

2. Bürstein, E. — « La préparation pétrographique des charbons et son application à l'industrie de la distillation de la houille ». — Association Technique de l'industrie du Gaz en France, Congrès 1930, S. 1 — 6.
3. Duparque, A. — « Structure microscopique des charbons du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. — Mém. Soc. Géol. du Nord, Bd. 11, 1933, 756 S. u. 66 Taf.
4. Gillet, A.; E. Grand'ry und W. Delaude. — « Application du microfour d'Endell-Berl à l'étude des houilles ». — Chimie et Industrie, 1928, S. 286-294.
5. Hoffmann, Edw. — « Aufbereitungstechnische Trennung der petrographischen Kohlenbestandteile ». — Glückauf, Bd. 66, 1930, s. 329-340.
6. Legraye, M. — « L'influence de certains constituants de la houille sur la cokéfaction ». — Ann. Soc. Géol. Belg., Bd. 52, 1929.
7. Legraye, M. — « L'influence des constituants des houilles et de leur degré d'évolution sur leurs propriétés industrielles ». — L'Annuaire de l'A. I. Lg., 1931, N° 1.
8. Lehmann, K. und E. Hoffmann. — « Kohlenaufbereitung nach petrographischen Gesichtspunkten ». — Glückauf, Bd. 67, 1931, S. 1-14.
9. Stach, E. — « Der Kohlenreliefschliff, ein neues Hilfsmittel für die angewandte Kohlenpetrographie ». — Mitt. d. Abt. f. Gestein-, Erz-, Kohle und Salzunters., 1927, H. 2, S. 75-94 mit 10 Taf.
10. Stach, E. — « Die petrographische Kohlenanalyse ». — Internat. Bergwirtschaft u. Bergtechnik, 23, 1930, S. 255-263.
11. Stach, E. — « Die Anwendung der Olinnersion in der Kohlenpetrographie ». — Glückauf, 73, 1937, S. 330-333.
12. Stach, E. — « Lehrbuch der Kohlenmikroskopie ». — Bd. 1, 285 S. mit 50 Abb. Verlag « Glückauf » Essen, 1949.
13. Stach, E. — « Die Vitrit-Durit-Mischungen in der petrographischen Kohlenanalyse ». — Brennstoff-Chemie, 33, 1952, Nr. 21-22, S. 361-370.
14. Teichmüller, M. — « Die Anwendung des polierten Dünnschliffes bei der Mikroskopie von Kohlen und versteinerten Torfen ». — Hdb. d. Mikroskopie i. d. Tech. Bd. II, T. 1, 1952, S. 233-310, Umschau-Verlag, Frankfurt-M.

Les cintres de soutènement des galeries de mines en profils renforcés

par Ch. HANOT,
Ingénieur civil des Mines A.I.Lg.

SAMENVATTING

De voortdurende prijsstijging van het mijnhout, die zich gedurende de laatste twintig jaren deed gevoelen, alsmede, op bepaalde ogenblikken, de moeilijkheden van bevoorrading, hebben de mijnontginners er toe gebracht het gebruik van de metalen ondersteuning uit te breiden.

De inschuifbare bogen die tot dat doel gebruikt werden, namelijk de T.H., werden eerst in profiel Zorès van 14 kg/m vervaardigd, vervolgens heeft het gebruik van profielen van 21 kg/m zich veralgemeend. Op het huidig ogenblik stelt men een neiging vast om over te gaan tot bogen van 29 en zelfs 36 kg/m.

De auteur stelt zich de vraag of die neiging zich verrechtvaardigt, gezien het principe zelf van de inschuifbare ondersteuning, die de belasting van het metaal beperkt tot de schuifbelasting in de klemmen. Hij onderzoekt deze kwestie op theoretisch en praktisch gebied en beschrijft een aantal laboratoriumproeven die op bogen van verschillende kaliber werden uitgevoerd.

Hij besluit dat het gebruik van zware profielen aangeduid is voor alle moeilijke gevallen, vooral waar de hoedanigheid van de beschikbare werkkrachten niet voldoende is om zeker te zijn dat de plaatsing met al de nodige zorg zou geschieden en dat het toezicht over de inschuiving strikt zou georganiseerd zijn.

De bogen in versterkte profielen schijnen eveneens van belang voor de ondersteuning der steengangen ingeval een vlugge vooruitgang nodig is, hetgeen het gebruik van de kostelijke blokkenbekleding, traag van plaatsing, uitsluit.

RESUME

L'allure rapide du renchérissement des bois de mines, qui s'est manifestée au cours des vingt dernières années, et à certains moments la difficulté d'approvisionnement ont incité les exploitants à étendre l'emploi des soutènements métalliques.

Les cintres rétractiles utilisés à cette fin, notamment les T.H., ont d'abord été fabriqués en profils Zorès 14 kg/mc par exemple, puis l'emploi de barres de 21 kg/cm s'est généralisé. On constate maintenant une tendance à employer des cintres en profils plus forts, 29 voire 36 kg/mc.

L'auteur s'est demandé si ce renforcement se justifie, étant donné le principe même du soutènement rétractile qui limite la contrainte du métal, due à la poussée des terrains, à l'effort de glissement dans les étriers de serrage.

