

178

par la présence de ces gaz et de la pression de ces gaz, et en faveur de la mise à découvert des couches à dégagements instantanés de grisou.

Quelques résultats obtenus par l'emploi de détonateurs à retards pour la mise à découvert, la recoupe et l'ébranlement simultanés de couches à dégagements instantanés de grisou

par L. BRISON,
Ingénieur du Corps des Mines à Mons,

Suivi d'un commentaire

de M. L. HARDY,
Ingénieur en Chef-Directeur du premier arrondissement des Mines,
à Mons.

La mise à découvert et la recoupe des couches à dégagements instantanés, par des puits et les travers-bancs, sont considérées à bon droit comme des opérations délicates et dangereuses.

Depuis plus d'un demi-siècle, en Belgique, on s'est efforcé d'en atténuer les risques, avec plus ou moins de succès, par divers procédés que je citerai pour mémoire. L'évolution de cette technique est en relation directe avec l'évolution des idées quant aux origines des dégagements instantanés de grisou.

La méthode la plus ancienne consistait, dès que la présence d'une couche de charbon était décelée par le sondage précédant le front de creusement, à forer à travers cette couche de nombreux trous de sonde la traversant de part en part, afin de provoquer le « saignage » du grisou. Cette méthode, exclusivement appliquée encore au début de ce siècle, se justifiait

par la théorie dite « des centres de pression », en faveur à l'époque. Après exécution des forages, le front était abandonné pendant 48 heures, et l'on commençait ensuite la mise à découvert de la veine.

Le travail devait être fait à l'outil, très lentement, en ayant soin de boiser solidement le front. Celui-ci devait être, en principe, maintenu par un véritable bouclier, en vue d'empêcher tout éboulement ou détente de roches susceptibles d'exercer une pression supplémentaire sur le charbon. Le front ne pouvait être dégarni que sur quelques décimètres carrés, et devait être reboisé au fur et à mesure de l'abatage.

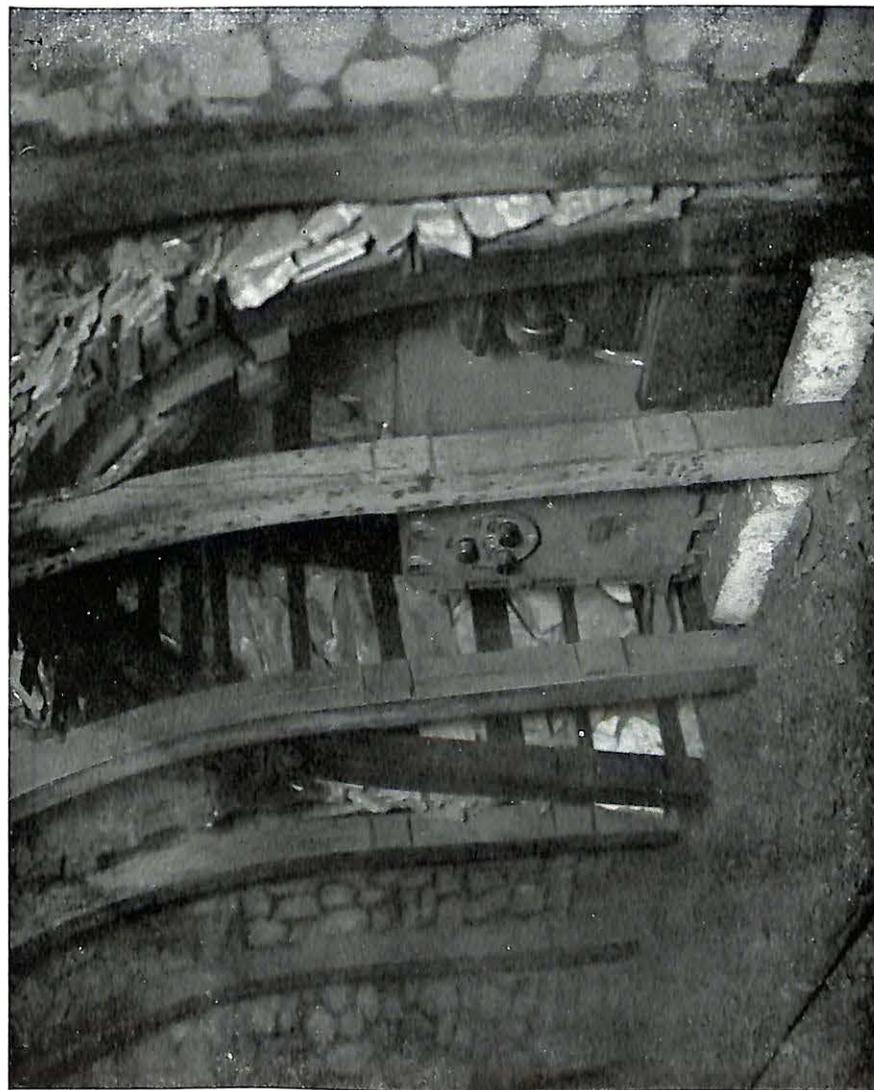
Dans ces conditions, toute recoupe de veine était longue et coûteuse et les précautions prises montrent, à suffisance, combien peu de confiance on avait dans l'efficacité des saignées prétendument réalisées par les sondages. Malgré ces précautions, en effet, le dégagement pouvait se produire à tout moment pendant la mise à découvert et l'abatage du charbon.

Un accident grave survenu, dans de telles circonstances, en septembre 1938, dans un charbonnage du Couchant de Mons, a montré une fois de plus que le boisage le plus robuste du front constituait une protection illusoire contre le dégagement instantané.

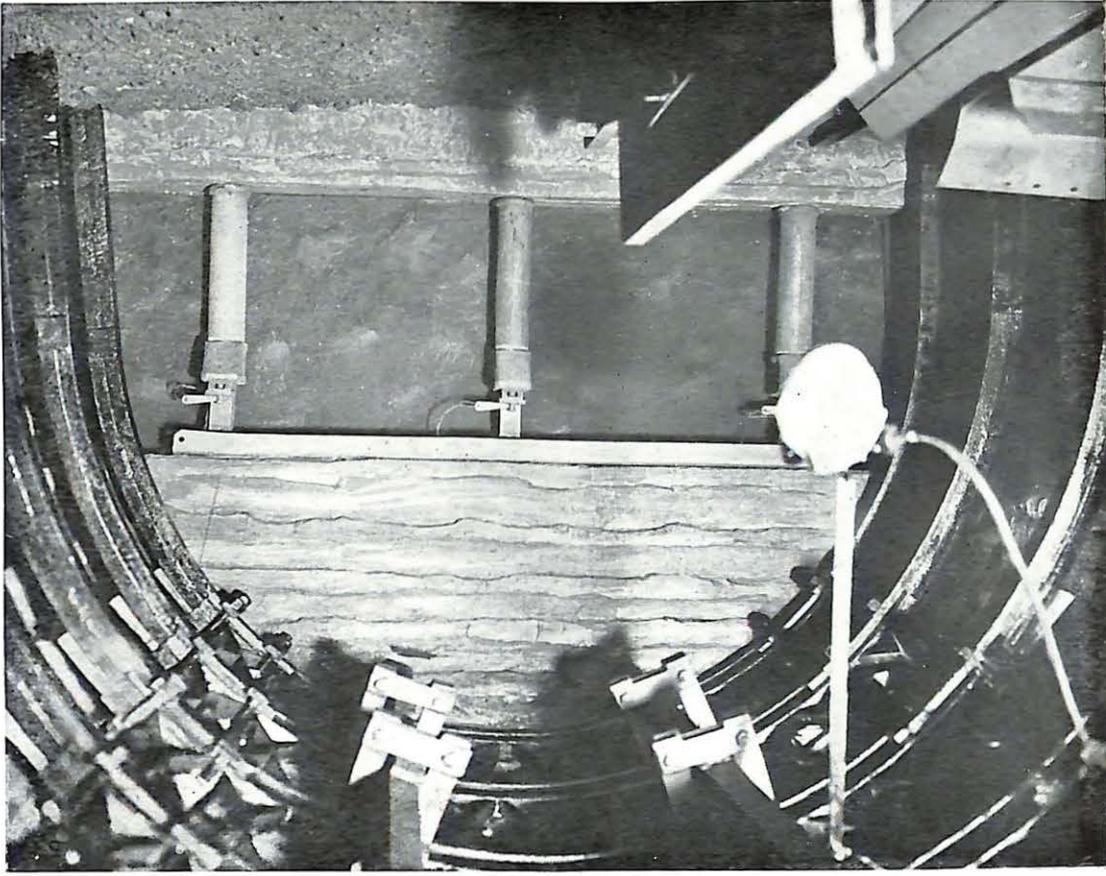
Un premier perfectionnement du procédé primitif fût d'effectuer la mise à découvert non plus à l'outil, mais à l'aide d'explosifs de sécurité, après l'enlèvement du « bouclier ». On réduisait ainsi le temps de présence à front du personnel, pendant la période dangereuse, mais les ouvriers chargés de l'abatage du charbon, après le tir, restaient alors tout aussi exposés, sinon plus, que par le passé. Cette méthode n'était pas admise par le Règlement de Police des Mines avant le 24 avril 1920.

Elle fut appliquée néanmoins, à maintes reprises, moyennant autorisations spéciales de l'Administration des Mines, dès les dernières années du XIX^e siècle.

