

# Les pressions et les mouvements en terrains tendres <sup>(1)</sup>

J. VENTER,  
Directeur d'INICHAR

par  
et

P. STASSEN,  
Directeur des Recherches à INICHAR

Les roches constituant le terrain stérile des différents gisements houillers d'Europe et du monde paraissent, à première vue, semblables ; elles ont cependant des propriétés mécaniques très variables. La résistance à la compression simple, par exemple, varie entre 25 kg/cm<sup>2</sup> et 1500 kg/cm<sup>2</sup>.

Ces propriétés dépendent de la nature des roches, de la dimension de leurs éléments constitutants, de leur pétrification plus ou moins avancée, de leur fissuration, etc...

Les terrains où le grès domine sont durs et élastiques jusqu'à grande profondeur. Ceux qui contiennent une proportion élevée de schiste et de charbon sont tendres et fluent aisément déjà à faible profondeur. En d'autres termes, la nature pétrologique des roches joue le rôle principal. L'épaisseur des bancs et leur mode d'empilage jouent également un rôle important dans la tenue des terrains. Une alternance de bancs minces de roches de nature différente résiste moins bien à la flexion qu'un seul banc épais d'une roche moins solide.

De même, des bancs minces fournissent au soutènement un appui moins bon qu'un banc épais d'une roche moins solide ; en effet, les bancs minces cèdent facilement l'un après l'autre sous l'action des efforts tranchants qui naissent en bordure des pièces de soutènement et l'étau ou le cadre pénètre facilement dans la roche.

Pour apprécier la qualité des terrains qui entourent une excavation, il ne suffit pas de mesurer en laboratoire les qualités intrinsèques des roches qui interviennent, il faut aussi tenir compte des propriétés mécaniques des bancs, de leur compacité, de leur homogénéité, de leur épaisseur, de leur fracturation naturelle ou induite par les travaux d'exploitation.

(1) Communication présentée au Congrès International sur les Pressions de Terrains, organisé à Leipzig, en octobre 1958, par la Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Sektion für Bergbau.

Jusqu'à présent, ces deux facteurs, qualité des roches et qualité des bancs, ne semblent pas avoir été pris suffisamment en considération pour le choix des méthodes et des procédés d'exploitation. Trop souvent, les désordres observés dans les travaux sont attribués à la profondeur et aux fortes pressions de terrains.

La profondeur joue certainement un rôle, mais n'est pas seule en cause. On connaît des terrains à grande profondeur qui sont meilleurs que des terrains à faible et même à très faible profondeur.

Depuis sa création, Inichar a étudié ce problème théoriquement et expérimentalement. Il lui paraît maintenant possible d'énoncer la loi très simple qui régit ces phénomènes :

« La poussée au vide des roches, qu'elle soit descendante, ascendante ou latérale, dépend essentiellement de l'épaisseur totale des terrains de recouvrement, de la dureté de ces terrains et de la dureté des terrains encaissant le vide.

Ce sont les terrains voisins du vide considéré qui jouent le rôle le plus important, mais les bancs surincombants plus éloignés exercent aussi une influence. Ce dernier facteur peut varier en fonction des conditions antérieures. Des terrains, remués par une exploitation précédente, n'auront plus la même influence sur les exploitations sous-jacentes que des terrains vierges.

La qualité des roches peut être également fort influencée par l'humidité et les dérangements tectoniques. »

Enfin, il résulte également des travaux d'Inichar en ces dernières années que, dans les plus mauvaises conditions de terrains actuellement connues, il est possible d'adopter une découpe de gisement, un planning d'exploitation et des formes de soutènement assurant un contrôle efficace des mouvements du terrain en taille et en galerie.

**I. Principes du découpage du gisement en terrains tendres.**

Entre 1920 et 1930, les exploitants des mines de Campine furent confrontés avec de graves problèmes de pressions de terrains. Il s'avéra que des méthodes et procédés d'une valeur éprouvée dans les bassins du Sud de la Belgique étaient inapplicables en Campine et l'on douta même de la possibilité d'exploiter ce gisement.

Ce n'est guère qu'après 1930 et pendant les quelques années qui suivirent que se dégagèrent les doctrines et les règles qui allaient en permettre la mise à fruit.

Elles sont à recommander pour toutes les exploitations profondes en plaine et pour les exploitations moins profondes de couches encadrées de terrains tendres.

Par terrains tendres, il faut comprendre ceux où la résistance propre des roches est faible par rapport aux tensions dues au poids des terrains surincombants et aux surcharges d'exploitation.