Il examine la question des points de vue théorique et pratique et relate une série d'essais effectués en laboratoire sur des éléments de cintres de différents calibres.

Il conclut à l'adoption des profils forts dans tous les cas difficiles, surtout là où la qualité de la main-d'œuvre dont on dispose ne permet pas d'assurer que la pose se fera avec tout le soin désirable et que la surveillance du coulisement sera rigoureusement organisée.

Le cintre en profil renforcé paraît aussi intéressant pour le soutènement des galeries au rocher dans les cas où un avancement rapide est requis, ce qui exclut l'emploi du revêtement en claveaux de béton, onéreux et de pose lente.

Quand on compare les fluctuations subies au cours des vingt dernières années par le prix du m³ de bois de mine et le prix de la tonne d'acier, on constate (diagramme fig. 1), pour le premier, une progression rapide et souvent désordonnée, pour le second, un accroissement moins rapide et beau-

coup plus régulier. L'approvisionnement en bois de mine fut d'ailleurs à certains moments extrêmement difficile.

C'est une des raisons qui ont provoqué la généralisation de plus en plus poussée de l'emploi du

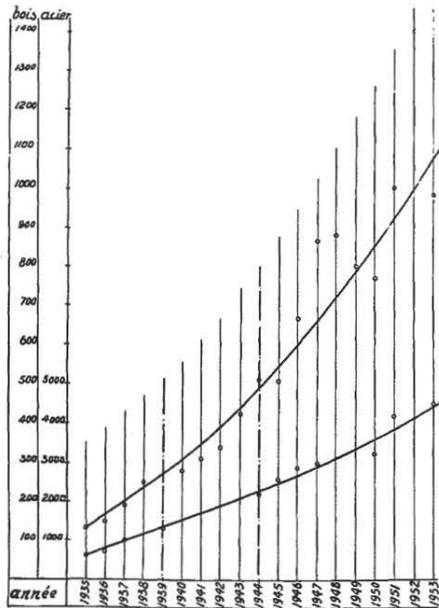


Fig. 1. — Prix comparatifs du m³ de bois de mine et de la tonne d'acier de 1935 à 1953.

soutènement métallique dans les tailles et les galeries de mines.

Dans une communication (1) faite à la Conférence Internationale sur les pressions de terrains et le soutènement dans les chantiers d'exploitation, tenue à Liège en avril 1951, nous avons montré le développement pris par les cintres métalliques dans les voies d'exploitation des charbonnages de Campine.

Dans les bassins du sud de la Belgique et à l'étranger, la même évolution s'est produite. On a vu adopter d'une façon quasi générale le soutènement rétractile réalisé, soit par l'écrasement de piles de bois (genre Moll) qui ne résout que très imparfaitement le problème posé par le coût élevé du bois, soit par les cintres coulissants genre Toussaint-Heintzmann.

Les premières applications en Campine de ce dernier système, vers 1935, ont été faites au moyen de profils Zorès d'un poids métrique de 14 kg et les résultats ont été franchement encourageants, à telle enseigne que M. Soille, alors Ingénieur en Chef du Charbonnage d'André Dumont, écrivait (2) : « Nous avons voulu, avec ce type de cadre (T.H.), qui assure à l'ensemble du soutènement une élasti-

(1) Voir volume de la Conférence Internationale organisée par Niéhar, à Liège, en 1951.

(2) Revue de l'Industrie Minière n° 582 du 15 janvier 1956, Page 49.

cité supérieure à celle que possède le boisage Moll, tenter dans une voie en veine une expérience qui nous paraît concluante. Systématiquement, nous avons adopté le profil assez faible de 14 kg par mètre courant et nous avons porté l'écartement des cadres à une valeur inaccoutumée : 1,30 m ».

« Cet essai a été commencé il y a quatre mois.

» Au passage de l'exploitation, les éléments ont coulissé, l'ensemble du soutènement s'est légèrement affaissé et déformé, sans jamais cependant cesser de présenter toute la sécurité désirable. Il est remarquable que jusqu'ici nous n'avons dû consacrer une seule heure de travail à la réparation de ce revêtement. »

Les photos 1 et 2 (non reproduites ici), prises dans la voie costresse en couche de 1,20 m d'ouverture à l'étage 807, permettaient de faire une comparaison entre le soutènement Moll constitué de rails de 38 kg/m et le T.H. fait de barres de 14 kg par mètre courant.

Vers la même époque, les Mines d'Ostricourt faisaient des essais comparatifs de soutènements à l'aide de cadres Moll 38/40 et 50/52 kg et cintres T.H. à profils de 9 kg et 14 kg par mètre courant.

Disons tout de suite que le 9 kg s'est révélé immédiatement un peu faible. Le 14 kg fut maintenu avec succès et le prix de revient fut notablement inférieur aux cadres Moll.

A l'heure actuelle et depuis longtemps déjà, il n'est plus guère question, ni en Campine, ni en France, ni en Allemagne, d'employer des cintres T.H. de 14 kg, mais la généralisation s'est faite au contraire sur la base du profil de 21 kg par mètre courant ou similaire.