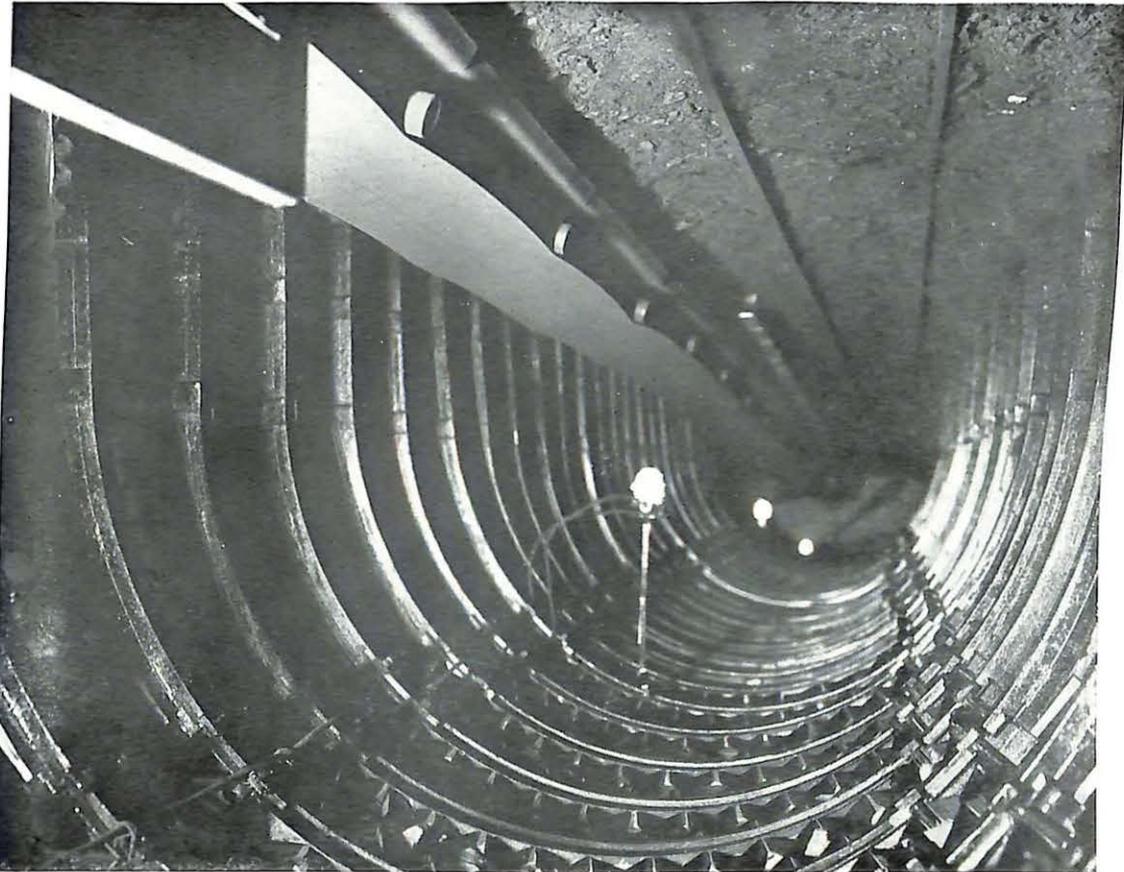
Pour pouvoir abattre le banc de couverture, en un seul tir, sur une surface suffisante, il fallait l'amincir fortement : son épaisseur était réduite suivant la nature des roches, à 1 ou à 1 m. 50 au maximum. Ce banc, traversé par une