Dans les gisements constitués de telles roches, il faut apporter un soin tout particulier au choix du soutènement, au découpage du gisement et au planning d'exploitation, car ces facteurs ont une influence considérable sur la tenue du réseau de galeries.

La bonne tenue des galeries est la condition indispensable à une exploitation sûre et stable. La mauvaise tenue des galeries entraîne de graves complications dans les transports principaux, dans le déblocage des tailles, dans l'acheminement du matériel au chantier et dans la ventilation. On peut dire que, sans belles voies, aucune organisation n'est possible dans les travaux du fond.

Dans les gisements en terrain tendre, il ne suffit pas de choisir un soutènement adéquat, il faut aussi observer les règles suivantes dictées par l'expérience:

1°) Eviter en principe dans les champs exploités les stots et les massifs abandonnés de charbon, qui

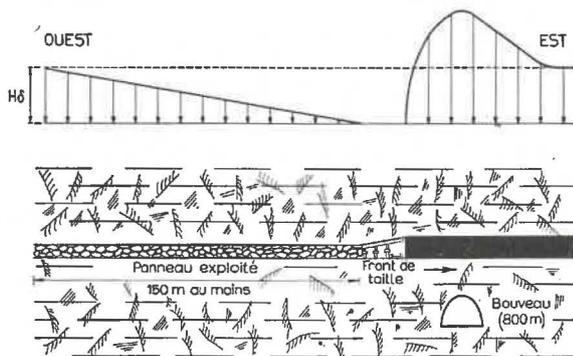


Fig. 1. — Le front de taille vient de 200 m à l'ouest et s'approche d'un bouveau de recoupe déjà creusé. L'onde de charge qui précède la taille et qui, à ce moment, a déjà atteint sa valeur maximum, agit sur les terrains qui surplombent le bouveau. Son revêtement va subir des sollicitations anormales et on doit s'attendre à une rupture d'équilibre dangereuse.

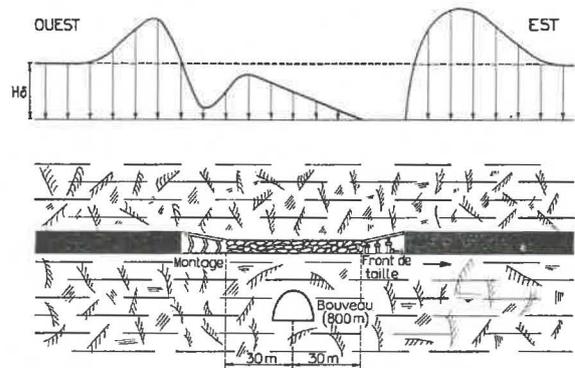


Fig. 2. — La taille a démarré à 30 ou 40 m à l'ouest du bouveau. De ce fait, quand la taille passe au-dessus du bouveau, il n'y a pas encore d'onde de charge devant la taille et le bouveau ne souffre pas. Après le passage de la taille, le régime des pressions, un moment perturbé, remonte progressivement à la valeur  $H\delta$ . La taille sera soigneusement remblayée au voisinage du bouveau pour réduire les perturbations dans le massif.

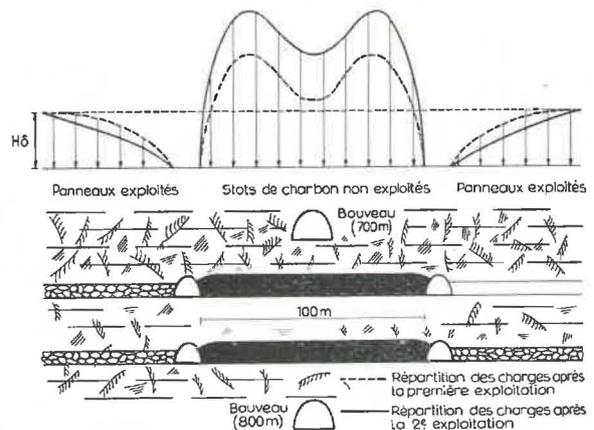


Fig. 3. — Des stots de charbon de 100 m de largeur ont été laissés dans le but de protéger les bouveaux de chassage déjà creusés aux étages de 700 et 800 m. L'exploitation des panneaux voisins a modifié le régime des pressions dans le massif houiller et a concentré les charges sur les stots où se trouvent les bouveaux. Les revêtements de ces bouveaux en solides claveaux de béton ont été complètement écrasés par ces sollicitations additionnelles.

