

Soutènement en taille

par INICHAR

AVANT-PROPOS

Cette note constitue une mise à jour des publications d'Inichar sur le soutènement métallique en taille, à savoir :

- 1) Le numéro spécial des « Annales des Mines de Belgique » de février 1951, consacré essentiellement au soutènement métallique en taille et en galeries.
- 2) La Conférence Internationale sur les pressions de terrains et le soutènement dans les chantiers d'exploitation - Liège 1951.
- 3) Le soutènement en taille (complément) - A.M.B., juillet 1952, p. 526 à 539.
- 4) Journée des mesures relatives aux pressions de terrain et au soutènement, organisée par Inichar le lundi 15 juin 1953 - A.M.B., septembre 1953, p. 669 à 707.
- 5) Le soutènement à pression hydraulique et ses applications - Bultec « Mines » Inichar n° 40, mai 1954.
- 6) Le soutènement en tailles et en galeries à l'Exposition minière allemande, Essen 1954 - Bultec « Mines » Inichar n° 42, février 1955.
- 7) Journées des épontes et du soutènement organisées par Inichar les 2 et 3 juin 1955 - A.M.B., juillet 1955, p. 640 à 664, et septembre 1955, p. 803 à 839.

* * *

La note présente comprend :

- A. La mécanique du poinçonnage des murs dans les mines - traduction résumée d'un article de M. Jenkins.
- B. Les étançons
 - 1) Gerlach à frottement
 - 2) Dowty types « Monarch » et « Princesse » hydrauliques
 - 3) Dobson hydraulique
- C. Les soutènements marchants
 - 1) Le système Bolton
 - 2) Le système Seaman (Gullick)
 - 3) Le système Dowty
 - 4) Le système Sahe Somemi (SOMEMI)
 - 5) Le système Ritchie
- D. Piles hydrauliques.

* * *

Dans les chantiers mécanisés, les opérations de pose et de dépose du soutènement occupent une fraction de plus en plus importante du temps de travail effectif. Il est donc indispensable de disposer d'éтанçons maniables, à pose rapide et à dépose facile. Les étançons hydrauliques et l'éтанçon Gerlach avec tête à vis télescopique répondent à cet objectif.

Mais, certaines nouvelles machines d'abattage mécanique ont une telle capacité de production qu'il est difficile de suivre la progression de ces machines avec le soutènement, même avec des étançons à pose rapide. La progression mécanique du soutènement devient une nécessité dans ces chantiers.

Dans le domaine du soutènement marchant, c'est en Grande-Bretagne que les essais et les réalisations ont fait le plus de progrès au cours de ces dernières années. En France également, deux appareils d'un nouveau prototype ont été essayés avec succès dans une taille pendant plusieurs mois. Cette note vise à donner des détails sur les nouveaux appareils anglais et français, à progression mécanique. En Allemagne, différents prototypes de soutènement marchant ont été exposés à la Foire d'Essen, en septembre 1954; ils ont été décrits dans le Bulletin technique « Mines » Inichar n° 42.

A. MECANIQUE DU POINÇONNAGE DES MURS DANS LES MINES (1)

Tout étançon a pour but de transmettre la charge qu'il supporte à la fondation, c'est-à-dire à la roche du mur. Or, quand un étançon poinçonne le mur, la charge qu'il supporte tombe brusquement; la résistance qu'il offre à la pesée du toit diminue brus-

quement; elle devient indéterminée et peut même être très faible (fig. 1).

(1) Traduction résumée d'un article de J.D. JENKINS - Iron and Coal T.R., 2 septembre 1955.

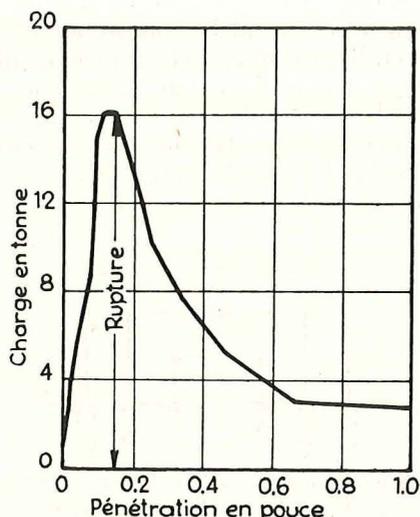


Fig. 1. — Courbe de pénétration d'un étançon dans le mur en fonction de la charge.

La figure 1 montre la courbe de pénétration dans le mur en fonction de la charge. On voit que la charge monte régulièrement jusqu'à 16 tonnes pour une pénétration de 4 à 5 mm. Au moment du poinçonnage, la charge retombe à 3 tonnes et la pénétration se poursuit sous faible charge jusqu'à 25 mm (2).

Si on désire un contrôle efficace du toit, il semble donc indispensable de prévenir toute fracturation du mur. Il s'agit là d'un idéal impossible à atteindre peut-être, mais cette note donne les résultats de quelques recherches entreprises dans l'espoir de découvrir un moyen pour atténuer la pénétration des étançons dans les murs et obtenir ainsi un contrôle du toit plus efficace.

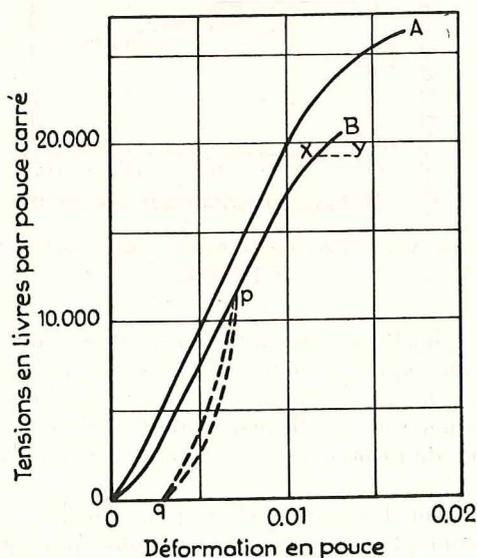


Fig. 2. — Comportement de la roche quand elle est comprimée jusqu'à rupture par l'intermédiaire d'un poinçon en acier.

Rupture des roches.

La figure 2 montre les déformations en fonction des tensions de certaines roches soumises à des essais de poinçonnage. Les courbes ont été obtenues en laboratoire, en enfonçant un petit poinçon dans un échantillon de roche poli prélevé dans le mur d'une couche. Les spécimens sont grands par rapport à la surface du pied du poinçon et ils sont de plus insérés dans des cercles d'acier pour assurer l'étreinte latérale. Les résultats peuvent être considérés comme comparables à ceux qui auraient été obtenus dans la mine avec des étançons.

L'examen des courbes A et B montre que celles-ci se composent de 3 tronçons. A l'extrémité inférieure, chaque courbe est légèrement concave vers l'axe des tensions. Ceci indique un faible degré de compression. Après cela, sur la plus grande partie de leur longueur, les courbes sont rectilignes et le comportement de la roche est plus ou moins élastique. A la fin, la courbe devient convexe par rapport à l'axe des tensions peu avant la rupture et, dans cette région, il y a probablement un certain écoulement plastique. Au point p de la courbe B, la charge a été ramenée à zéro et le comportement de la roche pendant cette phase est indiqué par la courbe extérieure pq. En rechargeant l'échantillon, on revient au point p suivant la courbe intérieure qp. Ce comportement est analogue à l'hystérésis élastique observé sur un grand nombre de matériaux.

Si l'échantillon reste déchargé, la déformation représentée par Oq ne disparaît pas complètement, une certaine déformation permanente ayant eu lieu. L'écoulement de la matière est illustré par la différence entre les 2 courbes A et B. Ces deux courbes ont été obtenues sur la même roche en adoptant 2 vitesses très différentes de mise en charge. La courbe B a été obtenue par une mise en charge 10 fois plus lente que A. De plus, si l'on arrête la mise en charge à une certaine valeur (x sur la courbe B), la roche se brisera avec le temps suivant la ligne xy. La roche casse habituellement par cisaillement.

Répartition des contraintes sous la base d'un étançon.

Pour déterminer la cause probable de la rupture des roches sous la base d'un étançon, il est nécessaire de déterminer la répartition des contraintes sous la base.

Pour analyser ces contraintes, on a eu recours au procédé photoélastique. Les essais photoélastiques ont été exécutés sur des modèles construits en matériaux ayant à peu près les mêmes propriétés élastiques que les roches et que l'étançon en acier.

C'est le cisaillement qui présente un intérêt tout particulier dans l'étude du poinçonnage des murs et les essais photoélastiques permettent précisément de mesurer le cisaillement maximum en chaque point.

La figure 3 représente la distribution des contraintes existant sous la base d'un étançon chargé, de section circulaire.

(2) Voir à ce sujet les travaux d'Inchar - Journées des épontes et du soutènement des 2 et 3 juin 1955 - A.M.B., juillet 1955, pp. 640 à 664, et septembre 1955, pp. 803 à 839.