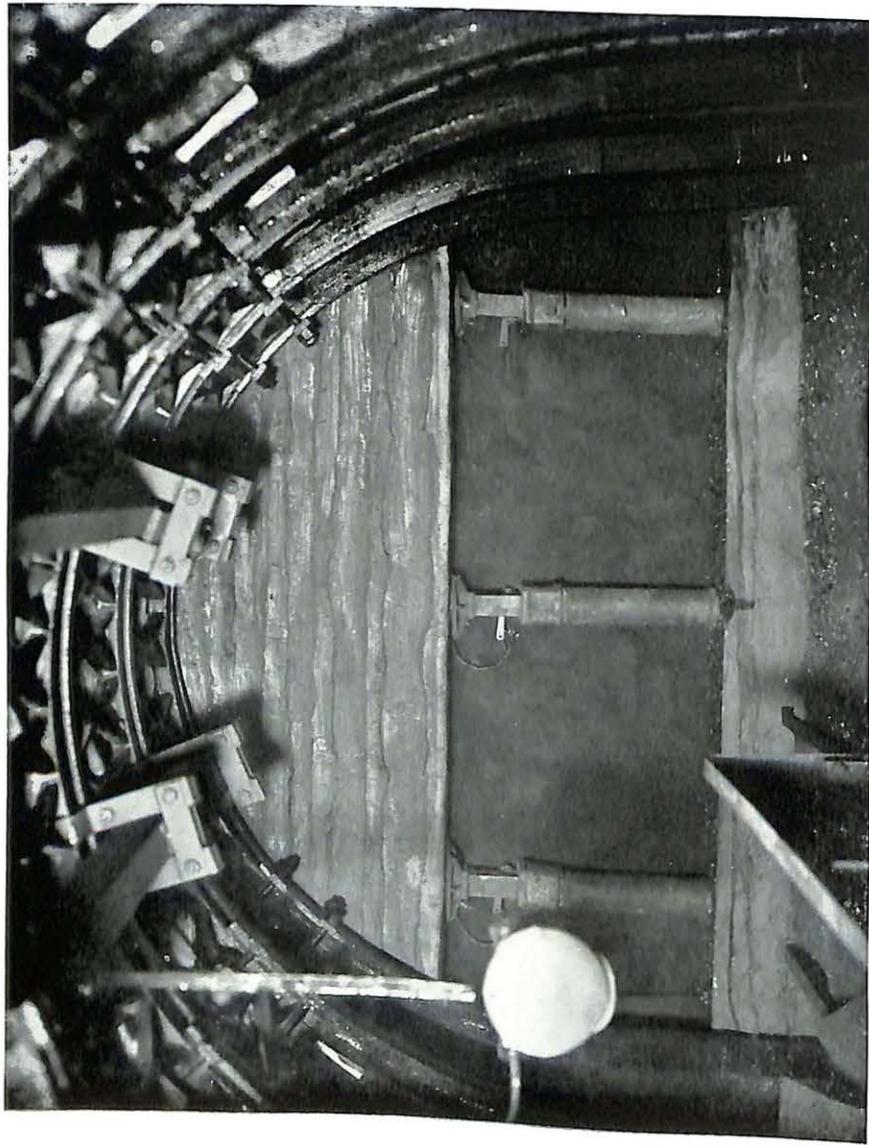


3

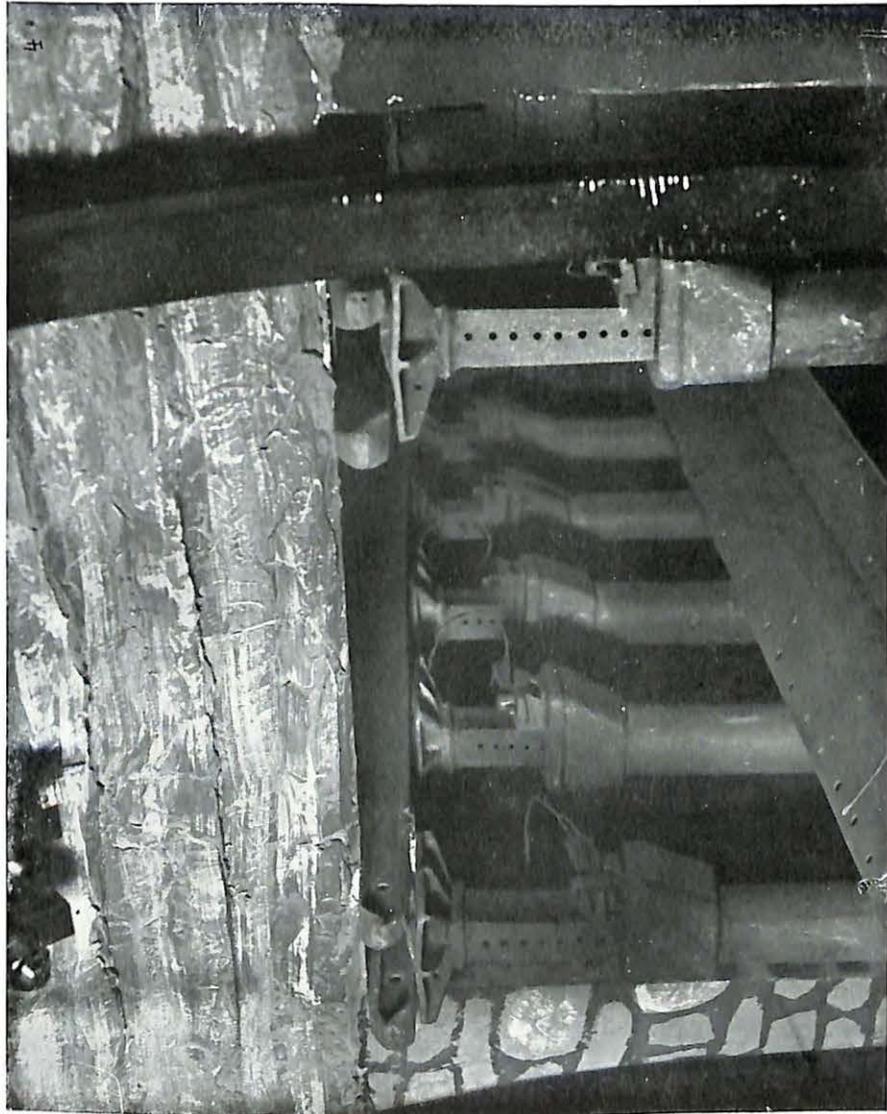


2



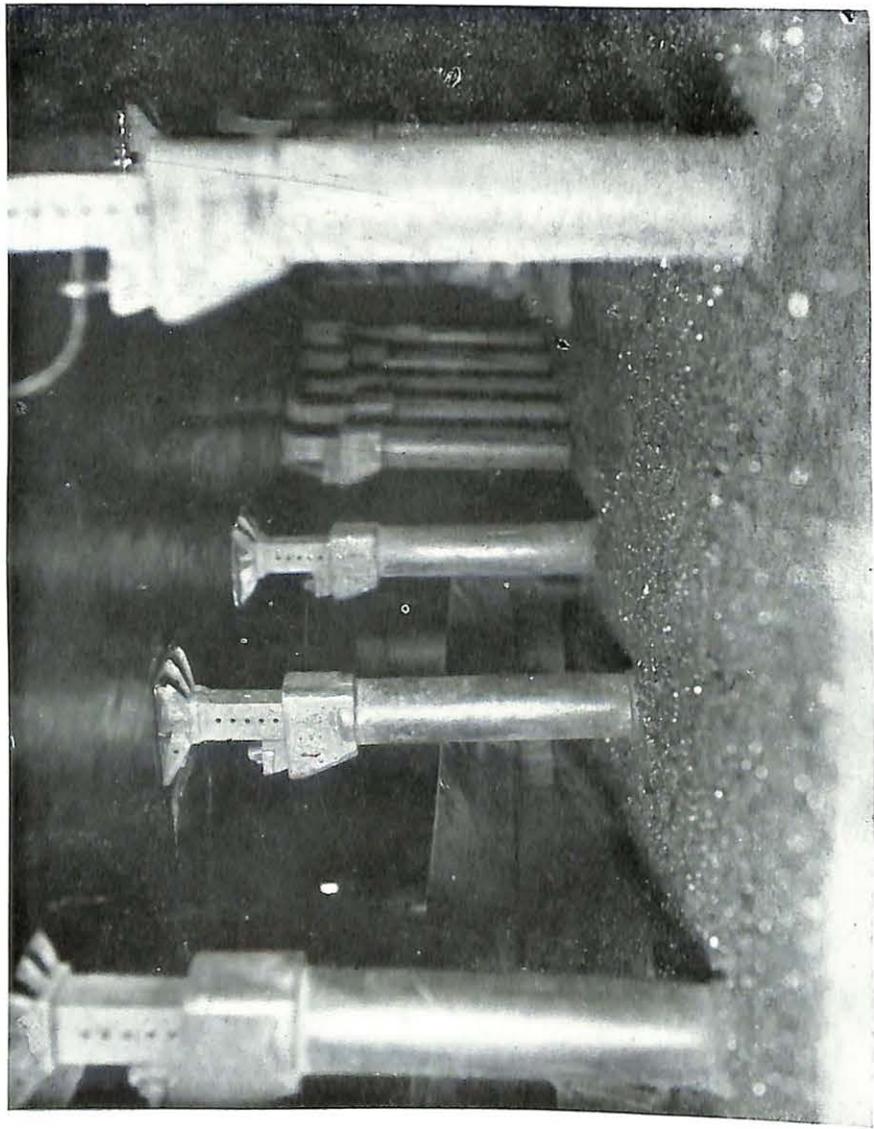


3 bis



4





5



6



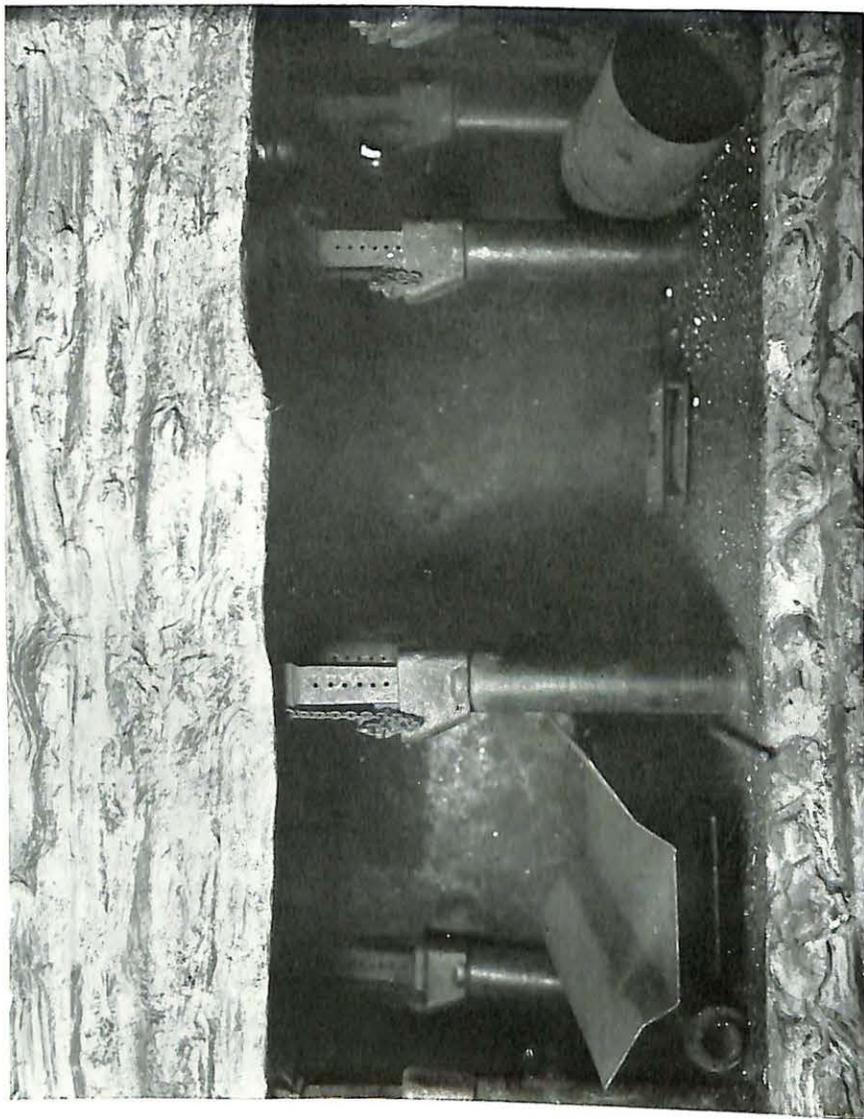
série de sondages et de trous de mines, ne constituait qu'un obstacle peu sûr au dégagement instantané, dans le cas de terrains tendres et dérangés, ou lorsque, les couches surplombant le front d'attaque, l'action de la pesanteur s'ajoutait à celle des tensions internes.

Ces procédés purement « défensifs » ont été progressivement abandonnés, à partir de 1922, époque à laquelle la méthode « offensive » du tir d'ébranlement, originaire du bassin du Gard, fut introduite dans les mines belges.

On s'efforça d'abord de provoquer simultanément la mise à découvert et l'ébranlement de la veine, par une seule volée de mines, chargées d'explosifs de sécurité avec gaine Lemaire. La plus grande partie de ces mines était nécessairement disposée de manière à abattre le banc de couverture; quelques-unes d'entre elles pénétraient en charbon et avaient pour objet d'ébranler la veine. Le tir se faisait, en principe, de la surface ou de l'accrochage d'entrée d'air, en l'absence de personnel dans la mine.

On n'obtint pas, en général, de cette manière, les résultats espérés. Cela s'explique : la même volée de mines devait, d'une part, abattre un banc de couverture suffisamment épais, sur la plus grande partie de la section de la galerie; elle devait, d'autre part et simultanément, ébranler la veine, maintenue par ce banc de couverture, de manière à prévenir un dégagement instantané ultérieur, et si possible, dans le même but, provoquer l'abatage du charbon.

Ces deux résultats étaient le plus souvent incompatibles : si l'on conservait un banc de couverture épais, l'ébranlement et l'abatage du charbon étaient insignifiants, car on ne pouvait disloquer et déplacer en une seule fois une telle masse rocheuse. L'emploi de très fortes charges d'explosifs de sécurité en vue de remédier à cet inconvénient, conduisit à des coups débouffants, ou au broyage local des roches, aux abords immédiats des fourneaux de mines, sans action très marquée en profondeur. Si, au contraire, on voulait réaliser avec succès l'ébranlement et l'abatage du charbon, il fallait amincir dangereusement le banc de couverture et le personnel se trouvait exposé à un dégagement instantané pendant la préparation



du tir : aménagement du front, forage et chargement des mines, etc...

L'on en vint alors à l'emploi de la dynamite qui donna de bons résultats tant en roche qu'en veine. La nécessité de laisser une couverture d'épaisseur suffisante pour prévenir tout dégagement instantané prématuré, conduisit cependant à l'emploi de quantités de dynamite réellement excessives.

Comme le signalait, dès 1935, au Congrès des Mines de Paris, M. l'Ingénieur en Chef-Directeur des Mines Desenfans, l'emploi des détonateurs à retardement devait apporter un remède à ces inconvénients. Le tir, en une seule volée, de mines à départs échelonnés dans le temps, permettant l'abatage d'une masse rocheuse beaucoup plus importante avec une charge déterminée, il devenait possible de satisfaire par la succession des effets, dans la majorité des cas, aux deux conditions essentielles de sécurité, tout en maintenant la charge d'explosifs dans les limites raisonnables. Les ouvriers pouvaient préparer les mines à l'abri d'une couverture suffisante; l'ébranlement et même l'abatage pouvaient être assurés dans une mesure satisfaisante.

La sécurité du tir à retard vis-à-vis du grisou a fait l'objet de publications suffisamment connues pour qu'il me soit utile de les rappeler. Si un doute subsistait, néanmoins, à ce point de vue, il ne devrait pas faire rejeter la méthode. Les conséquences, purement matérielles, d'une inflammation problématique de grisou par un tir de recoupe, en l'absence de personnel, sont de peu d'importance en regard des accidents mortels qui résultent, quasi à coup sûr, des dégagements instantanés pendant le travail.

Pour cette raison d'ailleurs, la dynamite peut et doit même être employée chaque fois que la dureté des roches, la puissance de la couche, ou toute autre circonstance locale rendent aléatoire la mise à découvert et l'abatage simultané au moyen des explosifs de sécurité, moins puissants et moins brisants.

Il s'impose évidemment comme avant tout tir de mines, de s'assurer qu'il n'y a pas de grisou à front, ni aux environs des conducteurs et de l'appareil de mise à feu.

L'emploi des détonateurs à retard pour la mise à découvert, l'abatage et l'ébranlement simultanés des couches de houille à dégagements instantanés a été rendu obligatoire en Belgique par l'Arrêté Royal du 18 septembre 1939. Cet arrêté laisse toute latitude quant à la nature de l'explosif à employer, sous réserve d'un accord préalable entre l'Administration des Mines et les exploitants.

La méthode avait été essayée dès 1934, dans quelques sièges du Bassin de Charleroi (voir mémoire présenté par M. Desenfans, au Congrès des Mines de Paris, 1935, et « Note sur les dégagements instantanés et la méthode des tirs d'ébranlement » présentée par M. Denis, Publications A.I.M.s, 1936, 3^e fascicule). Depuis juillet 1939, elle est appliquée systématiquement dans le gisement à dégagements instantanés du premier arrondissement des Mines.

Il semble intéressant de faire ressortir les enseignements qui se dégagent de huit mois d'expériences.

I. — *Considérations relatives à la sécurité.*

Des explosifs de diverses natures furent mis en œuvre, eu égard aux circonstances locales.

Dans le cas de couches dangereuses ou recouvertes par des terrains durs, on a utilisé la dynamite.

L'inflammation de grisou dégagé par la couche sous l'action du tir semblait particulièrement à redouter.