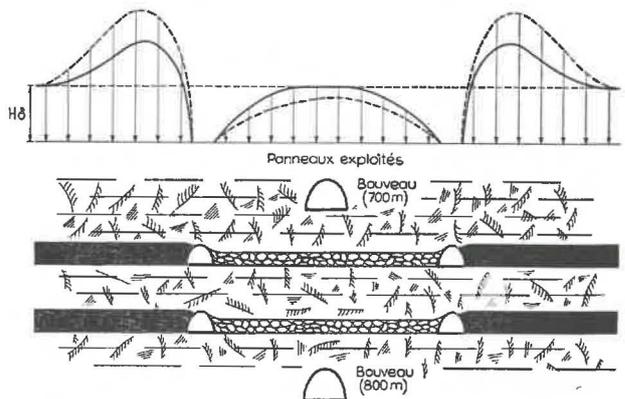


Fig. 4. — Les bouveaux de chassage à 700 et 800 m ont été creusés après l'enlèvement du charbon dans les 2 couches sus ou sous-jacentes par des tailles de détente. Ces bouveaux sont situés dans des zones où le régime des pressions ne sera plus perturbé par le démarrage des exploitations voisines.

constituent des « surépaisseurs » dans le massif et deviennent le siège de surpressions pouvant se transmettre à distance. La stabilité des excavations situées au-dessus, en dessous ou en bordure de ces massifs est généralement précaire (fig. 1, 2 et 3).

2°) Creuser les galeries principales en terrains détendus. Par exemple, avant de prolonger un bouveau au-dessus ou en dessous d'une couche que l'on vient de recouper, il y a lieu d'en enlever un large panneau, ce qui provoque la détente désirée (fig. 4 et 5).

6°) Eviter d'employer d'anciennes voies pour l'exploitation de nouvelles tailles, pour la même raison.

Quand un chantier a atteint la limite d'exploitation, il convient de dégarnir complètement les voies et de reprendre tous les cadres. Lors de l'exploitation du panneau voisin, on creuse une nouvelle voie à 4 ou 5 m de l'ancienne en ayant soin d'enlever le charbon entre les deux voies et de remblayer le vide.

7°) Proscrire l'exploitation simultanée de couches superposées. Dans un faisceau de couches relative-

