

RAPPORT D'UN VOYAGE EN HONGRIE

La lutte contre le dégagement ordinaire et les dégagements instantanés de grisou dans les charbonnages de Pécs

P. STASSEN,
Directeur

et

R. VANDELOISE,
Ingénieur

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

SAMENVATTING

De kolennijverheid is de belangrijkste sector van de Hongaarse mijnnijverheid.

Het kolenbekken van Pécs, gelegen in het zuiden van de Hongaarse Volksrepubliek, produceert 5.000 t per dag, waarvan 40 % cokeskolen. De ontginning van dit binnenbekken stelt talrijke problemen: geologische onregelmatigheden, hoge temperatuur, belangrijke mijngasuitwasemingen, talrijke gasuitbarstingen, stofontploffingen, spontane ontvlammingen, gevaar voor silicose.

De mijngasontwikkeling schommelt tussen 40 en 80 m³/t volgens de geologische gesteltenis. Men is met de afzuiging begonnen in 1958, en dit zowel in de terugkerende als in de heengaande ontginningen. Een speciale methode werd ontwikkeld voor de mijngasafzuiging in weinig doordringbare en aan uitbarstingen onderhevige lagen.

De uitbarstingen doen zich niet voor in de pijlers. Ze zijn vooral te vrezen in de voorbereidende werken, zowel in de galerijen in de laag als in de steengangen, en dan voornamelijk telkens een laag wordt aangesneden, in welk geval ze ook het hevigst zijn. Zeer talrijke uitbarstingen doen zich onmiddig voor enkele tijd na het schokschieten.

De oorzaak van de mijngasuitbarstingen in de mijnen van Pécs schijnt te moeten gezocht worden in het plotseling verdwijnen van de hoge terreindrukkingen, verschijnsel dat zich in de galerijen voordoet als gevolg van geologische storingen en bij het aansnijden van lagen wegens het wegnemen van het steenschild. Studies op model langs foto-elastische weg hebben deze hypothese bevestigd.

RESUME

L'industrie charbonnière est le secteur le plus important de l'industrie minière hongroise.

Le bassin houiller de Pécs, situé au sud de la République Populaire de Hongrie, produit 5.000 t/jour dont 40 % de charbon à coke. L'exploitation de ce bassin limnique pose de nombreux problèmes: irrégularités géologiques, température élevée, dégagement de grisou important, nombreux dégagements instantanés, explosions de poussières, feux spontanés, risque de la silicose.

Le dégagement de grisou varie de 40 à 80 m³/t suivant les conditions géologiques. On a entrepris le captage du grisou en 1958. Le captage se fait dans les tailles rabattantes comme dans les tailles chassantes. Un procédé spécial a été mis au point pour capter le grisou de couches peu perméables et sujettes à D.I.

Les dégagements instantanés ne se produisent pas en taille. Ils se produisent surtout dans les travaux préparatoires, traçages en veine et travaux au rocher, spécialement à chaque recoupe de couche où ils sont aussi les plus violents. De très nombreux D.I. se produisent, intempestivement, avec un certain retard sur le tir d'ébranlement.

La cause des D.I. des mines de Pécs semble être le relâchement brusque des tensions élevées des terrains qui se manifestent dans les traçages, à la suite de dérangements géologiques et dans les recoupes de couches, au moment de l'enlèvement de la couverture de roche. Des études sur modèles par photo-élasticité ont confirmé cette hypothèse.

De nieuwe voorbehoedmiddelen zijn : het voorafgaandelijk hydraulisch wegspoelen van de laag voor het aansnijden en het hydraulisch boren in de galerijen. Het hydraulisch boren omvat drie fasen : het eigenlijke boren, het ontgassen van de laag, de injectie van water onder druk. Het front van sommige galerijen moet permanent op starre of elastische wijze worden afgegrensd : gesloten werkplaats.

Dank zij deze nieuwe voorbehoedmiddelen kon het aantal mijngasuitbarstingen met meer dan de helft verminderd worden ; wanneer er zich nog uitbarstingen voordoen, is het in die werkplaatsen waar de nieuwe technieken nog niet worden toegepast.

INHALTSANGABE

Der Steinkohlenbergbau stellt den wichtigsten Zweig des ungarischen Bergbaus dar.

Das Fünfkirchener Revier im Süden des Landes fördert täglich 5.000 Tonnen, davon 40 % Koks-kohle. Der Abbau dieser limnischen Lagerstätte ist mit einer ganzen Reihe schwieriger Probleme verbunden : geologischen Störungen, hohen Temperaturen, starker Ausgasung, zahlreichen Gasausbrüchen, Kohlenstoffexplosionen, Selbstentzündung der Kohle, Gefährdung der Bergleute durch Silikose.

Die Ausgasung beträgt je nach den geologischen Bedingungen 40 bis 80 m³/t. Seit 1958 saugt man das Methan ab, und zwar beim Rückbau wie beim Vorwärtsbau. Zur Methanabsaugung in Flözen von geringer Durchlässigkeit, die zu Gasausbrüchen neigen, ist ein besonderes Verfahren entwickelt worden.

Die Gasausbrüche erfolgen nicht im Streb, sondern vor allem bei den Aus- und Vorrichtungsarbeiten, besonders beim Durchfahren von Flözen, und dort sind sie auch am stärksten. Zahlreiche Gasausbrüche treten völlig unerwartet einige Zeit nach den Lockerungsschüssen auf.

Der Grund für die Gasausbrüche im Revier von Fünfkirchen scheint in der plötzlichen Lockerung hoher Gebirgsspannungen zu liegen, die nach Durchörterung geologischer Störungszonen und beim Durchfahren von Flözen in den Ausrichtungstrecken auftreten, wenn man das als Sperrdamm wirkende Gestein löst. Diese Vermutung hat ihre Bestätigung durch spannungsoptische Untersuchungen gefunden.

Neuerdings sucht man den Gasausbrüchen auf zweierlei Weise vorzubeugen : durch Auswaschung des Flözes vor seiner Durchörterung und in den Flözstrecken durch hydraulische Bohrarbeit. Diese zerfällt in drei Abschnitte : das Bohren eines Loches mit einem Druckstrahl, die Ausgasung des Flözes und das Einpressen von Druckwasser. In einigen Strecken muss man ständig eine starre oder elastische

Les nouveaux moyens de prévention sont : l'afouillement hydraulique préalable de la couche avant sa recoupe et la perforation hydraulique dans les traçages en veine. La perforation hydraulique comprend trois phases : perforation hydraulique proprement dite — dégazage de la couche — injection d'eau sous pression. Le front de certains traçages doit être barré en permanence de manière rigide ou élastique : chantier clos.

Grâce aux nouveaux moyens de prévention, le nombre total de D.I. a été réduit de plus de moitié ; les cas restants surviennent dans des chantiers où les nouvelles techniques ne sont pas appliquées.

SUMMARY

Coal mining is the most important sector of the Hungarian mining industry.

The Pécs coalfield, situated in the south of the People's Hungarian Republic, produces 5,000 tons per day, 40 % of which consists of coking coal. The working of this limnetic coalfield gives rise to many problems : geological irregularities, high temperature, important release of firedamp, many instantaneous outbursts, much spontaneous heating, dust explosions, danger of silicosis.

The amount of firedamp varies between 40 and 80 m³/ton, according to the geological conditions. Firedamp drainage was begun in 1958. Drainage takes place in retreating and advancing faces. A special process has been devised for draining firedamp in seams which are not very permeable and which are subject to instantaneous outbursts.

Instantaneous outbursts do not occur at the face. They occur mainly in the development work in stone and preparatory work in coal, especially at each intersection of seams where they are also most violent. Very many instantaneous outbursts occur unexpectedly some time after inducer shotfiring.

The cause of instantaneous outbursts in the Pécs mines seems to be the abrupt release of high rock stresses in headings, as a result of geological disturbances, and at intersection of seams at the moment when the overburden is removed. Research upon models by photoelasticity has confirmed this hypothesis.

The new means of prevention are : hydraulic excavation of a stress relief cavity in the seam before intersection, and hydraulic perforation in preparatory work in coal. The hydraulic perforation consists of three phases : hydraulic perforation proper - drainage of firedamp from the seam - injection of water under pressure. The front of certain headings

Sperre vor Ort mitführen. Man spricht dann von einem « abgesperrten Betriebspunkt ».

Durch die neuen vorbeugenden Bekämpfungsmassnahmen ist es gelungen, die Zahl der Gasausbrüche um mehr als die Hälfte einzuschränken. Die restlichen Gasausbrüche treten an Betriebspunkten auf, wo die neuen Verfahren noch keine Anwendung finden.

must be permanently timbered in a rigid or elastic manner : enclosed working place.

Thanks to the new preventive methods, the total number of instantaneous outbursts has been reduced by more than half ; the remaining cases occur in working places where the new techniques are not applied.

SOMMAIRE

0. Généralités.

01. Participants.
02. Visites.
03. Personnalités rencontrées.
04. Situation de l'industrie charbonnière hongroise.
05. Administration des Mines. Sécurité.
06. Recherche scientifique.

1. Charbonnages de Pécs.

11. Situation géographique et géologique du bassin houiller de Pécs.
12. Difficultés d'exploitation.
13. Schéma général d'exploitation.
14. Développement et modernisation des charbonnages de Pécs.

2. Dégagement ordinaire du grisou.

21. Importance du dégagement de grisou.
22. Captage du grisou.
23. Captage du grisou dans les exploitations rabattantes.
24. Captage du grisou des couches à D.I.
25. Stations de captage.
26. Résultats du captage.
27. Valorisation du grisou capté.
28. Conclusions sur le captage du grisou.

3. Dégagements instantanés.

30. Généralités.
31. Caractéristiques des dégagements instantanés du bassin de Pécs.
32. Causes principales des dégagements instantanés.
33. Moyens de prévention des D.I.
34. Critique des procédés de prévention des D.I.
35. Résultats obtenus dans la lutte contre les D.I.

0. GENERALITES

01. Participants.

MM. P. Stassen, Directeur, et R. Vandeloise, Ingénieur à l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, ont effectué un voyage en Hongrie, du

5 au 13 mai 1962, sur l'invitation de M. Z. Ajtay, Directeur de l'Institut de Recherches Minières de Budapest. Ce voyage avait pour but l'étude des méthodes hongroises de prévention des dégagements instantanés et la visite des instituts de recherches minières de Budapest et du Trust des Charbonnages de Pécs. Les auteurs remercient M. Z. Ajtay et les personnalités rencontrées, en particulier : MM. A. Elekes, Directeur au Ministère de l'Industrie Lourde, K. Ember, Chef Adjoint de l'Administration Générale des Mines de Hongrie, I. Tamásy, Ingénieur en Chef du Trust des Charbonnages de Pécs, L. Szirtes, Directeur de la Station de Recherches du même Trust. Des visites parfaitement organisées leur ont permis de recueillir de nombreuses informations très intéressantes et utiles. Ils savent gré à leurs hôtes de l'amabilité qui n'a cessé de leur être témoignée au cours du voyage.

02. Visites.

Lundi 7 mai :

- Direction du Trust des Charbonnages de Pécs : Exposé général sur l'exploitation, les difficultés et les dangers des charbonnages de la région de Pécs par M. I. Tamásy, Ingénieur en Chef du Trust.
- Administration des Mines de Pécs : Informations sur l'organisation et les tâches de l'Administration des Mines, particulièrement dans le bassin de Pécs. Exposé par M. K. Koncsag, Chef de l'Administration des Mines de Pécs.

Mardi 8 mai :

- Visite des travaux souterrains de la division de Pécsbánya : Informations générales sur la situation géologique, les problèmes d'exploitation et la modernisation en cours. Taille en dressant à gradins droits. Exploitation par sondages. Perforation hydraulique et chantier clos en traçage.
- Club de la direction de l'Union Minière et Métallurgique Hongroise : Echange de vues sur les problèmes d'exploitation des mines hongroises et belges.

Mercredi 9 mai :

- Visite des travaux souterrains de la division de Szabolcs : Soutènement métallique en taille fortement inclinée. Captage du grisou. Prévention des dégagements instantanés par perforation hydraulique.
- Installation de captage de grisou du puits György.

Jeudi 10 mai :

- Station de recherches du Trust des Charbonnages de Pécs : Présentation de l'Institut par MM. Szirtes et Csetneki.
- Colloque final sur la visite du Trust des Charbonnages de Pécs.

Vendredi 11 et samedi 12 mai :

- Institut de Recherches Minières de Budapest : Présentation de l'Institut par M. Z. Ajtay. Pressions de terrains et soutènements. Mouvements de terrains et dégâts miniers. Utilisation des radioisotopes dans les mines.

Samedi 12 mai :

- Visite au Ministère de l'Industrie Lourde : Informations générales sur l'industrie charbonnière hongroise exposées par M. A. Elekes et sur l'Administration des Mines exposées par M. K. Ember.

Remarque : Ce rapport est consacré aux charbonnages de Pécs et à la lutte contre le dégagement ordinaire et les dégagements instantanés de grisou. Les visites des instituts de recherches de Budapest et de Pécs feront l'objet d'un autre compte rendu.

03. Personnalités rencontrées.*Ministère de l'Industrie Lourde :*

M. A. ELEKES, Directeur de la Sous-Direction « Charbonnages ».

Administration des Mines :

Dr. K. EMBER, Chef Adjoint de l'Administration Générale des Mines de Hongrie.

Dr. K. KONCSAG, Chef de l'Administration des Mines de Pécs.

Dr. SZEKELJ, Chef Adjoint de l'Administration des Mines de Pécs.

Trust des Charbonnages de Pécs :

M. PATAKI, Directeur du Trust.

M. I. TAMASY, Ingénieur en Chef.

M. R. WIETORISZ, Ingénieur-Interprète.

a) division de Pécsbánya : M. J. FULMER.

b) division de Szabolcs : MM. I. MARKO, M. ORSZAG, J. TAVRAI.

c) captage du grisou : M. A. RADO, Secrétaire de l'Union Minière et Métallurgique Hongroise.

d) station de recherches : M. L. SZIRTES, Directeur, CSETNEKI, GINAL, R. SZABO.

Institut de Recherches Minières de Budapest :

Dr. Z. AJTAY, Directeur.

Dr. S. NAGY, Directeur-Adjoint.

M. le délégué de l'Institut près le Ministère de l'Industrie Lourde.

MM. L. ADAM, radioisotopes.

O. DZSIDA, propriétés physiques des terrains.

Dr. J. HORVATH, propriétés physiques des terrains - soutènements.

I. KLEMENCISIS, mouvements des terrains et dégâts miniers.

J. KORBULY, soutènements.

F. KUMMER, soutènements, mouvements des terrains et dégâts miniers.

Dr. F. MARTOS, soutènements marchants, mouvements des terrains et dégâts miniers.

N. MEITZEN, soutènements.

A. SZABO, soutènements.

P. VINCZE, soutènements.

04. Situation de l'industrie charbonnière hongroise.

L'industrie charbonnière est le secteur le plus important de l'industrie minière hongroise qui exploite, d'autre part, des gisements de bauxite, plomb, zinc, manganèse et autres substances minérales. La Hongrie produit peu de fer et peu d'uranium (une seule petite exploitation au voisinage des charbonnages de Pécs). L'industrie charbonnière est en pleine évolution ; la production est passée de 24,1 millions t en 1958 à 28,6 millions t en 1962.

L'industrie minière hongroise est entièrement nationalisée et dépend du Ministère de l'Industrie Lourde qui dirige, de plus, les deux divisions : électricité et chimie. La direction « Mines » comprend deux sous-directions : mines métalliques et charbonnages. La sous-direction « Charbonnages » dirige et contrôle les activités des mines et des fabriques d'agglomérés, la construction du matériel minier, le fonctionnement de trois instituts de recherches ; elle comporte un service de planification et de statistiques.

Les charbonnages sont répartis dans 11 bassins miniers (fig. 1), généralement petits et groupés en 13 trusts qui comptent 87 entreprises, 145 sièges et 222 puits. La production moyenne des sièges est de 556 t/jour. La production journalière totale du pays (charbon, charbon brun et lignite) est de 94.000 t

et la production annuelle de 29 millions de t dont 2 millions proviennent d'exploitations à ciel ouvert.

La production se répartit comme suit :

Charbon : gisements liasiques des monts Mecsek (Pécs et Komló) : 10.800 t/jour. Les charbonnages de Pécs produisent 5.000 t/jour.

Charbon brun :

a) gisements éocènes de Dorog, Pilis, Tatabánya, Oroszlány, Veszprem : 35.500 t/jour.

b) gisements miocènes du transdanubien moyen de Miskolc, Ózd, Nograd : 30.500 t/jour.

Lignite : gisements de Varpalota, Hidasz, Petöfi : 15.000 t/jour.

Le rendement fond fut de 1.476 kg en 1961 pour l'ensemble des bassins et de 1.292 kg au 1^{er} trimestre 1962 pour le bassin de Pécs. Les rendements globaux correspondants (fond et surface) furent respectivement, aux mêmes époques, de 1.059 et 903 kg.

Le personnel des houillères comprend :

Mineurs du fond :	100.500
Ouvriers du bâtiment :	3.900
Personnel technique (ingénieurs et techniciens) :	7.100
Personnel administratif :	3.500
Personnel d'entretien :	2.900
Personnel extérieur :	2.500

Total : 120.400



Fig. 1. — Les bassins houillers hongrois.

Un ouvrier du fond gagne en moyenne 2.600 forints et un ouvrier de surface 2.200 forints par mois (1 forint = 1 Ft = 2,2 FB).

05. Administration des Mines. Sécurité.

L'Administration des Mines dépend directement du Conseil des Ministres et est indépendante du Ministère de l'Industrie Lourde. L'Administration Centrale a son siège à Budapest. Le pays est divisé en 7 arrondissements minéralogiques. Chaque arrondissement est dirigé et contrôlé par un chef d'arrondissement et 4 à 5 ingénieurs (au moins 1 ou 2 électromécaniciens). Dans les grosses exploitations, un agent technique délégué à l'inspection des mines descend tous les jours.

Chaque année, les mines doivent soumettre un plan d'exploitation détaillé à l'approbation de l'Administration des Mines. Tous les travaux souterrains sont soumis à des prescriptions (consignes, autorisations, dérogations, ...) édictées par ou en accord avec l'Administration des Mines et qui complètent le règlement général de Police des Mines. Tous les procédés techniques et machines doivent être agréés.

Les pouvoirs des ingénieurs des mines, recrutés parmi les ingénieurs ayant fait au moins 3 ans d'exploitation souterraine et munis d'un second diplôme, sont très étendus. Ils peuvent arrêter à tout moment les chantiers qu'ils jugent dangereux, infliger des amendes à toutes les personnes de la hiérarchie et déposer plainte auprès du juge d'instruction dans les cas particulièrement graves. Les amendes sont de plus en plus rares, en raison de la collaboration toujours plus étroite entre l'Administration et les exploitants.

Les accidents sont répartis en 4 catégories selon la durée du chômage : 3 jours à 4 semaines (le rapport d'accident est obligatoire à partir de 3 jours de chômage) - 4 semaines à 13 semaines - plus de 13 semaines - accidents mortels. Les accidents mortels font l'objet d'une enquête spéciale. Si l'accident cause la mort de plus de 3 personnes, l'enquête doit être menée par l'Administration Centrale.

On compte 45 à 50 journées perdues pour accidents sur 100.000 postes de travail.

Organisation de l'Administration des Mines de Pécs.

Pécs, chef-lieu du département de Baranya, est le siège de l'arrondissement minéralogique constitué par les 3 départements de Baranya - Somogy - Tolma. Cet arrondissement est limité au N-W par le lac Balaton, à l'E par le Danube, au S-W et au S par la frontière yougoslave (fig. 1).

L'organigramme (tableau I) montre le schéma d'organisation de l'Administration des Mines de Pécs.

Les problèmes qui intéressent tout un trust sont traités par le chef d'arrondissement ; ceux qui intéressent une seule division, par l'ingénieur des mines.

Les problèmes principaux du trust de Pécs sont : les dégagements instantanés, le dégagement normal de grisou, la lutte contre les poussières et la silicose, le danger d'explosion des poussières de charbon, les feux souterrains, les gisements à forte pente, l'électrification et la mécanisation, le sauvetage.

Les problèmes principaux du trust de Komló sont : les feux souterrains, le dégagement normal de grisou, le danger d'explosion des poussières de charbon, les températures élevées et la climatisation, l'électrification et la mécanisation, les gisements à forte pente, le sauvetage.

Il ne se produit pas de D.I. dans les charbonnages du Trust de Komló. D'autre part, le dégagement normal de grisou y est beaucoup plus faible qu'à Pécs : 5 m³/t contre 50 m³/t. Ces différences paraissent surprenantes pour deux gisements voisins ; mais le gisement de Komló se trouve au nord des monts Mecsek, tandis que le gisement de Pécs se trouve au sud. Un gisement a été protégé contre les poussées tangentielles, tandis que l'autre a subi toute leur intensité.

06. Recherche scientifique.

La recherche scientifique et technique de l'industrie minière hongroise est exécutée dans les universités et 4 instituts.

