une tolérance en ce qui concerne le diamètre de la couronne en tissu, par laquelle l'air pénètre dans la lampe ;

ARRETE :

ARTICLE UNIQUE. — La modification ci-après est apportée à la description de la lampe Wolf à alimentation inférieure, telle qu'elle se trouve reprise dans l'annexe à l'arrêté ministériel du 19 août 1904 précité :

Le diamètre intérieur de la couronne en tissu, constituée d'une double toile en laiton et par laquelle l'air pénètre dans la lampe, peut être compris entre 48 et 52 m/m., avec la condition que la surface d'appui de la couronne d'entrée d'air sur le réservoir aura, en tous points, une largeur d'au moins 3.5 m/m.

Bruxelles, le 1^{er} mars 1923.

R. MOYERSOEN.

Circulaire du 9 mars 1923 autorisant l'emploi du rallumeur commandé latéralement.

CIRCULAIRE

à MM. les Ingénieurs en Chef-Directeurs des Mines.

Bruxelles, le 9 mars 1923.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

L'annexe à l'arrêté ministériel du 19 août 1904 qui admet pour l'éclairage de toutes les mines à grisou un certain nombre de types de lampes, parmi lesquels la lampe Wolf à alimentation supérieure ou à alimentation inférieure, donne une description succincte des diverses parties de cette lampe et comporte de plus, en annexe, un dessin de cet appareil.

Si la description ne permet pas de se rendre compte bien exactement de la façon dont le rallumeur est construit, ni de la manière dont on le fait fonctionner, le dessin lève tout doute à cet égard.

La tige de manœuvre émerge du pot de la lampe vers le bas.

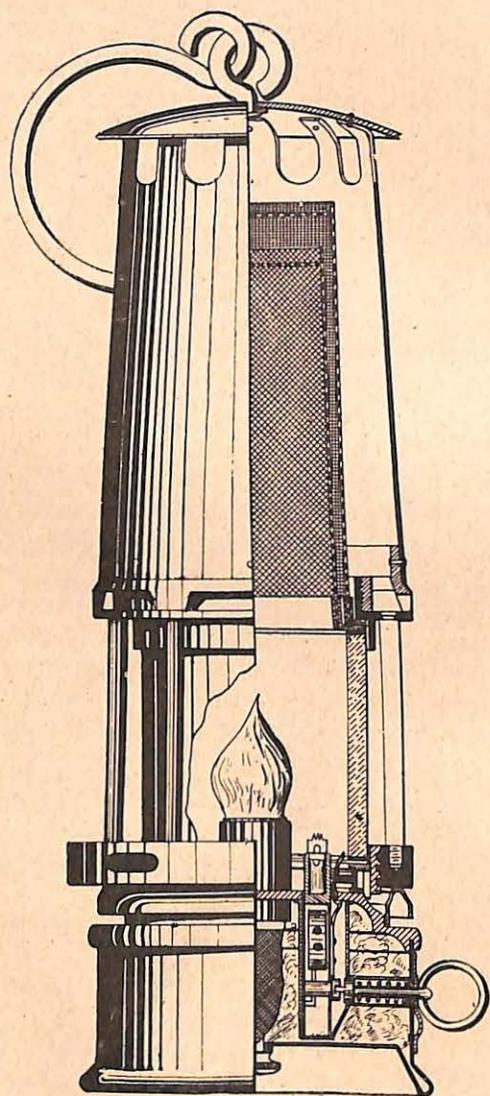
L'expérience a démontré que les dispositifs maintenant en place le rallumeur peuvent se trouver en défaut et que la boîte entraînant la tige et même la tige seule sont ainsi exposées à sortir de leur logement établissant une communication libre entre l'intérieur et l'extérieur de la lampe.

Une circulaire ministérielle du 3 juin 1907 a autorisé l'emploi, au lieu du verrou primitivement admis, d'un anneau de garde soudé sur la couronne d'entrée d'air et maintenant à la fois la boîte du rallumeur et la tige de manœuvre.

Ce dispositif n'est pas non plus sans inconvénient.

La firme H. JORIS, 41, rue des Eburons, à Liège, a proposé un dispositif de rallumeur qui remédie aux dangers et inconvénients du système primitif.