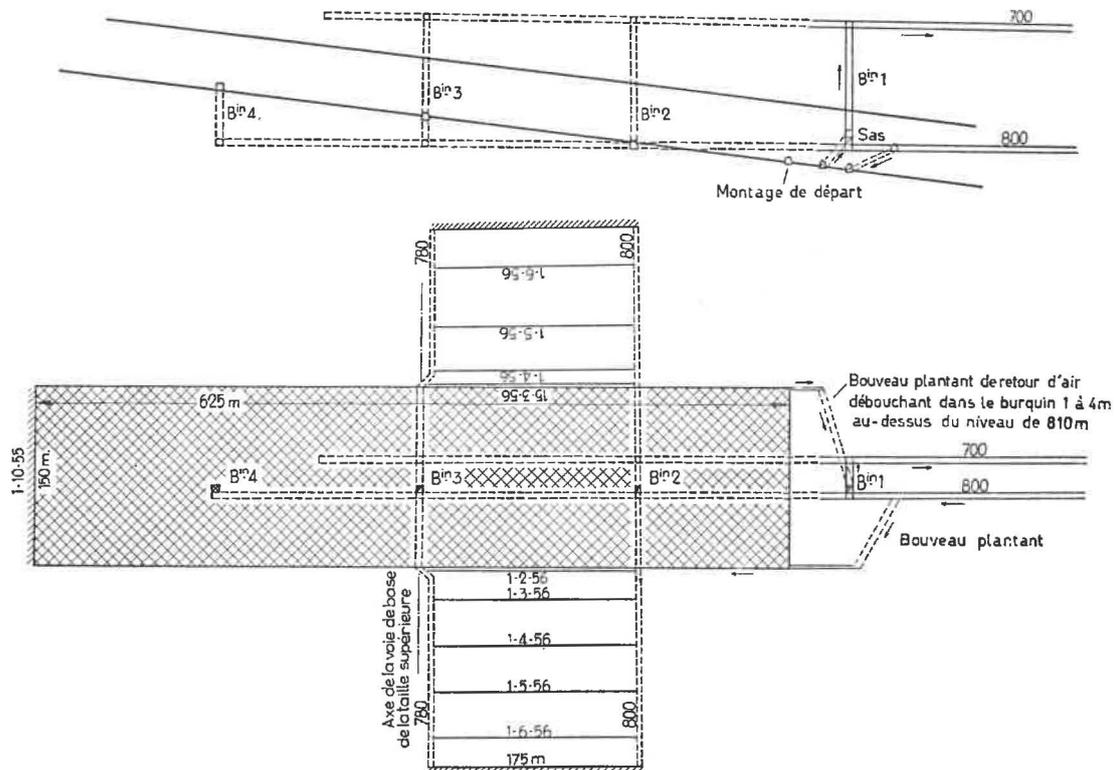


Fig. 5. — Recoupe d'une couche par le toit. Enlèvement d'une taille de détente dans chacune des 2 couches avant le creusement des bouveaux et des burquins.

3°) Eviter de pousser les galeries de chantier à plus de 4 à 5 m en avant du front d'abattage. Sans cette précaution, la galerie pénètre dans la zone surchargée qui précède le front.

D'après des mesures effectuées aux Pays-Bas [1] et en Allemagne [2], l'onde de pression qui précède une exploitation peut atteindre 1,5 à 4 fois la pression  $H\delta$  qui règne à cette profondeur (fig. 6).

4°) En application de ce principe, proscrire dans une même couche le chantier à tailles multiples décalées l'une par rapport à l'autre.

La suppression en avant d'une taille détruit le tronçon de voie qui donne accès à la taille précédente.

5°) Eviter les exploitations rabattantes pour la même raison. Cette méthode est sans doute recommandable à faible profondeur et quand la tenue des galeries le permet. Elle est inapplicable dans les gisements où les roches sont peu résistantes.

ment rapprochées, on évitera de prendre en même temps deux exploitations superposées (voir 10°).

8°) Espacer les chantiers que l'on prend en même temps, de façon à les mettre chacun dans les meilleures conditions de sécurité, d'attelée intensive et d'avancement rapide.

9°) Eviter les courbes et les angles dans les galeries. Ces zones sont toujours vulnérables. Il convient de creuser des galeries aussi rectilignes que possible.

10°) Soustraire les chantiers d'exploitation et autres travaux à l'influence perturbatrice d'une taille en mouvement. Dans un même champ, l'exploitation d'une deuxième couche ne sera entamée que quand le régime des pressions, perturbé par le passage de la première exploitation, aura trouvé un nouvel état d'équilibre.

Les règles 7 et 10 sont tout spécialement à observer dans les gisements grisouteux pour une autre