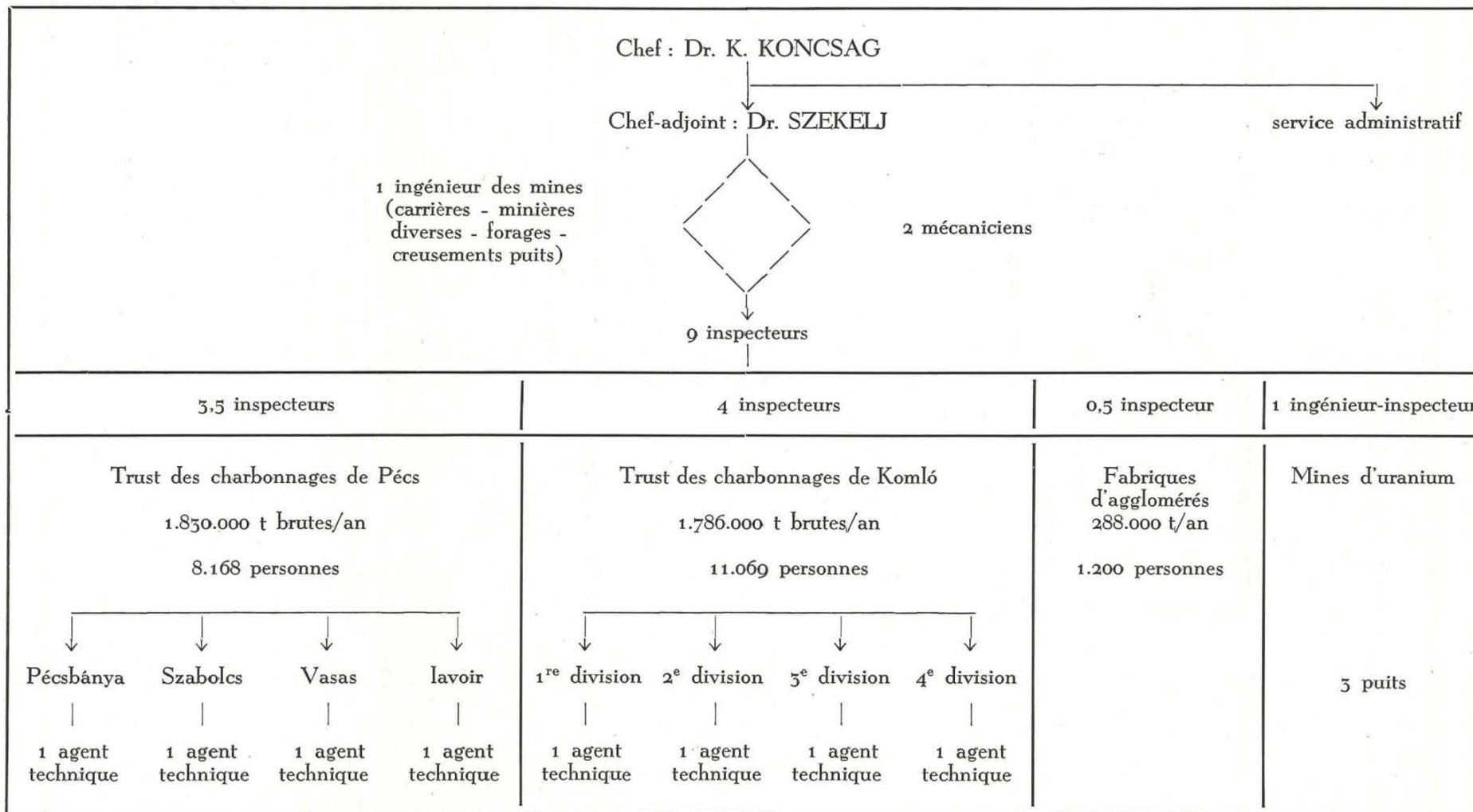
- Institut de recherches minières de Budapest (Bányászati Kutató Intézet) qui se préoccupe non seulement des questions relatives à l'industrie charbonnière, mais encore de celles concernant l'exploitation des gisements de gaz naturel et de pétrole ;
- Institut du bassin de lignite de Tatabanya ;
- Institut du bassin houiller de Pécs ;
- Institut des explosifs.

1. CHARBONNAGES DE PECS

11. Situation géographique et géologique du bassin houiller de Pécs.

Le bassin houiller de Pécs est situé sur le versant méridional des monts Mecsek, au sud de la République Populaire de Hongrie, à proximité de la frontière yougoslave (fig. 1). Il s'étend de Vasas (au N-E) à Pécs (au S-W) sur une longueur de 14 km. Il est limité au N-E par le bassin de Komló, le plus important du pays (fig. 2). L'affleurement nord du gisement houiller dessine la forme d'un S très étiré.

TABLEAU I. — Organigramme de l'Administration des Mines de Pécs.



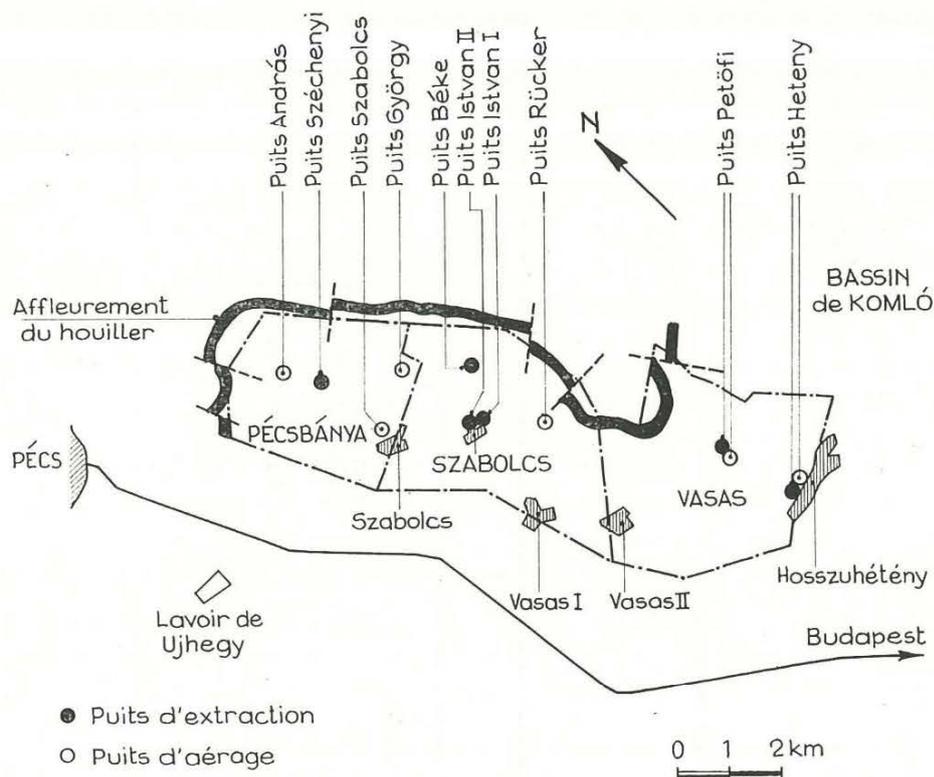


Fig. 2. — Le bassin houiller de Pécs.

Le bassin de Pécs, troisième bassin houiller hongrois, est exploité depuis 200 ans environ. Il produit 6.000 t brutes/jour, soit 5.000 t nettes/jour. La production se répartit de la manière suivante : 32 % de charbon non cokéifiable, 40 % de charbon cokéifiable, 12 % de mixte, 16 % de charbon de centrales.

Le gisement houiller limnique de Pécs s'est formé au Lias (Jurassique inférieur). La formation repose sur des grès du Rhétien (Trias ancien) ; le toit est constitué de marnes liasiques. Le bord sud du bassin a subi une érosion ; les marnes ont disparu et des dépôts tertiaires perméables reposent en discordance de stratification sur le gisement houiller ; dans cette région, il se produit parfois de grosses venues d'eau dans les travaux souterrains.

La puissance du complexe houiller atteint 800 à 900 m. Le faisceau très dense comprend 175 couches dont une vingtaine seulement, d'ouverture comprise entre 0,80 m et 15 m, sont exploitables. Les couches plongent vers le sud suivant une pente moyenne comprise entre 35 et 50° ; mais on rencontre toutes les inclinaisons de 20 à 90°. Dans la division ouest de Pécsbánya qui exploite la branche occidentale du S jusqu'au point d'inflexion, la pente augmente de l'ouest à l'est ; elle est de 45° en moyenne. Dans la division centrale de Szabolcs, elle est de 25 à 30° en moyenne.

Le complexe est caractérisé par un mode de gisement lenticulaire très dérangé. L'ouverture, la puis-

sance et la composition des veines, comme celles des roches encaissantes (schistes très tendres et grès), varient à peu près de mètre en mètre. La pente des couches est irrégulière. Le gisement a subi l'influence de mouvements tectoniques intenses ; il est fortement plissé et coupé de nombreuses failles. Dans la région de Vasas, on a observé des intrusions de roches éruptives (trachydolérite et phonolite) dans les couches. Le charbon métamorphisé au contact des intrusions s'est transformé en un véritable coke naturel.

En général, les couches sont complètement broyées ; la dureté du charbon est faible ; la teneur en cendres est élevée (40 %). On a remarqué que les couches sujettes à D.I. sont caractérisées par une grande aptitude au foisonnement et au fluage (Pécsbánya - couche 23, Szabolcs - couche 11, par exemple).

Le charbon brut est traité dans un lavoir central d'une capacité de 350 t/h, à l'aide de bacs à piston (type Baum) pour les grains et par flottation (cellules Denver, centrifugeuses, filtres à vide) pour les fines. On prévoit l'installation d'un lavoir à liquide dense.

12. Difficultés d'exploitation.

Le bassin de Pécs est exploité par 3 divisions : Pécsbánya - Szabolcs - Vasas (fig. 2). La division de Vasas possède le gisement le plus dérangé. La

plupart des chantiers sont situés entre les profondeurs de 400 et 600 m.

Les difficultés et les dangers de l'exploitation sont nombreux : les irrégularités géologiques, le faible degré géothermique, le dégagement intense de grisou, les dégagements instantanés, les feux spontanés, les explosions de poussières, le risque de la silicose même pour les ouvriers à veine.

121. Irrégularités géologiques.

Les irrégularités sédimentaires et les dérangements tectoniques sont nombreux. Les dérangements tectoniques provoquent de très fortes pressions de terrains et des difficultés de soutènement des galeries principales et des voies de chantiers. En outre, les grands panneaux réguliers sont rares ; cela rend difficiles une découpe rationnelle du gisement, la concentration et la mécanisation des chantiers.

122. Faible degré géothermique.

Le degré géothermique est très faible : 18,4 m/°C à l'ouest du bassin. La température des roches est de 42° C à la profondeur de 500 m ; on estime qu'elle atteindra 50° C à la profondeur de 750 m. Dans la division de Vasas, à cause des nombreuses intrusions volcaniques, cette température varie de 43° à 45° C à la profondeur de 600 m. A moins d'une ventilation très énergique, les chantiers sont très chauds. A l'heure actuelle, on hésite à approfondir les travaux. On exploite entièrement les étages ouverts et on récupère les parties du gisement abandonnées dans les étages supérieurs.

123. Grisou.

Le dégagement de grisou est très important et le danger de D.I. est de plus en plus grand. Les chapitres 2 et 3 seront consacrés à ces problèmes. Le ta-

bleau II donne les pourcentages de la longueur totale des fronts selon le classement des chantiers par rapport au grisou.

124. Feux spontanés.

Le risque de feux souterrains par combustion spontanée du charbon est très grand. On compte déjà plus de 470 feux, survenus pour la plupart dans les tailles.

125. Explosion de poussières.

Comme le charbon est extrêmement tendre et friable, les dégagements instantanés produisent énormément de poussières ; dès lors, le risque de coups de poussières vient s'ajouter à celui de coups de grisou en raison de la présence permanente de causes d'inflammation. Parmi ces causes, il faut retenir en particulier la présence de pompes électriques non antigrisouteuses à proximité des puits d'entrée d'air.

126. Danger de la silicose.

Le danger de la silicose est très grand, même pour les ouvriers à veine. Les couches sont souvent fort sales et contiennent de nombreuses intercalations stériles, riches en silice (20 à 80 %). Les cendres contiennent elles-mêmes de 4 à 14 % de silice. La lutte contre les poussières revêt donc une grande importance.

127. Remarque.

L'exploitation des charbonnages de Pécs est difficile et dangereuse ; la production annuelle ne dépasse pas 1,5 million de t et le rendement fond 1.200 kg. Cependant, on modernise les charbonnages de Pécs car, en Hongrie, ils sont seuls à produire du charbon à coke considéré comme richesse natu-

TABLEAU II.

Pourcentages de la longueur totale des fronts selon le classement des chantiers par rapport au grisou.

Catégories	Pécsbánya	Szabolcs	Vasas	Trust
Chantiers à D.I.	16,8	17,8	36,2	21,6
Chantiers suspects de D.I.	9,8	19,5	7,6	12,8
Chantiers grisouteux	30,5	33,1	49,9	35,8
Chantiers classés	57,1	70,4	93,7	70,2
Chantiers peu grisouteux	42,9	29,6	6,3	29,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

relle nationale. Ce charbon est utilisé, avec des charbons importés, dans le complexe sidérurgique de Sztalinvaros (à 60 km au sud de Budapest).

La métallurgie hongroise s'est fortement développée au cours des dernières années ; sa consommation de charbon doit être couverte pour moitié par le charbon hongrois.

13. Schéma général d'exploitation.

131. Puits. Découpe du gisement.

Le bassin de Pécs est exploité par 3 divisions (Pécsbánya, Szabolcs, Vasas) comprenant 12 puits (fig. 2). Les puits d'extraction principaux occupent une position à peu près centrale dans le champ d'exploitation.

La division de Pécsbánya est exploitée par le puits Széchenyi (fig. 3) (puits d'entrée d'air et d'extraction équipé de 2 machines Koepe, à 4 cages à 2 paliers de 2 berlines de 600 ou 750 litres en file). Les puits de retour d'air situés à l'ouest (puits András) et à l'est (puits György commun aux divisions de Pécsbánya et de Szabolcs) de la division assurent un aérage diagonal. Le puits András, vieux de 105 ans, dessert une exploitation à faible profondeur ouverte à l'ouest de la division et qui consiste en un ramassage des parties de gisement abandonnées autrefois. Les diamètres utiles de ces puits bétonnés ou maçonnés sont : puits Széchenyi : 6 m - puits András : 3 m - puits György : 5 m. La production de la division de Pécsbánya est de 1.850 t brutes par jour de charbon cokéifiable.

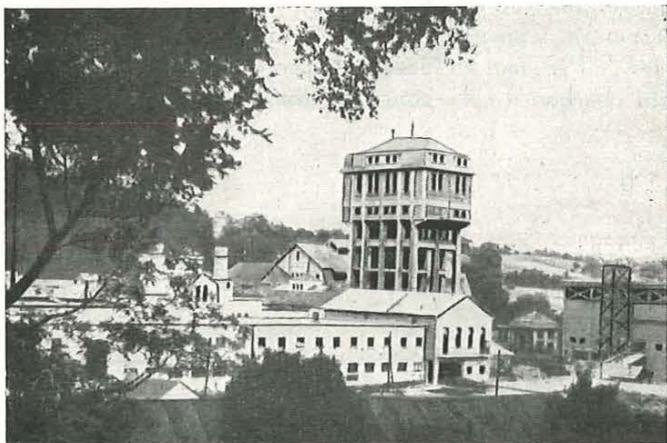


Fig. 3. — Vue de la mine Széchenyi.

La division de Szabolcs est exploitée par les puits István I et II, puits d'entrée d'air et d'extraction. Le puits Béke, situé au nord de la division, est utilisé pour l'exploitation de la partie supérieure du gisement. Les puits de retour d'air situés à l'ouest (puits

György) et à l'est (puits Rücker) assurent un aérage diagonal. Le puits Szabolcs est un nouveau puits qui, à l'avenir, assurera seul le retour d'air de la division. La production de la division de Szabolcs est de 2.600 t brutes, soit 1.800 à 1.900 t nettes.

La division de Vasas comprend les 2 puits Petöfi et les 2 puits de Hosszúhetény. La production de la division est de 2.300 t brutes/jour.

Un étage est ouvert tous les 50 m environ. Récemment, on a porté cette hauteur à 65 m au siège Széchenyi et à 60 m à Hosszúhetény. La durée d'un étage sera plus longue et les dépenses d'infrastructure seront réduites.

Cinq étages, dont les 4 premiers sont en exploitation et le 5^e en préparation, sont ouverts au puits Széchenyi : étage V (364,8 m = - 132,3 m) - étage VI (423,1 m = - 190,7 m) - étage VII (473,3 m = - 240,8 m) - étage VIII (524,0 m = - 291,5 m) - étage IX (589,0 m = - 356,5 m).

Cinq étages sont ouverts au puits István I : étage I (273,6 m = + 67,3 m) - étage II (330,3 m = + 10,7 m) - étage III (380,2 m = - 39,2 m) - étage IV (430,0 m = - 89,0 m) - étage V (480,3 m = - 139,3 m).

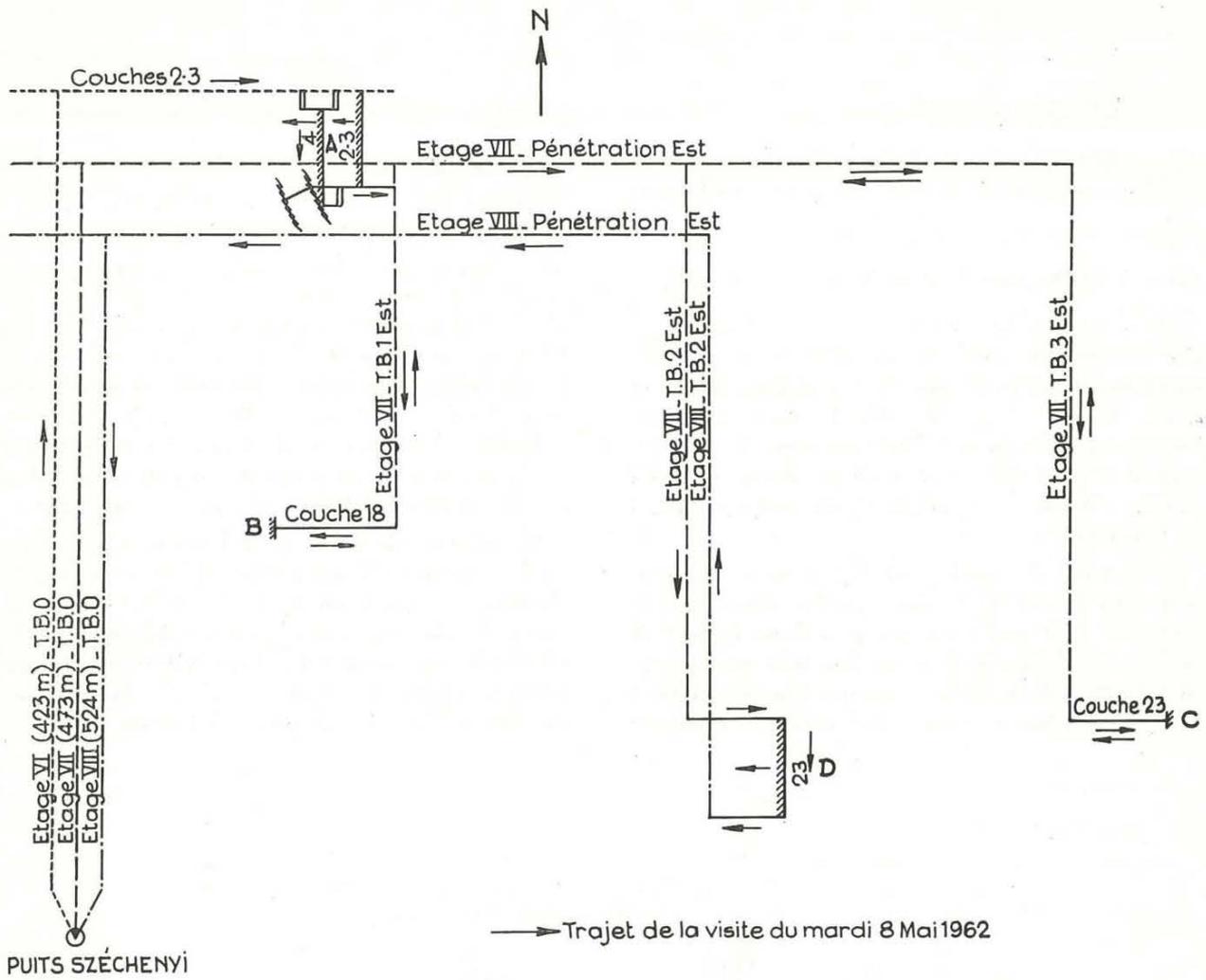
A chaque étage, à partir du puits d'extraction principal, on creuse un travers-bancs jusqu'au mur de la formation. A partir de ce travers-bancs, on creuse deux galeries de pénétration, l'une vers l'ouest et l'autre vers l'est (fig. 4). Autrefois, ces galeries étaient des traçages dans la couche exploitable la plus proche du mur de la formation (couches 2-3) (*). Aujourd'hui, la pénétration se fait par boueux chassants creusés dans les roches stériles du mur de la formation.

Des boueux de recoupe sont alors creusés à partir des galeries de pénétration jusqu'au toit de la formation. Précédemment, la distance entre deux boueux de recoupe n'était que de 200 à 300 m, en raison de l'allure très dérangée du gisement. A l'heure actuelle, la tendance est d'écartier davantage les boueux de recoupe jusqu'à 400 et même 600 m.

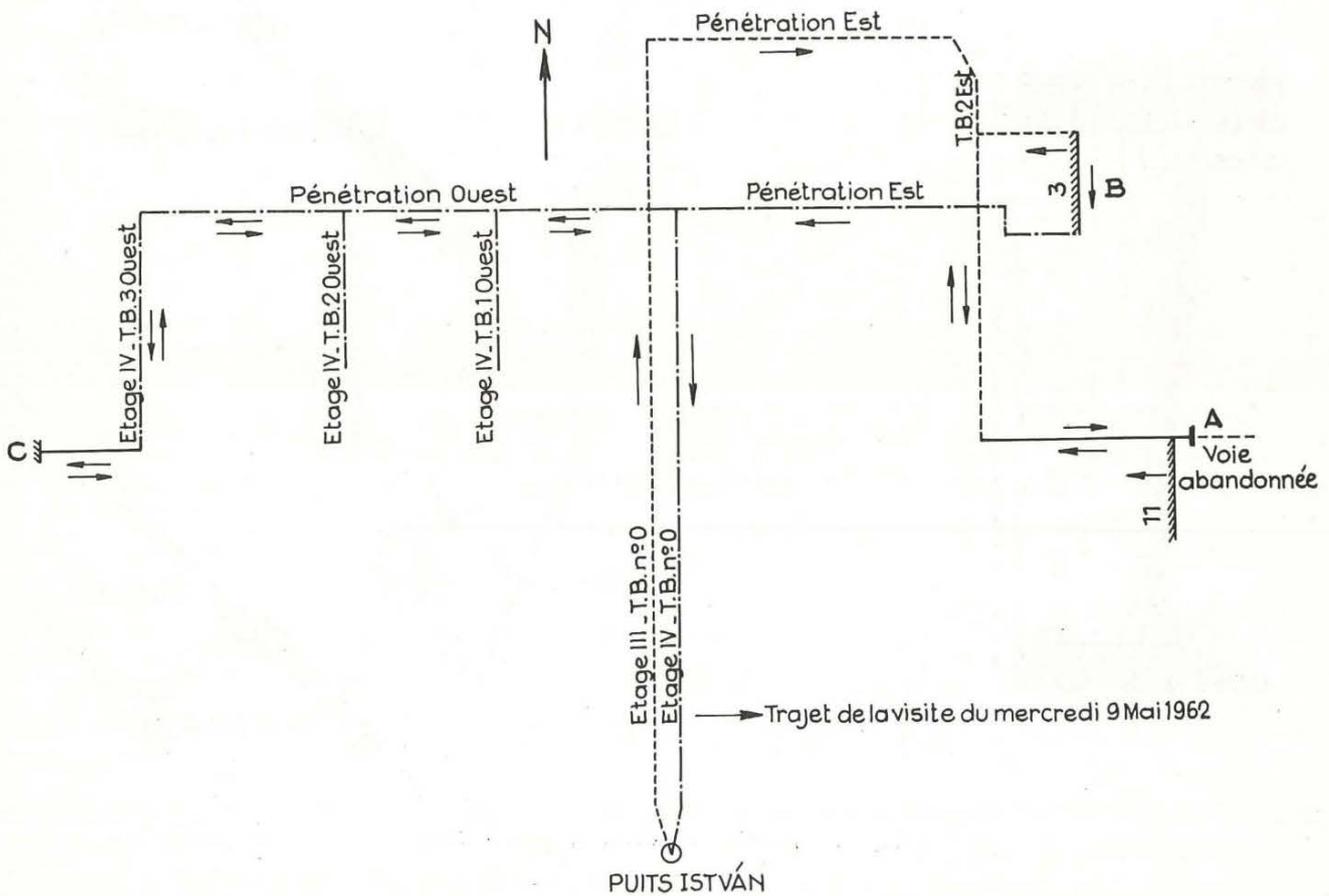
Dans la division centrale de Szabolcs, toute la production est actuellement concentrée sur deux travers-bancs : TB n° 2 et TB n° 3 ouest. En dépit des difficultés, on a préféré cette concentration des chantiers à une concentration au chantier, en raison des particularités géologiques du gisement. La longueur des transports est ainsi réduite.