On remarque clairement la façon dont les contraintes se répartissent dans le modèle représentant le mur de la couche, au voisinage de la base de

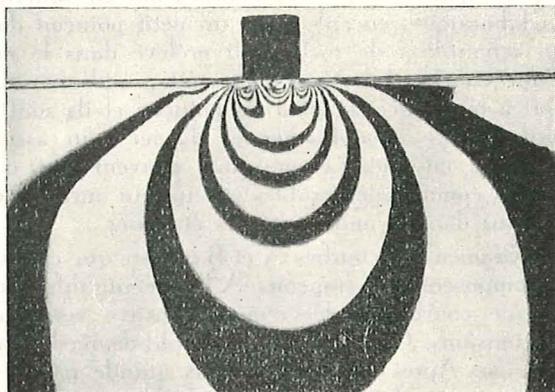


Fig. 3. — Répartition des contraintes sous la base de l'étauçon.

l'étauçon. On remarque la forte concentration des contraintes au voisinage immédiat des bords de la base — concentrations qui tendent à provoquer la rupture de la roche en ce point.

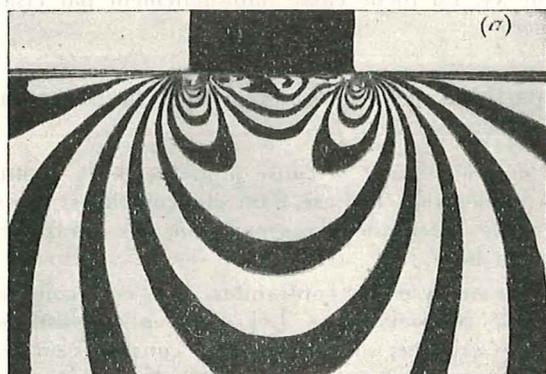
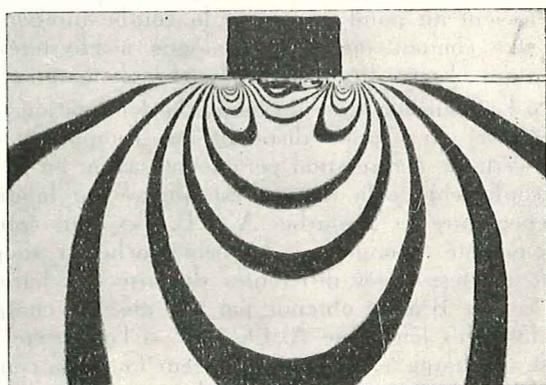


Fig. 4 et 4a. — Répartition des contraintes sous des bases de forme circulaire quand le diamètre est respectivement 2 et 3 fois plus grand que dans l'essai fig. 3.

Les figures 4 et 4a montrent des essais sur des bases dont le diamètre est 2 et 3 fois plus grand que celui de la base qui a servi à la figure 4. La charge par cm^2 reste la même dans les 3 essais.

On remarque que le nombre de franges d'interférence augmente quand les dimensions de la base augmentent. Il est peut-être plus correct de dire que, pour chaque frange d'un ordre déterminé, sous le bord de la base, une plus grande zone de roche est sollicitée à cette valeur dans le cas d'une large base que dans celui d'une petite base. Ceci est représenté schématiquement à la figure 5.

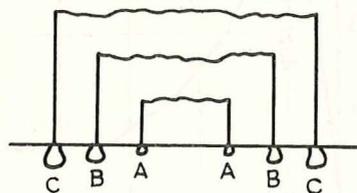


Fig. 5. — Représentation schématique des zones d'égal contrainte sous des pieds de différentes dimensions.

L'accroissement de l'effort tranchant vers le bord de la base de l'étauçon, suivant une ligne inclinée à 45° sur cette surface, est donné à la figure 6. Les courbes A, B et C sont relatives aux trois dimensions de base essayées.

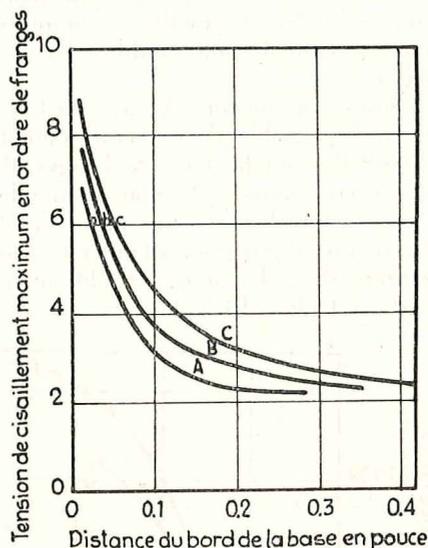


Fig. 6. — Accroissement des contraintes vers le bord de la base de l'étauçon.

En admettant qu'il faille au maximum 6 franges pour provoquer la rupture de la roche, on peut voir d'après le graphique que la tension critique qui provoquera le cisaillement, affecte un plus grand volume de roche dans le cas de la large base (courbe C).

On peut donc en conclure qu'une roche déterminée supportera une charge unitaire plus grande dans le cas d'une petite base que dans celui d'une large base.

Ceci peut paraître surprenant à première vue, mais il faut considérer que le cisaillement dépend du périmètre de la base et non de la surface.

Il faut admettre que cette remarque n'est valable que dans une certaine gamme de surfaces, qui est

précisément celle des étaçons habituellement utilisés dans les mines.

Ces analyses à deux dimensions permettent de comparer des bases de poinçons de même forme. Pour comparer différentes formes de base (bases carrées, circulaires, etc), il est nécessaire de construire des modèles à trois dimensions.

Dans ces essais, on remarque qu'une base carrée a un ordre de franges plus élevé dans les angles (il semble double en ce point). Ceci conduit à la conclusion qu'une base carrée provoquera le poinçonnage du mur sous une charge unitaire inférieure à celle d'une base ronde. Cette conclusion est confirmée par les observations faites au fond.

Observations dans les mines.

Les essais ont été exécutés sur des roches de dureté moyenne.

Les figures 7 et 8 illustrent le comportement de ces roches sous des étaçons dont les bases ont des formes et des dimensions différentes. Les essais ont été effectués avec une gamme de surfaces carrées et

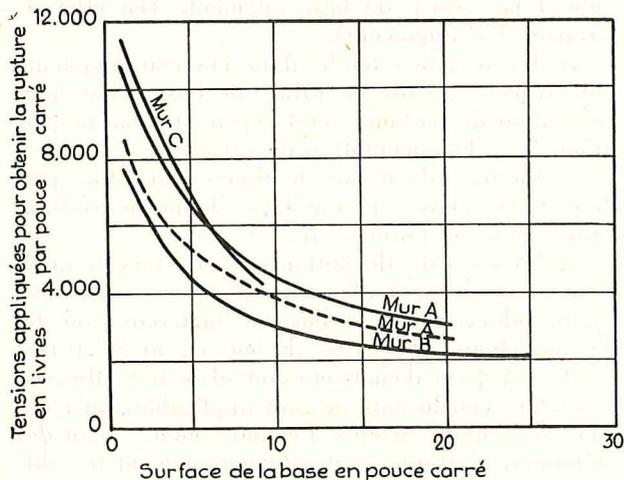


Fig. 7. — Evolution de la tension de rupture par pouce carré en fonction de la surface de la base de l'étaçon.

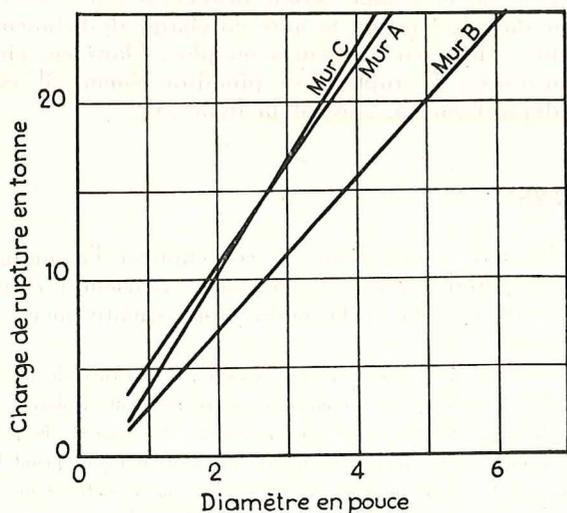


Fig. 8. — Courbe de la charge de rupture en fonction du diamètre de la base de l'étaçon.

circulaires dont les côtés ou le diamètre vont en croissant régulièrement de 1 pouce jusqu'à dépasser la dimension normale de la base des étaçons.

Les courbes de la figure 7 montrent l'évolution de la tension de rupture (par pouce carré) en fonction de la surface de la base de l'étaçon. La rupture de la roche a lieu tangentiellement au bord de la base de l'étaçon.