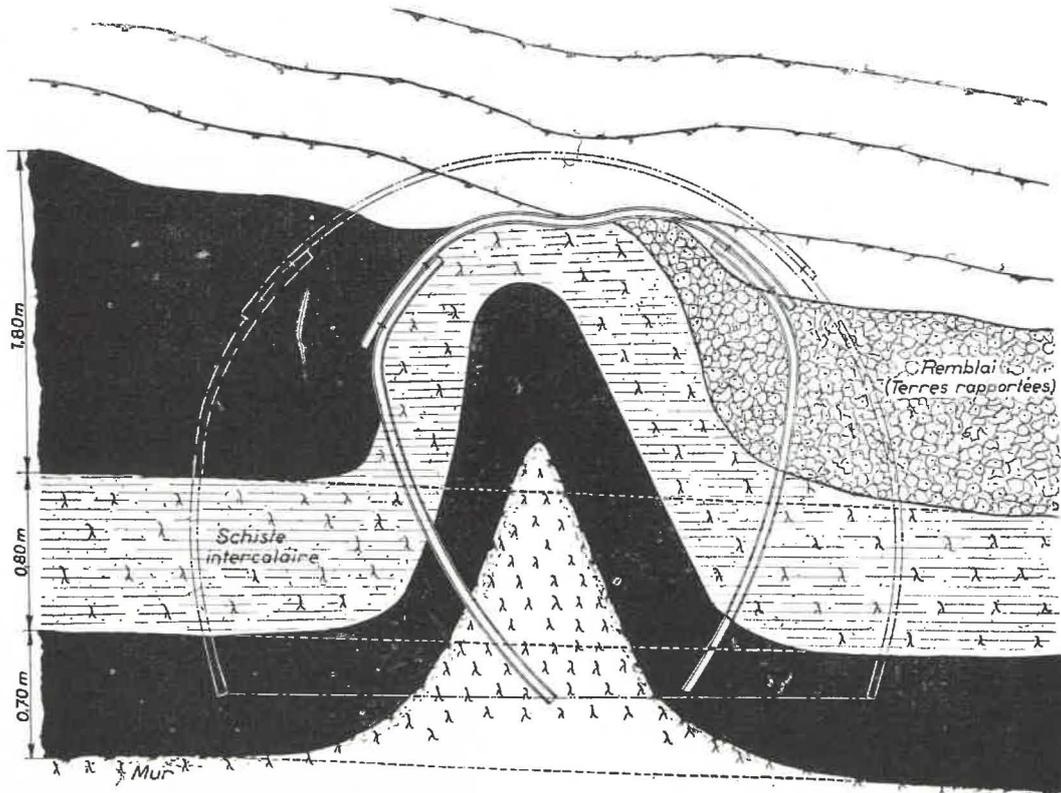


Fig. 6. — Fluage des roches dans une galerie, provoqué par l'onde de pression en avant d'une taille (bassin de Campine). La section est entièrement comblée par pénétration des montants dans le mur et par fluage du mur vers la couronne de la galerie. Le même phénomène a aussi été observé en l'absence de charbon dans le mur.

raison. La détente produite par une exploitation dans les terrains surincombants donne lieu à une émission parfois intense de grisou provenant des couches et veinettes se trouvant dans cette zone détendue. Les chantiers, montages, galeries et autres excavations se trouvant dans ladite zone servent de larges drains et se remplissent de grisou. Ce phénomène est utilisé dans la technique du captage.

11°) En terrains tendres, le soutènement des galeries doit comporter de larges surfaces d'appui, aussi bien au toit qu'au mur pour diminuer la pression unitaire de contact et éviter le poinçonnage et la fracturation des terrains.

12°) Si les roches entourant une galerie sont peu résistantes et si leur charge de rupture à la compression simple est inférieure à la pression  $H\delta$  correspondant à la profondeur, il faut adopter des revêtements continus et circulaires, formés de claveaux de béton par exemple, pour former un manteau suffisamment résistant.

La découpe du gisement et le planning d'exploitation doivent toujours être établis avec les deux objectifs suivants qu'on retrouve dans toutes les règles énoncées ci-dessus :

1) Éviter les stots et les massifs abandonnés qui deviennent le siège de charges concentrées et qui

peuvent être assimilés aux piles d'un pont. Il est dangereux de creuser des galeries dans, en dessous ou même directement au-dessus de ces piliers.

2) Soustraire les réseaux de galeries et les chantiers d'exploitation à l'influence perturbatrice d'une taille en mouvement dont l'effet peut être assimilé à celui d'un rouleau compresseur.

## II. Etude des soutènements

### A. En bouveaux.

En Belgique, dans le bassin de Campine, les terrains sont généralement constitués de schistes très tendres. Dans les galeries, les soutènements en cadres métalliques habituels ou même circulaires posés à très courte distance les uns des autres (40 à 60 cm d'axe en axe), se sont presque toujours révélés inefficaces.

Les roches, qui au creusement paraissent fermes, s'altèrent rapidement sous l'action de l'air chaud et humide. Ces roches n'offrent plus aucune résistance aux poussées et fluent comme de l'argile dans les vides laissés entre les éléments de soutènement. Ceux-ci se déforment sous l'action de cette poussée centripète et entraînent des travaux d'entretien onéreux.

L'expérience a conduit à utiliser pour les bouveaux, qui constituent le réseau de galeries principales aux différents étages, des revêtements circulaires complets formés de solides claveaux de béton. Actuellement, plus de 60 % des bouveaux de Campine, soit 325 km, sont revêtus de cette façon. Le béton de ces claveaux a une résistance à la compression qui varie entre 750 et 900 kg/cm<sup>2</sup>. Pour donner à ce revêtement circulaire une certaine déformabilité, on interpose entre les claveaux des planchettes en bois de 2 à 4 cm d'épaisseur. Ces joints compressibles, qui sont au nombre de 50 dans une section, donnent au soutènement la possibilité de se rétracter de 1 m à 1,40 m sur le pourtour. Ce cé dage est rarement obtenu avec des cadres métalliques cou lissants dont les dispositifs cé dants présentent toujours le risque d'un blocage intempestif.