Afin de réduire au minimum les chances d'une telle inflammation, on s'est imposé de faire exploser en dernier lieu, avec un même retard, toutes les mines pénétrant en charbon, qui sont évidemment les plus susceptibles de provoquer une émission de grisou. Sans cette précaution, il eut été à craindre que du grisou libéré par l'explosion des mines d'un étage en charbon ne fût enflammé par les mines d'un étage ultérieur.

L'inflammation par les fourneaux situés dans le banc de couverture est peu probable, si des cassures préexistantes du terrain ne les mettent pas en relation avec la veine. Ces fourneaux doivent être judicieusement disposés, de manière à

abattre la couverture rocheuse sans provoquer la fissuration du charbon avant le départ des mines qui le traversent.

Le risque d'inflammation du grisou par l'explosion de ces dernières est beaucoup moins grave qu'on aurait pu le craindre, car d'importantes émissions gazeuses ont été observées après les tirs de recoupe à la dynamite, sans qu'une seule inflammation se fut produite. On a fait plusieurs hypothèses pour expliquer ce phénomène :

a) Le dégagement de grisou ne se produirait généralement pas au moment même de l'abatage et de l'ébranlement du charbon, mais avec un retard suffisant pour que la température des gaz de décomposition de l'explosif se soit déjà abaissée au-dessous de la limite d'inflammabilité du mélange air-méthane;

b) Si une émission de grisou se produisait au moment même de l'explosion des mines d'ébranlement, elle ne trouverait plus à front par suite de la décomposition de l'explosif, une atmosphère suffisamment riche en oxygène pour former un mélange inflammable.

Cette dernière explication paraît rendre compte assez exactement des circonstances des tirs de recoupe : dégagement brusque de grisou quasi pur, en présence des gaz de décomposition, non comburants, d'un poids important d'explosifs, réparti sur un front restreint, à l'extrémité d'une galerie en cul-de-sac.

Les conditions seraient tout à fait différentes et le risque d'inflammation pratiquement certain, si l'atmosphère de la galerie renfermait du grisou en proportion dangereuse avant le tir : le mélange air-méthane, refoulé par les gaz brûlants produits par l'explosion des mines, serait nécessairement enflammé à leur contact.

Il est donc essentiel d'éviter la présence d'une atmosphère grisouteuse avant la mise à feu des mines. A cette fin, il faut, notamment :

- 1° assurer une ventilation énergique;
- 2° limiter au minimum requis pour l'exploration des terrains le nombre de trous de sonde forés à front. On les obturera

par un bourrage soigné, avant le tir, pour éviter qu'ils ne débilitent du grisou. Un seul sondage suffit en terrains réguliers;

3° réduire au minimum l'intervalle de temps entre le forage et le chargement des fourneaux de mines. On forera en dernier lieu les fourneaux pénétrant en charbon, qui sont les plus susceptibles de débiter du grisou et peuvent s'ébouler à la longue. L'établissement préalable d'un programme de tir et d'un horaire de travail bien étudié, l'emploi de foreurs expérimentés, pourvus d'un bon outillage, avec fleurets de réserve, sont nécessaires pour obtenir ce résultat. Cette question d'organisation est des plus importantes, car la rapidité des opérations est un facteur essentiel de la sécurité et du succès de la méthode.

Les considérations qui viennent d'être développées sur le risque d'inflammation du grisou peuvent être répétées en ce qui concerne le risque d'explosions de poussières de charbon. L'état de la galerie est seul important. Il faut recourir à la schistification ou à l'humidification s'il s'y trouve des poussières dangereuses que l'on ne peut pratiquement enlever. Enfin, il faut éviter la présence, surtout au voisinage des fronts, de matières, telles que des brindilles sèches, qui pourraient s'enflammer aisément au contact d'une flamme de quelque durée.

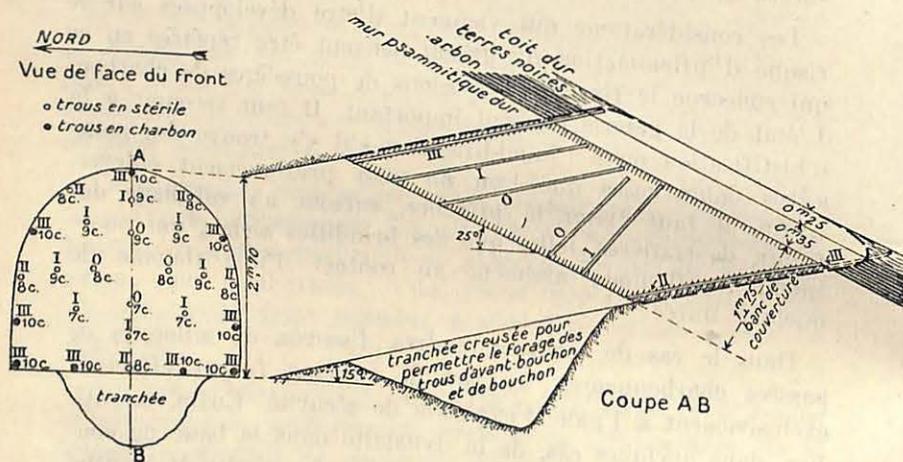
Dans le cas de terrains tendres, fissurés, ou sillonnés de passées charbonneuses, les tirs de recoupe furent effectués exclusivement à l'aide d'explosifs de sécurité. Enfin, on utilisa, dans quelques cas, de la dynamite dans le banc de couverture et des explosifs de sécurité dans la couche de houille. Le but de ces tirs mixtes, réalisés au début seulement, était surtout de ne pas effaroucher exagérément le personnel par l'emploi de la dynamite en plein charbon. Ils ont été abandonnés, car ils entraînaient une complication sérieuse des opérations de chargement, sans accroissement certain de la sécurité.

II. — Relation de quelques tirs caractérisitiques.

A. — Tirs à la dynamite.

I. — Charbonnages A. E. — Siège n° 12, Niveau de 906 mètres. Recoupe d'une veine (non identifiée) par le bouveau montant vers Veine Z, le 26 juillet 1939.

Un bouveau montant, incliné de 15° pied Nord, au-dessus du niveau de 906 m. recoupait des terrains régulièrement inclinés de 25° pied Sud. Le sondage de reconnaissance avait fait reconnaître la présence d'une couche de 0,60 d'ouverture, à toit et mur psammitiques durs. Comme le montre le croquis n° 1, on conserva un banc de couverture de 1 m. 75 d'épaisseur.



CROQUIS N° 1.

N. B. La flèche d'orientation se rapporte à la coupe AP.

Une petite tranche fut creusée, au préalable, pour permettre le forage des mines dites « de bouchon » et « d'avant-bouchon » dans la direction convenable.

26 fourneaux de mines furent forés et reçurent une charge répartie comme suit :

	Charge Kgs
4 mines « d'avant-bouchon » convergentes, avec détonateurs instantanés	3,200
8 mines « de bouchon », convergentes, avec détonateurs nt I à retard de 1/2 seconde	6,600
5 mines « de pourtour », parallèles, en mur, avec détonateurs n° II à retard de 1 seconde	4,000
9 mines « de pourtour » et d'ébranlement, parallèles, avec détonateurs n° III à retard de 1 1/2 seconde	9,000
26 mines avec une charge totale de	kgs 22,800

Le tir réussit parfaitement : le toit de la couche fut mis à découvert sur une surface de 5 m² environ et le charbon des parois nettement ébranlé. Il n'y eut pas de dégagement de grisou digne d'être noté.

L'emploi de 4 étages de retard est nécessaire dans un bouveau de cette importance, si l'on veut abattre la veine sur toute la section de la galerie tout en ébranlant les parois, ce qui est évidemment le but cherché.

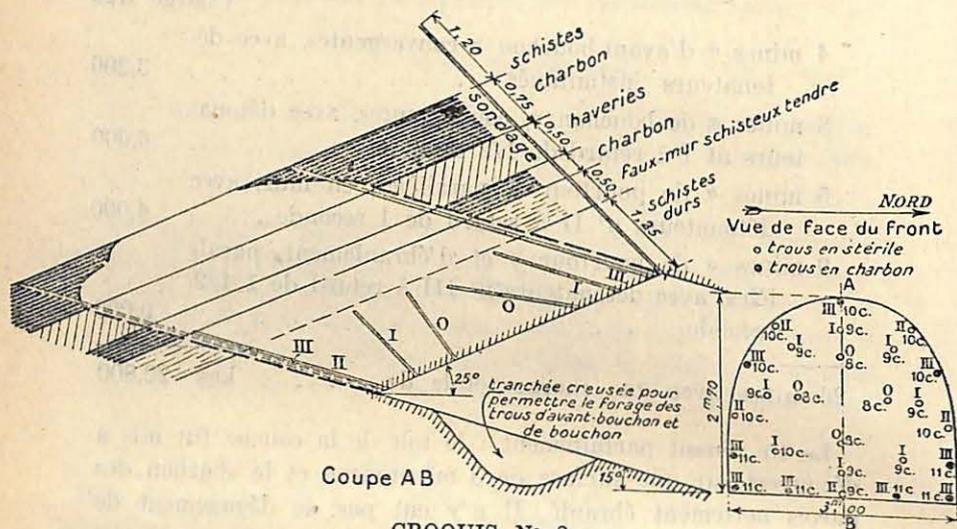
Il est très important de donner aux mines « d'avant-bouchon » une convergence suffisante, d'au moins 15° à 25°, pour qu'elles produisent le desserrage des terrains nécessaire au bon rendement des mines suivantes.

Les projections de pierres sur les parois de la galerie, par ces mines d'avant-bouchon, sont fort réduites, si l'on prend soin de les centrer convenablement par rapport à la section.

2. Ch. A. E. — Siège n° 12. — Niveau de 906 mètres. Recoupe de Veine Z par bouveau montant, le 1^{er} septembre 1939.

Le même bouveau montant eut à traverser une veine de 1,55 mètre d'ouverture, en deux bancs séparés par un lit de 0,50 mètre de haveries, avec faux-mur schisteux tendre de 0,50 mètre d'épaisseur.

Le banc de couverture avait une épaisseur de 1,25 mètre, en schistes durs (faux-mur non compris). (Voir croquis n° 2.)



CROQUIS N° 2.