Ainsi que le montre le dessin ci-après, le rallumeur est commandé latéralement au moyen d'une tige traversant la paroi cylindrique du pot. Comme cette tige ne peut être enlevée, aucune communication n'est possible entre l'intérieur et l'extérieur de la lampe, même si le rallumeur n'a pas été mis en place.



Echelle 1/2.

Ce dispositif constituant un perfectionnement important, après avoir pris l'avis du Service des accidents miniers et du grisou, j'en autorise l'emploi, étant entendu que le rallumeur devra, pour le surplus, satisfaire aux conditions spécifiées dans l'annexe prérappelée de l'arrêté ministériel du 19 août 1904, sauf toutefois que le verrou pourra être supprimé.

Le Ministre,

R. MOYERSOEN.

*Arrêté ministériel du 16 mars 1923, admettant la lampe
« Standard » pour l'éclairage des mines à grisou.*

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL,

En exécution de l'article 3 de l'arrêté royal du 9 août 1904 sur l'éclairage des travaux souterrains des mines de houille ;

Vu l'arrêté royal du 28 avril 1884 et notamment l'article 24 divisant les mines à grisou en trois catégories ;

Revu ses arrêtés des 19 août 1904, 7 avril 1905, 9 novembre 1906, 26 octobre 1908, 14 janvier et 18 août 1909, 17 août 1910, 8 juin 1911, 5 août 1912, 6 décembre 1913, 15 juillet 1914 et 30 août 1919 ;

Vu les résultats des essais effectués à l'Institut National des Mines à Frameries ;

ARRETE :

ARTICLE PREMIER. — Est admise pour l'éclairage de toutes les mines à grisou, la lampe du type STANDARD, de la Commission française du grisou, présentée à l'agrément par la Société Anonyme d'Eclairage des Mines et d'Outillage Industriel, à Loncin lez-Liége.

ART. 2. — Cette lampe sera conforme aux indications contenues dans l'annexe du présent arrêté.

ART. 3. — Dans les mines à grisou de la première catégorie, l'emploi de la cuirasse n'est pas obligatoire.

ART. 4. — Le fer mis en œuvre pour la confection des tissus métalliques devra posséder un haut degré d'infusibilité.

L'usage des tissus en cuivre au lieu des tissus en fer est permis pour les lampes affectées au service de la boussole.

ART. 5. — Les verres devront être réguliers, tant sous le rapport de leur épaisseur que sous celui des bases d'appui; celles-ci seront bien planes et perpendiculaires à la base du verre. L'épaisseur ne pourra varier de plus d'un millimètre dans les diverses parties d'un même verre.

Bruxelles, le 16 mars 1923.
R. MOYERSON.

Annexe à l'arrêté ministériel du 16 mars 1923.

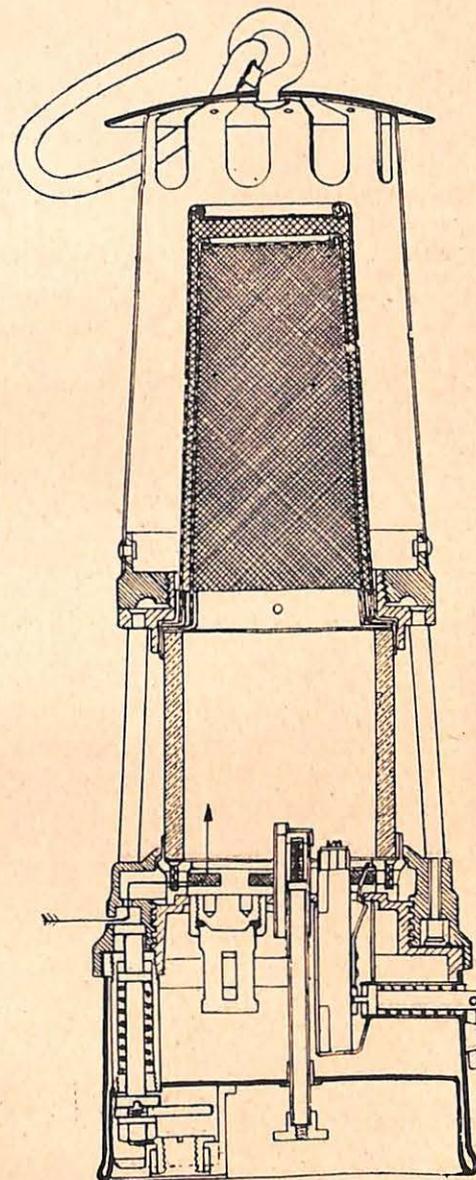
Lampe « Standard » de la Commission française du grisou.