Des essais ont été effectués en laboratoire sur plusieurs claveaux à faces polies, empilés sans interposition de planchettes, et la rupture a été obtenue pour des taux de compression variant de 450 à 600 kg/cm<sup>2</sup>. En empilant les claveaux les uns sur les autres, on réduit fortement la résistance individuelle des éléments isolés. Ce fait ne peut s'expliquer que par les iné galités des surfaces en contact, qui donnent lieu à une répartition inégale des charges.

En interposant entre les claveaux des planchettes en bois blanc, comme cela se pratique dans les mines, on obtient la rupture des claveaux pour des taux de compression de l'ordre de 100 à 150 kg/cm<sup>2</sup>, et les premières fissures apparaissent déjà sur les surfaces latérales pour des taux de l'ordre de 50 à 75 kg/cm<sup>2</sup>.

Par la compression, le bois s'écrase et flue parallèlement aux fibres. Ce fluage fait naître dans les faces des claveaux des efforts de traction qui engendrent une fissuration et une fracturation des faces parallèles aux fibres pour des taux de compression très faibles ; en poursuivant la mise en charge, la rupture a lieu pour des taux de compression qui n'atteignent que 12 à 18 % de celui du béton des claveaux.

La rupture précoce est due, semble-t-il, dans ces essais aux efforts de traction et à des concentrations de charge provoquées par les nœuds dans le bois, c'est-à-dire par le manque d'homogénéité du matériau élastique.

Certains expérimentateurs déduisent de ces essais qu'il faut supprimer les planchettes entre les claveaux de façon à mieux utiliser leur résistance spécifique.

Inichar estime que, dans des terrains aussi tendres, il faut maintenir un soutènement relativement déformable. Dans tous les essais, on a constaté que les planchettes retardent la mise en charge des claveaux, mais accélèrent ensuite leur destruction.

Grâce aux planchettes, la détente des terrains peut être absorbée et répartie d'une façon régulière, sans induire de fortes sollicitations dans les claveaux. Au contraire, un revêtement sans planchettes, donc rigide, ne permet aucune détente des roches. Les poussées agissent rapidement sur les claveaux et les sollicitent très vite à un taux voisin de leur charge de rupture.

Des essais entrepris dans une mine de Campine confirment la nécessité de conserver le caractère déformable au soutènement des bouveaux en terrains tendres.

La photographie 7 montre deux sections contiguës d'un même bouveau, l'une avec planchettes entre les claveaux et l'autre sans planchettes. On constate



Fig. 7. — Photographie de la paroi d'un bouveau revêtu de claveaux de béton dans le bassin de Campine (charbonnage de Beeringen). A gauche, début de la section avec planchettes intercalaires et à droite, sans planchettes.

que, dans la section avec planchettes, les claveaux sont intacts, tandis que dans l'autre, ils sont pour la plupart fracturés et fissurés (fig. 8).



Fig. 8. — Photographie de la paroi du bouveau au milieu de la section sans planchettes intercalaires. Les claveaux sont fracturés et complètement déjetés (charbonnage de Beeringen).

Les essais en laboratoire ont eu cependant le grand mérite d'attirer l'attention sur la faiblesse de l'élément déformable qui conduit à une mauvaise utilisation de la haute résistance spécifique des claveaux, fabriqués cependant avec beaucoup de soin. L'objectif actuel est de rechercher, pour remplacer les planchettes, un matériau qui présente les qualités suivantes :

- 1) être assez souple et homogène pour absorber les inégalités du béton et répartir les charges ;
- 2) être le moins possible déformable en longueur et en largeur pour ne pas exercer par son fluage des efforts de traction sur les faces des claveaux ;
- 3) avoir une résistance à la compression suffisante pour ne pas s'écraser sous de trop faibles charges et conserver une certaine plasticité sous des charges croissantes ;
- 4) ne pas s'altérer sous l'action des eaux de mine ;
- 5) être si possible incombustible pour rendre le revêtement de ce vaste réseau de galeries totalement ignifuge.

Des essais ont eu lieu en laboratoire avec différents produits : déchets de bois comprimé, Nové, Linex (déchets de lin comprimé) et ont donné des résultats nettement plus favorables que les planchettes de bois. Le taux de compression à la rupture de l'ensemble claveaux-planchettes est remonté de 100 à 150 kg/cm<sup>2</sup> à 300 à 400 kg/cm<sup>2</sup>. Les essais dans la mine viennent d'être entrepris avec ces différents produits dont certains coûtent moins cher que le bois ordinaire. Les premiers résultats semblent encourageants.