Entre deux étages successifs, on creuse parfois des puits intérieurs de manière à accélérer les travaux préparatoires. Les tailles sont démarrées à partir de montages.

(*) Les couches sont numérotées du nord vers le sud, c'est-à-dire depuis la base de la formation.



a) Division de Pécsbánya



b) Division de Szabolcs

Fig. 4. — Découpe du gisement.

132. Méthodes d'exploitation.

Les méthodes d'exploitation varient suivant que la couche est fortement inclinée (30 à 90°) ou peu inclinée.

1321. Couches fortement inclinées.

Dans les couches à forte pente, on travaille le plus souvent par tailles rabattantes (60 % des cas) ou chassantes (40 % des cas) à gradins droits et étroits (fig. 5a). Les tailles sont le plus souvent rabattantes car, à cause des dérangements, le développement d'une taille dépasse rarement 100 m et on préfère reconnaître le gisement par traçages avant de l'exploiter.

La hauteur des gradins est de 8 à 10 m ; le décalage entre les fronts de deux gradins successifs est seulement de 1 m à 1,1 m (largeur d'une havée). A la base de chaque gradin, on construit un barrage en planches (b sur la fig. 5b) qui protège l'ouvrier du gradin inférieur contre les chutes de charbon.

Ces chutes présentent d'ailleurs peu de danger, car le charbon très tendre ne donne pas de blocs mais seulement des fines.

Chaque ouvrier abat son gradin au marteau-piqueur, en descendant, par tranches parallèles au front. Jamais il ne doit entailler le front. La configuration du front permet une organisation très souple de l'abatage et la tâche d'un ouvrier n'est pas limitée à un gradin. Comme l'ouvrier situé sous lui a déjà déhouillé la partie supérieure du gradin inférieur décalé vers l'arrière-taille, il peut poursuivre l'abatage de sa tranche de 1 m à 1,1 m de largeur en descendant. L'avancement journalier n'est donc pas nécessairement limité à la largeur du gradin.

On abandonne des stots en bordure des voies entre les cheminées d'aéragé (voie de tête) ou entre les cheminées d'évacuation (voie de base). Un inconvénient des cheminées réside dans l'obligation de les fermer de manière étanche et d'y établir des barrages coûteux (murs de briques - argile damée) lorsqu'elles ne sont plus utilisées. Malgré tout, elles pro-

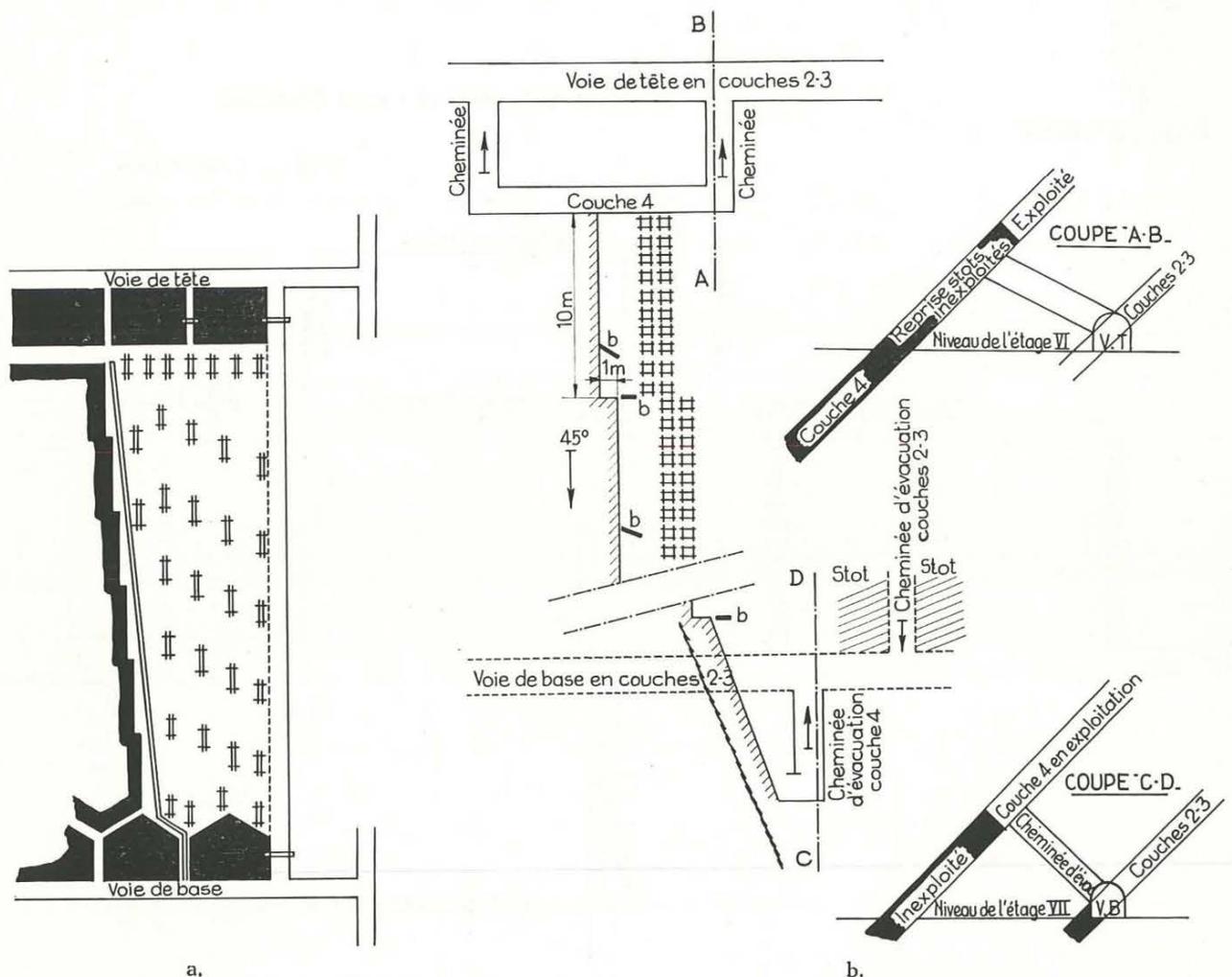


Fig. 5. — Taille en dressant à gradins droits.

voquent des fuites d'air. Les stots abandonnés entre les cheminées peuvent devenir le siège de feux par combustion spontanée du charbon qui s'écrase. Les stots contrarient enfin la bonne tenue des voies des tailles chassantes.

L'évacuation du charbon est assurée par gravité sur le mur de la couche ou dans des couloirs fixes en forme de demi-lune.

Le soutènement est du type chassant en bois par bèles parallèles au front du gradin, soutenues par 3 ou 4 bois. Dans les zones dérangées, on utilise le soutènement montant avec bèles perpendiculaires au front.

Le contrôle du toit est assuré de manière très particulière et qui ne se justifie que par la nature et la qualité des roches. Nous insistons sur le fait qu'il n'est applicable que dans les conditions des charbonnages de Pécs. Il consiste uniquement en piles de bois très rapprochées que l'on abandonne dans l'arrière-taille. Les piles sont édifiées à l'aide de bèles plates ou demi-rondes. On ne pratique aucun remblayage. Le toit ne se foudroie pas.

Sous la forte pression des schistes très tendres du toit, les piles s'écrasent et les épontes se rapprochent très rapidement, même dans des tailles de grande ouverture. La fermeture de l'arrière-taille est si rapide qu'après un jour de chômage seulement, elle atteint le front lui-même et c'est à peine s'il reste un passage dans une taille de plus de 2 m d'ouverture.

Les coups de charge ne sont pas à craindre, en raison de la faible rigidité du toit et de la faible résistance mécanique du charbon. Pour les mêmes raisons, les dégagements instantanés ne se produisent pas dans les tailles, même dans les couches les plus virulentes comme la couche 23 de la division de Pécsbánya de 2,5 m à 3 m d'ouverture. L'absence de D.I. en taille résulte aussi de la méthode d'exploitation par gradins droits étroits. En effet, jamais l'ouvrier ne doit entailler le front ; jamais il ne subsiste de stots ; jamais un éboulement de gradin ou un écoulement de charbon, tels qu'il s'en produit fréquemment dans les tailles à gradins renversés, ne peut dégénérer en D.I. Dans ces conditions, on comprend qu'il ne faille pas recourir au foudroyage pour le contrôle du toit.

1322. Couches à très forte pente, de grande ouverture.

Dans les couches à très forte pente, de grande ouverture (3-4 m), on utilise la méthode du bouclier du Prof. Tchinalak (fig. 6).

La longueur du panneau exploité est de 30 m. Le panneau est limité à chaque extrémité par un montage. La hauteur du panneau est de 50 m environ. L'évacuation est assurée par une cheminée centrale.

Le bouclier est constitué de madriers en bois jointifs, boulonnés sur des fers U à chacune de leurs extrémités. Ils sont recouverts de tôles pour empêcher toute infiltration de remblais. Le bouclier repose sur le charbon et suit le déhouillement qui se fait en descendant.

On fore des trous de 400 mm de diamètre et on y place des tuyaux pour faciliter l'évacuation du charbon.

Le déhouillement descendant supprime la présence de charbon tendre et friable, prompt aux éboulements, au-dessus de la tête des ouvriers. La méthode convient pour des ouvertures supérieures à 3 m et des pentes supérieures à 50°.

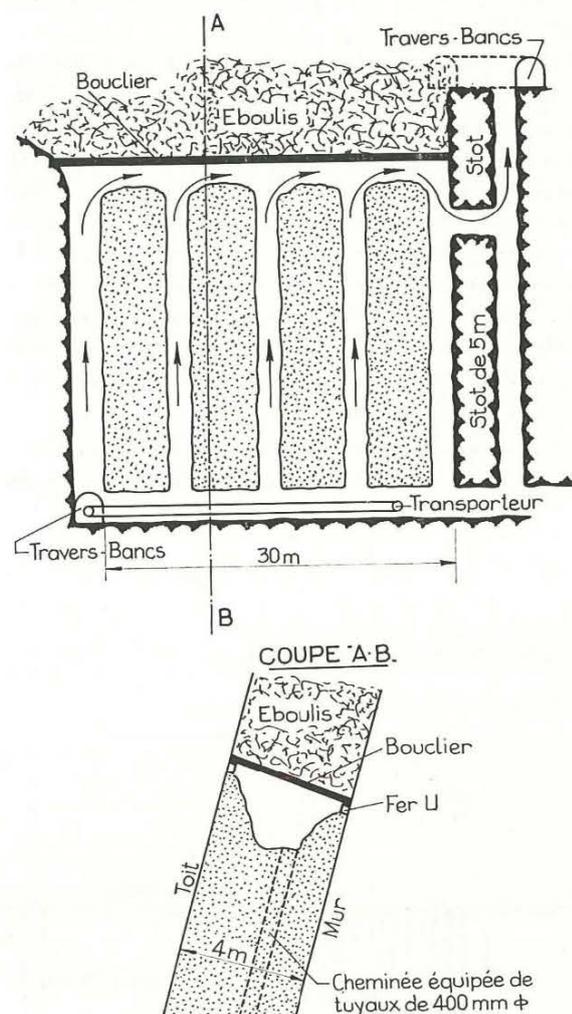


Fig. 6. — Méthode d'exploitation avec bouclier du Professeur Tchinalak.

1323. Couches minces fortement inclinées : Exploitation par sondages.

La couche 18 de la division de Pécsbánya est une couche mince (ouverture = 40 à 60 cm), très sale, dérangée, affectée par un pli en chaise à 40 m de la voie (fig. 7). Cette couche n'est pas sujette à D.I. On se propose d'y appliquer, dans la partie inférieure, un projet d'exploitation « par sondages ».

Une exploitation antérieure de cette couche a progressé à raison de 100 m/mois. Un essai d'abatage mécanique par bélier y a eu lieu ; mais cet essai a été infructueux à cause de la mauvaise qualité du mur très tendre et très délitéux. Le gain sur l'abatage a été entièrement absorbé par des difficultés de soutènement et de contrôle du toit. Il semble bien que cette couche inclinée à 45° ne se prête pas à la mécanisation et encore moins lorsqu'elle est affectée par des dérangements importants.

Sur la base des résultats acquis au cours d'essais antérieurs au siège voisin (siège Szabolcs), on envisage d'appliquer dans la partie inférieure de la couche un projet d'exploitation « par sondages », aussi dénommé « taille sans hommes et sans soutènement » (fig. 7).

Après traçage de la voie, le projet comprend la foration de sondages de 220 mm Ø et 30 à 40 m de longueur, régulièrement espacés et inclinés par rapport à la direction de la voie. L'écartement et l'inclinaison des sondages sont affaire d'expérience. Selon les résultats du siège Szabolcs, un écartement de 1 à 2 m permet le déhouillement presque complet de la veine par écoulement des débris dans la voie et écoulement du charbon situé entre deux sondages par fluage sous l'effet de l'écrasement. La méthode est possible parce que le charbon est très tendre et flue avec une très grande facilité.

Le procédé présente un gros inconvénient dû à une mauvaise ventilation. Pour faciliter l'aérage du

panneau et éviter une augmentation exagérée de la teneur en grisou dans le retour d'air, on a prévu le creusement d'une série de montages qui découperaient le panneau.

Si l'essai réussit, on pourra récupérer la partie de la couche située entre la voie de base et le pli en chaise.

1324. Couches peu inclinées.

Dans les couches peu inclinées, on travaille par front droit. L'abatage se fait au marteau-piqueur suivant la méthode classique de l'entaille et déhouillement montant ou descendant. On utilise le soutènement métallique et le contrôle du toit se fait par remblayage ou foudroyage.

133. Transport souterrain.

Le transport dans les voies de chantiers, par berlines, n'est pas encore mécanisé. En raison du risque de D.I. de CH₄, les mines sont encore peu électrifiées ; la seule source d'énergie disponible est l'air comprimé.

Les transports principaux sont le plus souvent assurés par locomotives à air comprimé que l'on remplace progressivement par des locomotives Diesel. La locomotive à air comprimé est cependant bien adaptée aux mines chaudes, car la détente de l'air comprimé provoque un refroidissement de l'air de ventilation. Le transport par chevaux a tendance à disparaître.

14. Développement et modernisation des charbonnages de Pécs.

La modernisation est étroitement tributaire des difficultés d'exploitation et, en attendant qu'elle ait atteint un stade suffisamment développé, on freine l'approfondissement des travaux et on reprend les gisements abandonnés aux étages supérieurs.

Les objectifs principaux de la modernisation sont la rationalisation de l'infrastructure des travaux souterrains et l'adoption de techniques nouvelles. Le plan des travaux a été fixé en 1959, partiellement d'après les enseignements recueillis par une mission d'ingénieurs hongrois en Belgique. Le bassin de Pécs est plus petit que les bassins belges ; ses possibilités sont moindres ; mais il présente de nombreux points communs avec nos bassins.

Les réalisations actuelles sont les suivantes : augmentation de la section des galeries et utilisation de soutènements modernes, amélioration des conditions de ventilation, climatisation, captage du grisou, essais de nouveaux moyens de lutte contre les D.I., lutte contre la silicose, électrification et mécanisation des chantiers, emploi du soutènement métallique en taille, installation d'un nouveau lavoir.

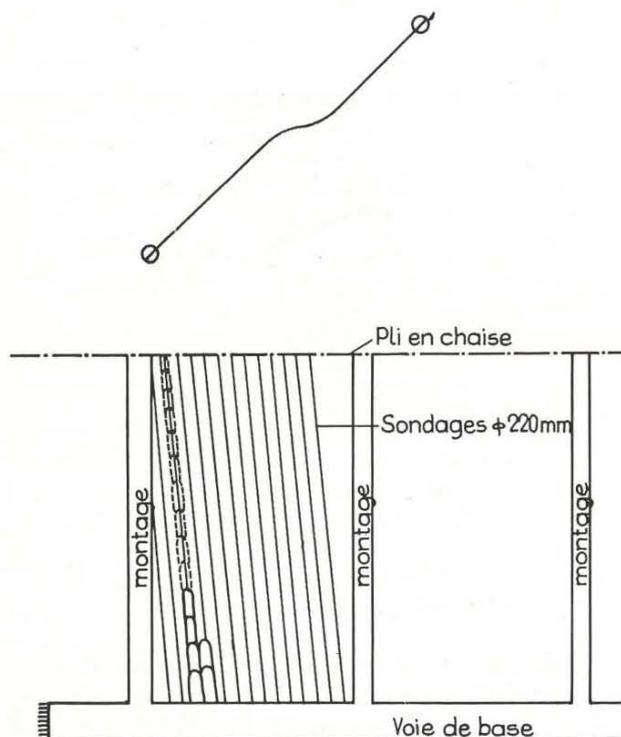


Fig. 7. — Exploitation par sondages de couches minces fortement inclinées.

141. Galeries principales.

Les galeries de pénétration en couches sont remplacées par des nouveaux chassants rectilignes aux nouveaux étages. La distance entre les travers-bancs de recoupe est portée de 200-300 m à 400 m et même 600 m.

Les galeries principales sont recarrées ou creusées à grande section afin d'améliorer la ventilation et de faciliter le transport souterrain. Ces galeries présentent une section utile de 8 à 12 m² ; elles sont pourvues de soutènements métalliques par cadres coulissants en 3 pièces ou par cadres circulaires en 4 pièces ou, encore, près des puits et aux bifurcations, de revêtements par cintres de claveaux de béton. La longueur totale du réseau de galeries principales du Trust dépasse 100 km, mais on essaie de réduire cette longueur. Actuellement, 77 % de la longueur totale de ce réseau sont modernisés ; seules des galeries de courte durée n'ont pas été recarrées. La division de Pécsbánya possède un réseau de galeries principales tout à fait remarquable.

142. Climatisation.

Dans l'ensemble, la ventilation est bonne sauf dans les traçages en veine où il faudrait utiliser des ventilateurs plus puissants. Deux installations expérimentales de réfrigération sont en service aux étages les plus profonds.

143. Captage du grisou : cfr. chapitre 2.**144. Prévention des dégagements instantanés.**

Le problème des D.I. est capital au point de vue sécurité et rentabilité. C'est le problème principal à résoudre car de sa solution dépendent les possibilités de mécanisation et d'électrification. Le chapitre 3 sera réservé exclusivement au problème des dégagements instantanés.

145. Lutte contre la silicose.

Les travaux au rocher sont exécutés à l'aide de marteaux-perforateurs à eau et les tirs se font à l'abri de rideaux d'eau. Les débris sont arrosés par des jets d'eau.

En taille, l'injection d'eau sous pression tend à se généraliser. 70 % de la longueur totale des fronts sont traités par injection d'eau. Dans la taille visitée le 8 mai (Pécsbánya - couche 4), les trous de 2 m de longueur sont distants de 4 m. L'injection se fait à l'aide d'une pompe Turmag à la pression de 35 kg (limite de pression de la pompe Turmag = 100 kg). L'injection d'eau est très efficace ; de plus, elle a permis de doubler le rendement de la taille.

Malheureusement, le développement de la silicose était si important que les effets de la lutte contre les poussières commencent seulement à se manifester.

146. Mécanisation.*Electrification.*

La mécanisation est souvent difficile à cause des conditions de gisement ou d'exploitation. La mécanisation pose le problème de l'alimentation en énergie. Jusqu'à présent, la seule forme d'énergie disponible au fond est l'air comprimé, cela en raison du risque de D.I. La solution du problème des D.I. a permis d'introduire l'électrification. Les premières installations ont été établies, ce qui permettra certaines concentrations justifiant un transport mécanique dans les voies de chantiers.

Travaux préparatoires.

En général, le forage des sondages de grand diamètre est exécuté à l'aide de sondeuses Nüsse et Gräfer P IV/6 et P VI/12.

Dans les traçages, on utilise des perforatrices à air comprimé et des chargeuses Salzgitter ou PLM 5. Cependant, ce matériel ne se justifie pas toujours à cause de la limitation des avancements provoquée par le risque de D.I. ou l'abondance du dégagement de grisou. Les cas ne sont pas rares où l'on doit travailler par chantiers clos, c'est-à-dire avec front complètement barré pour éviter les écoulements de charbon. Le front est découvert sur une faible surface à sa partie supérieure ; on y fait un avancement puis on le referme. On découvre la partie inférieure et on rétablit alors le front droit qu'il faut à nouveau regarnir.

Abattage.

L'abattage est le plus souvent manuel. La mécanisation de l'abattage paraît très difficile. Dans les couches minces, on a fait des essais de scies à charbon. Dans les couches très inclinées, on a essayé le bélier de Peissenberg. Dans les couches puissantes, à forte pente, on prépare un essai du bouclier Tchinakal.

Transport dans les voies de chantiers.

Le problème du transport dans les voies de chantiers n'est pas résolu. Il est le plus souvent manuel. La traction Diesel est interdite par les règlements dans les galeries de faible section et à moins de 200 m des fronts. On doit donc envisager d'autres types de transport.