La lampe STANDARD est une lampe à benzine, à alimentation inférieure, munie d'un rallumeur à phosphore à commande rotative latérale.

Admission d'air. — L'air pénètre par 6 fentes horizontales pratiquées dans l'anneau de base de l'armature et débouchant latéralement dans une chambre annulaire ménagée dans cet anneau. Cette chambre, interrompue au droit des montants de l'armature, est délimitée extérieurement par l'anneau de base proprement dit; intérieurement, par l'anneau fileté qui permet l'assemblage de l'armature et du réservoir; inférieurement, par l'anneau en acier constituant la crémaillère de fermeture; supérieurement, par une nervure horizontale venue de fonte avec l'anneau de base et percée de 24 orifices circulaires. L'air franchit ces orifices et pénètre dans une seconde chambre annulaire comprise entre l'anneau de base et la couronne inférieure d'entrée d'air. Il pénètre enfin dans la lampe par 6 fenêtres de cette couronne, lesquelles sont masquées par une double toile métallique.

Verre. — Manchon cylindrique.

Diamètre extérieur	60 m/m (58.5 à 61.5)
Épaisseur	5.5 » (4 à 7.5)
Hauteur.	60 »



Lampe Standard.

Echelle 1/2

Tamis intérieur.

Diamètre intérieur au sommet . . .	36 m/m	(34 à 38)
Diamètre intérieur à la base . . .	44 »	(42 à 46)
Hauteur.	100 »	(97 à 103)

Tamis extérieur.

Diamètre intérieur au sommet . . .	42 m/m	(40 à 44)
Diamètre intérieur à la base . . .	48 »	(46 à 50)
Hauteur.	110 »	(107 à 113)

Tamis de 144 mailles par cm², en fil de fer de 1/3 de mm. de diamètre.

Cuirasse. — Manchon en tôle, muni d'un chapeau à la partie supérieure et présentant, immédiatement sous ce chapeau, une série d'ouvertures, et, à la partie inférieure, deux autres séries d'ouvertures.

Diamètre intérieur au sommet . . .	68 m/m	(66 à 70)
Diamètre intérieur à la base . . .	78 »	(76 à 80)
Hauteur à la périphérie	129 »	(126 à 132)

Ouvertures supérieures limitées chacune par un demi-cercle vers le bas et se trouvant à 5 m/m au moins au-dessus du sommet du tamis.

Nombre.	9
Largeur.	12 m/m
Hauteur maximum.	16 »

Ouvertures circulaires dans la nervure horizontale de l'armature.

Nombre.	18
Diamètre	5 m/m

Ouvertures trapézoïdale vis-à-vis de la nervure verticale pleine de l'armature.

Nombre.	6
Largeur au sommet	27 m/m
Largeur à la base	29 »
Hauteur.	4.5 »

Tolérance de 1/20 de la surface des ouvertures.

Rallumeur. — Rallumeur à bande de phosphore, commandé latéralement par une tige horizontale reliée à un anneau extérieur à la lampe. La commande du rallumeur s'effectue par une rotation d'un quart de tour imprimée à cette tige au moyen de l'anneau.

Entrées d'air inférieures.

Rainures d'entrée d'air.

Nombre.	6
Largeur extérieure.	30 m/m
Largeur intérieure	25 »
Hauteur.	1.5 »

Ouvertures circulaires dans la nervure de l'anneau de base de l'armature.

Nombre.	24
Diamètre	3 m/m

Fenêtres de la couronne d'entrée d'air.

Nombre.	6
Largeur extérieure	25 m/m
Largeur intérieure	22 »
Hauteur.	3 »

Tolérance de 1/20 de la surface des ouvertures.

Couronne en tissu, constituée d'une double toile en laiton de 144 mailles par cm² en fil de 1/3 de m/m de diamètre.

