

Mesures à l'aide d'un rabot expérimental dans les Galles du Sud (*)

par

L. FINKELSTEIN,
M. Sc., A. Inst. P., Grad. I.E.E.

W. T. A. MORGANS,
B. A.

C. D. POMEROY,
B. Sc., F. Inst. P., F.S.S.

V. M. THOMAS,
B. A., Grad. I.E.E.

Traduction adaptée de « The Mining Engineer »,
par J. BOXHO, Ingénieur à Inichar.

SAMENVATTING

Het lijkt geen twijfel dat de snelschaaf Westfalia voor de mechanisering van de winning in de Engelse mijnen op dit ogenblik meer mogelijkheden biedt dan eender welk ander systeem.

Met het doel een beter inzicht te verkrijgen in de werking van deze schaaaf werden een aantal metingen georganiseerd in twee kolenmijnen waar de schaaaf nu reeds met succes gebruikt wordt.

Een standaardmodel van de schaaaf werd zodanig omgebouwd dat men, zonder iets aan de karakteristieken te wijzigen, tijdens de werking langs elektrische weg de volgende grootheden kon meten en doorlopend of film vastleggen: de trekkracht uitgeoefend door de ketting op het voetstuk, de drie rechthoekig op elkaar staande componenten van de kracht waaraan de snijkop is onderworpen, en tenslotte de diepte van de snede.

De weerstand van de schaaaf werd volgens twee methodes bepaald: in het massief zelf door middel van de indringingsmethode volgens het M.R.E., en in het laboratorium door de meting van de weerstand tegen impact, eveneens uitgewerkt door het M.R.E.

De resultaten van deze proeven verklaren bepaalde waarnemingen tijdens het schaven, maar alvorens tot definitieve conclusies te komen zal men de metingen tot een voldoende groot aantal kolenlagen moeten uitbreiden.

Het verslag betreffende de meetcampagne werd opgemaakt onder de vorm van een conferentie gegeven door het Instituut der Ingenieurs van Zuid-Wales, Park Place, te Cardiff, op 15 december 1960.

Het hiernavolgend artikel is een bewerkte vertaling van dit verslag. Sommige paragrafen werden aangepast of meer begrijpelijk gemaakt. De antwoorden gegeven door de auteurs op de tijdens de eindbespreking gestelde vragen werden ondergebracht in de overeenkomende paragrafen.

RESUME

Le rabot rapide type Westfalia offre certainement plus de possibilités que tout autre engin d'abatage mécanique en service à l'heure actuelle en Grande-Bretagne. Il était donc urgent et important de l'appliquer à un large éventail de couches, dont certaines étaient estimées jusqu'à présent non rabotables.

Pour mieux comprendre les mécanismes du rabotage, une campagne de mesures a été entreprise dans deux charbonnages qui se servaient déjà du rabot rapide avec plein succès. Un modèle standard de rabot

(*) Le texte original figure sous le titre « Experiments in South Wales with an instrumented coal plough » dans « The Mining Engineer », volume 120, n° 6, mars 1961, pages 464/484. Nous en donnons une traduction adaptée avec l'aimable autorisation de l'Institution of Mining Engineers, ainsi que du Dr. TYTE, Directeur du Mining Research Establishment (M.R.E.) du National Coal Board à Isleworth.

M. L. FINKELSTEIN, auparavant chercheur scientifique au M.R.E., est actuellement chargé de cours au Northampton College of Advanced Technology à Londres.

M. W.T.A. MORGANS est chercheur scientifique attaché à la Section Rabotage du M.R.E.

M. C.D. POMEROY est Chef du Service Mécanique du M.R.E.

M. V.M. THOMAS est Chef du Service Electrique du M.R.E.

a reçu des modifications qui, sans en altérer les caractéristiques, permettent de mesurer électriquement et d'enregistrer sur film continu les efforts de traction de la chaîne sur le socle et les trois composantes orthogonales de l'effort sur la tête coupante, ceci durant la marche. On mesure aussi la profondeur de coupe.