La tendance nouvelle est l'utilisation de convoyeurs ; mais pour cela il faut que les voies soient rectilignes, que l'on dispose d'énergie électrique et que l'installation puisse être saturée. L'électrification de la division de Pécsbánya n'en est qu'à ses débuts. Comme la production des chantiers individuels est toujours faible, on ne peut appliquer les principes de la découpe rationnelle du gisement et on doit

réaliser des concentrations de chantiers qui permettent la saturation des engins de transport. Cela justifie les essais de concentration de la production de 2 tailles exploitées dans 2 couches voisines dans une seule voie servant pour les 2 tailles (fig. 5). Mais l'exploitation simultanée de deux couches voisines, même très proches, à partir de la voie de tête et de la voie de base d'une seule d'entre elles, entraîne de nombreuses difficultés et une perte de charbon (en partie compensée par la récupération des piliers de charbon abandonnés antérieurement à la base de l'étage supérieur). Il faut creuser de nombreuses recoupes inclinées, à travers-bancs, en tête et au pied de taille (tous les 20 m). Cette opération ne se prête à aucune mécanisation. Les problèmes de tenue des voies, de ventilation, de lutte contre le grisou, de transport de matériel deviennent très compliqués. Lorsque les cheminées de liaison ne servent plus, il faut y établir des barrages qui ne sont jamais parfaitement étanches. Les stots qui subsistent entre les cheminées sont dangereux du point de vue grisou et des feux et on doit contrôler régulièrement les barrages.

Transport dans les galeries principales.

Les locomotives à air comprimé sont progressivement remplacées par des locomotives Diesel. Le problème du transport est celui auquel on accorde actuellement la plus grande attention.

147. Soutènement des tailles.

Le présoutènement parfois nécessaire, le soutènement et le contrôle du toit par piles de bois rendent la consommation spécifique de bois très élevée. L'introduction du soutènement métallique est un problème plus important que la mécanisation de l'abatage dans des couches très tendres. Les étançons métalliques sont utilisés jusqu'à la pente de 38°. Avec

l'autorisation de l'Administration des Mines, on a tendance à généraliser l'emploi du soutènement métallique dans des tailles où la pente atteint 45 à 50°. Même lorsque les tailles sont foudroyées, il n'y a pas de risques de basculements d'étauçons, de glissements de toit ou de coups de toit ; les étançons pénètrent profondément dans les murs très tendres et les épontes fragiles et plastiques se foudroient aisément.

A l'heure actuelle, 25 % de la production proviennent de tailles à soutènement métallique. Pour élargir encore l'emploi du soutènement métallique, il faudrait disposer d'un matériel très léger, mais les prescriptions sont très sévères à ce sujet.

Exemple de soutènement métallique dans une taille inclinée à 36°.

Le 9 mai, nous avons visité une taille en couche 3 à la division de Szabolcs. La couche présente une ouverture de 2,4 m ; sa pente est de 36°. Elle est exploitée par front à gradins droits. L'abatage se fait au marteau-piqueur, mais on est obligé de garnir complètement le front avec des planches tant le charbon flue et envahit les allées de travail.

L'évacuation se fait par gravité dans des couloirs fixes. On essaie d'introduire le soutènement métallique ; à cet effet, on utilise des étançons de construction polonaise (semblables aux étançons fabriqués par la Gutehoffnungshütte A.G.) de 1,6 m - 2,45 m de longueur, ainsi que des étançons Schwarz universel et des bèles métalliques articulées de 1,25 m de longueur. La distance entre les files de bèles est de 0,70 m. Le toit doit être entièrement garni de planches à cause de la mauvaise qualité des roches. Pour une longueur totale de taille de 55 m, une longueur de front de 42 à 45 m est soutenue avec des étançons métalliques. La principale difficulté de ce mode de soutènement est la pénétration importante des étan-

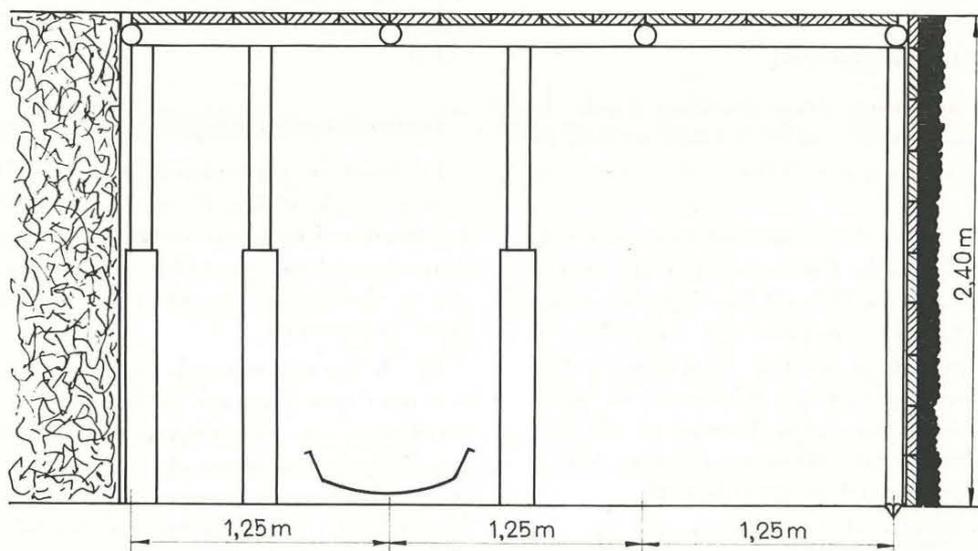


Fig. 8. — Soutènement métallique en taille fortement inclinée.

çons dans un mur très tendre. La figure 8 montre la disposition du soutènement à la fin du premier poste d'abattage.

Le contrôle du toit se fait par foudroyage.

La production journalière de la taille est de 350 t en 2 postes.

148. Soutènement des voies de chantiers.

Le soutènement des voies des tailles rabattantes subit de fortes déformations en avant du front. Il n'est pas sûr que l'exploitation rabattante soit possible si la longueur des voies est grande. Il y aurait peut-être intérêt à développer la méthode des tailles chassantes et, si la couche n'est pas sujette à D.I., creuser la voie en arrière de la taille.

149. Lavage des charbons.

On équipe un nouveau lavoir central pour le traitement du charbon des 3 divisions. L'installation d'un lavoir à liquide dense et d'hydrocyclones est en cours.

2. DEGAGEMENT ORDINAIRE DU GRISOU

21. Importance du dégagement de grisou.

Les charbonnages de Pécs sont les plus grisouteux d'Europe Centrale. Le dégagement spécifique de méthane est actuellement de 40 à 80 m³/t. La teneur en CH₄ des différentes couches est très variable et la moitié des couches exploitées sont sujettes à dégagements instantanés.

Le dégagement de grisou augmente avec la profondeur (fig. 9). Il est plus important à Pécs qu'à Szabolcs à cause de la plus grande profondeur d'exploitation.

Les valeurs du dégagement spécifique de méthane des 3 divisions ne sont pas les mêmes. Les divisions

de Pécs et de Szabolcs sont considérées comme fortement grisouteuses ; la division de Vasas comme très fortement grisouteuse. Le tableau III donne les valeurs du dégagement de méthane et les chiffres caractéristiques de la ventilation des trois divisions.

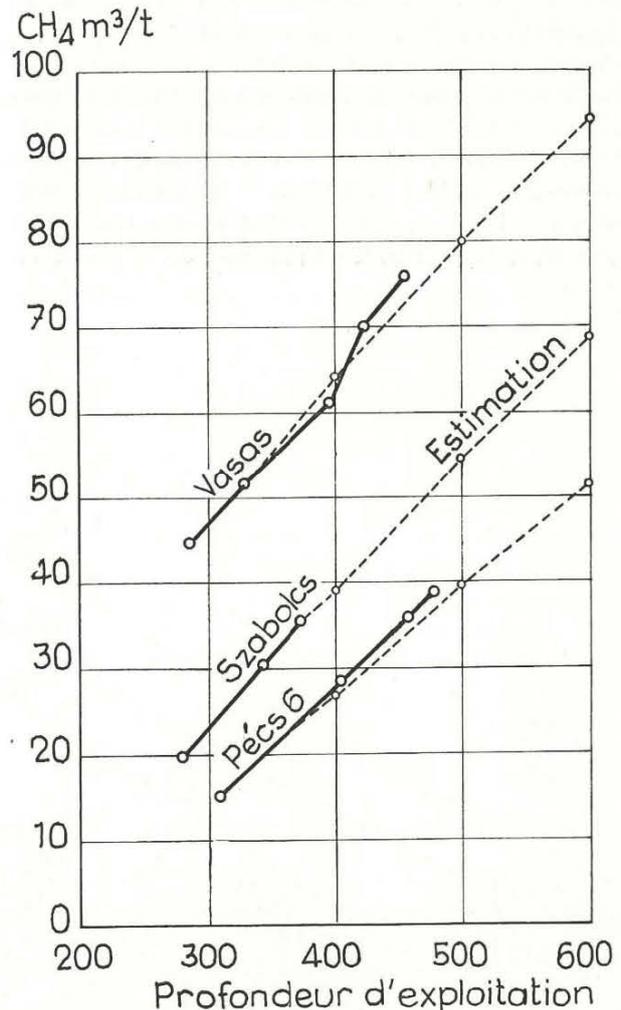


Fig. 9. — Variation du dégagement de grisou en fonction de la profondeur.

TABLEAU III.

Dégagement de méthane et chiffres caractéristiques de la ventilation.
Moyennes de plusieurs années.

Division	Dégagement de méthane	Production annuelle de CH ₄	Débit d'air	Volume d'air par an
	m ³ /t	millions m ³	m ³ /t	millions m ³
Pécsbánya	39	13,4	7.320	2.590
Szabolcs	36	6,0	4.650	2.100
Vasas	76	10,2	13.080	2.630

La différence de dégagement spécifique de CH_4 des 3 divisions peut s'expliquer par les conditions géologiques. Sur la figure 10, par chacun des puits d'extraction principaux des 3 divisions, on a tracé une coupe perpendiculaire à la direction des couches et on a réuni ces coupes par un plan horizontal. Les différents étages gazeux (20 - 40 - 60 m^3/t) apparaissent à des profondeurs de plus en plus grandes. A l'arrière-plan de la figure, on a représenté les lieux des points de même dégagement spécifique de gaz. De Vasas à Pécs, les courbes sont parallèles à l'érosion tertiaire. L'érosion tertiaire a été plus importante à Pécs qu'à Vasas. Les différents dégagements de 20 - 40 - 60 m^3 de CH_4 par tonne sont atteints à des profondeurs plus grandes à Pécs qu'à Vasas.

22. Captage du grisou.

Le captage du grisou se fait dans les exploitations rabattantes comme dans les exploitations chassantes. La méthode de captage généralement employée est celle des trous de sonde montants, forés systématiquement à partir de la voie de tête du chantier en exploitation. Les techniques de forage, tubage et scellement sont analogues aux nôtres.

La mesure journalière de la teneur en méthane et du débit de grisou capté par les trous de sonde, ainsi que par chaque section de conduite collectrice, est prescrite par les « Instructions du Service de captage de grisou ». Ces instructions sont copiées sur les règles en vigueur dans les bassins de la Ruhr et de la Sarre et approuvées par la « Haute Direc-

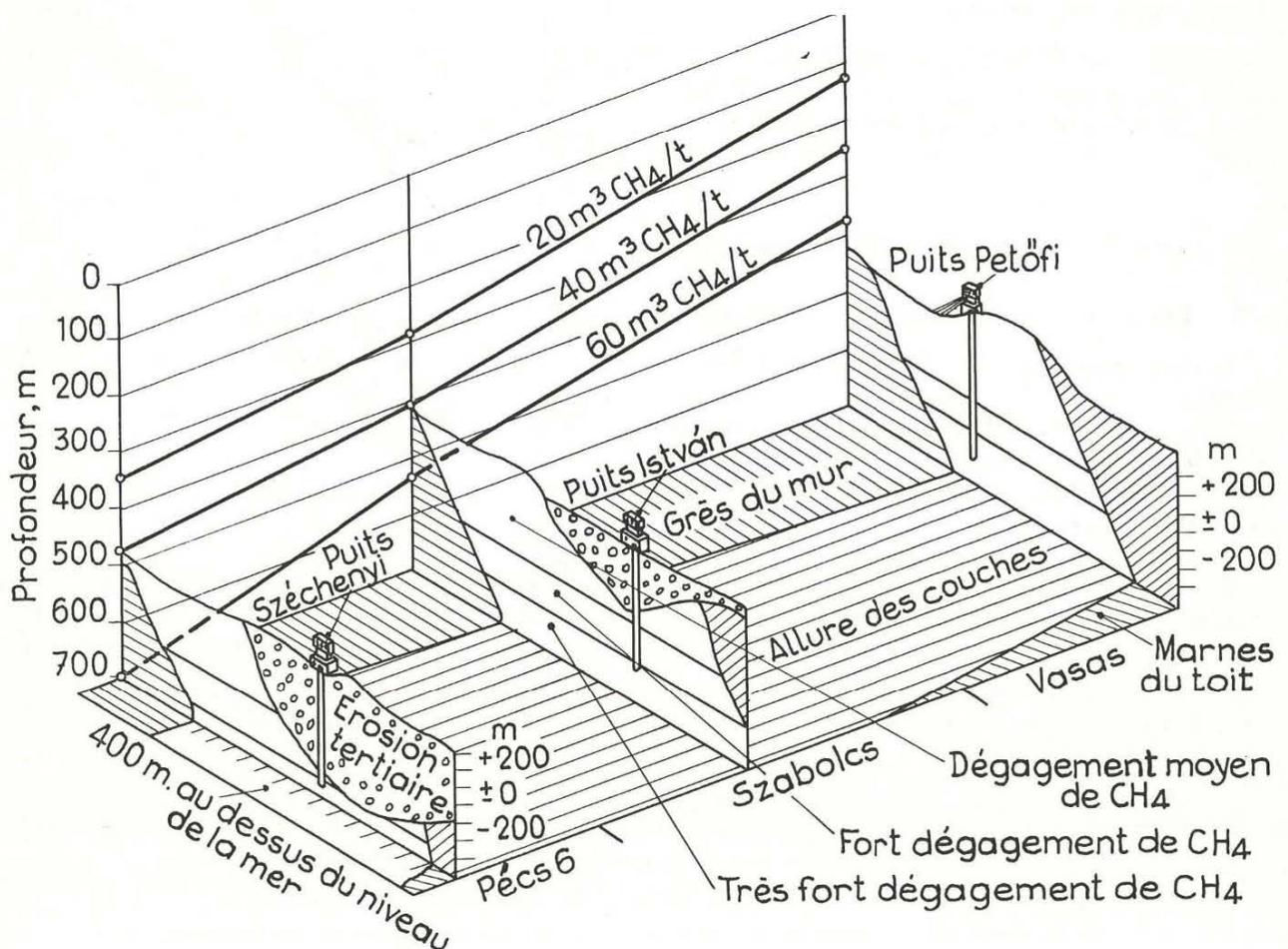


Fig. 10. — Influence de la structure géologique sur l'augmentation du dégagement de grisou avec la profondeur.

La lutte contre le dégagement ordinaire de grisou est assurée par une ventilation énergique. Mais l'accroissement du dégagement avec la profondeur est tel que la ventilation ne suffit plus à diluer le CH_4 dégagé. Ces derniers temps, le captage du gaz des couches très grisouteuses s'est répandu et a permis d'améliorer considérablement la teneur dans les retours d'air.

tion Technique des Charbonnages de l'Etat ». De plus, chaque semaine, on doit prélever un échantillon de grisou à chaque sondage et l'analyser complètement (O_2 - CO_2 - CH_4 - CO). Si le grisou contenait du CO , indice d'échauffement du charbon dans le massif, il faudrait fermer le sondage.

Pour mesurer le débit de grisou des sondages, on utilise le lugamètre indicateur P. Gothe de Bochum et, pour mesurer la teneur en CH_4 , le grisoumètre interférentiel Riken-Keiki.

23. Captage du grisou dans les exploitations rabattantes.

Le 9 mai, nous avons visité la voie de tête d'une taille rabattante dans la couche 11 à Szabolcs. Le captage du grisou permet d'évacuer 63 % du grisou total dans la conduite de captage. La figure 11 mon-

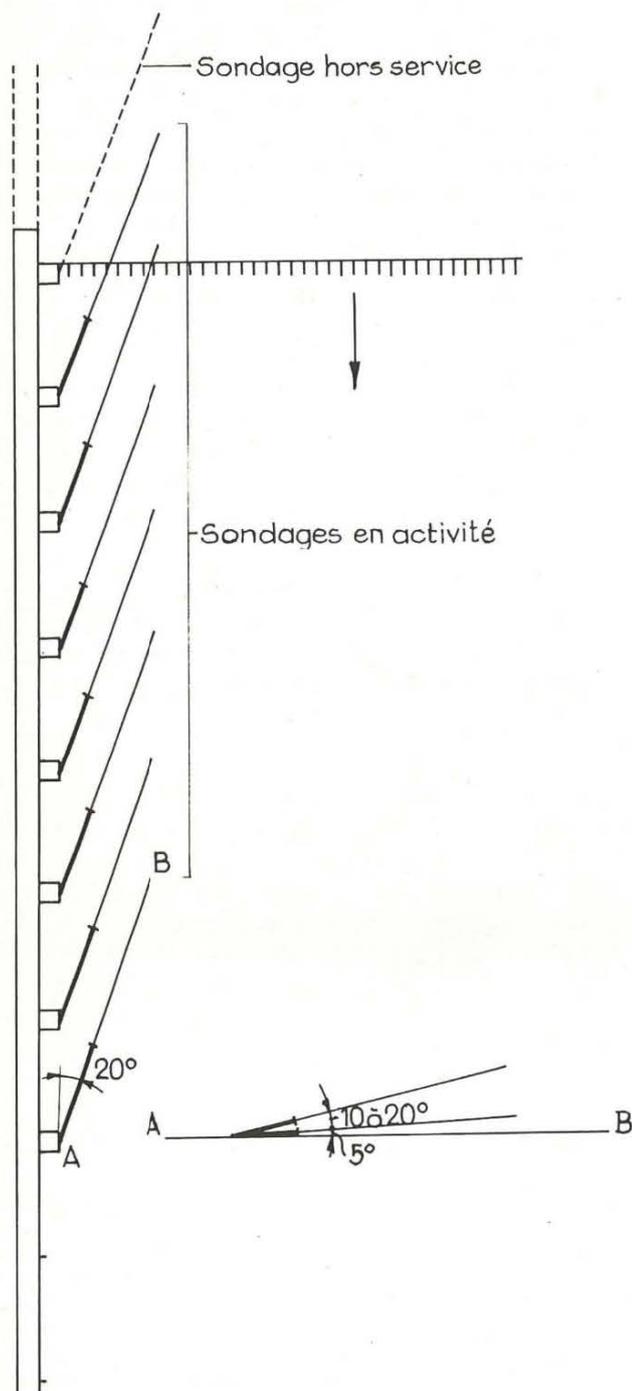


Fig. 11. — Captage du grisou dans une taille rabattante.

tre la disposition des trous. Tous les 5 à 20 m, on creuse, à la paroi aval de la voie de tête, une niche de 2 à 3 m de longueur, ventilée par un turbo-ventilateur à air comprimé. À partir de l'axe du front de ces niches, on fore dans un plan vertical formant un angle de 20° avec la direction de la voie (jamais perpendiculairement à cette voie), deux sondages de 40 à 45 m de longueur, inclinés sur l'horizontale suivant des angles respectivement égaux à 5° et 10° à 20° . Ces trous n'atteignent vraisemblablement pas les veines sus-jacentes, à l'exception des veines 12 et 13 assez proches de 11. Les trous sont tubés et scellés par injection de ciment sur une longueur de 10 m. Après avoir foré un avant-trou d'une longueur dépassant 10 m, on y introduit un tube de 10 m de longueur dont l'extrémité située à l'intérieur du sondage est fermée par une plaque mince de 0,25 mm d'épaisseur et pourvue d'un trou central de faible diamètre. On injecte le ciment, à l'aide d'un flexible, par l'espace annulaire compris entre les parois et le tube, jusqu'au moment où l'on observe un reflux de ciment par l'intérieur du tube. On reprend alors le forage à travers la plaque mince qui fermait l'extrémité supérieure du tube. Les sondages sont raccordés par flexibles à une dérivation en T de la conduite principale de 100 mm de diamètre. Cette dérivation est placée sous la conduite principale et munie en son point bas d'un purgeur.

La dépression appliquée au trou varie de 200 à 300 mm d'eau, tandis qu'elle est de 3.000 mm d'eau à l'extracteur de surface.

Les débits des trous sont très variables, de quelques centaines de litres par minute à $4 \text{ m}^3/\text{min}$ (limite maximum). La teneur varie aussi dans de larges limites, de 40 à 80 % de CH_4 . Les trous ne sont en général productifs que lorsque la détente du toit se manifeste dans la région traversée par les sondages.

Quand la taille approche de l'orifice du sondage, l'air y rentre facilement par les fissures grossières qui se sont produites dans les terrains. On ferme le sondage et on récupère le matériel de captage.

24. Captage du grisou des couches à D.I.

Le premier objectif du captage de grisou dans les charbonnages de Pécs n'a pas été l'assainissement des retours d'air, mais le dégazage des couches à D.I. avant que n'y soient exécutés des travaux préparatoires et d'exploitation. Ce dégazage est très important car les D.I. sont très fréquents dans les travaux préparatoires des couches dangereuses.

La technique de captage appliquée dans ce but est très particulière. Comme la capacité d'adsorption des charbons à D.I. est très élevée et comme leur perméabilité au méthane est très faible, le dégazage ne peut se produire que si la couche sujette à D.I. est

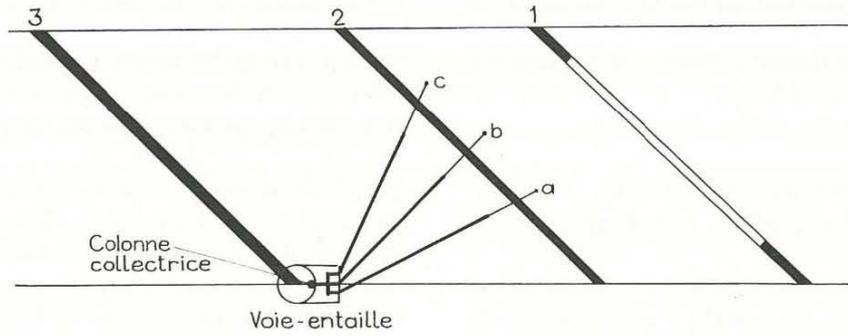


Fig. 12. — Captage du grisou des couches à D.I.

détendue et fissurée. On procède de la manière suivante (fig. 12).