La couronne d'entrée d'air est surmontée d'une partie cylindrique de 62.5 m/m de diamètre, dans laquelle s'emboîte le verre et qui doit coulisser à frottement doux dans l'anneau de base de l'armature. La hauteur de cette partie cylindrique sera suffisante pour que la chambre annulaire existant à la partie supérieure de l'anneau de base de l'armature ne puisse, en aucun cas, être ouverte à sa partie supérieure.

ARRÊTÉS SPÉCIAUX

MINES

Arrêté royal du 17 janvier 1922, autorisant la Société anonyme des Charbonnages de Wérister et la Société anonyme des Charbonnages de l'Est de Liège, à rectifier les limites, échanger, céder et acquérir certaine partie de leurs concessions respectives, L'étendue superficière de la concession de Wérister sera de 781 hectares 95 ares et 20 centiares, celle des Charbonnages de l'Est de Liège de 588 hectares 99 ares et 25 centiares. Des conditions sont imposées pour l'application de cahier des charges et l'imposition de nouvelles espontes et la rupture des anciennes.

Arrêté royal du 17 janvier 1922, autorisant, sous conditions, M. G. Heuse, industriel à Auvelais, à céder sa concession de mines de houille de Stud-Rouvroy à MM. V. Mathieu et Cam. Bouchat, à Andenne.

Arrêté royal du 14 février 1922, autorisant la Société anonyme des Produits, à Flénu, et la Société anonyme du Charbonnage du Rieu du Cœur, à Quaregnon, à réunir leurs concessions. La nouvelle concession portera la dénomination de concession des Produits et du Rieu du Cœur et reste la propriété de la Société anonyme des Produits.

Les deux concessions restent soumises aux clauses et conditions de leurs cahiers des charges respectifs et conservent les limites non communes.

Arrêté royal du 28 février 1922, autorisant la Société anonyme du Charbonnage d'Argenteau, à Trembleur, à occuper pour l'établissement d'un triage lavoir projeté dans l'installation du nouveau siège à créer dans sa concession, une parcelle de terrain de 28 ares 85 centiares, située à Trembleur, S^{on} A, n^o 758 du cadastre et appartenant à M. Vervier Alphonse, domicilié à Trembleur.

Arrêté royal du 28 février 1922, autorisant la Société anonyme du Charbonnage d'Argenteau, à Trembleur, à occuper pour l'établis-

sement d'un teruil, les parcelles de terrains sises à Trembleur, cadastrées S^{on} A, n^{os} 760-761 et appartenant respectivement à MM. Alphonse Vervier et Jean Mercenier-Skivée.

Arrêté royal du 24 avril 1922, accordant à la Société anonyme des Charbonnages de Fontaine-l'Evêque :

1^o A titre d'extension de sa concession de Beaulieusart, les mines de houille gisant sous une étendue de 700 hectares des communes de Leernes, Fontaine-l'Evêque, Anderlues, Mont-Sainte-Geneviève, Lobbes et Thuin;

2^o A titre d'extension de sa concession de Leernes et Landelies, les mines de houille gisant sous une étendue de 580 hectares des communes de Leernes, Landelies, Gozée, Mont-Sainte-Geneviève, Thuin et Lobbes.

La Société est autorisée à enlever les espointes intérieures communes aux anciennes concessions et l'extension accordée.

Arrêté royal du 24 avril 1922, autorisant la Société anonyme des Charbonnages de la Meuse, à Villers-le-Bouillet, à acquérir la concession de Paix-Dieu, appartenant à la Société anonyme des Charbonnages de Paix-Dieu, à Huy, et à la réunir à la concession de Halbosart-Kivelterie. La concession nouvelle d'une étendue de 666 hectares 1 are et 37 centiares portera le nom de concession de Halbosart-Kivelterie-Paix-Dieu,

Arrêté royal du 20 juin autorisant la Société civile des Charbonnages du Canal de Fond-Piquette et la Société anonyme des Charbonnages de Wérister, la première à céder à la seconde 1 hectare 8 ares 20 centiares de sa concession de Steppes, et la seconde à acquérir le territoire cédé, à le réunir à sa propre concession et à rompre les espointes existant entre les point A et C repris au plan annexé à la demande.