Si nous avons cité les deux exemples ci-dessus, c'est que la question se pose aujourd'hui de savoir s'il n'y a pas avantage dans bien des cas d'utiliser des cintres à profils plus lourds, soit 29 ou 36 kg par mètre courant.

Point de vue théorique.

A priori, on est tenté de répondre qu'il est superflu de vouloir augmenter la résistance propre des barres constituant le cintre coulissant, alors que le principe même sur lequel est basé ce système consiste à limiter la contrainte du métal due à la poussée des terrains, à l'effort de glissement dans les éclisses.

A vrai dire, celui-ci est assez mal défini. On ne peut l'évaluer comme on le ferait de deux surfaces planes polies frottant l'une contre l'autre et tenues en contact sous l'action d'une force agissant perpendiculairement, en appliquant la simple formule $T = P.f$, où f est le coefficient de frottement.

Il s'agit ici de deux pièces courbes qui, sous l'action de la poussée du terrain, peuvent subir une déformation plus ou moins prononcée. Les surfaces en contact ne sont pas polies, leur coefficient de frottement est fonction du laminage.

Encore faut-il considérer deux cas bien distincts. Le cintre T.H., le plus répandu en Belgique, est constitué de trois éléments en barre laminée au profil Zorès (fig. 2) de dimensions légèrement différentes,

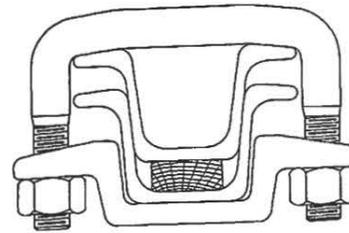


Fig. 2. — Assemblage avec planchette.

s'emboîtant l'un dans l'autre, mais séparés au point d'assemblage par une planchette de bois emprisonnée entre les deux âmes. L'assemblage est réalisé le plus souvent par deux étriers et une clame serrée par boulons.

Dans ce cas, le glissement se produira d'abord sur le bois et, après un certain écrasement de la planchette, interviendra le frottement des ailes l'une contre l'autre.

A ce moment, une fraction x du serrage sera supportée par la planchette, d'où un effort de frottement $x.f$, la fraction $t - x$ étant supportée par les ailes. Mais celles-ci sont inclinées de sorte que l'effort de contact sera K fois plus grand et deviendra $K.f(t - x)$. Au total, l'effort de frottement pourra s'exprimer par $F = f.x + K.f'(t - x)$.

Si $f = K.f'$, F est indépendant de x . Cette condition est pratiquement irréalisable, car si f est assez bien connu (environ 0,25 à 0,35) f' est essentiellement variable avec l'état des surfaces en contact, laminage, rouille, polissage par suite d'un glissement antérieur, grippage, etc...

Mais le cintre T.H. s'emploie aussi sans planchette avec glissement métal sur métal, et ce type de soutènement est très généralisé à l'étranger.

Le profil adopté dans ce cas peut être très voisin du type précédent et, par ce fait, le frottement n'intéresse que les ailes, la formule se réduit à $F = K.f$.

Les éléments du cintre peuvent aussi être constitués de barres ayant un profil unique en forme de V et s'emboîter parfaitement l'un dans l'autre au point d'assemblage, sans interposition de planchettes en bois (fig. 3). Dans ce cas, les ailes sont renforcées, côté extérieur, par d'épais bourrelets, de

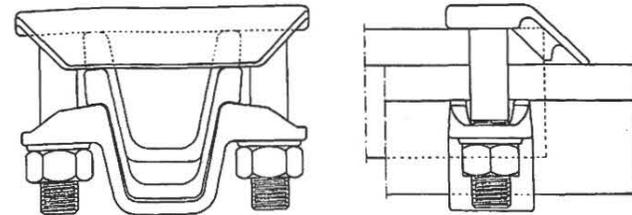


Fig. 3. — Assemblage profil unique.

telle sorte que le frottement se partage entre les bourrelets qui portent l'un sur l'autre, soit pour une fraction x et les flancs inclinés pour $t - x$.

L'effort de frottement total s'exprime encore dans ce cas par $F = f'[x + K(t - x)]$. Selon la plus ou moins grande perfection du laminage, l'effort peut porter uniquement sur les bourrelets et l'on a $x = 1$, ou bien seulement sur les ailes, ce qui entraînera vraisemblablement une déformation du profil, ou enfin, ce qui est souhaitable, en même temps sur les bourrelets et les ailes.

Nous donnons ci-après, à titre indicatif, les résultats d'essais réalisés à la presse sur différents modes d'assemblages et des profils de calibres variables.

Assemblage avec cales en bois intercalées entre les deux profilés à l'endroit du coulissement.

Les Zorès profil 21 kg par mètre courant sont cintrés sur un rayon de 1,50 m et placés verticalement entre les deux plateaux de la presse. L'assemblage se fait au moyen de deux étriers dont les boulons sont serrés au moyen d'une clef à l'extrémité de laquelle on exerce un effort par l'intermédiaire d'un dynamomètre.

Les planchettes sont droites ou préalablement courbées suivant le même rayon que les cintres, et d'essences différentes.

TABLEAU I.