Le nombre et les dispositions des fourneaux de mines furent les mêmes que dans le cas précédent, toutefois les charges furent augmentées en raison de la longueur plus grande des mines et réparties comme suit :

	Charge Kgs
4 mines d'avant-bouchon, avec détonateurs instantanés	3,200
8 mines de bouchon, avec détonateurs à retard de 1/2 seconde	7,300
5 mines de pourtour en mur, avec détonateurs à retard de 1 seconde	4,900
9 mines de pourtour et d'ébranlement, avec détonateurs à retard de 1 1/2 seconde	9,600
26 mines, chargées au total de kgs	25,000
de dynamite.	

Comme le montre le trait pointillé tracé sur le croquis, on ne réussit pas à abattre complètement la laie du toit. Néanmoins, le charbon non abattu, fortement ébranlé, était fissuré et friable.

Ce cas met bien en relief les avantages de la méthode. Sans recourir aux amorces à retard, il eût fallu, sauf emploi de charges de dynamite plus que doublées :

1° tirer une première volée de mines, après avoir aminci davantage le banc de couverture, pour mettre la laie du mur à découvert et l'ébranler dans une zone restreinte, au centre de la galerie;

2° forer, charger et tirer successivement plusieurs volées de mines pour parfaire l'abatage du mur et du faux-mur;

3° forer, charger et tirer une série de mines pour mettre à découvert et ébranler la laie du toit.

Il est évident que les opérations 2° et 3° se seraient faites dans des conditions précaires de sécurité, par suite de l'ébranlement imparfait de la veine lors du premier tir et de l'insuffisance du banc de couverture subsistant. La durée de ces opérations aurait été d'une journée entière, au moins, compte tenu des travaux de déblaiement indispensables.

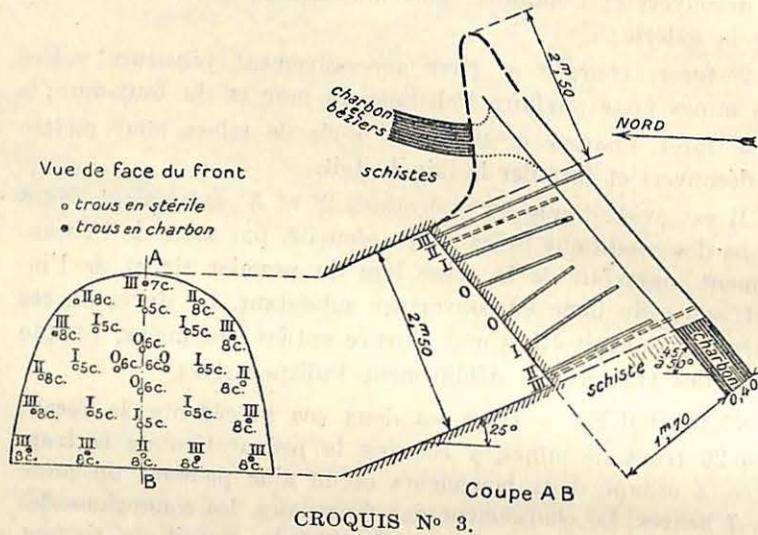
REMARQUE. — Dans les deux cas précédents, le forage des 26 trous de mines, y compris la préparation de la tranchée, a occupé deux bouveleurs et un aide pendant un poste de 7 heures. Le chargement des fourneaux, les connexions des détonateurs entre eux, la vérification du circuit de tir ont duré de 2 1/2 heures à 3 heures. Ces opérations ont été effectuées par le conducteur des travaux, un boutefeu et son aide, sous le contrôle d'un ingénieur.

Il faut considérer les chiffres ci-dessus comme des minima, pour des travaux de cette importance. En effet, les circonstances étaient favorables : les couches à traverser peu éloignées des puits (400 mètres environ) et le personnel était parfaitement au courant de la pratique du tir « à temps ».

3. — Ch. AE. — Siège n° 3. — Etage de 950 mètres. — Recoupe d'une Veinette par le bouveau montant (méridienne 1.450 mètres Est), le 21 octobre 1939.

Un bouveau montant, incliné de 25°, devait traverser une veinette de 0,40 mètre d'épaisseur, inclinée de 45 à 50° en sens inverse (voir croquis n° 3). Le banc de couverture, en

schistes de dureté moyenne, sillonné de cassures naturelles, fut réduit à 1,70 mètre. Vu la résistance moindre des roches, et l'orientation favorable des plans de stratification, presque perpendiculaires à l'axe de la galerie, on décida de réduire sensiblement la charge d'explosifs.



Comme pour les tirs précédents, 26 fourneaux de mines furent forés.

La charge de 17,600 kilogs de dynamite y fut répartie comme suit:

	Charge Kgs
4 mines d'avant-bouchon, avec détonateurs instantanés	2,400
8 mines de bouchon avec détonateurs n° I à retard de 1/2 seconde	4,000
5 mines de pourtour avec détonateurs n° II à retard de 1 seconde	4,000
9 mines de pourtour et d'ébranlement, avec détonateurs n° III, à retard de 1 1/2 seconde	7,100
26 mines, chargées, au total, de dynamite avec une charge de	17,500

Le tir provoqua la mise à découvert du toit sur toute la section du bouveau et produisit en outre une excavation de 2,50 mètres sur 1,50 mètre à la partie supérieure du front au droit d'un plissement local de la veinette.

Du grisou se dégagait en grande quantité, au point de provoquer l'extinction de la lampe à huile dès la base du bouveau montant, à plus de 35 mètres du front, une heure encore après le tir, bien que la ventilation par canars soufflants fut énergique. Les déblais étaient formés de schistes et de charbon. Le charbon comportait des éléments de différentes grosseurs, avec prédominance de menu, mais pas de folles farines. On chargea, en tout, 130 berlines de pierres et charbon, soit 55 mètres cubes environ. Etant donnée la forte inclinaison de la couche, on ne peut pas dire que le tir a provoqué un dégagement instantané caractérisé.

4. — Charbonnages C... — Recoupe de Petite Godinette par la ravale du puits n° 1 sous le niveau de 925 mètres le 23 juillet 1939.

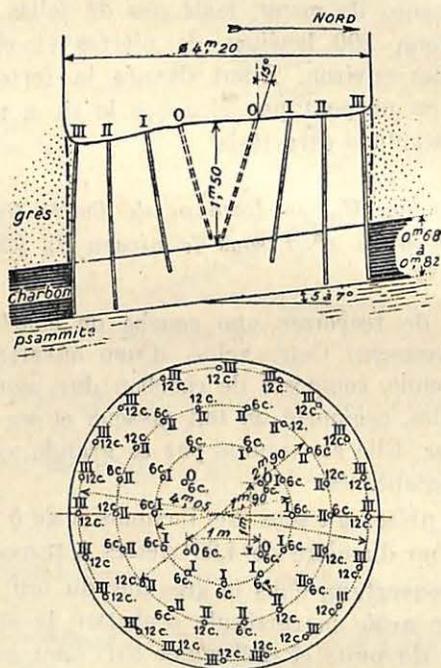
Il s'agissait de traverser une couche de charbon par un puits en enfoncement. Cette veine, d'une ouverture de 0,75 mètres en moyenne, composée de charbon dur, sans interstratifications stériles, comporte un toit gréseux et un mur psammitique très dur. Elle est connue par sa grande aptitude aux dégagements instantanés.

La couche se présentait sous une inclinaison de 5 à 7 degrés. Le puits avait un diamètre de 4,20 mètres à terres nues.

Le banc de couverture, dans le grès dur du toit, fut réduit à 1,50 m. Pour avoir la certitude d'abattre le charbon sur toute la section du puits et d'ébranler suffisamment la veine le long des parois, malgré la dureté du toit et l'action défavorable de la pesanteur, on utilisa une forte charge de dynamite, répartie en mines disposées suivant quatre cercles concentriques, chacun d'eux correspondant à un retard différent.

Contrairement à la règle observée dans les autres cas, où, seules, les mines explosant en dernier lieu pénétraient en charbon, il fut admis ici que les fourneaux des deuxième, troisième et quatrième séries de retards fussent forés en partie dans la

veine. La sécurité s'en trouvait diminuée, mais une inflammation de grisou aurait été sans conséquences graves. Le puits en enfoncement, isolé des autres galeries et ateliers de la mine, était assez humide et très bien ventilé, ce qui empêchait la formation d'une atmosphère explosible avant le tir et, le cas échéant, l'allumage d'un foyer d'incendie. Par surcroît de précaution, la mise à feu des mines eut lieu un dimanche matin, en l'absence de tout personnel, et l'équipe chargée du tir se plaça à 800 mètres de distance, à l'accrochage d'entrée d'air d'un siège voisin.



CROQUIS N° 4.

Les fourneaux de mines, au nombre de 53, furent disposés comme l'indique le croquis n° 4. Le forage, commencé la veille du tir, à 9 h. 30 du matin, fut terminé à 18 heures. Le chargement des mines, exécuté par un conducteur-boutefeux spécialiste, un boutefeux et un aide, commença à 1 heure du

matin et fut terminé à 4 heures. La charge totale de 49 kilogs 200 de dynamite, fut répartie comme suit :

	Charge Kgs
4 mines de bouchon, à détonateurs instantanés . . .	2,400
11 mines amorcées par détonateurs à retard de 1/2 seconde	6,600
18 mines amorcées par détonateurs à retard de 1 seconde	16 200
20 mines amorcées par détonateurs à retard de 1 1/2 seconde	24,000

53 mines avec une charge totale de kgs 49,200

De 4 heures à 4 h. 35, les détonateurs furent raccordés entre eux puis à la ligne de tir et les connexions vérifiées. Après inspection de l'atmosphère à l'aide de la lampe Marsaut, l'équipe préposée à la mise à feu se rendit au poste de tir, après s'être assurée de l'évacuation du siège. Le tir eut lieu à 5 h. 20.

L'inspection du fond du puits en creusement, à 6 h. 20, ne décéla aucune trace de grisou. Les roches étaient morcelées en gros blocs et foisonnées; les déblais s'élevaient à 1,50 mètre au-dessus du niveau primitif. Le soutènement des parois, dont la base se trouvait à 1,25 mètre du fond, avant le minage, n'était nullement détérioré.

Le déblaiement produisit environ 137 berlines de stériles et 15 de charbon (berlines de 400 litres). La veine était emportée jusqu'au mur sur toute la section du puits. Le charbon des parois, fortement ébranlé, s'écrasait sous la pression des mains. Les parois en roche étaient coupées régulièrement. Le volume de l'excavation produite était de 30,500 mètres cubes.