Pour différents murs, la forme de la courbe est identique. On voit que, lorsque la base grandit (dans certaines limites), la charge unitaire nécessaire pour provoquer la rupture diminue.

Donc, une grande base ne peut supporter une charge proportionnelle à sa surface quand elle est comparée à une base plus petite.

Sur le mur A, la base carrée donne lieu à rupture, sous une charge inférieure à une base circulaire de même surface.

Si on trace les courbes de la charge de rupture en fonction du diamètre, on constate que celle-ci est sensiblement proportionnelle au diamètre de la base (fig. 8). Sur un tel type de mur, une augmentation de la surface de base n'apportera pas nécessairement une augmentation de la capacité de portance (deux étaçons supporteront une charge plus grande qu'un seul qui aurait une surface double).

La capacité de portance dépend du rapport de la surface au périmètre S/P. Pour des bases de même forme, plus le rapport S/P est petit, plus la charge unitaire supportée par la roche est grande. Or, le rapport S/P est plus petit dans le cas de deux étaçons que dans le cas d'un seul de surface double.

La base carrée offre cependant une exception par rapport à une ronde. La carrée a un rapport S/P plus petit que la base ronde de surface équivalente, mais elle supporte une charge unitaire plus petite; cette anomalie est due à la forte concentration de contraintes qui existe dans les angles de la base carrée.

* * *

Pour augmenter la capacité de portance des murs de cette nature (roche de dureté moyenne, nous insistons), il faut arriver à supprimer les concentrations de tensions de cisaillement le long du périmètre de la base.

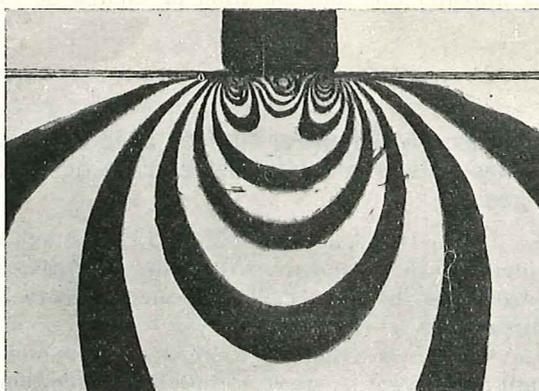


Fig. 9. — Distribution des contraintes sous une base à bords chanfreinés.

La concentration peut être réduite en augmentant le périmètre, en utilisant par exemple plusieurs étançons au lieu d'un seul de dimension double (ce remède est souvent impossible, on est limité dans la densité d'étauçonnage) ou en augmentant le périmètre d'une base en coupant des dentelles ou en forant des trous. L'effet obtenu conduit en général à une faible augmentation.

A première vue, le chanfreinage des bords de la base doit apporter un résultat, mais la figure 9 montre que de fortes concentrations subsistent à l'endroit où le métal touche la roche.

La meilleure solution consiste à introduire un matériau mou entre la base de l'étauçon et le mur, matériau qui fluera sous la charge et amènera une redistribution des tensions dans la roche en éliminant les concentrations de tension sous les bords de la base.

L'effet d'un tel matériau est montré à la figure 10. On a inséré une plaque de caoutchouc entre la base représentant l'étauçon et le matériau photoélastique représentant la roche.

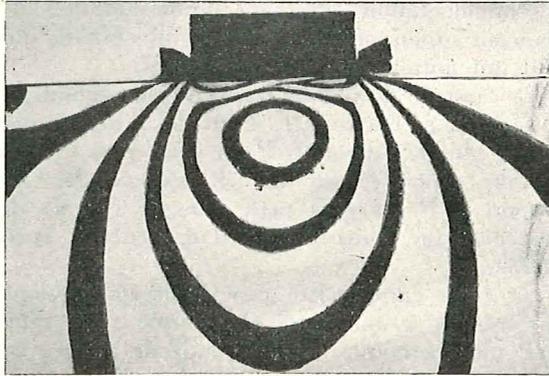


Fig. 10. — Redistribution des contraintes obtenues en interposant un matériau mou entre la base de l'étauçon et le mur.

Les concentrations de tension sous les bords de la base sont complètement éliminées et la plus forte tension dans la roche se trouve exactement sous le centre de la base; de plus, l'ordre de cette tension est très inférieur à celui des concentrations obtenues au voisinage des bords, dans les autres essais. L'emploi d'un tel matériau dans les mines peut apporter une augmentation de charge de l'or-

dre de 30 % dans la capacité de portance d'une roche sous la base d'un étauçon.

Cet effet est celui qui est partiellement obtenu par l'insertion de pièces de bois, pratique généralement adoptée en Grande-Bretagne pour assurer une certaine élasticité aux étauçons rigides utilisés dans ce pays plutôt que pour éliminer les concentrations et augmenter la capacité de portance du mur (3).

Le matériau utilisé dans l'essai était une courroie usagée de convoyeur. Ce matériau n'est pas suffisant, il tend à se déchirer sous la charge, il n'est pas assez épais. Le caoutchouc dur serait meilleur.

Conclusions.

1) La rupture de murs moyennement durs sous les pieds des étauçons en acier est attribuable en grande partie aux concentrations d'efforts de cisaillement le long du périmètre de la base.

2) La charge qui peut être appliquée à un étauçon pour atteindre la rupture de la roche dépend plus du périmètre de la base que de la surface.

3) Pour des bases de même forme, la charge unitaire provoquant la rupture de la roche diminue quand la surface de base augmente (en effet, le rapport S/P augmente).

4) La portance totale d'un étauçon augmente quand on augmente la surface de base. Cette augmentation de portance n'est cependant pas proportionnelle à l'augmentation de surface.

5) La base de forme circulaire assure une portance plus élevée qu'une base de même surface, équivalente de forme carrée.

6) La capacité de portance d'un étauçon quelconque sur un mur déterminé peut être augmentée en introduisant sous la base un matériau mou, tel le caoutchouc. Des carrés de bois de 20 × 20 cm² et de 4 à 5 cm d'épaisseur sont déjà très efficaces.

7) Ces conclusions ne sont applicables qu'à des murs moyennement durs. Les murs mous, ayant des propriétés plastiques, ont un comportement très différent de celui décrit ci-dessus.

8) Le temps joue aussi un rôle très important. Les tensions de rupture obtenues par application rapide de la charge seront beaucoup plus élevées que dans le fond où la mise en charge de l'étauçon peut se faire en 24 heures ou plus. Dans ces circonstances, la rupture se produira comme il est indiqué figure 2, suivant la ligne xy.

B. ETANÇONS

1) Etauçon à frottement Gerlach avec tête à vis télescopique et calotte de centrage des charges.

La Firme Gerlach présentait, à l'Exposition du Centenaire de l'Industrie Minérale à Paris, un étauçon avec tête à vis télescopique et calotte de centrage (fig. 11).

La tête à vis (fig. 12) comporte un manchon rotatif A pouvant se visser à l'intérieur d'une douille B fixée sur la tête du fût supérieur. Il est lui-même fileté intérieurement et la tête à calotte de centrage C se visse à l'intérieur.

La tête à vis donne à cet étauçon l'avantage d'une grande rapidité de pose sans extenseur. L'étauçon est déployé à la main, approximativement à

(3) Note de la rédaction : La pratique de l'insertion de pièces de bois sous les pieds des étauçons est couramment employée au charbonnage de Beeringen pour augmenter la capacité de portance du mur. Ce procédé donne de très bons résultats quand le mur est de qualité moyenne ou même déjà mauvais. Il est insuffisant quand le mur est très mauvais. Il faut alors employer le plateau en acier. Ces remarques tirées de la pratique confirment la valeur des essais photoélastiques.

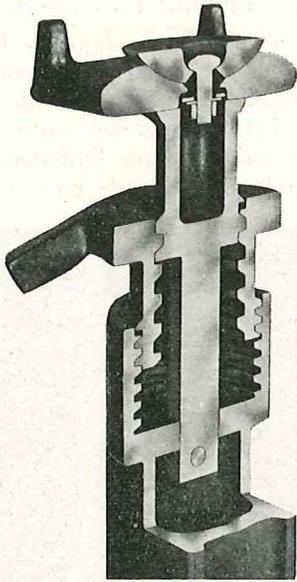


Fig. 11. — Etauon Gerlach avec tête à vis télescopique.