Couple de serrage kgm	Essence de bois	F. kg maximum	Forme de la cale
20	Azobé	11.750	droite
25	Azobé	12.000	droite
25	Chêne	11.000	cintrée
30	Chêne	11.500	cintrée
25	Peuplier	7.500	droite
25	Hêtre	12.500	droite
25	Orme	13.500	droite

D'autres essais sur Zorès 21 kg par mètre courant, assemblage par 2 étriers, cales 50 × 21 × 400, ont donné les résultats suivants :

TABLEAU II.

Couple de serrage kgm	Essence de bois	Effort kg	
		moyen	en pointe
14	Azobé	5.000	7.000
20	Azobé	10.000	12.000
25	Azobé	19.000	22.500
20	Hêtre	11.000	12.000
25	Hêtre	14.200	15.500
20	Chêne	11.500	12.300
26	Chêne	18.200	19.500
20	Orme	12.500	13.200
25	Orme	14.700	15.500
20	Sapin	9.500	10.500
26	Sapin	11.500	13.500
20	Bois blanc	9.500	10.500
26	Bois blanc	12.000	12.700
14	Sans cale	15.000	16.500
14	Sans cale	15.000	16.500

On remarque que, sous un serrage de l'ordre de 20 kgm, les efforts maxima de glissement sur le profilé de 21 kg/mc se situent entre 10 et 12 tonnes pour toutes les essences. Si le serrage devient plus énergique par exemple 25 kgm, les espèces de bois se classent dans l'ordre suivant :

Azobé : coulissement sous 22 tonnes.
 Chêne : coulissement sous 19 tonnes.
 Hêtre et Orme : coulissement sous 15 tonnes.
 Sapin : coulissement sous 13 tonnes.
 Bois blanc : coulissement sous 12 tonnes.
 (Tilleul ou Peuplier).

Les pièces essayées étaient de choix et parfaitement sèches.

La cale en bois permet, par un serrage énergique, d'augmenter l'effort sous lequel se produit le glissement sans craindre le grippage. L'effet obtenu dépend de la nature du bois et est d'autant plus marqué que le serrage est plus poussé.

Ces résultats sont en concordance avec les essais faits en vue de déterminer les coefficients de frottement des planchettes en bois de différentes natures, qui ont donné les résultats suivants comparés au coefficient de frottement acier sur acier :

Azobé Chêne Hêtre Orme Tilleul Sapin Acier
 0,37 0,37 0,36 0,31 0,30 0,25 0,25

Comportement des différents assemblages sous compression lente.

Dans le but de reproduire à certain point de vue l'action qu'exerce le terrain, lors de sa détente, sur les cintres à coulissement, on a procédé aux essais suivants :

Dans une presse Amsler (fig. 4), les deux tirants reliant les deux plateaux sont soudés au plateau inférieur, tandis qu'au plateau supérieur l'assemblage peut se faire au moyen d'écrans et contre-écrous.

Le plateau intermédiaire coulisse avec jeu, guidé par les tiges. Il est poussé vers le haut par un vérin hydraulique qui s'appuie sur le plateau inférieur.

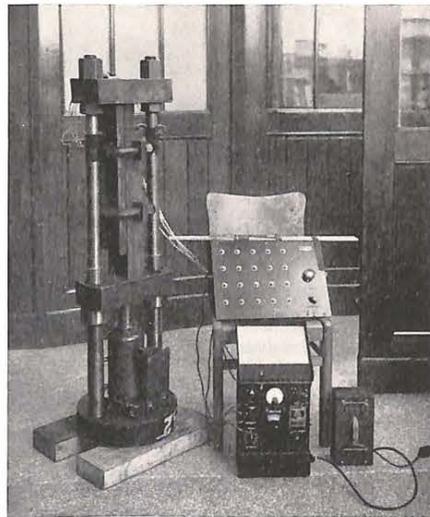


Fig. 4. — Presse Amsler.

Entre ce plateau mobile et le plateau supérieur, on place verticalement les deux profils laminés, éléments de cadre de soutènement. Ils sont serrés l'un contre l'autre par les boulons d'un assemblage à étriers, mais on a eu soin de les disposer l'un par rapport à l'autre de façon qu'ils puissent coulisser dès que l'effort de compression devient suffisant.

On a actionné la presse jusqu'à ce que le piston exerce un effort déterminé choisi arbitrairement. Quand celui-ci est atteint, on amène les deux écrous contre le plateau intermédiaire afin que la charge soit maintenue constante même si, pour une cause quelconque, la presse avait tendance à laisser se relâcher l'effort de compression.

Pour connaître celui-ci exactement, on a eu soin de fixer sur chaque tige deux strain gauges placés à 180° l'un de l'autre, qui sont raccordés aux appareils Baldwin (commutateur et pont). La demi-somme des lectures indique l'allongement élastique de la tige en évitant l'erreur qui pourrait résulter d'une flexion éventuelle.

Résultats obtenus :

a) avec profils Zorès normaux de 21 kg par mètre courant.

Le couple de serrage des boulons d'étriers était 25 kgm et le frottement s'exerçait non seulement sur la planchette, mais également en partie sur la base des flancs.

1^{er} jour : L'effort de compression est monté progressivement à kg 4050, 7.215, 10.374, 12.460, 13.852 et 15.000. Cette charge a été maintenue pendant la nuit sans glissement.