Avant d'exploiter la couche 2 très grisouteuse et sujette à D.I., on exploite la couche 1 sus-jacente (couche égide). Pendant l'exploitation de la couche 1, la couche 2 et ses épontes se détendent, s'écrasent et se fissurent, ce qui permet, à partir d'une voie dans la couche 3 (ou d'un traçage au mur de la couche 3), de forer des sondages a-b-c jusqu'à la couche 2, de les tuber jusqu'au mur de la couche 2 et de capter le grisou. Ce procédé est appliqué chaque fois qu'on ne peut exploiter une couche égide sous-jacente. Lorsqu'il existe une couche égide sous-jacente, il est plus facile d'exploiter celle-ci et de capter le grisou à partir de la voie de tête de la couche en exploitation, mais le procédé n'est pas applicable partout et, si les couches sont exploitées entre les mêmes niveaux (cas général), il présente l'inconvénient de ne pas détendre la région inférieure de la couche dangereuse où la voie de base sera creusée.

Le dégazage par exploitation de la couche égide sus-jacente et captage à partir de la voie de base de la couche sous-jacente se fait le mieux si la distance entre les couches est faible, si la stampe entre les couches est constituée de roches tendres et si le bas-toit de la couche égide sus-jacente est constitué par une roche solide. La figure 13 montre un cas de dégazage qui a donné de bons résultats.

Avant d'exploiter la couche 3 sujette à D.I., on a exploité la couche 4 non grisouteuse située 12 m plus haut que la couche 3. Dans le mur de la couche 2 située 24 m plus bas, on a creusé un traçage à partir duquel on a foré des sondages vers la couche 3. La stampe entre les couches 2 - 3 est constituée de schiste et de schiste gréseux et entre les couches 3 - 4 de schiste dur. Le bas-toit de la couche 4 est constitué de schiste gréseux et de grès sur une grande épaisseur.

Après achèvement de l'exploitation de la couche 4, on a encore exploité la couche 2 de manière à vérifier si cette exploitation ne provoquait plus un dégagement important de grisou.

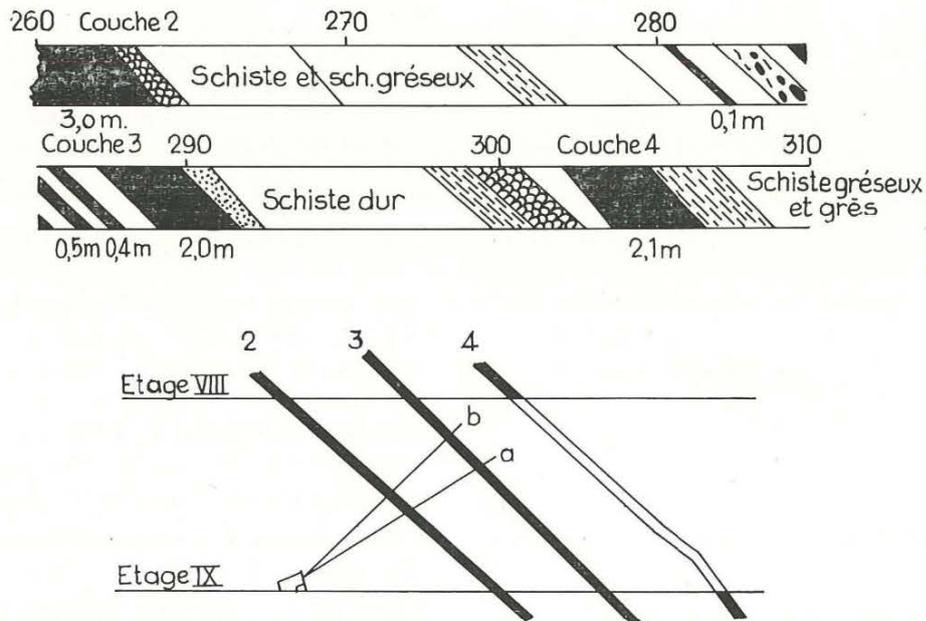


Fig. 13. — Disposition des trous de sonde pour le captage du grisou de couches à D.I. au puits Petöfi.

25. Stations de captage.

La première installation de captage de grisou hongroise a été mise en service à Vasas au mois de février 1958. Depuis lors, les divisions de Pécsbánya et de Szabolcs ont été équipées aussi d'une station de captage commune, la station du puits György.

Le captage est assuré par des extracteurs volumétriques de la « Aerzener Maschinenfabrik GmbH ». A Vasas, ces extracteurs sont du type G.L. 15.10, système Root à pistons rotatifs, d'une capacité de 20 m³/min sous une dépression maximum de 0,6 atm. L'installation du puits György comprend deux groupes d'extraction-compression. Le gaz extrait à Vasas sert à l'alimentation de la chaufferie ; le gaz extrait à la station György est mélangé avec un gaz pauvre pour alimenter les chaufferies de la division de Szabolcs et la cokerie.

Installations régulatrices.

Les stations sont équipées de régulateurs automatiques de dépression afin de maintenir le débit et le pouvoir calorifique du gaz à des niveaux constants. La soupape régulatrice est intercalée dans le circuit d'aspiration de l'extracteur et commandée hydrauliquement par un régulateur automatique. La dépression est généralement comprise entre 0 et 4.000 mm d'eau.

La pression de refoulement des surpresseurs est réglée automatiquement de la même manière afin de maintenir constante la pression du gaz d'alimentation des chaufferies. La surpression de refoulement est de 2.000 mm d'eau maximum.

La régulation est complétée par une mise à l'air libre commandée à partir du circuit de refoulement du surpresseur.

Dispositifs de sécurité.

Pour éviter la formation de mélanges explosifs dans la conduite par rentrées d'air à la suite d'accidents quelconques, l'installation est équipée de dispositifs de coupure automatique actionnés par un analyseur instantané de grisou (*). Cet analyseur commande 3 interrupteurs à mercure : l'un pour obtenir la conduite d'aspiration lorsque le P.C. descend en dessous de 4.800 kcal, le second pour couper le courant électrique lorsque le P.C. descend en dessous de 2.800 kcal (ou 30 % de CH₄ qui est la valeur double de la limite supérieure d'inflammation), le troisième enfin qui actionne un signal d'alarme lorsque l'installation est arrêtée par atteinte de la limite inférieure de P.C. prescrite. L'analyseur instantané actionne les trois commandes en 5 à 7 secondes.

En cas de destruction de la conduite de captage, la flamme veilleuse de l'analyseur s'éteint et une vanne de sûreté isole la conduite d'alimentation de la chaufferie.

Enfin à l'extrémité de la conduite d'aspiration, on a placé des coupe-flammes constitués d'empilages de tamis ou de tôles.

Appareils de contrôle.

Presque tout l'appareillage de contrôle (appareils indicateurs ou enregistreurs ou de sécurité) a été fourni par la firme Apparatebau J.H. Reinecke de Bochum.

Le réglage de la dépression est fixé d'après l'analyse du gaz à l'appareil d'Orsat.

On enregistre la dépression à l'extracteur (appareil à tore pendulaire), la surpression de refoulement (de l'ordre de 400 mm d'eau), la différence de pression entre le surpresseur et l'extracteur, la pression dans la conduite d'alimentation de la chaufferie, la pression dans la conduite de distribution, la pression dans la conduite de mise à l'air libre, la température du gaz à la sortie du surpresseur (de l'ordre de 60 à 70°).

On enregistre également le débit brut total (de l'ordre de 400 à 600 Nm³/h), le débit réel d'alimentation du surpresseur, le débit d'alimentation de la chaufferie, le débit dans la conduite de distribution de gaz de ville. On utilise des débitmètres enregistreurs à tore pendulaire.

Le pouvoir calorifique (P.C.) est mesuré par un calorimètre Reinecke situé dans un local séparé (analogue au calorimètre Junkers mais directement gradué en valeurs de P.C.). Si le P.C. descend en dessous de 2.800 kcal, ce calorimètre commande le déclenchement automatique de l'installation. La mesure du P.C. est continue (analyse toutes les 3 minutes) mais n'est pas enregistrée. On enregistre la teneur en oxygène à l'aide de l'analyseur paramagnétique Magnus V de Hartman. Les deux appareils se contrôlent mutuellement, ce qui assure une double sécurité.

26. Résultats du captage.

Au cours du premier essai de captage à partir d'une voie au mur de la couche grisouteuse, on a extrait, en 12 mois, sous une dépression de 1.000 mm d'eau, un volume de 527.854 Nm³ de gaz à 75,7 % de CH₄ (6.459 kcal/Nm³), c'est-à-dire 400.000 Nm³ de gaz pur, moyennant 13,4 sondages en activité (~ 88 Nm³/h). De ce volume de grisou, 166.184 m³ ont été utilisés pour le chauffage des chaudières.

En 1960, on a capté environ 5 millions de m³ de grisou brut à 60 - 70 % de CH₄ (5.500 à 6.000 kcal/Nm³). Le planning du captage (fig. 14) prévoyait une extraction de 14.000.000 m³ en 1962 et

(*) cfr ci-dessous : Appareils de contrôle.

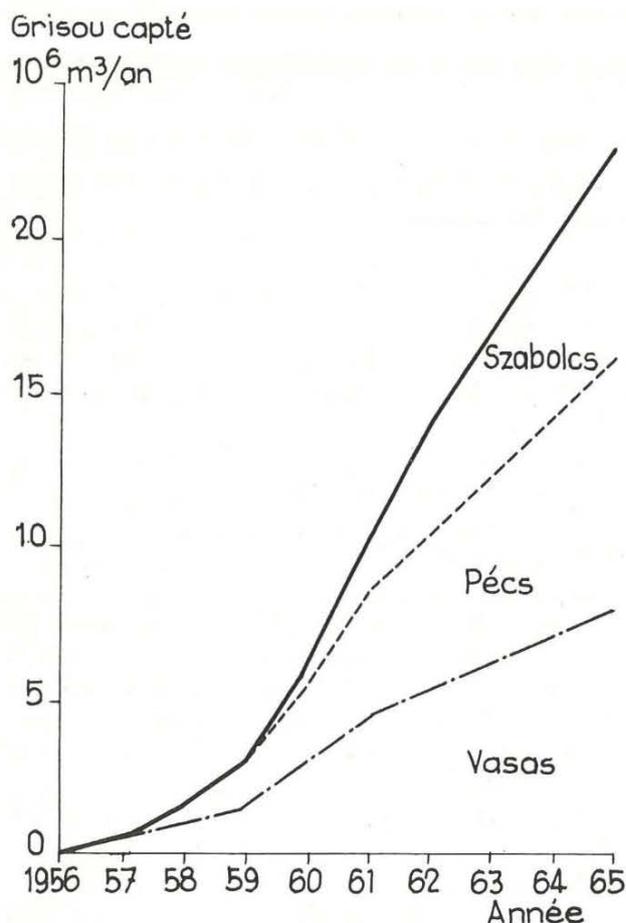


Fig. 14. — Evolution du débit de grisou capté.

prévoit 23.000.000 m³ en 1965. Cette forte augmentation traduit le désir d'assainir les retours d'air grâce au captage.

Le prix de revient du m³ de grisou capté est approximativement de 0,5 Forint (1,1 FB).

27. Valorisation du grisou capté.

La première utilisation du grisou capté a été comme nous l'avons déjà signalé, son emploi comme combustible dans une chaufferie. A titre expérimental, une chaudière Cornwall à charbon a été transformée et a fonctionné d'une façon satisfaisante.

A l'avenir, le grisou servira à l'alimentation d'autres chaudières. On a installé un compresseur pour la mise en bonbonnes du grisou sous 150 atm. Le grisou est aussi utilisé à la cokerie de Ujhegy.

28. Conclusions sur le captage du grisou.

Le captage du grisou a entraîné une diminution de la teneur en grisou du courant d'air alors que l'augmentation du débit d'air n'avait apporté que peu d'amélioration et plutôt des inconvénients au

point de vue poussières. Certains trous de captage ont débité jusqu'à 3.000 m³/jour.

Le captage présente certaines difficultés dues aux particularités locales. La perméabilité des terrains est parfois très faible et les dérangements sont nombreux. La densité des sondages doit donc être plus élevée, ce qui augmente le coût du captage.

On réalise le captage du grisou dans des tailles rabattantes ; bien que d'application difficile, ce captage donne des résultats appréciables.

3. DEGAGEMENTS INSTANTANES

30. Généralités.

Les travaux de recherche et les essais de prévention des dégagements instantanés dans le bassin de Pécs ont fait l'objet de nombreuses publications de M. L. Szirtes (*). Nous nous y référons souvent dans ce chapitre. Nous remercions M. L. Szirtes de les avoir commentées lors de notre visite dans le bassin de Pécs.

L'approfondissement des exploitations a sans cesse augmenté le risque de D.I. dans les charbonnages de Pécs. En effet, les D.I. sont devenus de plus en plus nombreux, de plus en plus violents et de plus en plus souvent intempestifs malgré les tirs d'ébranlement à mesure que les exploitations s'approfondissaient. Les règlements miniers en sont devenus d'autant plus sévères et, bien que parfaitement justifiés, ils entravent le développement technique des exploitations et ont une répercussion défavorable sur les résultats économiques. Le risque d'envahissement soudain de quartiers entiers de la mine par des gaz explosifs est un obstacle à l'extension de l'électrification et, par conséquent, limite le développement de la mécanisation.

L'ampleur du risque de D.I. résulte de la géologie extrêmement dérangée du gisement. Les couches et leurs épontes sont irrégulières à tout point de vue. Le charbon est extrêmement tendre et fluant, très poussiéreux, ce qui peut ajouter le risque de coup de poussières à celui de D.I. en cas d'inflammation.

Les difficultés suscitées par les D.I. sont devenues telles que la solution de ce problème est apparue comme le premier objectif d'étude pour le maintien et le développement des mines de Pécs, tant du point de vue sécurité que rentabilité.

En 1957, la station de recherches du Trust des Charbonnages de Pécs a créé une section spéciale pour étudier le problème des D.I.

La réglementation hongroise de l'exploitation des gisements à D.I. était basée sur les règlements belges

(*) Voir références bibliographiques in fine.

et français. La prévention comprenait spécialement les trous de sonde de reconnaissance et les tirs d'ébranlement. Mais ces techniques classiques se sont souvent montrées inefficaces.

En particulier, de nombreux D.I. intempestifs retardés se produisent après le tir d'ébranlement, ce qui augmente considérablement le danger, la sécurité du tir étant illusoire.

La recherche a commencé par l'étude des causes du phénomène et surtout des causes caractéristiques des D.I. des mines de Pécs, à savoir les contraintes élevées des terrains. Puis on a mis au point de nouveaux moyens de prévention : affouillement hydraulique préalable de la couche avant la recoupe par un travers-bancs et perforation hydraulique systématique dans les traçages en veine.

31. Caractéristiques des dégagements instantanés du bassin de Pécs.

310. Généralités.

Les dégagements instantanés et les manifestations apparentées sont dus à la teneur élevée des couches en méthane.

Le premier D.I. s'est produit le 13 décembre 1894. Il fut suivi, le lendemain, d'un second D.I. où 2 ouvriers trouvèrent la mort. Jusqu'au 31 décembre 1959, il s'est produit 443 D.I. ou phénomènes apparentés.

Le règlement de Police des Mines hongrois distingue 3 sortes de manifestations brusques du grisou :

— *Les dégagements instantanés de gaz*, caractérisés par des projections importantes de charbon et de roche dont le talus est caractéristique, la dispersion de folle farine à grande distance, la libération soudaine de très grandes quantités de méthane, la formation de cavités au voisinage du toit et de chenaux d'évacuation du gaz, une très grande surpression d'air et enfin des effets mécaniques.

— *Les écoulements de charbon*, caractérisés par l'absence de projections, mais par l'écoulement de déblais sous l'action de la pesanteur et par la libération d'un volume de méthane équivalent à celui qui est contenu dans le charbon écoulé. Il se forme peu de poussières et les actions mécaniques dépendent uniquement de la force de chute du charbon.

— *Les manifestations apparentées aux D.I.*, qui ne présentent que l'un ou l'autre des caractères du D.I. et qui ne peuvent être classées comme écoulements de charbon.

En moyenne, le volume déplacé dans les manifestations définies comme écoulements de charbon dépasse 15 t et, pour l'ensemble des 3 groupes de manifestations, il est de 37 t. Dans les données statistiques suivantes, on a regroupé les 3 espèces de

manifestations sous le seul terme de « Dégagements Instantanés ».

La figure 15 montre l'évolution du nombre spécifique de D.I. (nombre de D.I. rapporté au million de tonnes extraites) de 1894 à 1959.

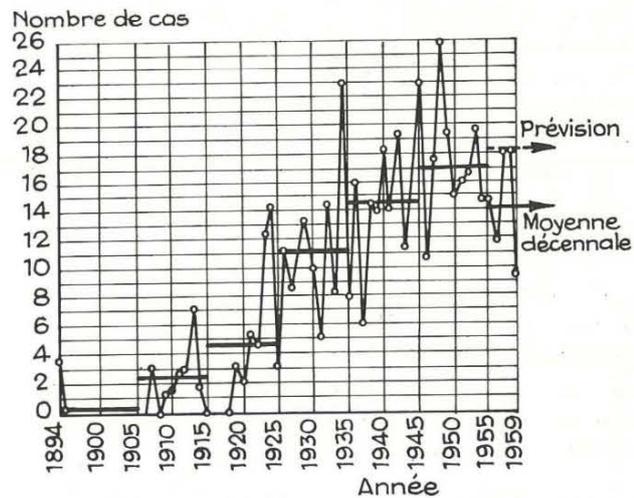


Fig. 15. — Evolution du nombre spécifique de D.I.

Au cours de la décennie 1945-1955, il s'est produit 17 D.I. par million de t. On remarque que les moyennes décennales augmentent continuellement. Cette situation devenait alarmante, car pour répondre à une demande croissante de charbon, il fallait augmenter les avancements.

Presque tous les D.I. se produisent dans les travaux préparatoires (recoupes de couches et traçages en veine) ; 50 % des D.I. sont survenus à la recoupe des couches et furent les plus importants.

Le D.I. le plus important s'est produit le 4 novembre 1957 à la recoupe de la couche 11 à l'étage V du puits István. Il est survenu pendant le poste, 36 heures après le dernier tir d'ébranlement. Pendant le chargement des déblais du tir, le charbon s'écoulait constamment du front en grande abondance. Les ouvriers ont fui et ont donné l'alarme. Le D.I. s'est alors produit.

Le volume des projections a été de 1.400 t et le dégagement de CH_4 a dépassé 273.000 m^3 . Le gaz a fait refluer l'air dans le puits principal d'entrée d'air (débit d'air = 2.800 m^3/min ; vitesse = 2,9 m/s) et a inondé les chantiers. A la recette et dans les salles de pompes des étages III et IV, quelques instants après le D.I., il y eut risque d'explosion de grisou et de poussières car les installations électriques n'étaient pas de construction antigrisouteuse. La catastrophe a été évitée grâce à la coupure quasi instantanée du courant électrique, le D.I. ayant été signalé immédiatement. L'intervention rapide des sauveteurs a permis que les suites du D.I. se limitent à un court traitement médical de quelques mineurs.

Un D.I. semblable s'est produit en septembre 1960, au même puits István, à la même profondeur. Mille tonnes de charbon ont été projetées ; le dégagement de CH_4 a atteint 181.000 m^3 . Les sondages de reconnaissance n'avaient pas permis de déceler la présence de la couche, car celle-ci formait un pli en chaise au-dessus de la couronne du travers-bancs. Aucun moyen de prévention n'avait donc été mis en œuvre.

311. Répartition des D.I. selon la nature des chantiers.

3111. *Chantiers d'abattage* : 4 D.I. (cas extrêmes) ou 0,9 % de l'ensemble des cas.

Le dégagement spécifique de gaz des chantiers d'abattage est très élevé ; il ne peut être la raison du faible nombre de D.I. qui s'y produisent. Il faut en voir la cause dans la très faible dureté du charbon et sa facilité de fluer, autrement dit dans les conditions mécaniques des terrains.

3112. *Traçages en veine* : Les D.I. y sont nombreux mais de faible intensité. Les lieux privilégiés de production des D.I. coïncident avec des dérangements géologiques : failles, étrointes, etc...

Parmi les D.I. en traçages, on compte 61,6 % de cas dans des traçages horizontaux, 31,6 % de cas dans des montages et 6,8 % de cas dans des descentes en couche. Mais ces proportions dépendent partiellement des longueurs respectives des différentes galeries.

Lorsque les D.I. se produisent dans les montages, ils surviennent à très faible distance de la voie de base, puis leur nombre diminue (fig. 16). Cette observation permet de conclure que les contraintes des terrains jouent un rôle important dans le déclenchement de ces D.I. La figure 16 permet aussi de voir que l'efficacité du dégazage ou de la détente de la couche par l'exploitation du panneau de l'étage supérieur diminue avec la distance à la voie de base

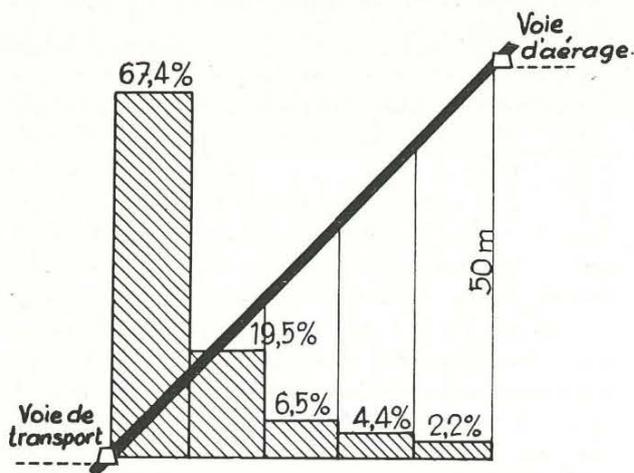


Fig. 16. — Fréquence des D.I. dans les montages en fonction de la distance à la voie de base.

de ce panneau supérieur devenue voie d'aérage actuelle. Pratiquement, le rayon d'action est inférieur à 40 m dans les conditions les plus favorables.

3113. *Recoupes de couches* : Les D.I. sont nombreux et très importants lors des recoupes de couches. Le tableau IV a) donne le nombre total de phénomènes instantanés et le nombre de D.I. survenus dans les travers-bancs en comparaison du nombre total de manifestations instantanées et de D.I. survenus dans l'ensemble des chantiers. Le tableau IV b) donne la comparaison de l'intensité des D.I. dans les travers-bancs et dans les autres chantiers.

TABLEAU IV.

a) Nombre de phénomènes instantanés et de D.I.