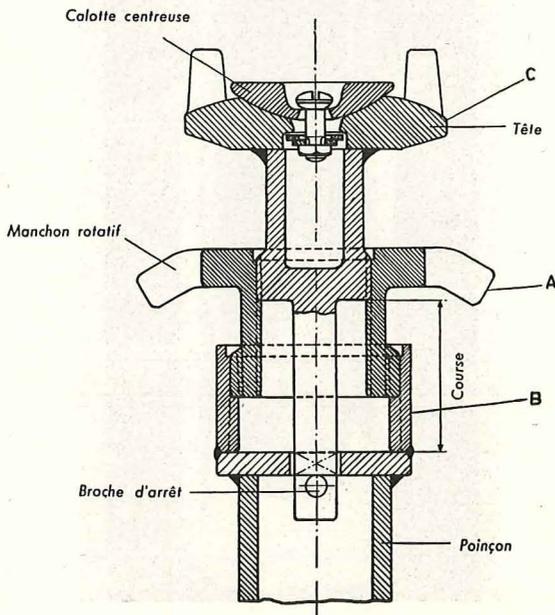


Fig. 12. — Schéma de fonctionnement d'une tête à vis télescopique Gerlach.

longueur désirée, et la serrure est calée sans serrer l'étauon sous la bête. La mise à longueur définitive et le préserrage sont obtenus en faisant tourner le manchon A. Tant que la tête n'est pas au contact de la bête, elle peut tourner et le manchon A sort de la douille B. Lorsque les griffes de la tête sont prises dans la bête, la tête ne peut plus tourner et monte dans le manchon A. Une broche d'arrêt l'empêche de sortir du manchon. L'extensibilité de la tête égale la course du manchon A dans la douille B, plus la course de la tête C dans le manchon A.

Le préserrage peut facilement atteindre 8 t.

L'excentrement des charges sur un étauon a pour effet :

- 1) d'empêcher le coulisement normal de l'étauon par coincement du fût dans la serrure;
- 2) de diminuer considérablement sa résistance et de l'exposer au flambage (4).

La calotte mobile permet de centrer la charge sur la tête de l'étauon malgré une inclinaison de la bête, dans le sens longitudinal ou transversal, pouvant atteindre 8°.

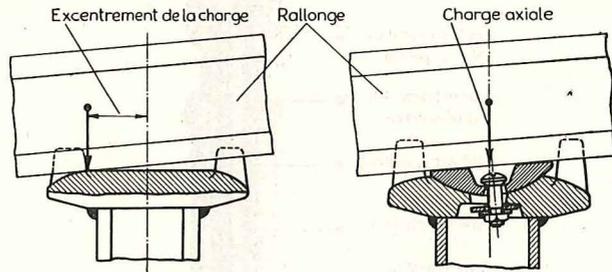


Fig. 13. — Bête posant sur la tête de l'étauon avec une inclinaison de 8° dans le sens longitudinal.

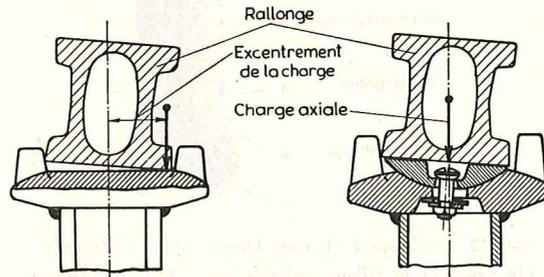


Fig. 14. — Bête posant sur la tête de l'étauon avec une inclinaison de 8° dans le sens transversal.

La figure 13 représente la bête inclinée de 8° dans le sens longitudinal et la figure 14 la bête inclinée de 8° dans le sens transversal.

2) Etauons Dowty.

Les étauons Dowty ont déjà été décrits en détail antérieurement (5). Des améliorations importantes y ont encore été apportées au cours des derniers mois. On objectait que, pour une longueur minimum égale, les étauons hydrauliques avaient un déploiement plus faible que les étauons à frottement, ce qui présentait un inconvénient dans les couches d'ouverture variable.

Pour y remédier, on a prévu des rallonges qui se placent aisément sur la tête de l'étauon (fig. 15). Il existe 4 rallonges de longueur différente et il est ainsi possible, avec 5 types d'étauons, de couvrir toute la gamme des ouvertures de couches habituelles (de 0,55 m à 2,25 m). Le parc d'étauons d'une mine ne doit pas être augmenté, mais peut même être fortement réduit.

(4) Voir : Journées des épontes et du soutènement, organisées par Inichar les 2 et 3 juin 1955 - A.M.B., juillet 1955, p. 807.

(5) Voir Bultec « Mines » Inichar n° 40. Le soutènement à pression hydraulique et ses applications.

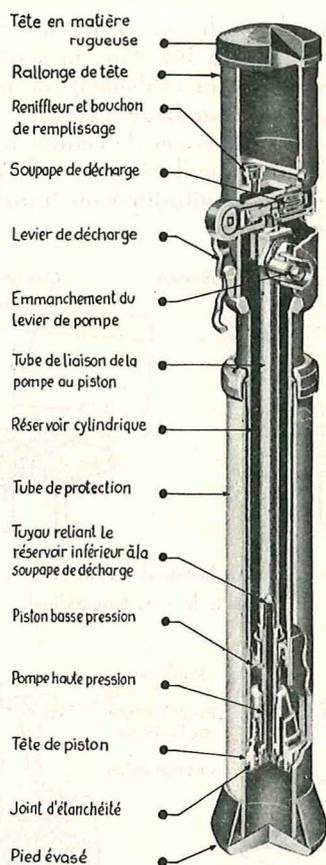


Fig. 15. — Nouvel étançon Dowty, type « Monarch ». On remarque la rallonge adaptée sur la tête de l'étançon.

Pour déployer rapidement l'étançon, on a prévu une pompe à deux étages. Dans la course rapide, on a 2,5 cm par coup de pompe, mais dès qu'il y a contact au toit ou à la bête, le pompage passe automatiquement à la course lente, ce qui permet un serrage initial très énergique.

L'étançon « Princesse », construit en France sous licence par la firme Sagem, peut être déployé très rapidement, manuellement sans usage de la pompe. La manœuvre du levier n'est plus nécessaire que pour le calage au toit.

Les modifications suivantes ont encore été apportées :

- 1) pour remplacer le joint d'étanchéité, il n'est plus nécessaire de désouder l'étançon; il suffit d'enlever une bague vissée;
- 2) le renifleur ou la soupape de respiration est maintenant disposé sous le chapeau de tête, à l'abri des saletés. Il y a moins de danger d'avoir un écoulement d'huile par cette soupape, comme cela pouvait arriver en posant l'étançon sur le sol. Il suffisait qu'une pierre appuie sur la soupape pour donner lieu à une perte d'huile importante;
- 3) le fût supérieur est garni d'un revêtement anticorrosif.

3) Etançon hydraulique F.B. (Dobson) (6).

Un nouvel étançon hydraulique, le F.B. était exposé à la foire de Charleroi en septembre 1955.

Il est essentiellement constitué de deux tubes en acier (fig. 16). Le supérieur constitue le réservoir d'huile et coulisse dans l'inférieur. La pompe K est commandée à partir de l'axe E par l'inter-

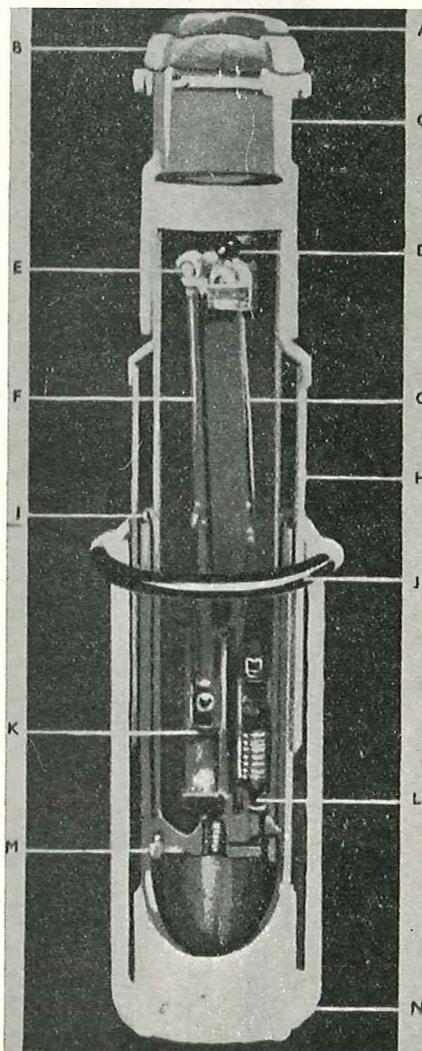


Fig. 16. — Coupe de l'étançon Dobson.

médiaire de la tige F. Le piston muni de segments en caoutchouc synthétique foule l'huile du cylindre supérieur dans le cylindre inférieur. Une soupape à ressort L est placée dans le fond du réservoir. Elle baigne continuellement dans l'huile. Elle laisse repasser l'huile du fût inférieur dans le fût supérieur lorsque la charge sur l'étançon atteint 25 t. A ce moment, l'étançon coulisse et se décharge. La soupape se referme.