2^e jour : L'accroissement de la pression a été repris jusque 14.707 kg. Sous cette charge, un glissement s'est produit et l'effort est retombé à 13.799 kg puis à 12.505 kg pour remonter à 14.707 Kg, ce qui a

provoqué un nouveau glissement et une décharge à 12.460 kg qui a été maintenue pendant la nuit.

3^e jour : Augmentation de la charge à 13.467, 14.564, 16.260 et 18.521 (On constate des traces de grippage). Suit un glissement assez important qui ramène la charge à 14.098 kg puis à 13.500 kg. la pression remonte alors à 15.561 kg avec trace de grippage, puis un nouveau glissement se produit jusqu'à 13.852 kg.

b) avec profil 29 kg.

D'autres essais sur cintres T.H. en profils 29 kg par mètre courant sans cale de bois, coulissant fer sur fer, ont donné des résultats du même ordre, c'est-à-dire une charge primitive atteignant de 10 à 15 tonnes, maintenue par saccades à une charge moyenne située entre ces deux limites.

Ces essais illustrent bien l'idée que l'on se fait du comportement des cintres à coulissement sous l'ac-

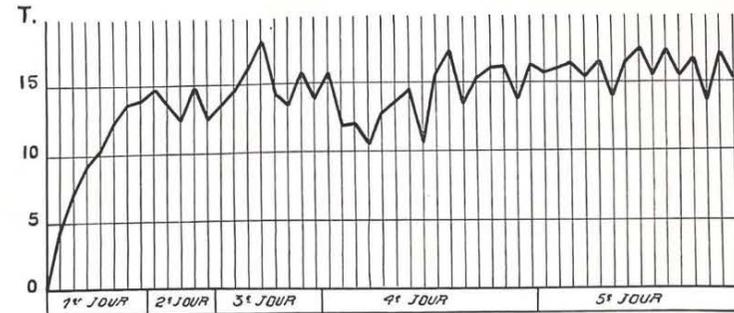


Fig. 5. — Diagramme. Pression lente.

4^e et 5^e jours : Le phénomène alternatif se reproduit et le diagramme fig. 5 donne une idée de la façon dont s'est comporté l'assemblage au cours des 5 journées d'essais.

Un second essai exécuté dans les mêmes conditions a donné des résultats fort semblables (fig. 6.)

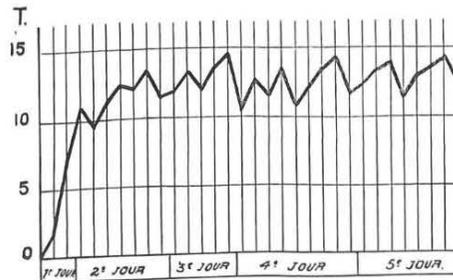


Fig. 6. — Diagramme. Pression lente.

tion de la poussée résultant de la détente des terrains autour d'une galerie en creusement.

On ne peut en déduire des conclusions formelles quant à la valeur absolue des efforts supportés par les assemblages, qui dépend du serrage des boulons, de la nature du bois en cas d'utilisation de cales, de la perfection du laminage pour les cadres neufs et de l'état des surfaces frottantes dans le cas de cadres reconformés.

Mais il semble que cet effort ne varie pas essentiellement avec le calibre du profil employé.

Les essais suivants ont eu pour but de vérifier cette dernière proposition et de déterminer l'influence du serrage.

Il est apparu que celui-ci exécuté sous l'action d'un couple de 25 kgm, n'était pas toujours réalisé dans la pratique courante de la mine où les ouvriers utilisent souvent une clef de 0,60 m.

Des essais ont été repris sur Zorès 14 — 21 — 29 kg — nous ne disposons pas de barre 36 kg/mc — au moyen de la presse Amsler, en soumettant l'assemblage à une pression continue sans arrêt. Les tronçons de barre Zorès étaient cintrés sur rayon de 1,50 m. On a obtenu les résultats suivants :

TABLEAU III

Types de cintres	Charges maximums en kg	Charges moyennes en kg
Profil 14 kg avec planchette azobé sous couple de serrage de	10 kgm	8.250
	15 kgm	12.000
	20 kgm	18.000
Profil 14 kg sans planchette sous couple de serrage de	10 kgm	5.500
	15 kgm	10.000
	20 kgm	15.000
Profil 21 kg avec planchette azobé sous couple de serrage de	15 kgm	11.500
	20 kgm	11.250
	25 kgm	15.500
Profil 21 kg sans planchette sous couple de serrage de	15 kgm	15.000
	20 kgm	18.250
	25 kgm	22.000
Profil 29 kg sans planchette sous couple de serrage de	15 kgm	11.500
	20 kgm	9.000
	25 kgm	12.500
	25 kgm	13.500

Les essais faits sur pièces assemblées par serrure Theis ont donné des résultats très variables desquels on ne peut tirer aucune indication.

M. Vidal (5) a obtenu sur des éléments de cintre 21 kg par mètre courant sans planchette, une résistance au coulisement de 8 à 21 tonnes suivant le serrage (fig. 6).