	Phénomènes instantanés	D.I.
Ensemble des chantiers	416	181
Recoupes de couches	162	88
Idem, provoqués par tirs	86	46

b) Intensité des phénomènes instantanés en tonnes par cas.

Travers-bancs		Autres chantiers	
Phénomènes instantanés	D.I.	Phénomènes instantanés	D.I.
57,0	86,6	21,9	41,6

La probabilité d'apparition des D.I. lors des recoupes de couches est à peu près de 100 %. Les conditions des terrains au voisinage du front d'un bouveau varient de minute en minute lors de la mise à découvert de la couche.

312. Dégagements instantanés retardés.

Les D.I. retardés, c'est-à-dire les D.I. qui se produisent au bout d'un certain temps (quelques heures par exemple) après le tir d'ébranlement, sont caractéristiques des mines de Pécs. Le tableau V donne la répartition des D.I. suivant le moment d'apparition.

TABLEAU V.

Répartition des D.I. suivant le moment d'apparition.

Moment d'apparition	Nombre de cas	% de cas
D.I. sur tirs	124	28,0
D.I. retardés	87	19,6
D.I. intempestifs	232	52,4
Total	443	100,0

Les D.I. retardés sont particulièrement dangereux car le personnel se croit à l'abri du danger grâce aux tirs d'ébranlement. Or, quelques secondes de retard dans l'observation des phénomènes prémonitoires peuvent rendre toute fuite impossible. On a constaté que le nombre de D.I. retardés augmente avec la profondeur. Le plus violent des D.I. enregistrés est un D.I. retardé (par. 310).

313. Endroits privilégiés des D.I.

Les D.I. se produisent principalement dans les régions géologiquement dérangées. Toutefois, dans les zones dérangées des fronts de taille, il ne se produit pas de D.I. Dans les traçages, une petite faille de quelques centimètres de rejet suffit à rendre la couche apte au D.I. Les endroits où les étreintes s'ouvrent sont très dangereux. Au voisinage des dérangements, la capacité d'adsorption de grisou du charbon et la vitesse de désorption du gaz varient rapidement.

32. Causes principales des dégagements instantanés.

320. Généralités.

La répartition des D.I. selon la nature des chantiers prouve que le phénomène est avant tout déclenché, dans les mines de Pécs, par un relâchement brusque des tensions des terrains. Il est le résultat d'un à-coup dans la détente du massif, la détente progressive et régulière ayant été entravée dans la plupart des cas par la présence d'un dérangement. La détente du gaz contenu dans des charbons aux propriétés physico-chimiques particulières joue aussi un rôle important, mais il semble que la cause primordiale soit la détente brusque du massif.

321. Hypothèse fondamentale.

Sur la figure 17, sont représentés pour les 3 groupes de chantiers où se produisent les D.I. :

a) le déplacement (foisonnement) du front de charbon en 24 heures ;

b) la fréquence des D.I. ;

c) l'intensité moyenne des D.I.

Le déplacement du front d'une taille ou d'une galerie vers la surface libre, sous l'influence des pressions de terrains, est un phénomène bien connu. La courbe de déplacement du front des 3 types de chantiers (taille - voie de base - travers-bancs) montre que ce déplacement est le plus grand pour un front de taille (5 cm/jour). Il n'atteint que 2 cm/jour dans les traçages et est pour ainsi dire nul dans les travers-bancs. Le processus de déplacement peut être entravé par le soutènement ou surtout par la présence de dérangements et notamment d'étreintes. En général avant un D.I., le déplacement du front dû au foisonnement de la couche est moindre si pas nul.

La courbe de fréquence montre qu'il ne s'est pratiquement pas produit de D.I. en taille, qu'il en est survenu 163 dans les voies de base et que le nombre de cas est très élevé pour les recoupes de couches.

La courbe d'intensité montre que les manifestations survenues en taille ont projeté moins de 10 tonnes. Les D.I. en voie ont projeté 25,5 t en moyenne et près de 70 t dans les travers-bancs.

Sur les schémas du bas de la figure, le nombre de flèches représente la grandeur des forces qui s'opposent au déplacement (foisonnement) du massif situé juste en avant du front.

La fréquence et l'intensité moyenne des D.I. sont inversement proportionnelles au foisonnement de cette portion du massif.

Le foisonnement de la couche qui suit la déformation ou la fissuration de veines peu résistantes soumises à l'influence des pressions de terrains, permet la détente du massif en avant du front. Si la veine est régulière, la détente est continue ; sa vitesse dépend de la forme et des dimensions de la galerie. Mais si la veine est dérangée ou si elle est emprisonnée derrière une couverture de roche, comme c'est le cas dans les travers-bancs, le processus de détente est irrégulier et discontinu.

L'hypothèse sur la genèse des D.I. est donc la suivante.

La condition nécessaire à la production d'un D.I. est l'existence de tensions de terrains élevées à proximité immédiate du front de la galerie progressant dans une veine riche en grisou et dont le charbon présente des propriétés physico-chimiques particulières. L'établissement de tensions élevées dépend des possibilités de foisonnement de la couche.

Dans les longs fronts de taille ou les traçages en veine régulière, la détente se produit de façon continue et à vitesse constante, les D.I. ne peuvent se produire. Dans les traçages en veine dérangée et les recoupes de couches, le front peut s'approcher très près de la zone soumise à des tensions élevées. La détente se produit alors au moment de la mise à dé-

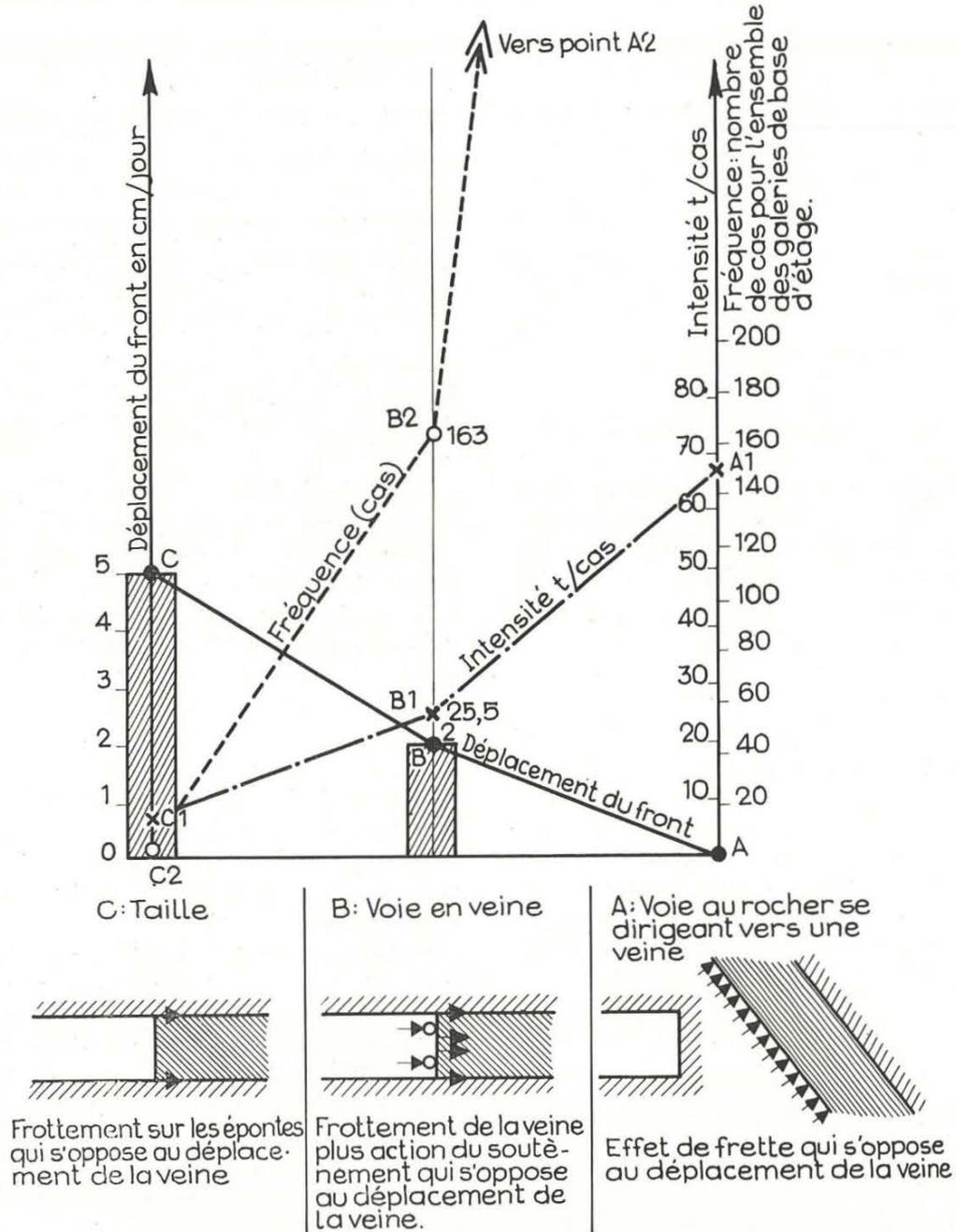


Fig. 17. — Fréquence des D.I. selon la nature des chantiers.

couvert de la couche ou du franchissement du dérangement, sous la forme d'un phénomène instantané et accompagné d'une forte émission de gaz. L'intensité du D.I. dépend du gradient de variation des contraintes en fonction du temps au cours de la phase de relâchement brusque des tensions.

322. Confirmation de l'hypothèse fondamentale par des recherches de photoélasticité.

Des études sur modèles de la cause des D.I. ont été entreprises bien que les conditions géologiques diverses et constamment variables des couches soient

difficilement schématisables. On a utilisé la photoélasticité et on a comparé les résultats de ces études aux expériences pratiques et aux données statistiques.

Les méthodes sont basées sur la théorie de Mohr et sur la loi fondamentale suivante de la photoélasticité. Si l'on examine, en lumière polarisée circulaire, un modèle sous tension, le lieu des points où la différence des tensions principales est la même, apparaît sous la forme d'une ligne isochromatique ou isochrome. Un réseau d'isochromes donne la valeur de la différence des tensions principales en tous points du modèle. La condensation des isochromes

(ou leur dispersion) est caractéristique de la concentration (ou de la diminution) des tensions.

Dans certains cas, on a pu se contenter d'une étude de distribution biaxiale des tensions ; dans d'autres, tels que celui des traçages en veine irrégulière, on a dû étudier la distribution triaxiale.

Pour le choix du matériau des modèles, on a tenu compte des coefficients de Poisson du charbon ($= 2$) et des épontes ($= 5$). On a utilisé une substance polymérisée spéciale à double structure, c'est-à-dire partiellement constituée de petites molécules et partiellement de grosses molécules.

Lorsque le modèle sous tension est chauffé, la structure constituée de grosses molécules subit une déformation élastique, tandis que la structure constituée de petites molécules subit une déformation plastique. Sous l'effet du chauffage à diverses températures, le produit polymérisé présente divers degrés de solidité. Pour tenir compte des coefficients de Poisson différents du charbon et de la roche, les diverses parties du modèle qui représentent l'un et l'autre, sont chauffées à des températures différentes (90°C et 135°C). Le modèle chauffé est soumis à une charge constante pendant 3 heures ; puis toujours sous charge constante, il est refroidi à la vitesse de 10°C/h .

Le spectre des isochromes qui apparaît lors de la mise en charge d'un modèle de taille (fig. 18) montre que les contraintes s'exercent à l'intérieur du massif et qu'il ne se forme pas de concentrations de tensions dangereuses. Au fond de la mine, la situation est encore plus favorable, car le massif en avant du front de taille se trouve en état de déformation plastique. Lors du déhouillement, les épontes se rapprochent et le charbon flue vers l'espace libre. Comme le charbon est très tendre, la zone de culée avant est reportée loin à l'intérieur du massif et aucune concentration de tensions dangereuses ne se développe à proximité du front.

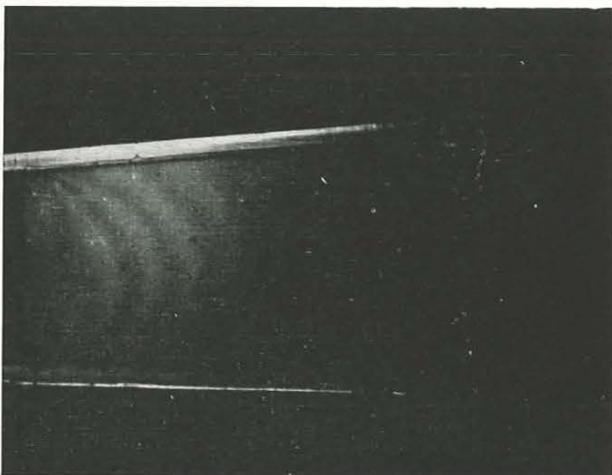
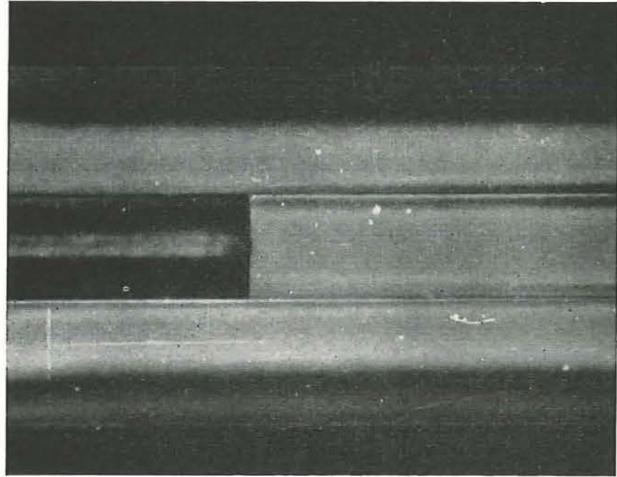
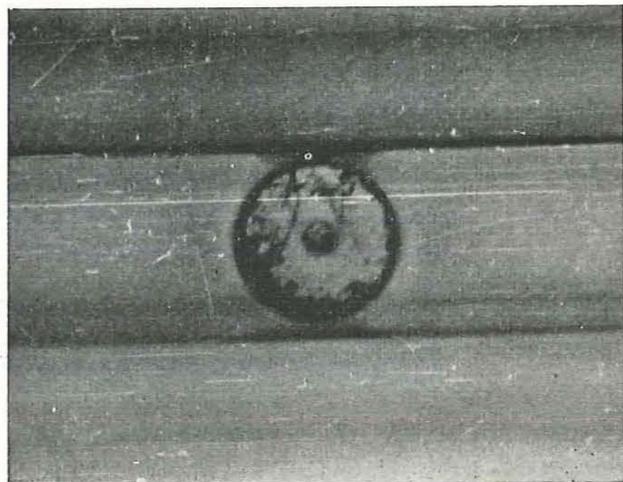


Fig. 18. — Spectre des isochromes d'un modèle de taille.

Le spectre des isochromes dans le cas du modèle de traçage en veine régulière (fig. 19) montre qu'il ne se produit pas de tensions dangereuses, différentes des tensions normales. Si le modèle représente un travail préparatoire dont le front approche d'une zone dérangée où règnent déjà des tensions origi-



a.



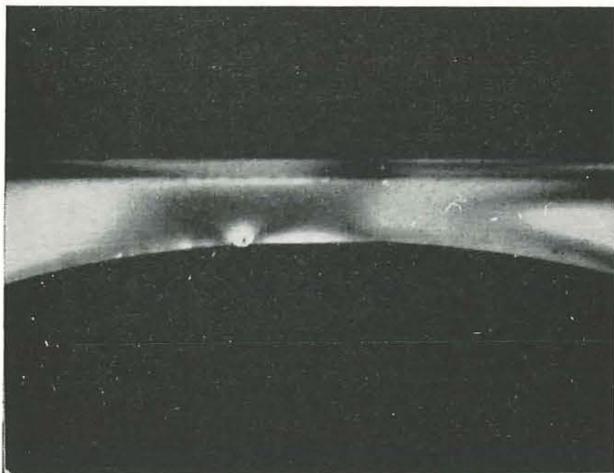
b.

Fig. 19. — Spectre des isochromes d'un modèle de traçage en veine régulière.

nelles élevées, le spectre des isochromes montre clairement que ces tensions élevées augmentent encore (fig. 20). L'accroissement des tensions dépend des possibilités de fluage de la couche vers l'espace libre. Lorsque le front approche d'une étreinte, par exemple, celle-ci devient le siège d'une concentration importante de tensions. Une concentration supplémentaire des tensions résulte de l'impossibilité d'écoulement du charbon situé en avant de l'étreinte. C'est d'ailleurs en cet endroit que les D.I. surviennent généralement puisqu'une détente pro-

gressive n'a pu se produire lors de l'avancement du front.

Dans le cas des recoupes de couches, l'étude des modèles (fig. 21) montre qu'il se produit une forte



a.



b.

Fig. 20. — Spectre des isochromes d'un modèle de traçage en zone dérangée.



Fig. 21. — Spectre des isochromes d'un modèle de recoupe de couche.

augmentation des tensions dans les épontes autour du front du travers-bancs : forte condensation des isochromes. Il en résulte que c'est en ces endroits que se trouve le plus grand risque de D.I., ce que confirment d'ailleurs les observations pratiques.

323. Résumé et conclusions.

En résumé, on peut dire que le déclenchement des D.I. est conditionné par un accroissement important de la contrainte des terrains au voisinage du front de la galerie. Si la détente du massif est possible, grâce au fluage continu et suffisamment rapide de la couche vers l'espace libre, les D.I. ne se produiront pas. Si cette détente n'est pas possible, par suite d'un dérangement géologique (étréinte) ou à cause de la couverture de roche (en bouveau), le relâchement des tensions sera brutal et provoquera le D.I.

324. Remarque sur la cause des D.I. retardés.

L'hypothèse précédente sur le déclenchement des D.I. explique très bien le mécanisme des D.I. retar-

dés qui se produisent dans les couches de charbon très tendres, encadrées de roches relativement tendres.

Normalement, la détente des terrains situés en avant d'un front progresse à une certaine vitesse en même temps que l'avancement. Si l'on compare les vitesses de détente dans des voies menées au tir d'ébranlement dans des couches de charbon de grande solidité et de faible solidité (les couches à D.I. présentent généralement une très faible solidité), on constate que :

- dans les couches solides, la détente se produit complètement sitôt après le tir ;
- dans les couches tendres, la détente due au tir est accompagnée de la destruction, à vitesse croissante en profondeur, du massif.

Comme la couche est déjà détruite en avant du front, les tirs suivants ne peuvent exercer qu'une in-

fluence très faible sur l'état de tension existant. Leur efficacité est nulle, ce que démontre l'expérience. Les mêmes phénomènes se passent parfois lorsque l'on a foré des trous de détente en grand nombre. La couche détendue et fissurée par des sondages trop nombreux peut être si détruite que le tir d'ébranlement n'aura plus aucune efficacité.

En conclusion, le tir d'ébranlement n'est efficace que dans les couches présentant une certaine dureté.

33. Moyens de prévention des D.I.

330. Généralités.

Les hypothèses précédentes sur la cause des D.I. montrent que, pour les supprimer, en s'inspirant de ce qui se passe dans la nature, il faut que les moyens de prévention provoquent la détente progressive de la couche en avant du front du chantier.

Pour faciliter le processus de détente, les techniciens de Pécs ont expérimenté des méthodes basées sur l'extraction d'un certain volume de charbon et la création de cavités permettant le relâchement des tensions dans le massif en avant du front.

La vitesse de la détente ne doit cependant pas dépasser une certaine valeur critique. Le calcul de cette valeur critique, après détermination de l'ordre de grandeur des tensions, est l'un des objectifs futurs de l'étude des D.I. entreprise par la station de recherches des charbonnages de Pécs.

331. Recoupes de couches.

Le procédé de prévention des D.I. pour la recoupe des couches est celui de l'affouillement hydraulique préalable de la couche à l'abri d'une couverture de roche (fig. 22) (*). Il est appliqué réglementairement, en Hongrie, depuis quelques années.

Dès qu'un sondage de reconnaissance a décelé la présence de la couche à 5 m en avant du front du

travers-bancs, on arrête le creusement. On fore un sondage de 120 à 200 mm de diamètre à travers la roche et la couche, de telle sorte que ce sondage perce la couche aux deux-tiers de la hauteur de la galerie (hauteur mesurée à partir de la sole). Le sondage est prolongé jusque dans le toit de la couche pour reconnaître si aucune autre couche ne se présente à proximité de la première.

Ensuite, on extrait par affouillement hydraulique à l'aide d'une canne d'injection spéciale — tuyau perforé — un volume de charbon proportionnel à l'ouverture de la couche. Cet affouillement est généralement possible, sans aucune difficulté, avec une pression d'eau de 5 à 10 atm. Si la couche est moyennement dure et si l'on ne parvient pas à créer une excavation suffisante, à l'aide d'un seul sondage, on fore deux trous à 1,5 m l'un de l'autre. Sur l'un des sondages, on raccorde, après un scellement convenable de l'orifice du trou, une turbo-pompe à haute pression (250 atm), type Turmag H-P 3-30. Au moyen de cette pompe, on peut injecter l'eau sous une pression de 40 à 50 atm, telle que la portion de couche située entre les deux sondages se fissure et de desserre. Le trou par où se fait l'injection peut être de faible diamètre (42 mm).

D'après l'expérience, pour permettre la détente des épontes, il faut extraire 1 m³ de charbon par mètre d'ouverture de la couche. Toutefois, il faut éviter un affouillement trop important, supérieur à 2 m³ de charbon par mètre d'ouverture de la couche, sinon on risque des éboulements lors de la recoupe. La règle subit une exception dans le cas où des manifestations importantes se produisent pendant l'opération ; il faut alors poursuivre l'affouillement jusqu'à ce qu'aucun bruit ne soit plus perceptible.

On commence l'affouillement au milieu de l'ouverture de la couche. Puis le tube d'affouillement est déplacé lentement en mouvement de va-et-vient de courte amplitude de manière à éviter le calage.

Au cours de l'affouillement, le charbon flue vers l'excavation permettant ainsi le déplacement des épontes. Lors de la recoupe, le volume de l'excavation demeuré libre ne représente que 2 à 5 % du volume de charbon abattu.

(*) Ce procédé a été expérimenté pour la première fois en Belgique, pour la recoupe de la Veine 9, à l'étage de 750 m, au siège Ste-Marguerite de la S.A. des Charbonnages du Centre. Cfr. Bulletin Technique « Mines » Inichar, n° 88.