La résistance du charbon a été estimée à la fois dans le massif, au moyen du pénétromètre du M.R.E. et en laboratoire par la mesure de la résistance à l'impact du M.R.E.

Les résultats de ces essais font ressortir certains facteurs des processus de rabotage, mais les mesures devront porter sur une gamme suffisante de charbons avant de pouvoir tirer des conclusions définitives.

* * *

Le rapport consécutif à la campagne de mesures a été présenté sous forme de conférence à l'Institut des Ingénieurs de Galles du Sud, Park Place, à Cardiff, le 15 décembre 1960.

L'article ci-dessous est une traduction adaptée de ce rapport. Certains paragraphes ont été remaniés ou explicités. Les réponses des auteurs aux questions posées lors de la discussion finale, après la conférence, ont été introduites dans les paragraphes correspondants.

SOMMAIRE

0. Introduction.

1. Appareillage des essais.

10. Mesures et conditions de validité.
11. Description de l'appareillage.
12. Mesure de la profondeur de coupe.
13. Mesure de la résistance du charbon.
14. Sécurité de l'appareillage.
15. Précision des mesures des efforts.

2. Organisation des essais.

3. Chantiers d'essai.

4. Analyse des résultats.

40. Introduction.
41. Effort de traction.
42. Effort de coupe.
43. Efforts normaux Y et Z.
44. Profondeur de coupe.
45. Variation de pression des pousseurs.
46. Influence des sens de rabotage.
47. Granulométrie.

5. Conclusion.

6. Remerciements.

0. INTRODUCTION

Le rabot rapide, tel que le rabot Löbbe, ou le rabot ajouté Westfalia, est un engin simple, de grande sécurité, capable d'assurer une production plus importante que tout autre abatteur mécanique avec un pourcentage de « classés » vendables plus élevé.

Il est simple puisque son travail consiste uniquement à détacher du front une succession de tranches minces, l'effort nécessaire étant fourni directement par la chaîne de halage, sans intervention de parties mobiles ou de moteurs sur l'engin.

Il est particulièrement sûr, comparé aux autres abatteuses telles que Shearers ou Trepanners, puisque :

- il ne possède pas de pics ou de chaînes déplacés à grande vitesse ;
- le personnel ne doit effectuer aucun contrôle sur l'engin durant son travail ;
- le toit est progressivement dénudé par passes successives peu profondes, de sorte que le soutènement peut toujours suivre de près.

Malheureusement, le rabotage a rencontré des obstacles dès le début ; aussi jusqu'il y a peu de temps il était réservé aux charbons les plus tendres ou les mieux clivés. Dans les veines très dures, les efforts sur les couteaux étaient trop faibles pour rompre le charbon efficacement : le rabot se calait ou encore sortait du charbon, aux endroits trop durs. Si le mur était plus tendre que la veine, il était très difficile de maintenir le niveau de coupe choisi. Ebranler une laie supérieure très cohérente ou collant au toit semblait aussi un problème spécifique au rabotage ; car souvent le rabot n'attaque que les sillons inférieurs d'une veine, alors que d'autres abatteuses peuvent être adaptées pour couper presque toute la section ; par contre, si la laie supérieure pouvait être détachée par le rabot, elle donnerait une granulométrie excellente.

Certains de ces problèmes ont pu être résolus en rabotage normal. C'est ainsi qu'une très large gamme de charbons est maintenant extraite par la méthode. Mais il reste beaucoup à faire pour en améliorer l'efficacité et le contrôle.

Etant donné son intérêt, le Mining Research Establishment (M.R.E.) a décidé un important programme d'essais, dans trois domaines différents :

- Recherches en laboratoire, pour étudier les mécanismes de rupture du charbon par coins ou lames de différentes formes.

- Mesures de la résistance du charbon en place, parfois très différente de celle du charbon abattu. Les pressions de terrains peuvent fermer certaines cassures naturelles, ce qui rend le charbon apparemment plus dur ; elles peuvent par contre fissurer le massif en place, le faisant paraître plus tendre que les produits abattus.
- Essais au fond avec rabot expérimental (rabot Löbbe transformé).

Le présent rapport décrit les conditions et la mise en application de ce dernier essai.