Arrêté royal du 1^{er} août 1922 accordant à la Société anonyme des Houillères Unies du bassin de Charleroi, à titre d'extension de sa concession d'Appaumée Ransart, Bois de Roi et Fontenelle concession des mines de houille gisant sous un territoire de 458 hectares, 36 ares de superficie dépendant des communes de Heppignies, Wangenies et Fleurus.

La Société des Houillères Unies du bassin de Charleroi est autorisée à supprimer les espointes communes à cette extension et à la concession d'Appaumée-Ransart, Bois de Roi et Fontenelle.

Arrêté royale du 8 août 1922 autorisant la Société Nouvelle des Charbonnages du Levant de Mons à occuper, en vue de l'établissement d'un nouveau siège, les parcelles de terrains sises à Estinnes-au-Val et cadastrées section D, n^{os} 26, 36 et 85a et appartenant, la première à M. de Mongelas le Sergent d'Hendecourt, Joseph, les deux autres à M. Drugmand-Leclerc, Jules.

Arrêté royal du 28 août 1922, autorisant la Société anonyme des Charbonnages du Pays de Liège et la Société anonyme des Charbonnages de l'Arbre Saint-Michel, la première à céder à la seconde une partie de sa concession d'une superficie de 12 hectares 50 ares environ et la seconde à acquérir la partie cédée, à la réunir à sa propre concession et à supprimer les espointes séparatives.

Arrêté royal en date du 3 octobre 1922, autorisant la Société anonyme des mines de houille de Grand-Buisson à céder et la Société anonyme des Charbonnages d'Hornu et Wasmes à acquérir et à réunir à sa propre concession, la concession de Buisson. La concession d'Hornu et Wasmes et celle du Buisson ne formeront plus qu'une seule concession dénommée concession d'Hornu et Wasmes et de Buisson qui restera soumise aux charges, clauses et conditions des arrêtés royaux des 10 septembre 1828 et 21 juin 1841.

Arrêté royal du 3 octobre autorisant un échange de parties de concession entre les Charbonnages de Marcinelle-Nord et la Société anonyme des Charbonnages du Bois de Cazier.

Arrêté royal du 6 octobre 1922, révoquant la concession de mines de houille de Fayt-Bois-d'Haine accordée par arrêté royal du 22 août 1863 et dépendant des communes de Fayt-Bois-d'Haine, Bellecourt, Seneffe et Saint-Vaast d'une étendue de 659 hectares.

Arrêté royal en date du 16 octobre 1922 autorisant la Société civile des Charbonnages de Bois du Luc et la Société anonyme des Charbonnages de Maurage et Boussoit à procéder à une rectification de limites entre la concession de Saint-Denis-Obourg-Havré et la concession de Maurage et Boussoit.

Arrêté royal du 23 octobre 1922, autorisant la Société anonyme des Charbonnages Réunis de la Basse Sambre, à Floreffe, à vendre la concession des mines de houille de Soye, Floriffoux-Floreffe, Flawinne-La Lâche et extensions, à M. Cordemans, banquier, à Bruxelles. Celui-ci est autorisé à les acquérir.

Arrêté royal en date du 13 novembre 1922 accordant à la Société anonyme des Charbonnages du Bois de Cazier, à Marcinelle, à titre d'extension de sa concession, la concession des mines de houille gisant sous une étendue de 189 hectares, 73 ares, sous le territoire des communes de Loverval, Marcinelle, Nalinnes et Gerpinnes.

La Société est autorisée à rompre les espontes séparatives entre sa concession et l'extension accordée, à condition de conserver de nouvelles espontes le long et à l'intérieur de l'extension.

Arrêté royal en date du 30 novembre 1922, autorisant les liquidateurs de la Société anonyme des Charbonnages de Ben, à Ben-Ahin, à céder à la Société anonyme des Charbonnages de Gives, à Ben-Ahin, la concession de Ben.

Arrêté royal en date du 20 décembre 1922, accordant à la Société civile des Usines et Mines de houille du Grand-Hornu, à Hornu, à titre d'extension de la concession de ce nom, la concession de toutes les veines de houille stratigraphiquement inférieures à celles maintenues au Charbonnage de l'Escouffiaux par l'arrêté royal du 7 février 1878, et ce dans la partie du territoire de la commune de Hornu située au Nord de l'axe du chemin de Binche.