De tous ces essais, en nombre relativement limité, on ne peut tirer de conclusions chiffrées absolues quant au comportement des cintres de soutènement de voie du type coulissant. La dispersion des résultats ne laisse subsister qu'une allure générale, mais celle-ci est bien établie. Le nombre des essais fut-il considérablement plus élevé — ce qui permettrait d'établir des moyennes sur grands nombres — qu'ils n'apporteraient pas de renseignements de caractère vraiment pratique, tant il est vrai que les cas se présentant dans la mine sont éminemment variables : à chaque situation particulière, le cintre doit pouvoir s'adapter grâce à un choix judicieux du calibre et un serrage adéquat.

La planchette en bois semble jouer un rôle régulateur dans le cas des profils à flancs faiblement inclinés, elle empêche le coincement si le serrage est excessif ou si les irrégularités de laminage sont trop importantes, tout en gardant un coefficient de frottement suffisant. Elle évite ou retarde le grip-page.

(5) Revue de l'Industrie Minière — août 1950.

Elle peut aussi parfaitement être utilisée avec les profils en V et empêcher la portée exclusive sur les bourrelets, qui n'entraîne en somme qu'un frottement relativement faible.

Nous pensons que cette interposition de bois dans l'assemblage est intéressante, quand on veut appliquer un serrage énergique, là où les poussées sont assez fortes, bien que l'on ne puisse pas dire qu'elle soit indispensable.

Des résultats très satisfaisants ont d'ailleurs été obtenus dans de nombreux cas d'application avec

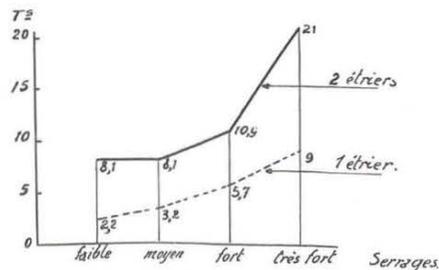


Fig. 7. — Diagrammes relevés par M. Vidal (Extrait de la Revue de l'Industrie Minière, août 1950).

des assemblages où le glissement se fait acier sur acier.

Il résulte de ce qui précède que le glissement dépend d'un grand nombre de facteurs dont les essais ne peuvent déterminer de façon précise l'influence respective.

Mais on peut affirmer qu'il est fonction du serrage et dépend assez peu du calibre du profil.

On s'étonnera sans doute de constater que le même serrage permet de résister à des pressions égales, voire supérieures, avec le profil le plus faible. Sans doute faut-il en chercher la cause dans les

déformations par flexion qui se produisent plus facilement dans ce cas.

La serrure Theis dans laquelle le serrage est obtenu par des coins enfoncés à coups de marteau (fig. 8) a été préconisée par certains exploitants qui y ont vu le moyen d'obtenir un serrage énergique sans avoir recours au serrage de boulons, opération qui demande un temps non négligeable.

Les essais à la presse sur ce mode d'assemblage n'ont pas donné de résultats concluants. L'intensité du serrage est en effet très difficile à déterminer, car il résulte d'un certain nombre de coups de marteau sur des coins qui s'enfoncent dans des pièces métalliques dont l'élasticité absorbe une partie plus ou moins importante de l'effort de choc. Elle dépend aussi de la force avec laquelle l'ouvrier manœuvre son marteau et du poids de celui-ci.

Néanmoins, cette serrure peut, à notre avis, être utilisée avec un certain succès là où les pressions n'étant pas extrêmement fortes, on désire par raison d'économie réduire le temps de pose.

Point de vue pratique.

Dans les exploitations où la surveillance du glissement et du serrage des boulons d'éclisses se fait d'une façon systématique, il y a beaucoup de chance pour que les éléments du cintre ne subissent qu'exceptionnellement des efforts provoquant la rupture ou des déformations importantes.

Malheureusement, cet emploi judicieux des cintres est loin d'être général, ainsi que nous avons pu nous en rendre compte par des investigations faites en Belgique et à l'Étranger. Sur une vingtaine de charbonnages consultés, quatre seulement possèdent un service organisé dans ce but.

Le plus souvent, le cintre posé est abandonné à lui-même sans surveillance spéciale. S'il coulisse trop facilement, le terrain se disloque, des affaissements se produisent, parfois suivis d'éboulements, et en tout cas il en résulte un rétrécissement excessif de la galerie; si le serrage est trop fort, les éléments du cadre flambent, se déforment ou se rompent.

Entre ces deux cas extrêmes se situe toute une gamme d'hypothèses.

Le plus souvent cependant le serrage est énergique et, avant que le glissement se produise, le cintre subit une contrainte provoquant des déformations élastiques ou permanentes qui ont des répercussions sur l'assemblage. Parfois, l'étrier entraîné par le profil sur lequel il s'appuie, se place de travers, le serrage croît, mais dès que ce nouvel équilibre est rompu, l'étrier peut se redresser et permettre un glissement plus facile.

Il arrive aussi qu'après le premier glissement l'extrémité de l'élément de tête du cintre bute contre la paroi de la galerie, ou contre un bois de garnissage ou bien encore qu'un coincement se produise sous l'action d'une poussée latérale qui tend à tordre le profilé.