1. APPAREILLAGE DES ESSAIS

10. Mesures et conditions de validité.

Les mesures ont pu porter sur les points suivants :

- efforts fonctionnels du rabot, sa vitesse d'avancement et sa position le long du front, étudiés sur un rabot expérimental (cf. 111) ;
- la profondeur de coupe ;
- la résistance du charbon.



Fig. 1. — Vue d'ensemble du rabot Löbbe expérimental.

Les mesures, pour être valables, devaient serrer la réalité d'aussi près que possible. Il fallait donc choisir des tailles productrices, d'avancement normal, car ce dernier influence la résistance du charbon en place. Il fallait aussi se servir d'un rabot standard, adapté sans que les modifications changent en rien ses propriétés. C'est ainsi que l'effort sur chaque lame n'a pu être mesuré : on s'en est tenu aux deux composantes orthogonales totales sur la tête coupante.

Installation de mesures.

En principe, les efforts déforment des extensomètres fixés au rabot, dans lesquels passe un courant fourni par des oscillateurs à transistors. La liaison

électrique entre le rabot et la station est assurée par un câble qui s'enroule sous une traction constante sur un treuil placé en voie. Un second câble relie les bagues collectrices de l'axe du treuil à la station d'enregistrement, contenant les oscillateurs, les amplificateurs, le redresseur et le filmage.

Les variations de résistance électrique des extensomètres, trop faibles, sont amplifiées par un système à transistors. Après redressement en courant continu, elles sont matérialisées en fonction du temps, sur films de 70 mm par le procédé du galvanomètre à cadre mobile.

Un téléphone unit l'équipe de la station aux différents opérateurs en taille.

11. Description de l'appareillage.

111. Rabot expérimental.

La figure 1 montre le rabot Löbbe avec ses modifications.

— Les 4 crochets d'attache de la chaîne ont été remplacés par des manilles : on mesure l'effort de

traction H (fig. 2) au moyen d'extensomètres fixés à la section rectangulaire de la mâchoire.

— Les efforts de rabotage (dont l'effort de coupe) ne peuvent être séparés dans les mesures, avec ce type standard de rabot. On enregistre donc l'en-

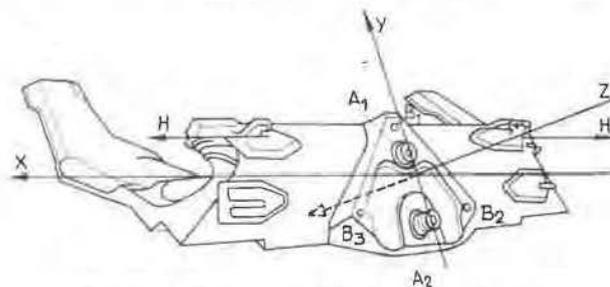


Fig. 2. — Répartition des efforts mesurés.

semble des efforts sur la tête coupante, ensemble qui inclut la réaction due à l'effort de chargement.

La figure 2 montre le montage réalisé. La tête coupante repose sur une surface triangulaire plane, inclinée à 40° sur l'horizontale, sur laquelle elle peut pivoter d'un certain angle autour d'un axe A_1 , mouvement limité par l'axe d'arrêt A_2 . La résultante des efforts sur la tête coupante est connue, grâce à ce montage, par ses composantes : une dans le plan de pivotement, reprise par la résistance au cisaillement des axes A_1 et A_2 ; l'autre Z normale au plan, absorbée par la résistance à la compression des 5 points de contact entre tête et socle B_1, B_2, B_3 et la résistance à la traction des broches en A_1 et A_2 .

La disposition géométrique des axes permet de pousser la décomposition des efforts dans le plan de pivotement : X parallèle au front, et Y normale à la première.

N.B. Nous verrons au § 4 : Résultats, comment on passe de la connaissance des composantes H, X, Y, Z , à celle des efforts fonctionnels du rabot.

— Enfin le rabot porte deux manchons C_1, C_2 ; le câble armé de liaison s'introduit dans l'un ou l'autre, les conducteurs se fixant à un bloc connecteur central relié à ceux des différents extensomètres.