### B. En voies de chantier.

Dans les voies de chantier, le soutènement ne peut et ne doit pas s'opposer à l'affaissement général du massif. Il doit au contraire le suivre sans offrir une résistance exagérée qui concentrerait les pressions et les cassures autour de la galerie : « Il doit tendre à permettre aux terrains du toit de la voie de s'affaisser en bloc et en même temps que les terrains adjacents en gardant leur compacité originelle ».

Ce résultat est obtenu dans les meilleures conditions en intercalant, entre toit et mur, de part et d'autre de la voie, des supports de même résistance, relativement compressibles et à très large base. Le

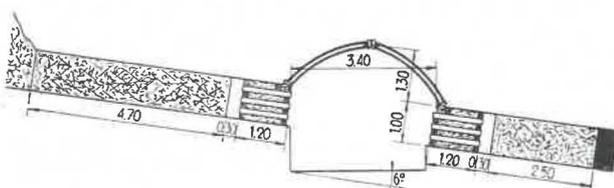


Fig. 9. — Cadres articulés sur piles de bois. Les piles sont édifiées dans toute l'ouverture de la couche. Les semelles des cadres sont placées sur le sommet des piles et les cadres sont entièrement dans le toit de la couche.



Fig. 10. — Aspect très satisfaisant d'une galerie en cadres articulés sur piles de bois au Charbonnage de Gosson-Kessales, à Liège, à 400 m en arrière du front de taille. Il n'y a eu aucun recarrage, et les terrains sont tendres.

remblai (4 à 5 m de remblai compact de part et d'autre de la voie) et les piles de bois, bourrées de pierres au parement de la galerie, conviennent parfaitement. La charge du toit est ainsi également reportée sur le mur, des deux côtés de la voie, sans distorsion latérale (fig. 9).

Les deux murs de remblai compact constituent des « surépaisseurs dans le massif » qui, dans ce cas, sont mises à profit pour libérer l'espace de la voie des fortes charges dues à la profondeur et fournir les appuis solides à une voûte de décharge transversale. Ils constituent le vrai soutènement ; le revêtement ne joue qu'un rôle de garnissage, d'ailleurs essentiel à grande profondeur.

Ce soutènement, pourvu de larges surfaces d'appui, ménage parfaitement les roches et évite le poinçonnage des épontes. Il permet de conduire des voies d'exploitation en plateure sans aucun recarrage durant la vie du chantier même en terrains tendres et fluants, pour autant qu'aucune perturbation anormale (accident tectonique, action d'un chantier voisin, irruption d'eau, etc.) ne se produise (fig. 10).

### C. En tailles.

Le soutènement de la taille ne peut s'opposer au mouvement général des terrains. Dans l'espace de la taille et à proximité, les épontes se rapprochent, donnant lieu à un mouvement d'inflexion inéluctable du toit et du mur, dont l'amplitude et l'extension dépendent de facteurs naturels et de facteurs d'exploitation. Le soutènement doit s'y adapter et offrir une résistance et un cédage appropriés, résistance qui ne varie guère avec la profondeur et qui est faible en regard de la pression originelle  $H \delta$ .

Mais la qualité des épontes joue un rôle capital. Elle se dégrade avec l'approfondissement et les épontes offrent souvent une résistance à la pénétration de l'étau inférieur à sa résistance au coulisement. Il en résulte un poinçonnage et une frac-

turation des terrains dont la cohésion et le comportement peuvent être profondément altérés.

Les travaux d'Inichar sur la résistance des murs ont montré qu'aux profondeurs comprises entre 700 et 1260 m, 30 % des couches ont un mur qui offre une résistance au poinçonnage inférieure à 5 t et 50 %, inférieure à 10 t pour des bases de 120 à 150 cm<sup>2</sup> qui sont celles des éléments de soutènement généralement employés en taille, en Europe Occidentale.

Dans les terrains tendres comme en Campine, l'emploi d'étauçons rigides en taille a causé de graves désordres dans les épontes et a même entravé la mécanisation de l'abatage dans les chantiers.

Le remplacement de ces étauçons, dont la portance est de 80 tonnes, par des étauçons hydrauliques dont la portance n'est cependant que de 20 tonnes, a amélioré considérablement la tenue du toit. Les grosses fractures, avec affaissement du toit de 15 à 20 cm, ont complètement disparu et le soutènement avec front dégagé, indispensable à l'emploi d'un rabot, a pu être réalisé sans difficulté.