Pour enlever l'étançon, on ouvre la soupape L par l'intermédiaire de la tige C, actionnée elle-même par la rotation d'une tubulure concentrique à l'axe de la pompe E. Le joint supérieur des deux tubes télescopiques est recouvert d'un anneau en caout-

(6) Extrait de Colliery Guardian, 15 juillet 1954.

chouc synthétique et protégé par un tube H. L'ensemble empêche l'humidité et les poussières de pénétrer dans l'étauçon.

Pour éviter les fuites d'huile, les commandes de la pompe et de la soupape de repassage d'huile ont été placées concentriquement de façon à n'avoir qu'une communication entre le réservoir et l'extérieur.

Une vanne permet l'évacuation du trop plein d'huile, lorsqu'il y a trop d'huile dans le fût supérieur.

L'étauçon peut être démonté complètement dans le fond et des pièces usagées ou détériorées peuvent être remplacées, sans qu'il soit nécessaire de remonter à la surface.

Un petit appareil permettant de vérifier au fond les étauçons au point de vue charge et coulissement est en construction.

Un réservoir facilement transportable permet au préposé à l'entretien des étauçons d'ajouter de l'huile sans risque d'introduire des poussières.

Il existe deux types d'étauçon. Le petit mesure 56 cm, fermé, et 81 cm, ouvert. Le grand mesure 81 cm, fermé, et 127 cm, ouvert (fig. 17).

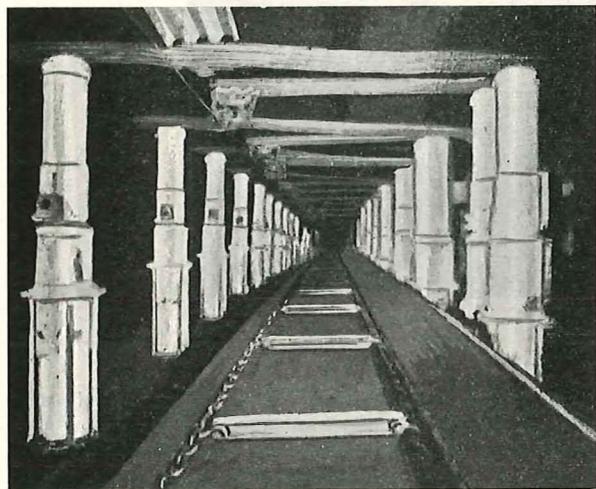


Fig. 17. — Taille équipée d'étauçons Dobson.

En plus, chacun d'eux peut être coiffé d'une rallonge de longueur variable (fig. 18). Le plus court peut porter au maximum une rallonge de 30 cm et le plus long une rallonge de 60 cm.

Avec les deux étauçons et les rallonges, on peut couvrir toute la gamme des ouvertures depuis 56 cm jusque 187 cm.

Ces rallonges, de longueur variable, permettent d'adapter immédiatement les étauçons aux variations d'ouvertures des couches sans devoir les remplacer. Le parc à étauçons peut être considérablement réduit puisque deux types suffisent pour les ouvertures de 56 à 187 cm. Enfin, l'utilisation d'une rallonge de longueur appropriée diminue le danger de coulissement à fond en permettant de toujours donner à l'étauçon son extension maximum. Des plateaux variant de 185 cm² à 625 cm² de surface peuvent être adaptés à la base des étauçons.

Trois types de tête sont prévus : la tête ronde et légèrement bombée recouverte d'une matière spéciale, qui donne une bonne adhérence entre l'étau-

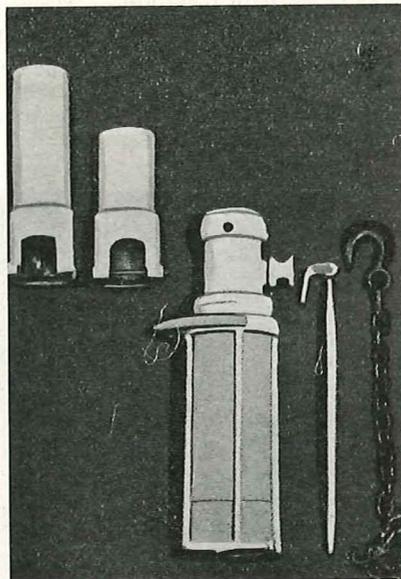


Fig. 18. — Accessoires de l'étauçon Dobson (rallonge, clef...).

çon et la bèle, la tête continentale pour bèles articulées et la tête spéciale pour le soutènement par bèles glissantes.

Manœuvre de l'étauçon.

Le levier de manœuvre possède à son extrémité une buselure qui coiffe l'axe de la pompe E et s'insère entre cet axe et la tubulure concentrique qui commande la soupape de repassage d'huile L par l'intermédiaire d'un ressort D. Lorsque le levier est mis en place, l'extrémité de la buselure pousse sur le ressort d'une soupape qui met le fût supérieur en communication avec l'atmosphère. Une variation du niveau d'huile ne crée ni surpression ni dépression.

Un mouvement de va-et-vient imprimé au levier actionne la pompe K. L'huile est foulée dans le cylindre inférieur et l'étauçon se déploie. Dès qu'il atteint le toit, un préserrage de 6 t est donné en deux coups de pompe. On peut facilement arriver à 15 t, si c'est nécessaire.

Si on force sur le levier dans le sens de rotation inverse des aiguilles d'une montre, la buselure du levier entraîne la tubulure concentrique à l'axe E. Elle comprime le ressort D, puis entraîne la tige G et lève la soupape L. L'étauçon se referme. Si on lâche le levier, la soupape L se referme et l'étauçon ne descend plus.

Au lieu d'agir au moyen du levier sur la tubulure qui commande la soupape L, on peut se servir d'une chaîne munie d'un crochet de sylvester. Le crochet est placé sur la tubulure de façon qu'une traction sur la chaîne lui imprime un mouvement de rotation inverse à celui des aiguilles d'une montre.

C. LES SOUTÈNEMENTS MARCHANTS

1) Système Bolton.

Ce soutènement a fait l'objet d'une description détaillée dans le Bulletin technique « Mines » n° 40, (7). Une expérience à grande échelle est maintenant en préparation dans une mine du Durham. Les prototypes de ce soutènement existent actuellement en deux dimensions : ceux pour les veines dont la

2) Système Seaman (Gullick).

En 1950, la société Gullick à Wigan a été sollicitée par le National Coal Board en vue d'étudier un étançon hydraulique dont le fluide serait de l'eau au lieu d'huile. A cet effet, elle a fabriqué un étançon où le fluide utilisé est un mélange d'eau et d'huile soluble en très faible quantité pour éviter

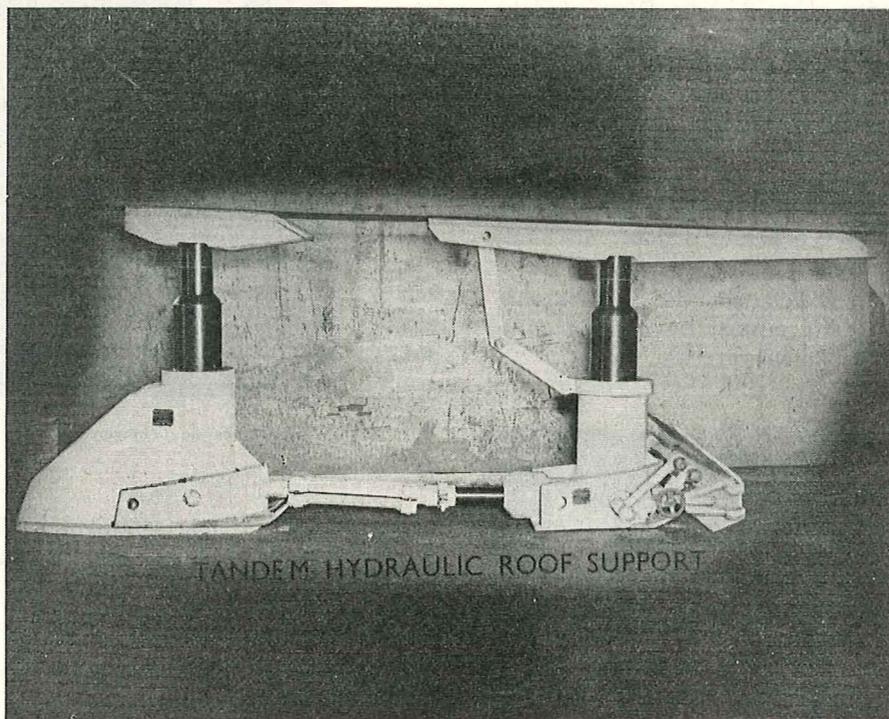


Fig. 19. — Soutènement marchant Bolton pour couches d'ouverture moyenne.

puissance varie de 75 cm à 1,20 m (fig. 19) et ceux pour veines très minces de 35 à 40 cm d'ouverture. Les plus petits de ces étançons ont une tête en forme de champignon car, dans les couches très minces, la faible ouverture de la veine ne permet pas l'emploi de bèles (fig. 20).