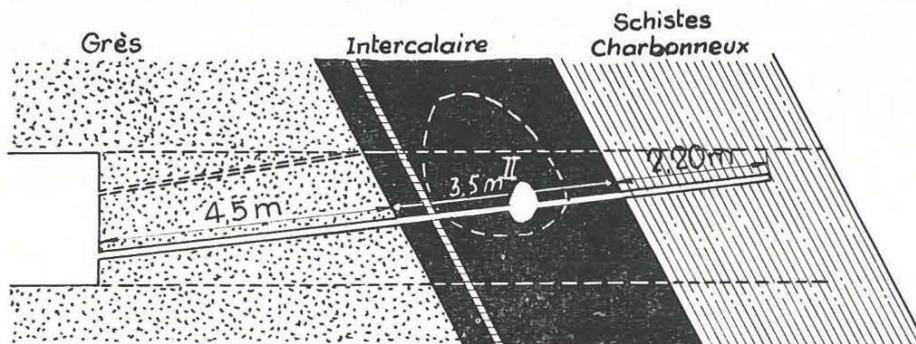


Fig. 22. — Affouillement hydraulique préalable à la recoupe d'une couche.

Pendant l'affouillement hydraulique, il se produit des petits D.I. derrière la frette de protection. Des volumes de charbon de 1 à 2 m³ sont projetés par à-coups par le sondage. L'éjection de 3 à 5 m³ de charbon suffit généralement à supprimer le risque de D.I. pour la recoupe d'une couche de 4 m d'ouverture.

La méthode de l'affouillement hydraulique a déjà été appliquée plus de 120 fois dans les charbonnages de Pécs, dans des cas où l'on s'attendait toujours à des D.I. Grâce à l'application du nouveau procédé, ceux-ci ne se sont pas produits. Dans un cas seulement, à cause de la dureté du charbon, l'affouillement avait été insuffisant ; le D.I. s'est alors produit. Mais dans tous les autres cas où l'affouillement avait eu lieu selon les prescriptions, il n'est survenu aucun incident.

La figure 22bis (a) montre la forte concentration des isochromes sur un modèle matérialisant l'approche d'une couche par un bouveau de recoupe.

La figure 22bis (b) montre l'influence favorable exercée par la cavité réalisée dans la couche par affouillement hydraulique. On constate une diminution importante des tensions au voisinage du point de recoupe. (Les isochromes sont fortement dispersés).

332. Traçages en veine et voies de chantier.

A la suite des succès obtenus dans la recoupe des couches dangereuses, on a entrepris des essais du procédé dans les travaux préparatoires en veine. La technique pose des problèmes tout autres que dans

les travers-bancs. Notamment il n'existe pas de couverture de roche, ce qui exige une grande prudence et le maintien d'une couverture déjà traitée.

3321. Essais en galeries inclinées.

Généralement, on maintient un stot de charbon le long de la voie de base des tailles. L'évacuation du charbon exige le creusement de courtes cheminées-issues entre la voie et le pied de taille. De nombreux D.I. se produisent au cours de ces percements exécutés en avant du front de taille.

Les essais d'affouillement hydraulique ont eu lieu à l'aide de l'appareillage montré par la figure 23 et qui comprend essentiellement une presse hydraulique à l'aide de laquelle on enfonce un tube dans la couche.

L'enfoncement du tube est facilité par le monitor placé à l'intérieur et qui abat, par jet d'eau, le charbon situé en avant du tube. La presse hydraulique ne doit donc vaincre que la résistance de frottement entre le tube et la paroi de charbon. L'évacuation du charbon affouillé se fait par l'espace annulaire compris entre le tube et le monitor.

La figure 24 montre que la région soumise à haute pression se situe au milieu de la cheminée (*). On y effectue un affouillement intense de la couche par lente progression de la presse hydraulique de manière à former une grande cavité.

(*) Il s'agit de cheminées creusées à l'avant du front de taille dans le stot inexploité le long de la voie de base et qui servent à l'évacuation du charbon.

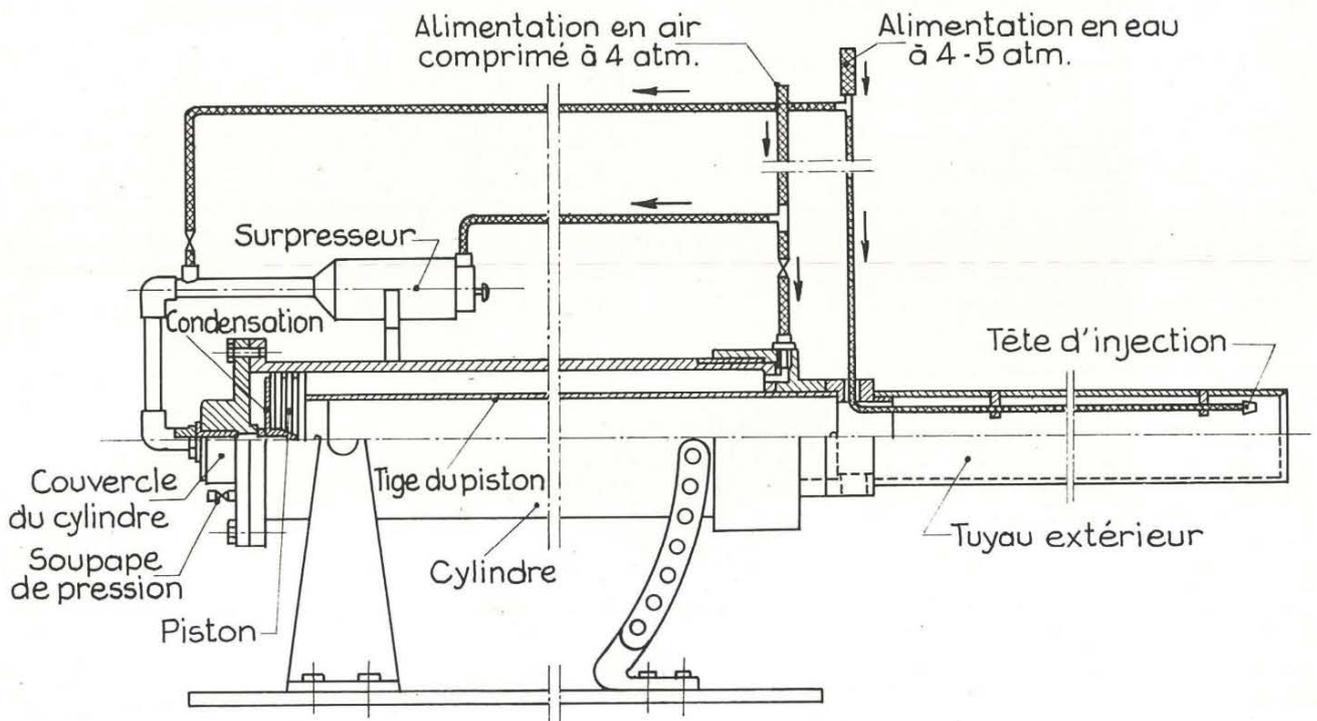


Fig. 23. — Appareillage utilisé pour l'affouillement hydraulique en montage.



a



b

Fig. 22bis. — Evolution du spectre des isochromes d'un modèle de recoupe de couche par affouillement hydraulique.

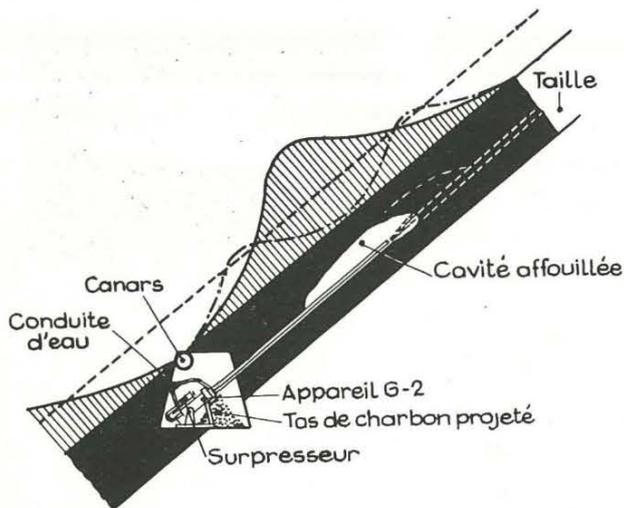


Fig. 24. — Régime des contraintes en avant du front d'un montage.

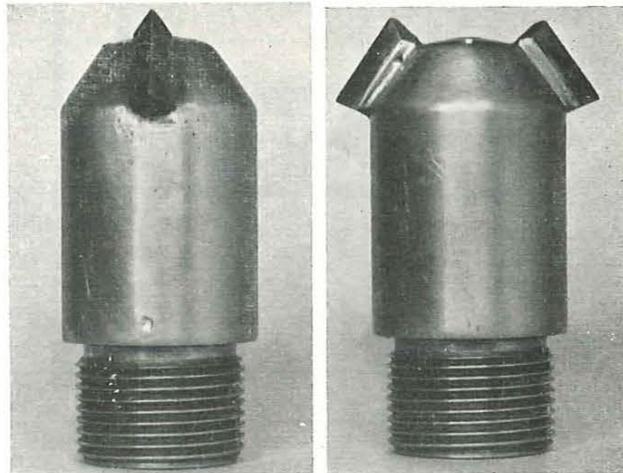
Dans des charbons tendres, le tubage rend de grands services, car il empêche l'éboulement du sondage, permet l'évacuation des produits et l'écoulement du grisou après le forage. L'inconvénient du procédé réside en ce qu'il n'est applicable que pour le creusement de montages très courts.

3322. Essais en galeries horizontales.

Dans les traçages horizontaux, on a exécuté des essais d'affouillement hydraulique à l'aide de sondeuses Turmag P IV/6 et P IV/12. L'affouillement est exécuté par une progression lente des barres de forage dans la couche avec rinçage intense. Ce procédé a permis de creuser plusieurs kilomètres de voies sans D.I. Mais un inconvénient réside en ce que les barres de forage restent souvent coincées dans le trou après un avancement de 6 à 10 m et qu'il faut alors recommencer un nouveau sondage. De plus, la réinstallation périodique d'une grosse sondeuse n'est pas économique.

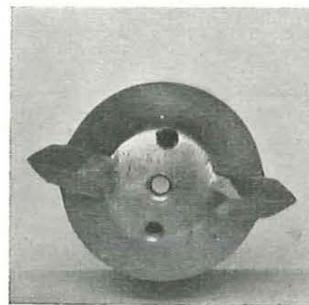
Pour éviter ces inconvénients et exécuter rapidement et simplement l'affouillement du charbon, le dispositif suivant dénommé « perforateur » a été mis au point. Le perforateur (fig. 25) est constitué par

un tube de petit diamètre (19 mm) et de 8 à 12 m de longueur qui sert à l'injection d'eau sous haute pression. Il est pourvu à son extrémité de deux taillants spéciaux (fig. 26). L'eau jaillit par 3 gicleurs situés à l'extrémité avant du tube et provoque l'affouillement du charbon (fig. 26). Le perforateur est



a.

b.



c.

Fig. 26. — Perforateur ou canne d'affouillement: vues de l'outil d'affouillement.

alimenté par une pompe Turmag HP 3-30 qui assure un débit de 25 à 30 litres/minute d'eau sous pression de 30 à 50 atm (fig. 27).

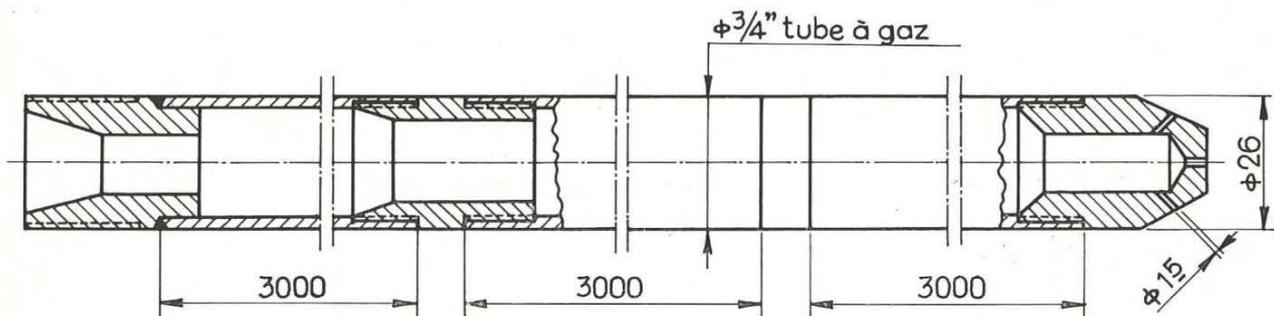


Fig. 25. — Perforateur ou canne d'affouillement: tube intérieur.

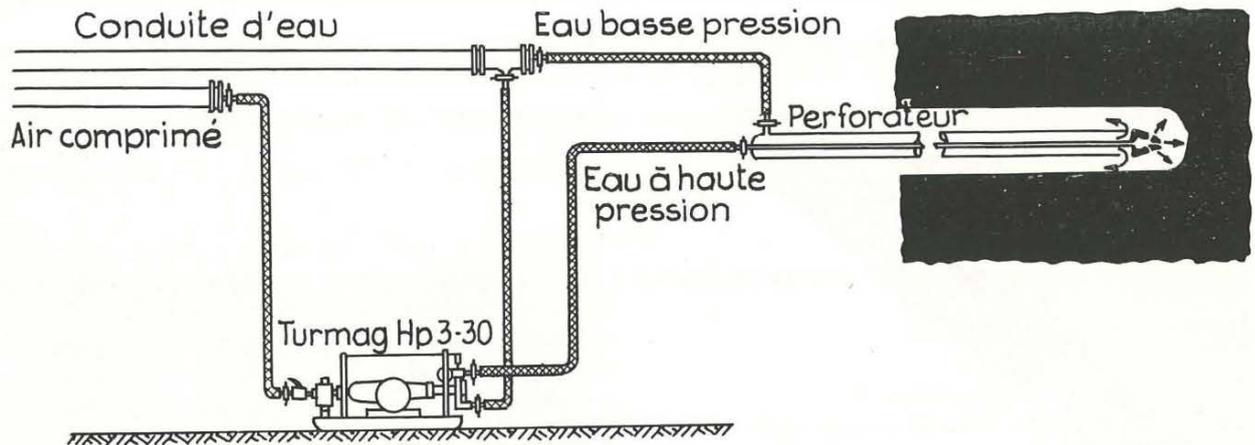


Fig. 27. — Dispositif de perforation hydraulique.

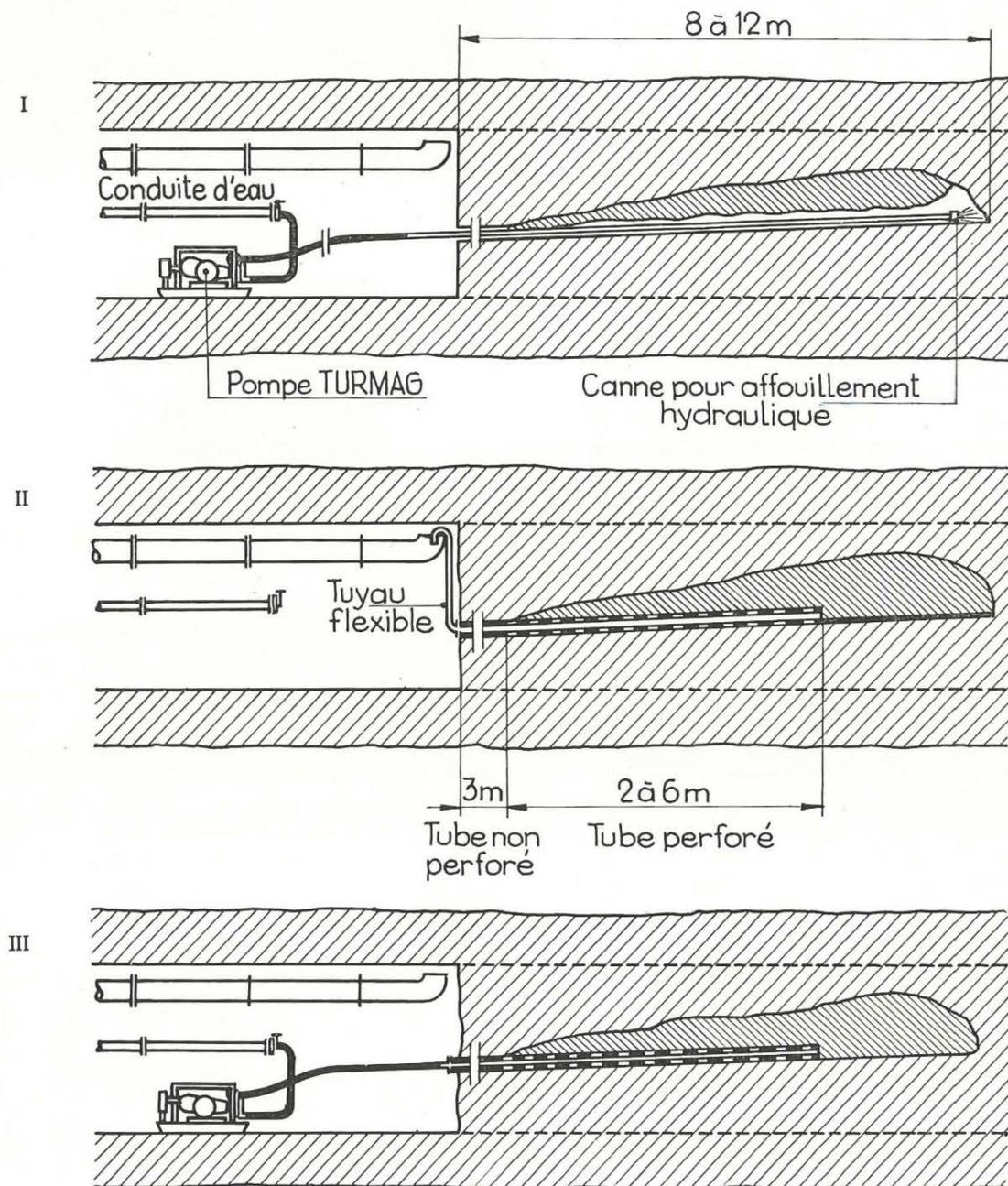


Fig. 28. — Les 3 phases de la perforation hydraulique.
 I Formation de la cavité
 II Dégazage
 III Injection d'eau sous pression

Ce dispositif spécial d'injection d'eau sous pression permet la perforation hydraulique sans qu'il soit nécessaire de forer préalablement un sondage. Le perforateur, de fabrication Turmag, est encore actionné manuellement par 4 ouvriers, mais on étudie un système de commande automatique à distance de façon que plus personne ne doive se tenir à proximité du front pendant les opérations.

Au cours de deux visites (le mardi 8 mai, dans la division de Pécsbánya, voie en couche 23 de 2,5 m à 3 m d'ouverture et le mercredi 9 mai, dans la division de Szabolcs, traçage en couche 11), nous avons pu suivre le déroulement de la perforation hydraulique qui comprend en réalité les 3 phases suivantes :

- 1) la perforation hydraulique de 2 trous ;
- 2) le dégazage de la couche ;
- 3) l'injection d'eau sous pression.

La figure 28 illustre ces trois phases.

La première phase (fig. 28 - I et photo de la fig. 29) a pour but de former effectivement 2 cavités. Les deux trous sont perforés à la longueur de 10 m environ, une couverture de 3 à 4 m étant maintenue sur chaque série de trous.

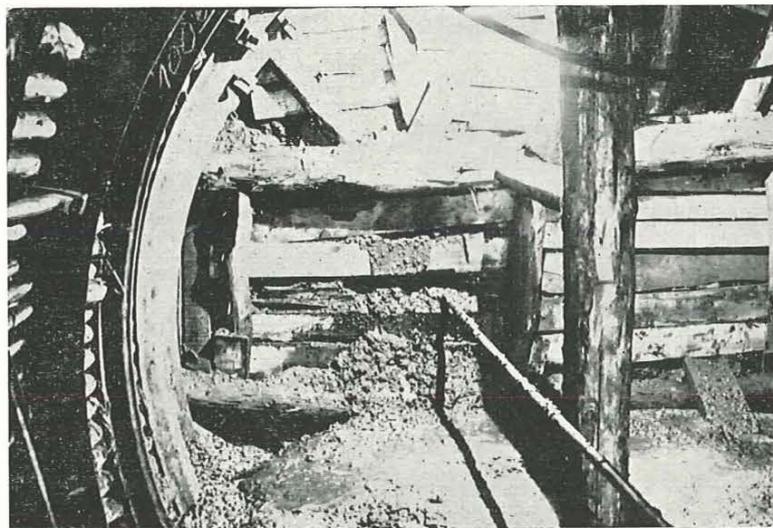


Fig. 29. — Photo prise au cours de la perforation hydraulique : phase de formation de la cavité.

La formation de la cavité se déroule généralement de la manière suivante :

- Les trois premiers mètres se comportent tranquillement en veine régulière. Cette zone (couverture des trous précédents) a déjà été détendue et dégazée.
- Au-delà de cette longueur de 3 m, le dégagement de gaz devient brusquement beaucoup plus intense ; il est suivi de projections de charbon jusqu'à 5 - 6 m du front. Les projections s'écoulent sous forme de boues, mais dans les traçages, cela

ne constitue pas une gêne car la galerie peut être nettoyée à mesure de l'avancement.

- Le dégagement de gaz et les projections de charbon atteignent leur maximum vers 5 à 8 m en avant du front, puis ils se stabilisent avec une intensité un peu moindre.
- Après avoir extrait une certaine quantité de charbon, le soutènement subit une certaine pression qui persiste jusqu'à la fin de la perforation. On observe des coulissements de cadres. Dans certains cas, tous les cadres coulissent simultanément de 10 cm jusqu'à 20 m à l'arrière du front. A ce moment, on arrête l'injection d'eau.
- Durant l'exécution du second trou d'affouillement, les phénomènes de dégagement de gaz et de projection de charbon sont plus intenses.
- On peut exécuter un trou de 8 à 12 m de longueur et extraire 3 à 4 m³ de charbon en moins d'une demi-heure.

La seconde phase (fig. 28 - II) a pour but d'assurer l'évacuation du gaz qui s'échappe de la couche.

On introduit au fond de la cavité créée par le jet d'eau, une tuyauterie de 1.1/2" (33 mm) et d'une longueur égale à celle du trou moins 3 mètres (fig. 27). Cette tuyauterie est composée d'éléments de 1 m de longueur de façon que la tuyauterie puisse être démontée à mesure de l'avancement. Les 3 premiers éléments sont des tubes à paroi pleine, les autres éléments sont perforés de 50 trous de 5 mm de diamètre, pour que le gaz qui s'échappe de la couche puisse pénétrer dans la tuyauterie. La tuyauterie est enfoncée autour du tube d'affouillement.