Au cours du déblaiement du charbon, des débris de cartouches non explosées furent retrouvés au voisinage de la paroi, dans les secteurs Nord et Nord-Est. J'ai reconstitué, à l'aide de ces débris, de 30 à 35 cartouches. Les numéros de certaines d'entre elles étaient lisibles : il fut vérifié qu'elles avaient été chargées dans les fourneaux de la périphérie, dans les mêmes secteurs. Le boutefeux, qui assistait à l'enlèvement des déblais, retrouva respectivement 3 et 4 cartouches

non explosées encore en place, dans la partie inférieure, en charbon, de deux mines contiguës du cercle extérieur. Tous les débris retrouvés étaient fortement imprégnés d'eau et de charbon, à l'exception d'une seule cartouche, enduite de bourre argileuse. A cette exception près, ils semblaient donc bien provenir des parties de mines pénétrant dans la veine.

Aucun détonateur ne fut retrouvé.

J'estime qu'il faut attribuer ces ratés à la chute de menus morceaux de charbon entre les cartouches, au cours du chargement. La désagrégation des parois des fourneaux forés en veine a été facilitée par la présence d'eau dans ceux-ci. Il semble hautement recommandable, dans un cas semblable, d'introduire au préalable les cartouches dans une gaine continue tout au moins pour les parties de charge pénétrant en charbon. Cette précaution est réalisable, à peu de frais, au moyen de gaines en papier silicaté, par exemple.

Il a été proposé, pour éviter des « culots », non explosés, de placer dans chaque fourneau deux détonateurs, disposés respectivement au sommet et à la base de la charge.

Cette façon de procéder n'a pas été autorisée, car elle aurait vraisemblablement provoqué des coups débourrants, dans le cas où le détonateur inférieur aurait explosé avant l'autre, ce qui est toujours possible, la constance des retards n'étant pas rigoureusement assurée. De plus, l'emploi d'un nombre double d'amorces aurait entraîné une grande complication du circuit de tir.

Une des cartouches retrouvées était enduite de bourre. Elle contenait donc vraisemblablement le détonateur. S'il en est ainsi, il faut admettre que l'amorce était déjà séparée de la cartouche quand elle a explosé. Une telle séparation peut s'expliquer par un arrachage du détonateur et de la tête de la charge, lors de l'explosion des mines de retard inférieur, par traction sur les fils, très solides, du détonateur.

Les conséquences d'un incident de l'espèce peuvent être graves, par suite de l'explosion à l'air libre d'une partie de la charge. Pour l'éviter, il est indispensable :

1° de ne pas tendre les fils de raccord entre mines, mais

au contraire de leur laisser du « mou » et un fort excédent de longueur;

2° de fixer le détonateur à la cartouche-amorce par une ligature;

3° de bourrer très soigneusement les mines, de manière qu'une traction violente sur les fils de détonateurs provoque la rupture de ces conducteurs plutôt que le débourrage. La rupture des fils d'amorces après passage du courant est en effet sans aucune conséquence. A ce point de vue, il est contre-indiqué d'employer, pour le bourrage, une argile trop humide et d'employer l'argile seule, susceptible de se délayer, pour bourrer des mines remplies d'eau.

Ce tir de recoupe était le premier qui fut pratiqué dans le premier Arrondissement des Mines. Au cours de sa préparation, se sont manifestés quelques inconvénients, dus au manque d'expérience, et auxquels il a été facilement remédié en d'autres occasions :

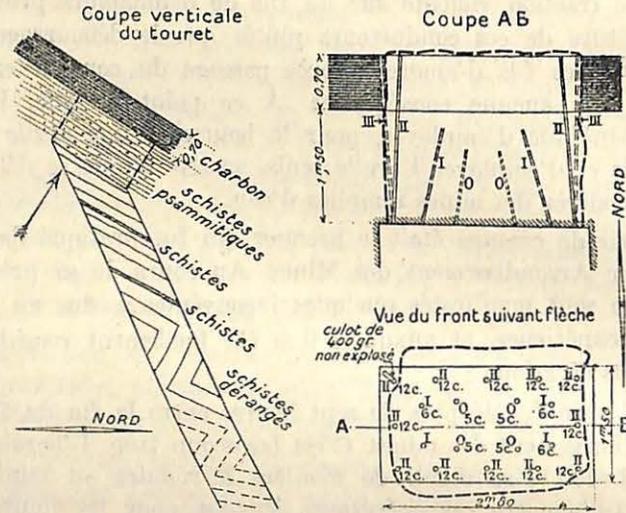
1° il s'est écoulé près de sept heures entre la fin du forage et le chargement des mines. C'est beaucoup trop. L'horaire du travail doit être établi de manière à réduire au minimum l'intervalle entre ces opérations, surtout pour les fourneaux qui pénètrent dans la veine.

2° il s'est écoulé 45 minutes entre la dernière inspection du front et le moment du tir, par suite de divers retards. Pendant ce laps de temps l'état de l'atmosphère à front aurait pu se modifier considérablement. Afin de réduire cet intervalle au minimum, il faut faciliter l'accès du poste de tir en réduisant le temps de parcours et faire évacuer les travaux souterrains avant la fin du chargement des mines.

5. — *Ch. O. M. — Siège N° 4, — Montage dans Grande Veine à l'étage de 850 mètres. — Tir du 17 mars 1940.*

Dans une zone dérangée, un petit travers-bancs montant ou « touret », incliné à 65° pied Nord, devait traverser une couche de 0,70 mètre d'ouverture inclinée à 35° pied Nord, avec mur psammitique de dureté moyenne. La section de ce touret était de 1,50 mètre de hauteur sur 2,80 mètres de largeur.

Vu ces faibles dimensions, on redoutait que l'efficacité des mines ne fut amoindrie. C'est pourquoi on décida d'utiliser la dynamite, sous forte charge, et de réduire à 1,50 mètre l'épaisseur du banc de couverture.



CROQUIS N° 5.

Le croquis n° 5 montre la disposition des fourneaux de mines répartis comme suit :

	Charge Kgs
4 mines de bouchon avec détonateurs instan'anés	2,000
4 mines d'abatage du mur, avec détonateurs à retard de 1/2 seconde	2,400
12 mines d'abatage et d'ébranlement en veine, avec détonateurs à retard de 1 seconde	14,400
<hr/>	
20 mines chargées, de dynamite, pour une charge totale de	kgs 18,800

Le tir provoqua l'abatage complet de la veine sur la section du touret et l'ébranlement du charbon des parois, avec dégagement de grisou.

Le boisage fut renversé sur une longueur de 4 mètres au voisinage du front.

Une heure après le tir, la lampe à huile s'éteignait dans le grisou, qui emplissait le touret sur une hauteur de 10 mètres.

La ligne de canars assurant l'aération avait été obturée par des déblais projetés. Le gaz s'évacua lentement après rétablissement de la ventilation.

En enlevant les déblais, on constata qu'une mine d'angle, faisant partie de la dernière série de retards, avait laissé un culot de 4 cartouches de 100 grammes en charbon. Ces cartouches furent dégagées à la main, les parois du fourneau étant désagrégées par l'explosion des autres mines.

Le culot paraît dû à l'écartement trop faible entre mines appartenant à des étages de retards différents; cet écartement était de 0,40 m. si l'on s'en rapporte au schéma du croquis n° I, mais en réalité, il fut moindre par endroits, par suite des difficultés de forage. L'explosion des mines n° 1 a vraisemblablement arraché du mur un fragment de roche entourant l'orifice de la mine ratée, avec le détonateur et plusieurs cartouches de celle-ci, qui auront fait explosion à quelque distance de la partie de charge restée en place.

La charge totale d'explosif, soit 18,800 kilogs, et surtout la quantité de mines, au nombre de 20, paraissent excessives. Dans un cas semblable, le nombre de mines pourrait être réduit, soit :

- 3 mines à retard 0;
- 4 mines à retard de 1/2 seconde;
- 9 mines à retard de 1 seconde,

quitte à augmenter quelque peu les charges de certaines d'entre elles, dans les deux premiers temps.

L'expérience montre que les fourneaux de mines doivent être écartés de 0,60 mètre au moins, pour éviter l'inconvénient qui vient d'être signalé. D'autre part, pour obtenir une répartition convenable de la charge d'explosifs et un bon rendement du tir, il est contre-indiqué de les espacer de plus de 0,90 mètre à 1 mètre. L'écartement optimum paraît être de 0,70 mètre environ.

B. — Tirs à l'explosif de sécurité.

1. — Ch. O. M. — Siège n° 1. — Recoupe de la Grande Chevalière par le bouveau Nord de Baisieux, au niveau de 560 mètres, le 6 septembre 1939.

Un bouveau Nord traversait des terrains redressés, inclinés de 50 à 60 degrés, pied Midi.

Les sondes de reconnaissance révélèrent la présence d'une couche de houille de 0,60 mètre d'ouverture, dont le toit était constitué de schistes de dureté moyenne, fortement dérangés.

On procédait à la réduction du banc de couverture, lorsque le tir d'une faible charge d'explosifs mit à découvert, à l'aire de voie, une passée charbonneuse de quelques centimètres d'épaisseur, non décelée par le sondage.

De crainte de provoquer un amincissement excessif de la couverture, on décida de la laisser telle quelle. Comme le montre le croquis n° 6; elle présentait une épaisseur fort irrégulière variant de 1,25 mètre à 3,00 mètres.

En raison de l'existence de la passée charbonneuse et de l'allure dérangée du terrain, le tir de recoupe se fit exclusivement au moyen d'explosifs SGP avec gaine Lemaire.