Il est certain que, dans tous les cas de l'espèce, le profil de fort calibre résistera plus longtemps et évitera souvent des travaux de recarrage toujours dispendieux.

Dans les terrains dont la poussée est anormalement élevée, très grande profondeur ou voisinage

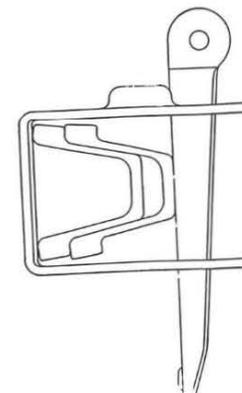
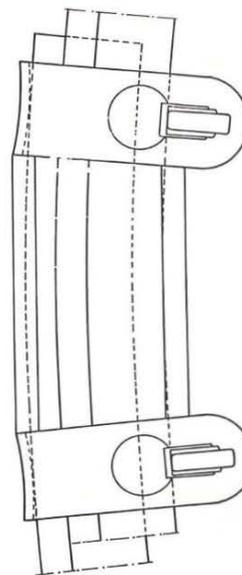


Fig. 8. — Serrure Theis.

de faille par exemple, le mineur est amené à renforcer le serrage des éclisses à tel point que l'effort de glissement dépasse la résistance des éléments constitutifs du cintre.

Dans un charbonnage belge exploitant à 1.300 m une veine de 1.40 m d'ouverture, on a constaté que les cintres de 21 kg placés presque jointifs ne résistaient pas, en dépit de toutes les précautions prises, les éléments coulaissent sur une longueur allant jusque 1 mètre, puis se déformaient.

Le cintre de 36 kg par mètre courant permet actuellement de maintenir la galerie à une section acceptable.

La dépense résultant du poids de matière supplémentaire se paie largement, le rendement de la taille étant intéressant.

Des essais faits dans une couche de moindre puissance en dressant sont moins concluants, car, dans ce cas, l'effet utile à l'abatage est insuffisant pour compenser les frais élevés du soutènement.

Dans un autre charbonnage belge, le cintre 20 kg par mètre courant a permis de résoudre le problème du soutènement en galerie dans un travers-bancs en terrain failloux.

En Allemagne, les T.H. de 20 et 36 kg par mètre courant ont été adoptés dans un certain nombre d'exploitations, parce qu'il avait été constaté que le cintre 21 kg par mètre courant avait déjà tendance à se déformer dès que le glissement se produisait. Les premiers essais ont été faits avec cintres composés de 2 éléments, mais l'expérience a montré que le système à 3 éléments était nettement plus avantageux.

On est généralement d'avis que le glissement est plus régulier dans le cas des profils de 20 et 36 kg par mètre courant.

Un charbonnage de Westphalie utilise couramment le type 20 kg par mètre courant pour toutes les galeries dont la section atteint 10 m².

Quand il s'agit de couches fortement inclinées, il a recours au soutènement Lorenz Toussaint-Heintzmann (L.T.H.) qui est coulissant et articulé.

Il est constitué d'un demi-cadre formé de deux éléments coulissants appuyés sur une pile de bois



Fig. 9. — Soutènement Lorenz H.H. (L.T.H.)

et, d'autre part, reliés à un montant droit du côté du toit de la couche. L'articulation est assurée par une pièce spéciale qui permet de donner au montant toutes les inclinaisons voulues (fig. 9).

Dans le bassin d'Aix-la-Chapelle, où l'emploi de T.H. est généralisé, on estime que, lorsque la section de la galerie atteint 12 m², le type 20 kg par mètre courant devient intéressant et si le terrain est vraiment mauvais, on passe au type 36 kg par mètre courant avec cintres espacés de 50 cm.

On constate aussi que les cintres de forts calibres sont fréquemment utilisés dans les galeries au rocher en direction ou en travers-bancs et ont permis d'éviter les revêtements coûteux en claveaux de béton.

Une application des cintres 20 et 36 kg par mètre courant se rencontre assez souvent en Allemagne dans le soutènement des grands envoyages et des bifurcations.

Profil — Placement — Glissement.

En Allemagne, comme dans beaucoup de charbonnages belges, il est rare que la surveillance systématique des éclisses soit organisée. Elle existe cependant dans un certain nombre de cas où des repères sont régulièrement marqués sur les cintres et reportés dans un registre. Cette surveillance se limite parfois à 50 m du front.

On reconnaît généralement que cette organisation est judicieuse et rentable, mais le manque de personnel qualifié et consciencieux, qui se fait sentir partout, la rend souvent impossible.

Dans tous les charbonnages allemands sur lesquels on porte nos investigations, le glissement se fait acier sur acier sans interposition de cales en bois.

Le glissement est certainement moins régulier, mais l'usage du bois crée une sujétion qui, aux yeux de beaucoup d'exploitants, n'est pas compensée par des avantages importants.

Qu'il s'agisse du profil 21 kg par mètre courant ou des types forts, la distance la plus souvent adoptée en Allemagne est de 75 à 80 cm, avec alternance d'espaces de 1.20 m pour le passage de la trémie de taille; rarement, on descend à 50 cm.