Mesure des composantes X et Y .

La figure 3 montre un axe (de pivotement ou d'arrêt) transformé en dynamomètre.

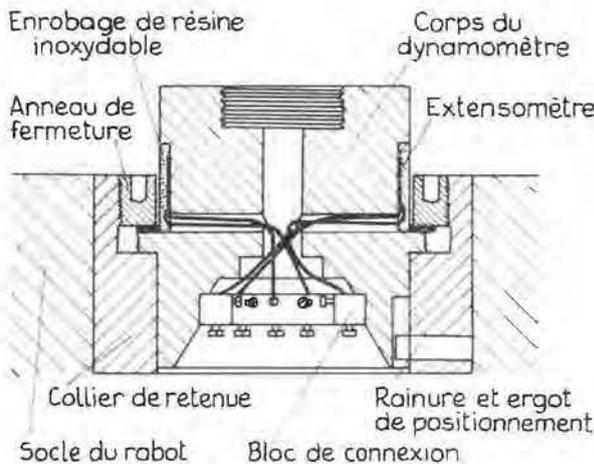


Fig. 3. — Coupe d'un dynamomètre destiné à mesurer les efforts X et Y et placé à l'axe A_1 ou A_2 .

Le corps de l'axe, cylindrique, est calé à sa base dans un collier rapporté dans le socle du rabot ; des ergots empêchent toute rotation ; un anneau vissé le coiffe. Le cylindre est donc soumis à flexion et cisaillement de la part des efforts X et Y . Quatre extensomètres se fixent dans des logements périphériques du cylindre, et sont protégés mécaniquement par un enrobage de résine : deux servent aux contraintes de traction, deux à celles de compression. Ils s'insèrent dans des ponts de mesures de Wheat-

stone ; les fils de connexion rejoignent, à travers des canaux internes du cylindre, un petit bloc connecteur logé dans sa base.

L'effort X , par exemple, est la somme algébrique des mesures de deux efforts : X_1 agissant sur l'axe A_1 et X_2 sur A_2 ; il se lit immédiatement grâce à une réunion correcte des circuits des extensomètres correspondants ; ce montage donne un résultat proportionnel à la somme des efforts sur les axes pour autant que ces derniers aient une sensibilité aux sollicitations à peu près égale.

Mesure de la composante Z .

La tête coupante repose sur le socle triangulaire de base par 5 points seulement B_1, B_2, B_3 formés par la calotte sphérique terminale de 3 dynamo-

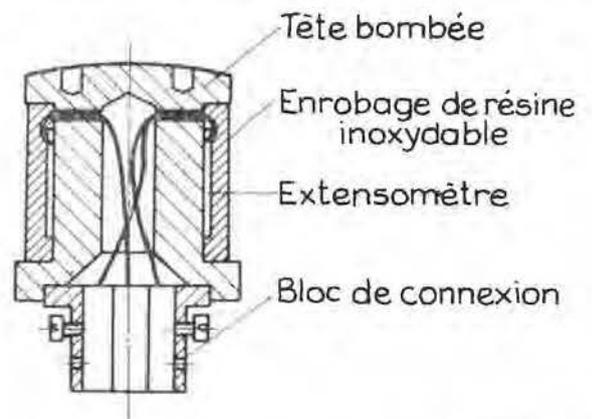


Fig. 4. — Coupe d'un dynamomètre destiné à mesurer une des composantes en compression de l'effort Z et placé à un des points de contact B_1, B_2 ou B_3 .