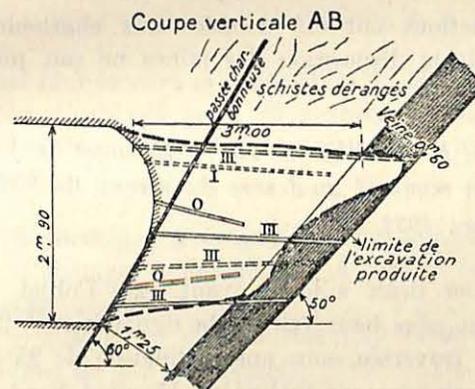
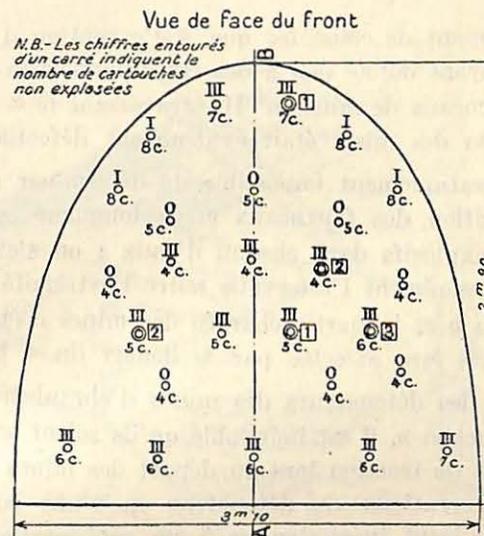
Les fourneaux de mine, au nombre de 22, furent amorcés au moyen de trois séries de détonateurs à retard, savoir :

	Charge Kgs
8 mines avec détonateurs instantanés	3,500
4 mines avec détonateurs à retard de 1/2 seconde	3,200
14 mines avec détonateurs à retard de 1 seconde	7,800
(ces dernières pénétraient dans la veine)	

26 mines de dynamite pour une charge totale de kgs 14 500

La disposition des mines est figurée au croquis.

Il est à noter que 7 mines d'ébranlement (n° III) traversaient le « bouchon » délimité par les mines n° 0. La charge des mines n° III était concentrée à l'extrémité des fourneaux et se trouvait, théoriquement du moins en avant de la zone qui devait être affectée par les mines de bouchon.



CROQUIS N° 6.

Le tir eut lieu sans provoquer de dégagement de grisou. La veine ne fut pas complètement recoupée : le contour de l'excavation produite est indiqué au croquis n° 6. Le charbon resté en place était ébranlé et friable.

Des culots de charge non explosée furent retrouvés au cours du déblaiement. Les chiffres entourés d'un carré sur le croquis indiquent le nombre de cartouches de 100 grammes de chacun de ces culots.

Il est frappant de constater que, à l'exception d'une seule, les charges ayant donné lieu à des ratés partiels se trouvaient dans les fourneaux de mines n° III, traversant le « bouchon ». La disposition des mises était évidemment défectueuse car :

1° il est pratiquement impossible de déterminer avec précision l'orientation des fourneaux et la longueur occupée par la charge d'explosifs dans chacun d'eux : on s'expose ainsi à réduire exagérément l'intervalle entre l'extrémité des mines de « bouchon » et la partie chargée des mines d'ébranlement, qui peut alors être affectée par le départ du « bouchon »;

2° les fils des détonateurs des mines d'ébranlement traversant le « bouchon », il est inévitable qu'ils soient soumis à un violent effort de traction lors du départ des mines n° 0, d'où possibilité d'arrachage du détonateur ou d'une partie de la charge, conduisant inévitablement à un raté partiel.

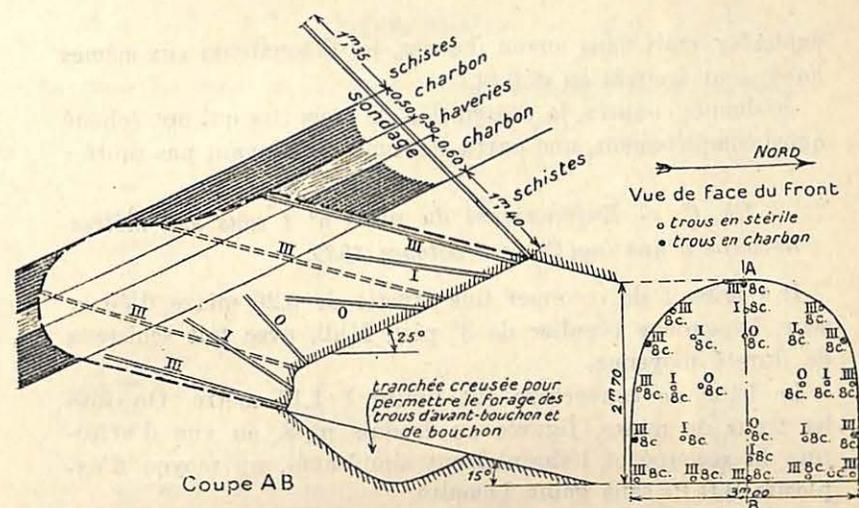
Des instructions ont été données aux charbonnages pour qu'une semblable disposition des mines ne soit plus réalisée.

2. — *Ch. A. E. — Siège n° 12. — Recoupe de Veine Z par un nouveau montant au-dessus du niveau de 906 mètres, le 14 septembre 1939.*

La veine en deux sillons, ayant fait l'objet du tir de recoupe décrit plus haut (tirs à la dynamite, n° 2) devait à nouveau être traversée, sous une inclinaison de 25° pied Midi, par un nouveau montant incliné de 15° pied Nord.

Comme la recoupe devait se faire dans le voisinage d'un ancien montage en veine, abandonné, on redoutait que des fissures ne missent le front du nouveau en communication avec le montage et ne dégagent du grisou au moment du tir, bien qu'un levé topographique indiquât une distance de plus de 10 mètres entre les deux excavations. De plus, les schistes formant le mur étaient relativement tendres.

On fit usage pour ces deux raisons d'explosifs S.G.P., mais sans gaine Lemaire.



CROQUIS N° 7.

N. B. La flèche d'orientation se rapporte à la coupe AB.

Le croquis n° 7 montre la répartition de la charge totale de 20,800 kilogs d'explosif entre 26 fourneaux de mines, amorcés au moyen de 3 séries de détonateurs à retard :

	Charge Kgs
4 mines de bouchon, à détonateurs instantanés	3,200
8 mines d'abatage, à détonateurs à retard de 1/2 seconde	6,400
14 mines d'abatage et d'ébranlement, à détonateurs à retard de 1 1/2 seconde	11,200
26 mines chargées de	20,800

Le tir se fit sans aucun raté. La laie du toit n'était pas entièrement recoupée, comme le montre le croquis, mais le charbon non abattu était complètement fissuré et désagrégé. Il n'y eut pas de dégagement de grisou.

C. — *Tirs ayant donné lieu à des ratés importants.*

Dans ce qui précède, j'ai fait mention de plusieurs tirs ayant donné lieu à des « culots », ou parties de charges non

explosées, mais dans aucun des cas, les détonateurs eux-mêmes ne se sont trouvés en défaut.

Je donne, ci-après, la description de trois tirs qui ont échoué quasi complètement, une partie des amorces n'ayant pas sauté :

1. — *Ch. C. — Enfouissement du puits n° 1 sous 925 mètres. Recoupe d'une layette le 3 octobre 1939.*

Il s'agissait de recouper une layette de 0,20 mètre d'épaisseur, à pendage régulier de 3° pied Midi, avec toit schisteux de dureté moyenne.

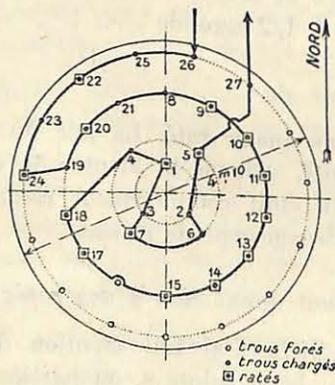
Le banc de couverture fut limité à 1,10 mètre. On forait les trous de mines, figurés au croquis n° 8, en vue d'effectuer la recoupe et l'ébranlement simultanés, au moyen d'explosifs S.G.P. sans gaine Lemaire.

La fourniture des détonateurs ayant subi du retard, la plupart des fourneaux étaient forés 24 heures avant le tir.

Au moment du chargement, ils étaient remplis d'eau. On dut renoncer à charger 10 d'entre eux, que l'on ne parvint pas à assécher.

Suivant le tableau joint au croquis n° 8, 26 mines furent chargées de 15 200 kilogs d'explosifs, pourvu de détonateurs à retard de 0, 1/2 seconde et 1 1/2 seconde et 2 1/2 secondes et connectées comme il est indiqué au croquis.

Après le tir, on constata, dans tous les étages de retards (voir croquis), le raté complet de 15 mines sur 26.



CROQUIS N° 8.

CHARGEMENT

Longueur des trous	N° des trous	Charge en cartouches	N° des détos
1 m. 10	1	4	0
id.	2	4	0
id.	3	4	0
1 m. 10	4	4	I
id.	5	4	I
id.	6	4	I
id.	7	4	I
1 m. 50	8	7	III
id.	9	7	III
id.	10	7	III
id.	11	7	III
id.	12	7	III
id.	13	7	III
id.	14	7	III
1 m. 50	15	7	III
id.	17	7	III
id.	18	6	III
id.	19	6	III
id.	20	5	III
id.	21	6	III
1 m. 50	22	7	V
id.	23	7	V
id.	24	7	V
id.	25	5	V
id.	26	6	V
id.	27	6	V

Les mines explosées avaient partiellement recoupé la Veinette et disloqué le terrain, de telle sorte que les charges des mines ratées purent être dégagées, ainsi que leurs amorces, toutes intactes.

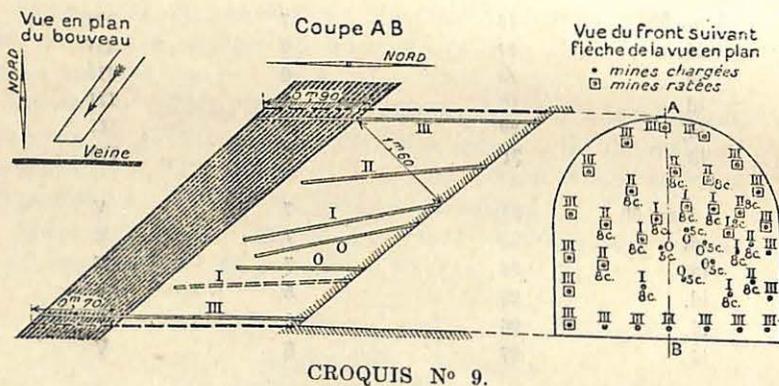
La ligne de tir, d'une longueur totale de 563 mètres, était constituée de fils de cuivre de 1,5 mm² de section, isolés au caoutchouc. La résistance mesurée avant le tir fut de 6 ohms pour la ligne seule et de 66 ohms pour le circuit de tir complet. Les résistances des détonateurs étaient de 2,2 à 2,3 ohms.