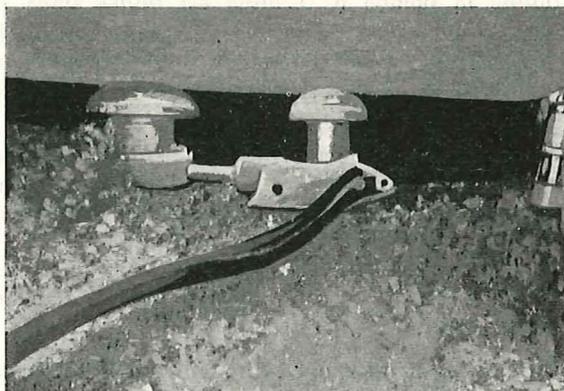


Fig. 20. — Soutènement marchant Bolton pour couches minces.

(7) Voir Bultec « Mines » Inichar n° 40, p. 793 à 796. Le soutènement à pression hydraulique et ses applications.

la corrosion des fûts et des soupapes. L'étançon comporte deux cylindres en acier qui coulisent l'un dans l'autre. Les diamètres extérieur et intérieur des deux fûts sont respectivement, pour le fût inférieur dit « de pression », de 90 mm et 73 mm et, pour le fût supérieur, de 73 mm et 51 mm. Ce dernier est pourvu, à la partie inférieure, d'un joint étanche en cuir et, à la partie supérieure, d'une soupape d'échappement et d'un mécanisme de déclenchement.

Le fluide est envoyé sous pression par une pompe dont la capacité est de 11,5 à 13,5 litres par minute. Cette pompe installée dans la voie est commandée par un moteur de 5 CV. Le flexible qui alimente les étançons a un diamètre intérieur de 8,5 mm. La pompe permet de donner aux étançons une force portante initiale de 8 1/2 tonnes. Les étançons coulisent sous une charge constante de 30 tonnes.

Dans la suite, le constructeur a assemblé 4 de ces étançons sur un châssis rigide pour former une pile. La base de cette pile est formée d'une plaque solide, relevée à l'avant et à l'arrière en forme de patin. La force portante initiale est de 24 tonnes et la charge de coulisement de 120 tonnes. Les

fûts inférieurs des 4 étançons formant une pile sont raccordés entre eux par des tuyauteries, il n'y en a donc qu'un qui est muni d'un robinet d'admission et d'une soupape d'échappement, ce qui simplifie considérablement la construction et les manœuvres (fig. 21).

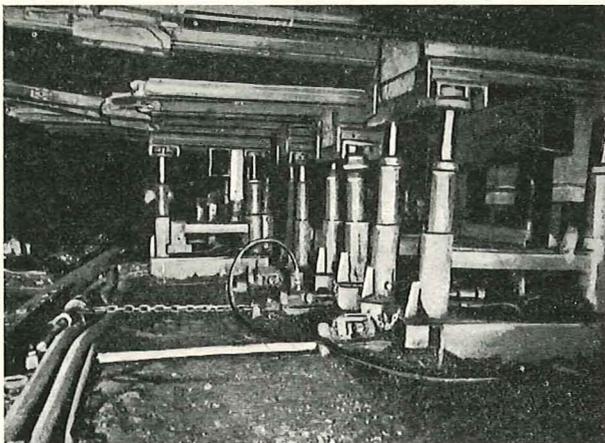


Fig. 21. — Soutènement marchant type Seaman.

Les 4 étançons sont coiffés de deux bêles parallèles, disposées perpendiculairement au front de taille et qui présentent un porte-à-faux de 1,20 m environ. Il permet de laisser un passage libre et protégé entre la pile et le convoyeur et de soutenir le toit au-dessus du convoyeur. Cette disposition assure toujours une portance uniforme des 4 éléments. La pile est de plus équipée d'un cylindre hydraulique horizontal à double effet, qui permet de pousser le convoyeur et de faire progresser la pile mécaniquement (fig. 22).

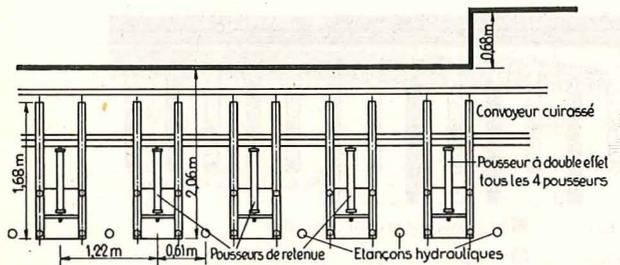


Fig. 22. — Architecture du soutènement dans une taille équipée de piles hydrauliques Seaman.

La course du piston est de 70 cm environ. Le cylindre horizontal est muni de 4 robinets (2 sur chaque face) permettant l'admission ou l'échappement de l'eau sur chacune des faces. Ceci permet d'abord de pousser le convoyeur, puis de faire progresser la pile. En général, un cylindre sur quatre ou cinq est équipé pour pousser le convoyeur. Il ne faut qu'une minute pour décaler la pile, l'avancer et la remettre en charge. Une pile coûte 170 livres sterling environ.

Il y a actuellement 130 piles en service, qui occupent un front de 165 mètres dans la taille où fonctionne le trépanner à la mine Ormonde. Dans cette installation, l'eau qui s'échappe des étançons

lors de la décharge de la pile s'écoule librement dans la taille. Quand le mur est solide, ceci ne présente pas d'inconvénient mais, quand le mur est mou, l'eau peut altérer considérablement la qualité de la roche. On envisage de relier toutes les piles par une tuyauterie et de ramener l'eau d'échappement dans un réservoir placé dans la voie.

La firme Gullick a aussi développé un étançon hydraulique à tête spéciale pour bête glissante. Au lieu de caler la bête au toit au moyen d'un coin, le calage s'obtient dans ce cas par la manœuvre d'un petit cylindre hydraulique.

3) Système marchant Dowty.

Le soutènement marchant Dowty comprend deux groupes d'éléments, les pairs et les impairs. Les éléments impairs sont chargés d'assurer le soutènement définitif et les éléments pairs le soutènement temporaire. La construction et le fonctionnement de ces deux groupes d'éléments sont absolument identiques, mais le châssis des éléments impairs porte trois étançons, tandis que celui des éléments pairs n'en porte que deux (fig. 23).

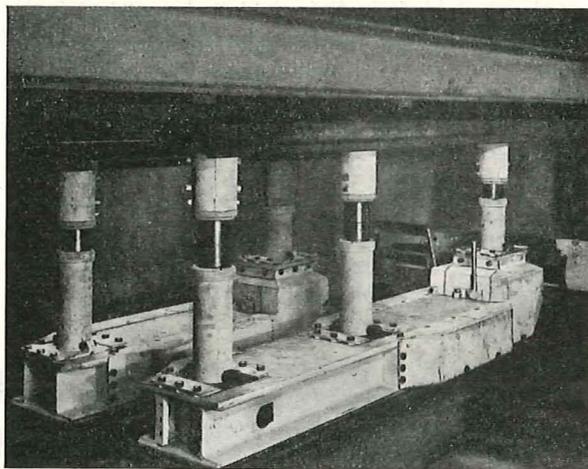


Fig. 23. — Soutènement marchant Dowty composé d'un élément pair (à 2 étançons) chargé d'assurer le soutènement temporaire et d'un élément impair (à 3 étançons) chargé d'assurer le soutènement définitif.

Le châssis est constitué de solides fers profilés, assemblés, posés sur une forte plaque de base. Le châssis est rigide. Les étançons sont posés dans des douilles qui les maintiennent verticaux pendant la progression. Sur chaque élément se trouvent un piston hydraulique à double effet et les vannes de commande.

Le fluide utilisé dans le système Dowty est l'huile. La pompe est placée dans la galerie, elle est commandée par un moteur de 7,5 CV et peut assurer un débit de 10 gallons par minute. La pression est de 70 kg par cm², ce qui donne une charge de pose de 6 tonnes. Les tuyauteries d'alimentation et d'échappement sont fixées au convoyeur blindé et des dérivations alimentent chaque groupe séparément. L'intervalle entre 2 éléments

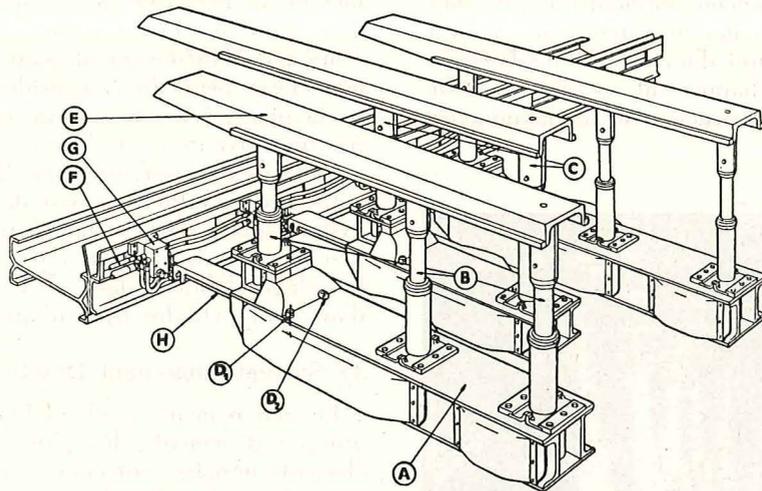


Fig. 24. — Représentation schématique du soutènement marchant Dowty.

impairs peut varier entre 1,20 m et 1,50 m suivant les conditions de toit.