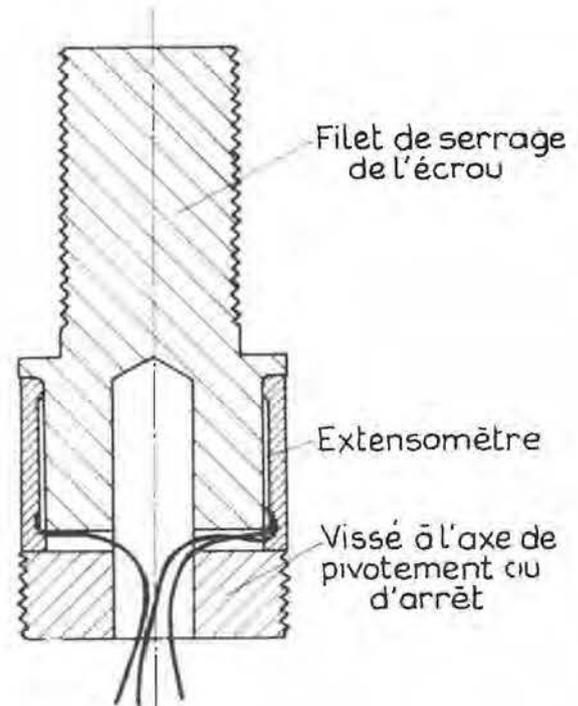


Fig. 5. — Coupe d'un dynamomètre destiné à mesurer une des composantes en traction de l'effort Z et placé à l'axe A_1 ou A_2 .

mètres (fig. 4) munis d'extensomètres enregistrant les contraintes de compression sur les cylindres.

Deux broches vissées au centre des axes A_1 , A_2 (fig. 5) empêchent tout mouvement de décollement entre tête et socle. Elles aussi portent des extensomètres pour les contraintes éventuelles de traction.

Les circuits des différents extensomètres sont branchés en parallèle : la somme algébrique des mesures est proportionnelle à l'effort Z .

112. Câbles de liaison.

Il faut assurer une liaison électrique entre les dynamomètres et l'installation d'enregistrement, trop encombrante pour se loger sur le rabot, donc reléguée en voie de tête, à 20 ou 30 m du front.

Après pas mal d'hésitations, on a choisi un câble souple, formé de 12 paires de conducteurs légèrement armés d'une tresse en acier inoxydable, et très résistant à la traction : son diamètre extérieur est de 1/2 in. (12,5 mm environ). Le choix s'est avéré heureux, malgré le mauvais traitement subi en

113. Station d'enregistrement (fig. 6).

Pour obtenir un enregistrement continu des efforts, on doit utiliser l'électronique. Les oscillateurs à transistors soumettent les extensomètres et leurs ponts de Wheatstone à une tension alternative de 5 V, quasi constante malgré la variation de tension de la batterie de secours et la variation de charge des circuits, sous des fréquences de 500 à 2.000 cycles/s (une fréquence par groupe de dynamomètres destinés à mesurer un effort déterminé, pour éviter les interférences).

Les indications des ponts de Wheatstone, trop petites, doivent passer par des amplificateurs alternatifs, moins sensibles à l'erreur du zéro sous faible tension que ceux à courant continu.

De là, elles sont redressées, puis photographiées sur films de 70 mm par le procédé suivant : les miroirs du galvanomètre à cadre mobile, qui pivotent au passage du courant, réfléchissent et concentrent le faisceau lumineux d'une petite lampe sur un film déroulé à vitesse constante par deux mo-



Fig. 6. — Station complète d'enregistrement, y compris le treuil d'enroulement du câble de liaison.

taille et les déroulements continus sur le treuil. Par prudence, on ne rattachait le câble au rabot qu'au moment des essais.

Le câble s'attache au manchon C_1 ou C_2 (fig. 1) puis au corps de rabot, pour éviter les coups de chaîne. Il longe le convoyeur blindé côté front ; au sortir de la taille, une poulie de renvoi, fixée au convoyeur, le ramène dans la direction de la voie, vers le treuil d'enroulement (fig. 6).

Le moteur à air comprimé du treuil est connecté en permanence : si le rabot descend, le moteur fonctionne et enroule le câble ; si le rabot monte, le câble se déroule en dépit du couple moteur ; la traction sur le câble reste constante, mais non exagérée.

teurs électriques à courant continu ; il se forme une trace lumineuse. Ce modèle d'enregistreur peut aisément suivre 11 traces à la fois.

Par effort mesuré, on mobilise un oscillateur et sa batterie de secours, un amplificateur, un redresseur et un enregistreur à galvanomètre, le tout monté dans un coffret en acier, étanche aux poussières et à l'humidité.