L'exploseur utilisé, de construction Brun, à crémaillère, était prévu pour un maximum de 50 mines, ou une résistance totale du circuit de 260 ohms.

2 — Ch. O. M. — Siège n° 1. Recoupe de Deux Laies, droit Sud, par le bouveau Sud à 620 mètres, le 4 octobre 1939.

Le bouveau devait recouper une veine de 0,70 mètre à 0,80 mètre d'ouverture, à mur de dureté moyenne, inclinée de 40°, pied Sud.

On laissa un banc de couverture de 1,60 mètre, et l'on foragea 40 fourneaux de mine. Ceux-ci furent chargés de dynamite, à l'exception de 19 fourneaux pénétrant en charbon, qui furent chargés d'explosif S.G.P. Le croquis n° 9 indique suffisamment la répartition des charges et le groupement des mines en quatre étages, avec amorces à retard de 0, 1/2, 1 et 1 1/2 seconde.



CROQUIS N° 9.

Après le tir, on observa un raté complet de 22 mines, dont les détonateurs et les charges étaient intacts. En outre, on trouva dans les déblais 4 détonateurs instantanés et quelques cartouches, dont la provenance ne pût être déterminée.

Les résistances de chacun des détonateurs restés en place furent mesurées individuellement, à distance, et trouvées comprises entre 2,07 et 2,10 ohms. Les mines ratées furent tirées avec succès en une seule volée, le même jour.

La ligne de tir comportait en tout 740 mètres de fil de cuivre de 1,8 mm. de diamètre, sous caoutchouc. Les mesures de résistance avant le tir avaient donné : ligne seule 65 ohms ; ligne plus détonateurs 135 à 140 ohms.

Signalons tout de suite que la résistance de la ligne était anormalement élevée : d'après la section et la longueur du fil de cuivre, elle n'aurait pas dû dépasser 5 à 6 ohms.

Le bouveau était sec.

L'exploseur employé, de construction Schäffler, à commande par ressort, était prévu pour des volées de 100 mines au maximum, sur des circuits de tir de 250 ohms.

Recherches effectuées à la suite de ces tirs.

Les exploseurs, ainsi que les détonateurs non explosés qui purent être récupérés (au nombre de 15 au charbonnage C. et de 4 au charbonnage O. M.) furent envoyés pour essais à l'Institut National des Mines, à Pâturages, ainsi que des détonateurs neufs provenant de la même fourniture que ceux utilisés au second de ces sièges.

Il résulte de ces essais que :

1° les exploseurs répondent bien aux caractéristiques indiquées par les constructeurs. Les débits de courant, relevés à l'oscillographe sur des circuits présentant des résistances comparables à celles des circuits de tir, dépassent très largement un ampère. Ces appareils ne peuvent donc pas être incriminés.

2° tous les détonateurs soumis à un courant atteignant 0,5 ampère, sautent en moins de 12 milli-secondes.

Sur 22 détonateurs essayés sous courant de 0,4 ampère, 9 sautent au premier lancé de courant ; les 13 détonateurs restants, explosent pour des intensités de 0,4 à 0,5 ampère.

En conclusion, les ratés observés ne peuvent être attribués ni aux exploseurs, ni aux détonateurs, mais bien à des déficiences des circuits de tir.

Dans le cas du puits du charbonnage C., il semble bien qu'il y ait eu déperdition de courant par suite de l'humidité, et que seules les amorces les plus sensibles aient explosé, d'où la dispersion des ratés dans toute la section.

Dans le cas du bouveau du charbonnage O. M., la concentration des ratés dans une partie déterminée de la section semble indiquer qu'il y a eu mise en court-circuit des amorces non explosées, par contact entre fils de deux détonateurs.

Une inspection de l'ohmètre utilisé à ce dernier siège, pour vérification des circuits, a montré qu'il se déréglaît très facilement par le dispositif de remise à zéro de l'aiguille et qu'il pouvait donner alors des indications fantaisistes : c'est ce qui explique la résistance excessive relevée sur la ligne de tir.

A ce sujet, je crois utile de signaler que les ohmètres généralement utilisés dans les charbonnages ne conviennent guère pour la vérification des circuits de tir, parce qu'ils ne sont pas suffisamment sensibles. Ils sont souvent gradués de telle sorte que l'on ne peut lire leurs indications que très grossièrement, lorsque les résistances en jeu sont de l'ordre de quelques ohms, comme c'est le cas pour les lignes de tir.

Il en résulte que la vérification des circuits de tir ne peut se faire avec le soin désirable, ce qui augmente les chances de ratés.

Il serait aisé de remédier à ce défaut.

3. — *Ch. A. E. — Siège n° 7. — Recoupe de la Veine A' à l'étage de 1.100 mètres, le 11 décembre 1939.*

Les mines, disposées en trois couronnes à temps différents, furent chargées d'explosifs S.G.P. de la façon suivante :

	Charge Kgs
Avant-bouchon à temps zéro, 4 mines à 6 cartouches avec	2,400
Bouchon, à temps I d'une 1/2 seconde, 9 mines de 6 cartouches	5,400
Pourtour, alternativement en roches (9 mines, à temps II d'une seconde) et en charbon (9 mines, à temps IV de deux secondes) chargées de 6 à 8 cartouches	11,600

Il y avait en outre : deux mines en charbon à temps IV dont l'une traversant l'avant-bouchon et l'autre entre le bouchon et la couronne extérieure au pied de la galerie 1,200

Total 20,600

Sur un premier allumage, trois mines seulement sautèrent : l'absence de croquis convenable ne permit pas d'en connaître la nature exacte. Cinq détonateurs non explosés : deux à temps zéro, deux à temps d'une demi-seconde et un à temps d'une seconde, étaient sortis de leur fourneau.

Des mesures ohmiques effectuées, par groupe, sur les détonateurs restés en place, décelèrent qu'une mine à temps IV ne laissait pas passer le courant : l'on constata dans la suite que l'un des fils du détonateur était brisé.

Les mesures de même nature opérées à plusieurs reprises sur la ligne de tir donnèrent des résultats fort variables. La vérification de cette ligne montra qu'elle était constituée d'un grand nombre de tronçons dont plusieurs étaient attachés l'un à l'autre par simple repli du fil en crochet, enveloppé cependant de toile isolante. La ligne fut remplacée et un tir effectué sur toutes les mines encore pourvues de détonateurs (à l'exception de la mine au détonateur à fil brisé) les fit toutes sauter, mettant la couche à découvert et l'abattant dans des conditions satisfaisantes. Des cartouches inexplosées furent évidemment retrouvées dans les déblais.

Une vérification de l'exploseur effectuée à l'Institut National des Mines a montré que l'appareil était en parfait état. En voici les résultats :

durée de passage du courant	32 et 34,8 milli-secondes ;
intensité de courant sur 250 ohms, résistance maximum inscrite sur l'appareil :	
au début	1,04 et 1 ampère
après 10 milli-secondes	0,953 et 0,910 ampère
après 20 milli-secondes	0,865 et 0,818 ampère

Les circonstances précédentes montrent : qu'il faut attribuer le raté à la mauvaise qualité de la ligne de tir, à l'éta-

blissement de laquelle on ne saurait apporter trop de soins; que les détonateurs doivent être bien adaptés, par ligature, à la cartouche-amorce.

Ces conclusions impliquent évidemment qu'il n'y eut pas de grosse erreur commise dans le raccordement des détonateurs entre eux. Cette dernière hypothèse n'est pas invraisemblable, malgré la surveillance des opérations par un délégué à l'Inspection des Mines méticuleux, à cause de l'absence d'un croquis convenable de la disposition des mines.

Mars 1940.

L. BRISON.

COMMENTAIRE

De ce travail de M. l'Ingénieur Brison, je crois pouvoir dégager les quelques enseignements que voici :

1° Il est indispensable de dresser, avec soin, un croquis donnant aux ouvriers le programme des fourneaux à creuser, ainsi que la répartition des charges et des numéros des détonateurs. Ce croquis sera au besoin modifié, ou même refait, pour être mis en concordance avec les réalisations. Il doit servir, entre autres, à éviter les erreurs de chargement, d'amorçage et de connexion. Après le tir, il est utile, pour déterminer l'emplacement et, par conséquent, la nature de l'amorçage des mines complètement ou partiellement ratées;

2° Les fourneaux appartenant à des temps différents doivent être suffisamment écartés pour éviter la décapitation de certains d'entre eux, surtout si les sommets des charges sont peu éloignées de l'orifice des fourneaux.

A cet effet, il semble qu'il ne faille pas descendre en dessous d'un écartement de 0,60 m. Il est également contre-indiqué de forer un fourneau à l'intérieur d'une couronne à temps moindre.

3° Dans le même ordre d'idées, c'est-à-dire pour éviter les ratés, le détonateur doit être ligaturé à la cartouche-amorce; celle-ci doit être maintenue par un bourrage suffisamment énergique pour que les fils du détonateur soient rompus plu-

PIETOCO

Société Anonyme

SIEGE SOCIAL :
TRAZEGNIES (Belgique)

DIVISION DE TRAZEGNIES :

Wagons pour tous écartements.

Appareils de voie (croisements, traversées, etc.).

Wagonnets pour toutes industries.

DIVISION DE SCLESSIN :

Tôles perforées en tous métaux.

Puits filtrants pour rabattement de nappe aquifère.

POUR VOS TRANSPORTS PAR EAU
UN DEMI-SIECLE D'EXPERIENCE A VOTRE SERVICE

Armement Fluvial COBBAUT

S. P. R. L. SIEGE SOCIAL : 44, Quai de Brabant, CHARLEROI

Tél. : 10103 (3 l.) - Reg. du Com. : Charleroi 27746 - Télégr. : COBBAUT

AGENCES : **La Louvière** : 99, rue des Forgerons.

Tél. 713. **Hasselt** : 50, ch. de la Campinè. Tél. 920.

Anvers : 107, av. d'Italie. **Liège** : 2, rue Curtius. T. 181.44.

Correspondants dans les principaux ports
tant en Belgique qu'à l'étranger.

AVANTAGE MAXIMUM - CONDITIONS LES MEILLEURES
EXECUTION RAPIDE ET SOIGNEE DE TOUS LES ORDRES

Qui dit Cobbaut, dit Transports par Eau