Chaque groupe porte de larges bèles formées de fers U coupés en biseau vers l'avant pour franchir plus aisément les inégalités du toit. Le porte-à-faux de la bèle de l'élément pair est beaucoup plus grand que celui de l'élément impair (fig. 24).

Fonctionnement : Au début du poste, tous les étaçons arrière des deux groupes sont alignés le long des éboulis de foudroyage, et les bouts des bèles en porte-à-faux le long du front de charbon. Les étaçons avant des groupes pairs sont dans l'alignement des étaçons médians des groupes impairs. Les cylindres horizontaux des groupes pairs sont complètement déployés (fig. 25).

vers l'avant. Les étaçons sont alors recalés dans cette nouvelle position. A ce moment, tous les étaçons arrière des deux groupes d'éléments sont à nouveau alignés et constituent la nouvelle ligne de foudroyage.

Le type actuellement aux essais a une ouverture minimum de 1 mètre et maximum de 1,50 m.

Le prix d'une paire d'éléments est de 400 Livres sterling environ.

4) Système Sahe-Somemi (So.Me.Mi).

L'ensemble se compose de deux étaçons hydrauliques (fig. 26) solidarisés par une semelle commune articulée, elle-même munie d'un vérin hydraulique, permettant alternativement de pousser

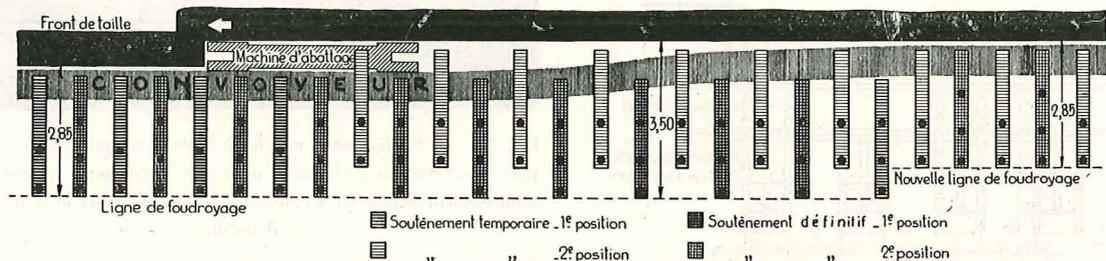


Fig. 25. — Architecture du soutènement dans une taille équipée du soutènement marchant Dowty.

Immédiatement après le passage de la machine d'abattage, une manœuvre de la vanne de l'élément pair décale les deux étaçons et le cylindre fixé au convoyeur rappelle l'élément vers l'avant. Dans ce mouvement, la bèle progresse dans la nouvelle allée et soutient le toit grâce à son grand porte-à-faux. La course est de 70 cm. En fin de course, l'étaçon avant de l'élément pair est aligné sur l'étaçon avant des éléments impairs. Les étaçons sont recalés au toit. La progression du convoyeur est obtenue par la poussée des éléments impairs. On admet d'abord l'huile sur la face arrière du cylindre horizontal qui pousse le convoyeur. En fin de course, les étaçons se décalent et, en admettant l'huile sur l'autre face du cylindre, l'élément est halé

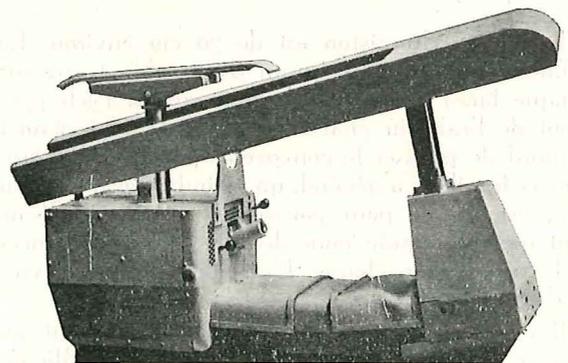


Fig. 26. — Soutènement hydraulique marchant système Sahe-Somemi.

l'étau avant et de tirer l'étau arrière, l'étau non en cours de ripage étant maintenu serré au toit par pression hydraulique.

Ce système de soutènement s'apparente très fort avec le tandem hydraulique type « Bolton » (8). La progression se fait aussi en 6 temps; mais ici,

trant dans la bèle en deux parties de l'étau avant qui a une longueur de 2 m et une largeur de 0,35 m, et débordant sur le panzer avec un porte-à-faux de 350 mm. La surface totale de la semelle de base est de 4000 cm² (soit 40 × 40 cm² pour l'étau avant et 60 × 40 cm² pour l'étau arrière) (fig.

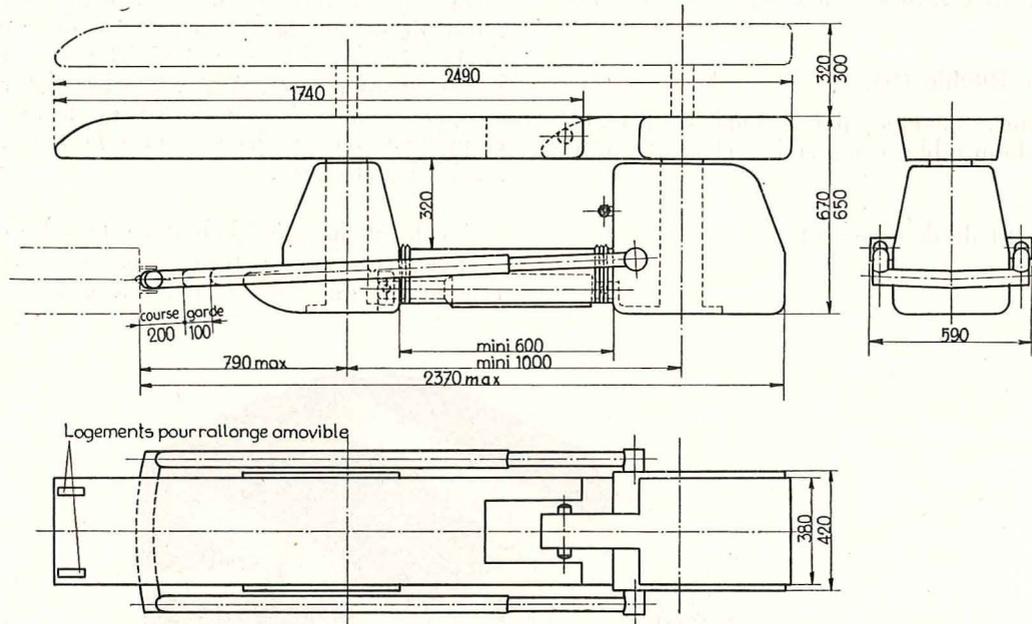


Fig. 27. — Vue en plan et coupes du soutènement hydraulique système Sahe-Somemi.

l'étau avant se déplace le premier au lieu de l'étau arrière dans le système Bolton. Les opérations entièrement automatiques se succèdent dans l'ordre suivant :

- décalage de l'étau avant
- avance de l'étau avant
- recalage de l'étau avant
- décalage de l'étau arrière
- avance de l'étau arrière
- recalage de l'étau arrière.

Elles durent 9 secondes environ pour un ripage qui sera sur les modèles futurs de 0,20 m (les deux appareils actuels se ripant par passes de 0,10 m).

Les tandems Bolton ne comportent ni moteur ni pompe. Ils sont tous reliés à deux conduites à huile disposées en taille et connectées à une pompe située dans la voie.

Ici, chaque tandem est équipé de son moteur et de sa pompe. Il est indépendant des autres. Un moteur électrique antigrisouteux, analogue à celui d'une perforatrice Victor, (puissance absorbée 2500 watts) ou un moteur à air comprimé entraîne une pompe qui tourne à 3000 tours et donne une pression de 50 kg/cm², permettant une charge de pose de 6 t et même de 8 t avec le nouveau modèle. La charge de début de coulisement est de 50 t par étau. Les fûts supérieurs inoxydables sont traités au chromage dur.

L'étau arrière est surmonté d'une bèle articulée inamovible de 850 mm de longueur, s'encas-

27). La portance du tandem étant de 100 t, la tension maximum sur le mur sera de $100.000 : 4.000 = 25 \text{ kg/cm}^2$.