114. Indicateur de position du rabot.

On utilise, comme repère, le déroulement au treuil du câble de liaison. Un galet supportant le câble à sa sortie, communique par frottement un mouvement à une série de cames commandant des micro-

interrupteurs. Tous les 22,5 cm de déplacement, un trait se marque sur le film ; la polarité de l'impulsion indique le sens de ce déplacement.

Un autre système, plus simple mais peu employé, donne les yards parcourus à partir d'un moment déterminé.

12. Mesure de la profondeur de coupe.

Rien ne sert de connaître les efforts en rabotage si l'on ne peut en même temps apprécier leurs résultats, c'est-à-dire la quantité de charbon abattue en une passe ou, ce qui revient au même, la profondeur de coupe.

Pour cela, on fore tous les 4,5 m environ des trous perpendiculaires au front, dont on relève la profondeur avant et après chaque passage du rabot ; la différence donne immédiatement la profondeur de coupe.

Il est parfois difficile de repérer ces trous durant le poste, notamment à la mine Merthyr Vale, où la laie supérieure s'éboulait spontanément et masquait la laie rabotée.

Une méthode de contrôle consiste à mesurer l'allongement des tiges de pousseur après chaque passe. Mais elle ne signifie rien dans le cas cité, puisque l'encombrement de l'allée du rabot empêche le ripage complet du convoyeur.

13. Mesure de la résistance du charbon.

L'indice de résistance au choc (I.S.I.), qui se mesure sur un bloc de charbon abattu, ne permet nullement de comparer plusieurs couches entre elles au point de vue rabotabilité ; c'est ainsi qu'un charbon dur des East Midlands est bien moins rabotable qu'un anthracite du Pays de Galles de même indice de résistance au choc, mais bien clivé.

Il vaut donc mieux, ainsi qu'on l'a souligné dans l'introduction, effectuer les mesures sur le charbon en place, à l'aide du pénétromètre du Mining Research Establishment ; on obtient une « résistance à la pénétration ».

Ces mesures permettent, en plus des comparaisons, de déceler l'influence des méthodes de contrôle du toit sur la rabotabilité de la couche, puisque l'échantillon mesuré reste soumis aux pressions d'exploitation.

14. Sécurité de l'appareillage.

Tout l'équipement, basé sur des courants et des tensions très faibles, a été reconnu de sécurité intrinsèque : sans cette propriété, les essais eussent été impossibles. Cet avantage simplifie tout : en effet, tout dégât au câble par exemple devient un simple ennui mécanique, sans danger ; le matériel léger (pas de coffrets blindés) permet une grande souplesse d'action.

15. Précision des mesures des efforts.

On a procédé, en laboratoire, à des mises en charge statiques du rabot complètement assemblé. Elles ont montré que des interactions importantes peuvent naître entre les composantes X, Y, Z, à cause notamment des frottements. Ces interactions faussent les mesures, en ce sens que la valeur lue n'est pas la vraie grandeur de l'effort.

Par exemple, une charge normale Z de P t, appliquée à la tête coupante, agira sur l'effort X comme si elle valait $(1 - \mu) P$, μ étant le coefficient de frottement.

Le pourcentage d'erreur était assez élevé. Par exemple, si X valait 8 t, Y et Z lus étaient entachés d'une erreur de ± 1 t, en fonction de la répartition de X sur les 4 lames actives de la tête (2). De même, si Y et Z valaient 7 t, la lecture de X donnait la valeur exacte à 1 t près, et à 2 t près dans les cas extrêmes de répartition des efforts.

Cependant, au cours des mises en charges réelles en taille, les trois efforts varient rapidement, changent fréquemment de signe ou s'annulent (cas de X). Les erreurs sont donc moindres, sans qu'il soit possible d'évaluer leur importance exacte ; les résultats quantitatifs doivent donc être acceptés avec une certaine réserve.

2. ORGANISATION DES ESSAIS

Les mesures avaient lieu en dehors des postes de rabotage, immédiatement après le poste à la mine Penrikyber ; la nuit, après 12 h d'arrêt, à Merthyr Vale.