SOMMAIRE DE LA 1^{re} LIVRAISON, TOME XXIV

MÉMOIRE

De l'exploitation des couches à dégagements instantanés de grisou par la méthode des tirs d'ébranlement.	H. Ghysen	3
--	-----------	---

NOTES DIVERSES

Comment construire dans les régions soumises aux affaissements miniers.	R. Hautier	35
La cimentation des terrains préalable au fonçage des puits du nouveau siège de la Société Nouvelle des Charbonnages du Levant de Mons, à Estinnes-au-Val.	M. Renders	75
Les récents progrès dans le transport des corps solides d'une certaine grosseur par un courant d'air	H. Verdinne	107
Note sur le procédé de M. Delbrouck pour le dosage du grisou dans l'air des mines	E. Humblet	133
Des trains de roues pour berlines.	L. de Jaer	143

LE BASSIN HOULLER DU NORD DE LA BELGIQUE

Situation au 31 décembre 1922	J. Vrancken	147
---	-------------	-----

EXTRAITS DE RAPPORTS ADMINISTRATIFS

2 ^{me} arrondissement. — Charbonnage de Bray : Installation de la signalisation électrique dans le puits d'extraction	G. Nibelle	167
4 ^{me} arrondissement. — Société anonyme des Forges de la Providence : Usine de Marchienne : Nouvelle Acierie.	H. Ghysen	171
7 ^{me} arrondissement. — Charbonnage du Horloz ; Siège Braconier ; Puits « Bonnet » : Utilisation de la mousse pour rendre étanche un ancien serrement	L. Delruelle	173
9 ^{me} arrondissement. — Charbonnage de Wérister : Installation de bains-douches	M. Delbrouck	176

CHRONIQUE

District du Sud-Est de la Société de l'Industrie Minérale. — Commission des dégagements instantanés. — Exposé général ; Résumé des faits et observations et Principes à consulter pour l'exploitation des mines à dégagements instantanés (Extrait du no 49, 1 ^{er} janvier 1923, de la « Revue de l'Industrie Minérale »)		181
---	--	-----

LÉGISLATION MINIÈRE A L'ÉTRANGER

France. — Loi portant modification de la loi du 21 avril 1810-27 juillet 1880 sur les mines		237
---	--	-----

DIVERS

Comment se documenter sur la constitution géologique de la Belgique, ses ressources minérales et hydrologiques.		243
Association Belge de Standardisation. — Publications : Règlement de l'A. B. S. pour la construction des réservoirs métalliques		248

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Loi du 14 juin 1921 instituant la journée de huit heures et la semaine de quarante-huit heures :

ARTICLE 6. — Industries ou branches d'industrie dans lesquelles le temps nécessaire à l'exécution du travail ne peut être, en raison de sa nature, déterminé d'une manière précise, ou dans lesquelles les matières mises en œuvre sont susceptibles d'altération très rapide. — Arrêté royal du 4 janvier 1923.	249
--	-----

Loi sur le travail des femmes et des enfants.

Arrêté royal du 10 février 1923 abrogeant les arrêtés royaux des 26 décembre 1892, 31 décembre 1892, 15 mars 1893, 4 novembre 1894, 2 septembre, 1896, 3 et 29 novembre 1898 et 20 décembre 1911	251
--	-----

POLICE DES MINES

Éclairage des Mines.

Lampes électriques portatives :

Arrêté ministériel du 13 mars 1923 fixant le maximum admissible pour la tension aux bornes de l'accumulateur et pour l'intensité du courant, quand l'étincelle jaillit dans l'espace où se dégagent les gaz de l'accumulateur	253
---	-----

Lampes de sûreté :

Arrêté ministériel du 1 ^{er} mars 1923, relatif aux dimensions de la couronne d'entrée d'air de la lampe Wolf à alimentation inférieure	254
Circulaire du 9 mars 1923 autorisant l'emploi du rallumeur commandé latéralement.	255
Arrêté ministériel du 16 mars 1923 admettant la lampe « Standard » pour l'éclairage des mines à grisou	257

ARRÊTÉS SPÉCIAUX

Extraits d'arrêtés pris en 1922, concernant les mines	263
---	-----