Dans la plupart des cas, la cavité s'est déjà refermée et, pour faciliter l'introduction de la tuyauterie extérieure, il faut injecter de l'eau sous haute pression par le tube d'affouillement. Après la mise en place de la tuyauterie, on enlève le tube d'affouillement. En général, une quantité importante de grisou s'échappe alors de la veine : en 24 heures, cette quantité atteint la valeur de 3.000 à 5.000 m³. On envisage d'aspirer ce gaz dans les conduites de captage de manière à éviter le mélange du grisou à l'air de ventilation de la mine.

La durée des opérations des 2 premières phases varie de 3 à 4 heures pour les deux trous.

La troisième phase ou phase d'injection d'eau sous pression est représentée par la figure 28 - III. On introduit la canne d'injection dans un trou et on injecte de l'eau sous pression. Cette injection chasse le gaz par le trou voisin.

La veine foisonnée serre si fortement la tuyauterie placée lors de la seconde phase que l'étanchéité est suffisante au bout de 1/2 h à 8 h pour permettre cette injection.

L'injection poursuit deux buts : 1° empêcher l'écoulement du charbon et 2° diminuer la formation de poussières.

La pression d'injection atteint 45 à 50 atm. La durée d'injection est de 15 à 25 minutes pendant lesquelles on injecte 450 à 750 litres d'eau.

Résultats de la méthode de la perforation hydraulique.

La méthode a été appliquée dans plus de 300 voies horizontales en couches. La longueur moyenne des cavités a été de 9 m, correspondant à un avancement de 6 m pour garder une couverture de 3 m.

L'avancement des traçages traités par perforation hydraulique se fait sans tirs d'ébranlement.

La figure 30 met clairement en évidence l'efficacité de cette technique. De septembre 1960 à décembre 1961, on a porté sur le graphique, la longueur totale des galeries creusées par mois et la longueur creusée avec application du procédé de perforation (courbes a et b). Les tronçons de galeries creusées avec perforation hydraulique n'ont donné aucun D.I. (points noirs). Les tronçons de galeries creusées avec application d'autres procédés de prévention (tirs d'ébranlement, sondages) ont donné 16 D.I.

Le graphique montre encore que le procédé de perforation est de plus en plus souvent employé, tandis que les autres ont tendance à être abandonnés, sauf lorsque la perforation n'est pas possible à cause de dérangements. Dans ce dernier cas, le tir d'ébranlement reste obligatoire.

Le procédé de perforation est aussi utilisé dans les montages, mais son application est plus dangereuse à cause de la pente. On construit alors un bouclier solide contre le front. On étudie aussi la possibilité d'une commande à distance. On maintient une couverture plus épaisse (4,5 à 5 m) sur des trous de 10 m. Jusqu'à présent, une quarantaine de montages ont été traités sans ennuis par le procédé de perforation.

En résumé, la méthode présente les avantages suivants : la perforation se fait sans bruit et les phénomènes sont bien observables. L'encombrement réduit et le poids faible de l'appareil permettent de l'utiliser dans n'importe quelle section. On peut appliquer la méthode dans les couches minces. En cas de petits dérangements, on peut facilement faire dévier la direction du trou et, dans une certaine mesure, suivre les ondulations de la veine.

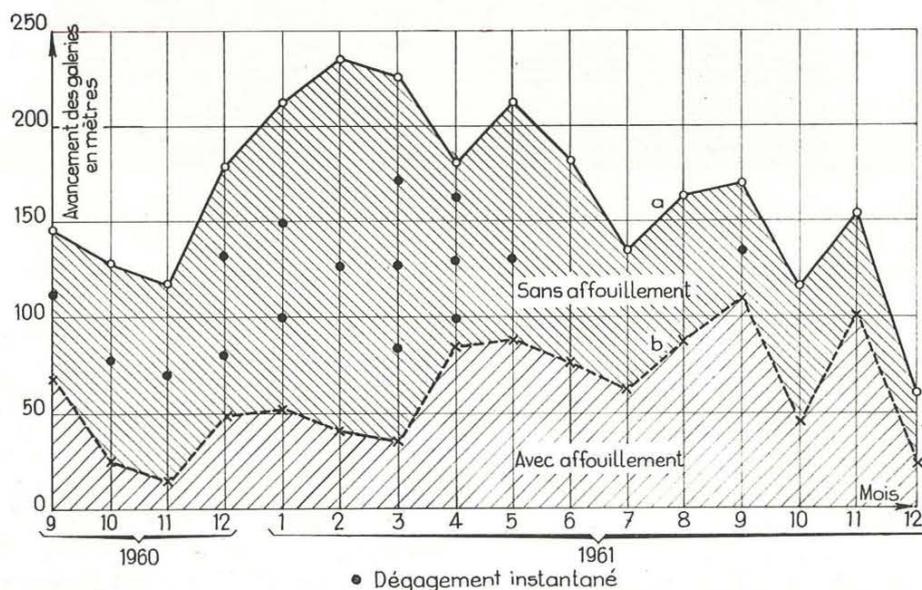


Fig. 30. — Suppression des D.I. dans les traçages par l'emploi du procédé de perforation hydraulique.

Au cours de l'opération, il se produit des à-coups de détente accompagnés de manifestations de faible intensité dans le massif de charbon situé en avant du front. L'étude de ces manifestations permettra de mieux comprendre le mécanisme des D.I. On essaiera de mesurer la vitesse de la détente et la vitesse du dégazage au cours des travaux d'affouillement.

3323. *Soutènement rigide et soutènement élastique du front dans les chantiers clos.*

Pour ralentir les écoulements de charbons particulièrement tendres qui se produisent au cours de l'affouillement, on dresse un barrage solide et presque hermétique contre le front. On dit alors que l'on travaille par « chantier clos ». Les figures 29 et 31 montrent une photo et un schéma de ce bouclier. Deux longerons en bois *l* sont ancrés dans les parois

et entretoisés par les bois verticaux *e*. L'ensemble maintient une couverture constituée de planches (*pl*) contre le front. Chaque longeron est serré contre le front grâce à 3 poussards (*p*) appuyés, l'un sur un bois vertical calé sous le centre de la couronne de l'avant-dernier cadre de soutènement et les deux autres sur les 2 montants de ce cadre. Un bouclier aussi solide empêche toute manifestation importante de dégénérer en D.I. et il protège les ouvriers contre les projections violentes.

Si le barrage diminue efficacement l'écoulement de charbon, il s'oppose cependant au foisonnement (déplacement) de la couche et empêche la détente des épontes. Pour éviter cet inconvénient, on a mis au point un procédé de soutènement élastique du front (fig. 32).

Le front est barré par une cloison appuyée sur un système de plaques. L'assemblage est ancré dans la couche par des boulons. Des éléments élastiques sont intercalés entre les boulons et les plaques. L'ensemble du barrage peut dès lors se déplacer en même temps que la couche vers l'espace libre. Les boulons d'ancrage sont constitués de tronçons correspondant à une longueur de passe de façon que le barrage puisse être avancé de passe en passe. Le boulon d'ancrage est d'abord introduit dans un trou de sonde de 3 à 4 m de longueur. Si la longueur de passe est de 80 cm, l'avancement peut être protégé par un seul système d'ancrage sur la longueur de 2 à 3 passes.

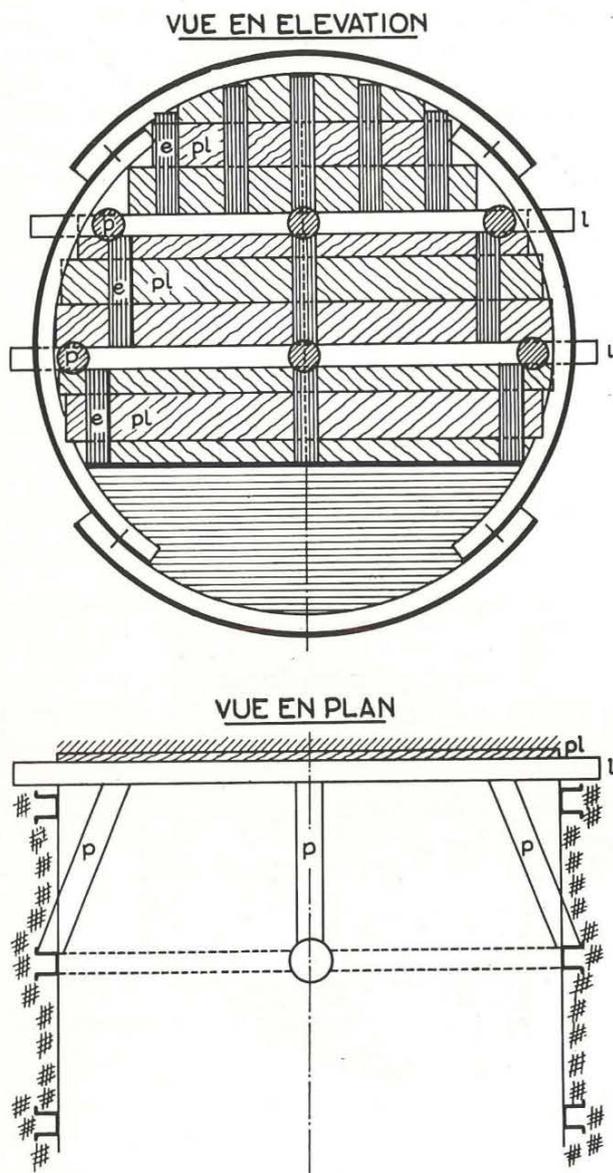


Fig. 31. — Soutènement rigide du front dans les chantiers clos.

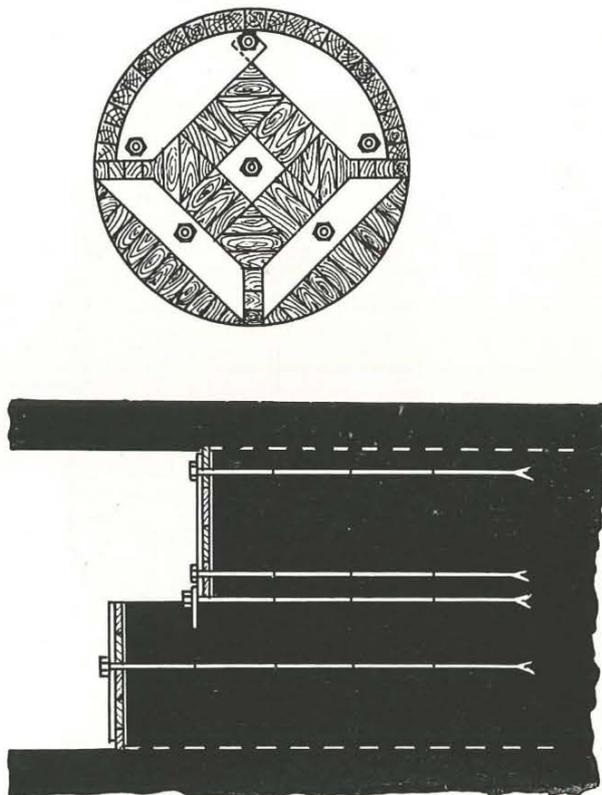


Fig. 32. — Soutènement élastique du front dans les chantiers clos.

333. Tailles.

Aucun procédé de prévention n'est appliqué en taille car ces ateliers sont indemnes de D.I. à cause de la nature et de la qualité du charbon et des éponges très tendres et très fluants et grâce au système d'exploitation par gradins droits. Nous avons visité une taille dans la couche 4 (ouverture = 1 à 2 m, pente = 45°) et une autre dans la couche 23 (ouverture = 2,5 à 3 m, pente = 80°) dans la division de Pécsbánya, où les gradins étaient abattus au marteau-piqueur et où le contrôle du toit se faisait uniquement par piles de bois.

Comme le charbon est très tendre, il n'offre aucune résistance mécanique, il s'écrase régulièrement en avant du front de taille et ne peut jamais devenir le siège de surcharges des terrains. Comme les éponges sont molles, l'affaissement du toit dans l'arrière-taille est régulier et rapide. Grâce à la méthode du front oblique et des gradins droits, l'ouvrier ne doit jamais entailler le front pour faire des marquages ; jamais il ne subsiste de stots ; jamais un éboulement de gradin ne peut dégénérer en D.I. comme c'est le cas dans les tailles en dressant à gradins renversés. On conçoit aussi que dans ces conditions le contrôle du toit puisse se faire par piles de bois, sans avoir recours au foudroyage.

34. Critique des procédés de prévention des D. I.

Les moyens de prévention des D.I. peuvent être divisés en 2 groupes : moyens qui provoquent les

D.I. en l'absence de personnel dans les chantiers (tirs d'ébranlement) et moyens qui ont pour but d'éviter les D.I. (sondages de détente et affouillement hydraulique).

Dans les mines de Pécs, la méthode des tirs d'ébranlement est inefficace car il se produit de nombreux D.I. retardés après les tirs. Cela est dû à la très faible dureté du charbon.

Les sondages de faible diamètre n'ont été d'aucune utilité et les sondages de grand diamètre (300 à 400 mm) ne sont pas applicables.

Les procédés d'affouillement hydraulique ont, par contre, donné des résultats remarquables.

Pour apprécier l'efficacité des nouveaux moyens de prévention, on étudie une méthode qui pourrait fournir une preuve que la détente a bien eu lieu. Cette méthode est basée sur la mesure de foisonnement de la couche en avant du front. On détermine la variation du foisonnement, en fonction du temps, par des mesures de résistance géoélectrique.

On connaît le procédé géophysique d'identification des couches par la mesure de la résistivité électrique des roches. Dans l'application de ce procédé, on fait varier la position des électrodes. Si l'on ne fait pas varier la position des électrodes, on peut mesurer la variation de la résistivité électrique en un point au cours du temps. Cette variation est notamment fonction de la fissuration des terrains sous l'effet du foisonnement.

L'appareillage de mesure comprend un potentiomètre Schlumberger, réalisé et employé conformément aux prescriptions de la Police des Mines.

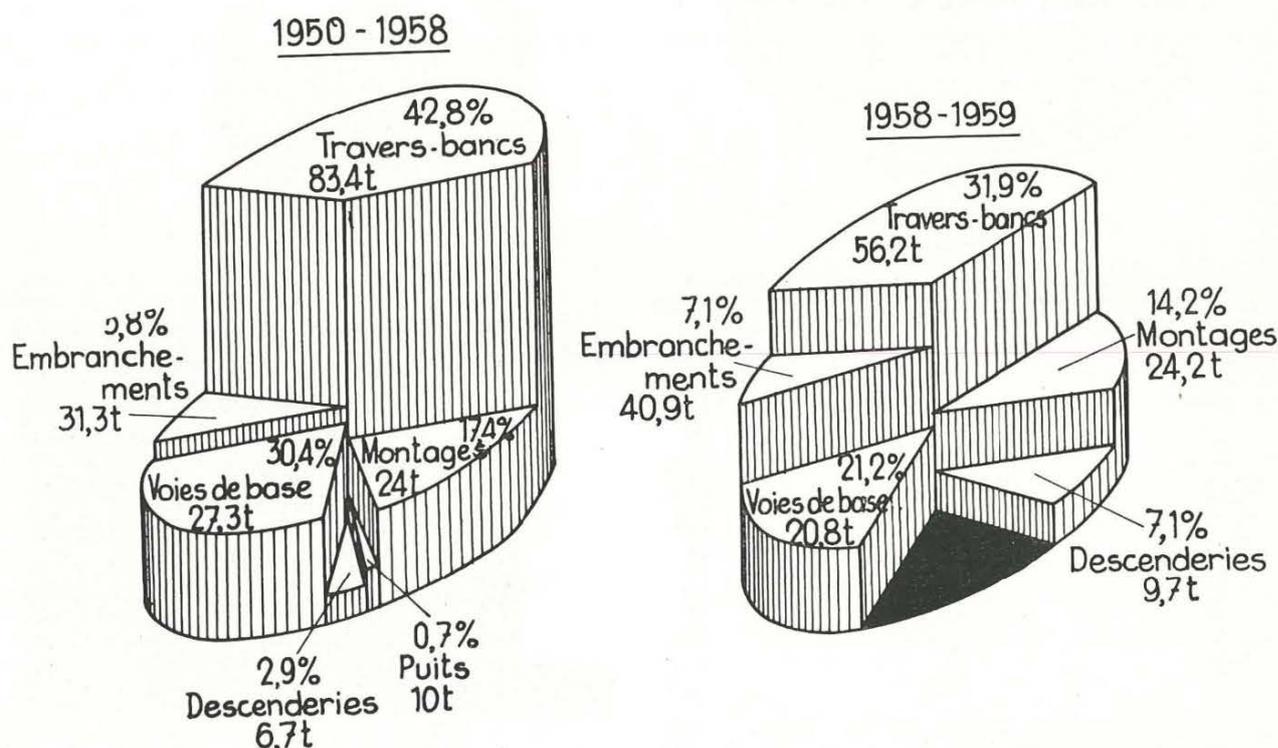


Fig. 33. — Réduction du nombre et de l'intensité des D.I. grâce à l'emploi des nouveaux procédés.

Les mesures de résistivité géoélectrique ont montré que :

- a) l'ordre de grandeur des variations renseigne sur la différence d'intensité du foisonnement ;
- b) l'importance du foisonnement, proportionnelle à l'accroissement de la résistivité, dépend de la grandeur des surfaces mises à nu ou du volume de matériaux extraits du massif ;
- c) l'importance et la fréquence des variations de la résistivité montrent que la création d'une cavité importante en avant du front, par affouillement hydraulique de la couche, assure le mieux le foisonnement et naturellement aussi la suppression des D.I.

35. Résultats obtenus dans la lutte contre les D.I.

L'application des procédés d'affouillement hydraulique a mis fin à l'augmentation du risque de D.I. Dans les chantiers où l'on applique les nouvelles méthodes, il ne se produit plus de D.I. Au lieu de 17 D.I. par million de tonnes au cours de la période 1945-1955, on ne compte plus que 7 D.I. par million de tonnes pour la décennie 1950-1960.

La figure 33 montre la répartition des manifestations du gaz selon la nature des chantiers et la répartition de leur intensité avant la période des essais et au cours du démarrage des nouvelles techniques. Les angles des secteurs représentent les pourcentages de manifestations. La hauteur des colonnes représente leur intensité. Le secteur noirci représente la diminution du nombre de D.I. au cours de la première année d'essais de ces techniques.

D'autre part, le sentiment de sécurité a augmenté. Aucun D.I. important n'a plus dérangé la progression normale des chantiers ; la vitesse d'avancement a augmenté. Les possibilités d'électrification et de mécanisation commencent à se faire jour.

BIBLIOGRAPHIE

1. Le numéro 8-9 de septembre 1958 de la revue hongroise « *Bányászati Lapok* » est consacré aux charbonnages de Pécs. Ce numéro comprend les articles suivants :
 - I. Tamásy. — Le développement des charbonnages de Pécs. - pp. 506-521.
 - L. Fejér. — Les résultats atteints jusqu'à présent dans le domaine des recherches géologiques relatives au développement des charbonnages de Pécs - pp. 521-527.
 - L. Szirtes. — Danger du gaz et d'éruption de gaz dans les mines de Pécs. - pp. 528-534.
 - K. Koncsag, G. Székely, J. Ebinger. — La plus grande éruption de gaz des charbonnages hongrois. - pp. 535-542.
 - L. Szirtes. — Prévention des dégagements instantanés de gaz dans les travers-bancs. - pp. 543-545.

- A. Radó. — Première année de captage de grisou à l'échelle industrielle à Vasas. - pp. 546-558.
- K. Ember. — Méthodes pratiques pour éviter et maîtriser les feux résultant d'auto-ignition dans le bassin houiller de Pécs. - pp. 558-569.
- B. Szirtes. — Service de sauvetage minier des charbonnages du bassin de Pécs. - pp. 570-576.
- Z. Baka. — Les possibilités de mécanisation des charbonnages de Pécs. - pp. 576-583.
- J. Madas. — Quelques questions sur la production de charbon à coke à Pécs. - pp. 584-591.
- E. Herrfurth. — Expériences et possibilités futures de développement de l'usine moderne de préparation des charbons de Pécsujhegy. - pp. 592-599.
- S. Somkúti. — Expériences avec des charbons vieillis. - pp. 600-604.
- I. Szébényi. — Détermination rapide du pouvoir cokéfiant des charbons. - pp. 604-607.
- J. Bank, T. Pál, V. Seres, L. Szirtes. — La question de la silicose dans les charbonnages de Pécs. - pp. 607-614.
- S.K. Mahner. — Consolidation des poussières par l'imbibition du front. - pp. 614-623.
- F. Cziha, G. Bárdos. — Choix d'une substance pour la construction de barrages de poussière inerte contre les coups de poussières. - pp. 624-626.
- D. Masszi. — Essais de tirs à micro-retards pour accélérer le creusement des galeries au rocher. - pp. 627-634.
- A. Babics. — Traits importants de l'histoire du développement des charbonnages du bassin houiller de Pécs. - pp. 635-642.

2. Autres références bibliographiques.

- Z. Ajtay. — Informationsbericht über die Arbeit des Forschungsinstituts für Bergbau in der Volksrepublik von Ungarn. Tiré à part de l'Institut de Recherches Minières de Budapest - 29 janvier 1962 - 9 pp.
- Chardon, Colas, Grisard, Vuchot. — La Hongrie Minière - Revue de l'Industrie Minérale - déc. 1961 - pp. 803-830.
- P. Stassen, R. Vandeloise. — Essai de prévention des D.I. par affouillement hydraulique d'une couche préalablement à sa recoupe par un bouveau au siège Ste-Marguerite de la S.A. des Charbonnages du Centre - Bulletin Technique « Mines » d'Inchar n° 88 - mai 1962.
- L. Szirtes. — Nouveaux moyens de lutte contre les dégagements instantanés de gaz dans les charbonnages de Pécs. - *Bányászati Lapok* 1960 - 10 - pp. 660-675 et 1960 - 11 - pp. 754-765.
- L. Szirtes. — Vermeidung gefährlicher Gasausbrüche während der Schichtzeit im Lias - Kohlengbiet von Pécs. - *Freiberger Forschungshefte A* 183 - janvier 1961 - pp. 46-63.
- L. Szirtes. — Prévention des dégagements instantanés par affouillement hydraulique préalable de la couche pour éviter l'envahissement des quartiers d'exploitation par des mélanges gazeux explosifs. - Conférence internationale des directeurs de stations d'essais - Varsovie - octobre 1961. Communication n° 68.
- R. Vandeloise. — Aperçu des nouvelles méthodes appliquées pour la recoupe des couches à dégagements instantanés par des bouveaux. - Bulletin Technique « Mines » d'Inchar n° 87 - avril 1963.