Le placement se fait assez fréquemment à 6 ou 8 m en arrière du front, le soutènement provisoire étant réalisé au pied de taille par des étaçons droits coulissants. Mais cette façon de procéder n'est pas absolument générale. Là où la surveillance du serrage est organisée par exemple, on place les cintres au fur et à mesure de l'avancement, voire parfois en avant du front.

Impression générale.

Le soutènement articulé est encore assez répandu en Allemagne, mais il semble que le cintre coulissant de différents modèles occupe une place de plus en plus importante. Il est surtout apprécié en raison de sa facilité de placement (il ne nécessite pas de soutènement provisoire), de sa bonne stabilité dans les terrains plastiques à pressions irrégulières et de la consommation de bois à peu près nulle.

Le profil d'un poids métrique de l'ordre de 21 kg était généralement utilisé, mais depuis quelques temps, les cintres de 26, 29 et 36 kg trouvent des applications de plus en plus fréquentes dès que la section des galeries dépasse 10 à 12 m², qu'il s'agisse de forte pression résultant de l'approfondissement des exploitations ou que l'on cherche à éviter le revêtement en claveaux dans les travaux au rocher urgents ou dans les envoyages et bifurcations.

La résistance du profil lourd à la torsion résultant des efforts latéraux a, elle aussi, été prise en considération.

Conclusion.

Les cintres coulissants fabriqués au moyen de barres d'acier demi-dur, dont le poids métrique est de l'ordre de 21 kg, ont fait leur preuve et ont donné des résultats satisfaisants dans tous les cas courants de soutènement de voies. Ces résultats sont d'autant meilleurs que des soins sont apportés dans la pose et la surveillance du coulissement.

Malheureusement, la main-d'œuvre dont disposent les charbonnages à l'heure actuelle est tellement variable et mouvante qu'il est extrêmement difficile sinon impossible dans la majorité des cas de réaliser une organisation stable.

Pour obvier à cette carence, beaucoup d'exploitants désirent renforcer la résistance propre du soutènement, afin de pouvoir appliquer un serrage énergique et reculer dans la mesure du possible le moment où le cintre devra céder sous l'action de la poussée des terrains.

Les choses ne se passent pas autrement dans le cas des cadres de soutènement type Moll où les piles de bois vont jusqu'à l'écrasement presque complet avant que les pièces métalliques, rails ou profilés, se rompent.

Toutefois, cette condition n'est réalisée qu'au prix d'une dépense de bois fort importante.

Le cintre coulissant à profil renforcé répond à cette sujétion à moindre frais, mais si le mur de la galerie est très tendre il est à conseiller de poser les cintres sur des semelles en bois dur, en béton ou en acier.

Son emploi est apparu économique dans de nombreux cas en Belgique, en Allemagne et en France.

D'autre part, le renforcement du profil des cintres coulissants est devenu indispensable là où, par suite de la profondeur d'exploitation ou de la nature faillueuse des terrains, la poussée dépasse les normes habituelles.

Enfin, le cintre à profil lourd, en fer à cheval ou en cercle complet, a été fréquemment adopté en lieu et place des revêtements en claveaux dans le soutènement des galeries au rocher, pour lesquelles un avancement rapide est requis.

L'emploi de cadres circulaires 21, 29 ou 36 kg par mètre courant renforcés à la base à l'aide de deux profils travaillant en parallèle (fig. 10) permet,

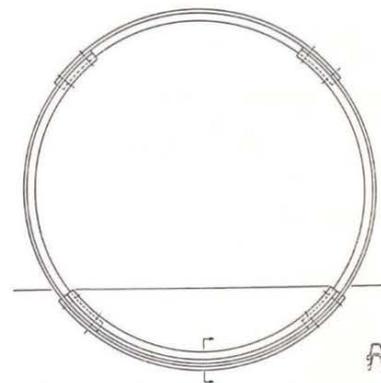


Fig. 10. — Cadre circulaire renforcé à la base.

dans bien des cas, de résoudre économiquement le problème que pose l'avancement rapide d'un travail préparatoire, en assurant à celui-ci un soutènement suffisamment résistant, sans devoir recourir à l'emploi de revêtement en claveaux de béton toujours onéreux et de pose lente.

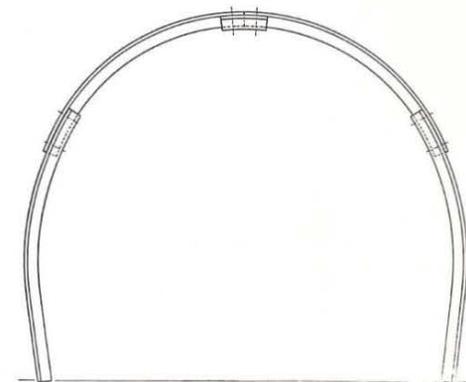


Fig. 11. — Cintre en quatre segments en 29 kg/mc.

L'objection que l'on peut faire au renforcement du calibre, indépendamment du coût un peu plus élevé, réside dans le poids des éléments constitutifs du cintre. La plupart des exploitants n'y ont cependant pas attaché une très grande importance et d'autres ont estimé pouvoir résoudre la question en utilisant quatre segments au lieu de trois (fig. 11)

L'expérience dira dans quels cas et dans quelle mesure les cintres renforcés seront d'un emploi économique.