L'expérience montre donc que des étauçons à portance modérée mais régulière et durable, indépendante du soin apporté au placement par l'ouvrier, donnent de bien meilleurs résultats que des étauçons plus puissants, mais durs, qui poinçonnent la roche et détruisent sa cohésion.

Les étauçons rigides prennent des charges élevées puis pénètrent profondément dans le mur, ce qui cause des affaissements brusques et importants du toit le long du front.

Les étauçons hydrauliques, au contraire, coulisent sous des charges modérées et laissent le toit fléchir lentement et régulièrement. On ne constate plus aucune cassure ouverte à front.

### Conclusions.

En terrains tendres, les poussées des roches vers le vide doivent être maîtrisées et contrôlées à l'aide

de soutènements solides, mais dotés d'une déformabilité suffisante.

Dans tous les travaux, que ce soit en bouvaux, en voies de chantiers ou en tailles, les soutènements rigides sont voués à une destruction précoce ou fracturent les terrains qui perdent alors toute cohésion.

Dans ces gisements, les charges reprises par le soutènement doivent être transmises au terrain par de larges surfaces d'appui pour éviter tout poinçonnage et maintenir l'intégrité des roches. La pression d'appui du soutènement ne doit jamais dépasser la résistance des roches entourant l'excavation.

Quand l'exploitation est conduite en respectant les principes énoncés ci-dessus pour le découpage du gisement, le planning d'exploitation et le choix des soutènements, on arrive à maintenir des sections convenables pendant toute la vie des quartiers et des étages sans frais d'entretien élevés.

Nous citerons, à titre d'exemple, les résultats remarquables obtenus dans une mine de Campine produisant régulièrement 7.000 tonnes par jour pour l'entretien de son vaste réseau de galeries. L'entretien des bouvaux et des burquins, qui ont une longueur totale supérieure à 80 km, occupe 3 hommes par 100 tonnes et l'entretien des voies de chantiers, 1,5 poste par 100 tonnes.

Ces performances n'ont pu être obtenues dans ce gisement difficile que par une observance stricte de tous les principes énoncés.

### Bibliographie.

- [1] CREUELS et HERMES. — Mesure des changements des pressions de terrains dans le voisinage d'un front de taille.
- [2] JACOBI O. — La pression sur la couche et sur le remblai. Conférences présentées aux Journées d'études internationales sur les pressions de terrains. Essen les 17 et 18 octobre 1956.

### SAMENVATTING

*De gesteenten die het steriel gedeelte vormen van de steenkolenafzettingen van Europa en van de wereld schijnen op het eerste zicht tamelijk gelijkaardig. Nochtans vertonen zij zeer uiteenlopende mechanische eigenschappen.*

*De terreinen waarin zandsteen overheerst zijn hard en elastisch tot op grote diepte. Degene die een groot gedeelte schiefer bevatten, zijn zacht en kwellen reeds bij tamelijk geringe diepte. De petrologische aard van het gesteente speelt dus een grote rol. De dikte van de banken en hun opeenvolging hebben eveneens een groot belang t.o.v. het gedrag der terreinen.*

*Om de hoedanigheid van de terreinen te beoordelen die een holte omgeven, is het niet voldoende in het laboratorium de intrinsieke eigenschappen van de gesteenten te meten. Men moet tevens rekening houden van de mechanische eigenschappen van de banken, van hun dichtheid, hun homogeniteit, hun dikte, hun natuurlijke geklieftheid en hun eventuele fracturatie veroorzaakt door vroegere ontginningswerken.*

Sinds zijn oprichting heeft Inichar dit probleem theoretisch en experimenteel bestudeerd. Uit deze studie kan men de eenvoudige wet afleiden die deze fenomenen beheerst :

« De neiging tot uitvloeien van de gesteenten naar de open ruimten, zowel dalend, stijgend of zijdelings, hangt essentieel af van de totale dikte van de bovenliggende terreinen, van de hardheid van die terreinen en van de hardheid van de terreinen die de holte omgeven.

De hoedanigheid van het gesteente wordt eveneens sterk beïnvloed door de vochtigheid en de technische storingen ».

Tenslotte volgt uit de vaststellingen van Inichar gedurende deze laatste jaren dat het zelfs in de meest ongunstige voorwaarden mogelijk is een indeling van de afzetting, een ontginningsplan en ondersteuningswijzen te kiezen die een doelmatige beheersing van de gebergtebewegingen in de pijlers en in de galerijen mogelijk maken.

---