Les deux étaux ont une extension totale de 300 mm (ouverture minimum : 750 mm - ouverture maximum : 1050 mm). Des rehausses de 150 et 300 mm peuvent être ajoutées, ce qui porte actuellement l'ouverture maximum à 1350 mm. L'étau avant est poussé avec une force de 2000 kg (3000 kg dans le nouveau modèle) et l'étau arrière est tiré avec une force de 1500 kg.

L'appareil est manœuvré par deux manettes. L'une commande la mise en route du moteur et l'autre le cycle automatique de déplacement. Le pilotage automatique de l'appareil s'obtient grâce à un vérin palpeur appliqué contre le convoyeur

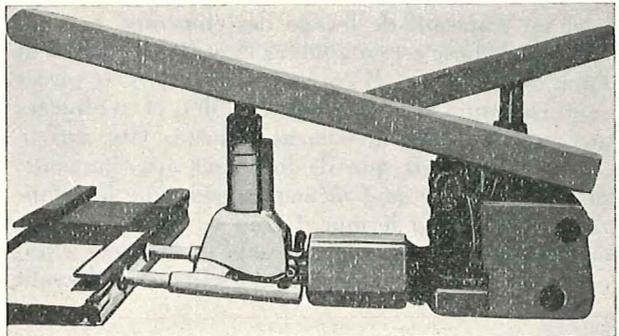


Fig. 28. — Soutènement hydraulique marchant système Sahe-Somemi avec vérin palpeur.

(8) Bultec « Mines » Inchar n° 40.

(fig. 28). L'appareil ripe le convoyeur blindé avec une poussée de 1000 kg.

Deux de ces appareils ont été essayés dans la taille à rabot rapide de la veine Nella, au siège n° 2 de Lens. Ils ont progressé avec la taille sur une longueur de 180 à 200 m, sans défaillance du système hydraulique qui paraît sûr. La surveillance s'est montrée très favorable à l'emploi de ces machines.

5) Système Ritchie (9).

Ce système, imaginé par Campbell Ritchie, Kensworth Dunstable, comprend 5 éléments principaux :

- une assise
- un dispositif de déplacement
- 8 étançons
- 4 bèles

de déplacer l'assise. Chacune des pièces A et B comporte 4 étançons, soit au total 8 étançons.

L'avancement de l'élément est obtenu par un cylindre horizontal à double effet, qui peut être actionné soit à l'air comprimé soit hydrauliquement. Le cylindre est fixé à la pièce A et la tige du piston à la pièce B au moyen d'une crose transversale. Le retrait de la tige du piston entraîne donc le rappel de la pièce B. Chaque paire d'étançons porte des barres auxquelles on peut accrocher des rallonges en porte-à-faux. Un dispositif de levage permet d'appliquer chaque barre contre le toit avant de recaler les étançons.

Au début du poste d'abattage, tous les cylindres sont rétractés. Les quatre étançons des pièces A et B sont presque alignés deux à deux (fig. 30).

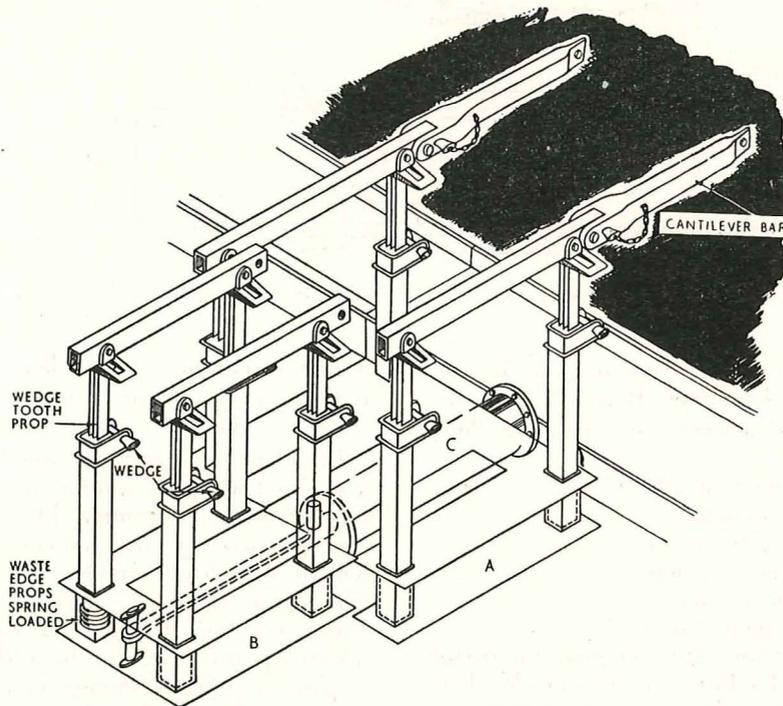


Fig. 29. — Vue du soutènement marchant système Ritchie.

Cantilever bar : rallonge articulée.

Waste edge props spring loaded : les étançons côté remblai sont équipés d'un ressort qui a pour but de faire remonter le fût inférieur s'il a pénétré dans le mur.

et un dispositif de levage des étançons. L'assise de base est en 2 pièces A et B qui couissent l'une dans l'autre (B couisse dans A). Ces pièces sont construites en profilés et tôles et renforcées aux endroits particulièrement sollicités (fig. 29).

L'assise ne sert que de logement aux étançons; des ouvertures y sont ménagées pour que les étançons reposent sur le mur. Là où le mur est tendre, on a prévu de forts ressorts sous les fûts des étançons pour les soulever et les faire sortir du sol avant

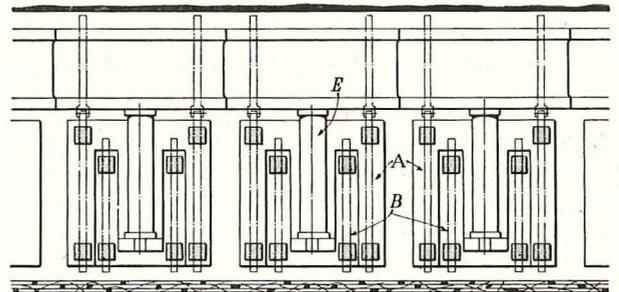


Fig. 30. — Vue de l'architecture de soutènement au début du poste d'abattage.

(9) Iron and Coal, 28 octobre 1955, p. 1060. Colliery Engineering, novembre 1955, pp. 475-477.

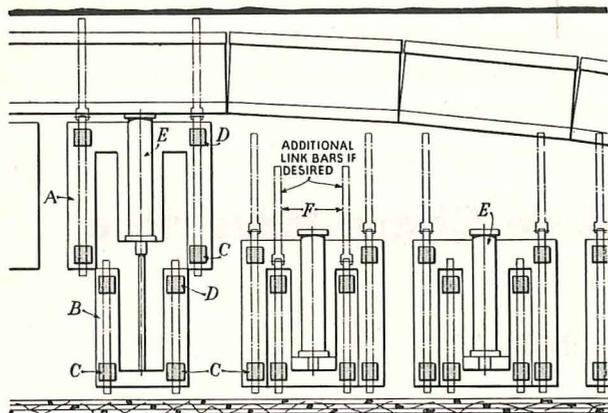


Fig. 51. — Déplacement du soutènement et du convoyeur après le passage de la machine d'abattage.

Additional link bars if desired : bèles articulées supplémentaires accrochées aux bèles de la pièce B si c'est nécessaire.

Après le passage de la machine d'abattage, le convoyeur est ripé par les cylindres pousseurs, les étançons de la pièce A ayant été décalés au préalable. Quand le toit est mauvais, il est bon pendant cette opération d'avoir des rallonges accrochées en porte-à-faux aux bèles de la pièce B car il y a, à ce moment, une large surface de toit découverte et non soutenue (fig. 51). Grâce au cylindre à double effet, quand les étançons de la pièce A sont recalés, il est possible de rappeler la pièce B; mais, pour effectuer cette opération, il est bon d'attendre un certain temps pour que les étançons de la pièce A aient pris une charge suffisante. Les étançons d'une seule pièce assurent en général une densité d'étançons suffisante pour soutenir la taille.

D. PILES HYDRAULIQUES

La pile Dowty a été décrite en détail dans le Bultec « Mines » n° 40; nous y renvoyons le lecteur.

À la mine Desford, on a imaginé d'utiliser l'eau de la conduite d'incendie pour alimenter les piles. On dispose dans cette mine d'une pression de $21,3 \text{ kg/cm}^2$ qui est la pression du réseau.

Le cylindre de la pile a une surface de 645 cm^2 ,

ce qui donne une force portante initiale de 13 à 14 tonnes.

La pile est très simple; elle comporte deux cylindres qui coulisent l'un dans l'autre, avec un joint étanche au fond du fût supérieur formant piston. Le cylindre inférieur est muni d'une soupape à sens unique. Un flexible blindé relie la conduite d'eau à la pile.