Au début, les courses étaient délimitées par la voie centrale de chargement et celle de tête ; plus tard, le rabot a parcouru les deux tailles de la double unité.

Chaque jour, on commence par raccorder le câble de liaison au rabot. On mesure la longueur initiale des trous destinés à la mesure des profondeurs de coupe ; on attelle les pousseurs (pression relevée à des manomètres individuels), les longueurs initiales des tiges sont notées.

On fait alors une première course, avec enregistrement continu des efforts sur film. Aussitôt la course achevée, on mesure la profondeur résiduelle des trous, l'allongement des tiges de pousseurs, la valeur de leur pression.

Les mêmes opérations se répètent lors de la course retour.

Le nombre de courses par poste n'est pas fixé. Mais souvent, les 2 ou 3 dernières courses se font

(2) On appelle lames « actives » celles qui coupent le charbon à ce moment ; « passives » les lames situées du côté opposé.

à vide, c'est-à-dire que les pousseurs sont dételés et que le rabot ne mord pas, ceci pour évaluer les efforts de chargement et de frottement (cf. § 43 et 44).

N.B. Les essais ont eu lieu avec couteaux non émoussés, ce qui influence fortement les efforts de rabotage.

3. CHANTIERS D'ESSAI

Pour éliminer toute difficulté étrangère à l'étude des efforts, on a choisi des couches tendres, du Pays de Galles, Division S-W, Area n° 4.

On a choisi également des chantiers très rabotables, où la méthode rencontrait un grand succès.

Les caractéristiques des deux chantiers d'essai sont données au tableau I.

La laie principale présente des surfaces de décollement inclinées, parallèles au front : elles facilitent l'éboulement spontané du charbon (allée du rabot encombrée), et rendent parfois difficile le maintien de la laie supérieure.

TABLEAU I. — Siège Merthyr Vale, Couche « Nine Feet ».

Composition		Section travaillée
Schiste (surface de décollement)	31 à 46	
Charbon luisant	91	15
Argilite	25	25
Laie inférieure, ou principale	152 à 178	152 à 178
Mur (schiste)		15 à 45
	299 à 350 cm	207 à 263 cm

Résistance du charbon (laie principale).

Indice d'impact : 41 à 49 (donc très peu résistant).

Maximum de résistance à la pénétration (résistance maximum à une pénétration de 12 cm mesurée au pénétromètre) : 450 kg/cm².

Laie supérieure : 1.740 kg/cm² (or elle a le même indice d'impact que la laie principale !).

Mur : > 1.740.

Donc la laie supérieure et le mur sont beaucoup moins rabotables que la laie principale ; les conditions sont favorables.

Siège Penrikyber, Couche « Seven Feet ».

La couche a une puissance de 76 à 90 cm, parfois en 2 laies séparées par un lit d'escailles noires de 12 cm maximum. Elle possède un réseau serré de clivages, ce qui rend le charbon très friable.

La section abattue est de 1 m à 1,30 m (bas-toit de schiste abattu).

Résistance.

Indice d'impact	Résistance maximum à la pénétration
Charbon 44	590 kg/cm ²
Toit 70	> 1.428 kg/cm ²
Mur 70	> 3.100 kg/cm ²

Les épontes sont excellentes, le charbon est un peu plus résistant qu'à Merthyr Vale.

4. ANALYSE DES RESULTATS

40. Introduction.

Portée des essais.

La première série d'essais a eu lieu à Merthyr Vale ; on a porté toute l'attention sur le comportement du matériel et sur le choix des techniques à utiliser dans la suite. D'ailleurs la taille, pourtant très productive, est peu favorable aux essais : des blocs de charbon de 2 à 3 t se détachent au passage

du rabot ; leur poids est enregistré comme un effort Z sur la tête coupante et vient donc fausser les mesures ; le front, évidé localement par un tel délèvement, permet difficilement d'apprécier les profondeurs de coupe.

Toute l'attention se concentrera donc sur les résultats de Penrikyber ; de toute façon, les conclusions peuvent s'appliquer aux deux chantiers.

Effort moyen en pointe.

On voit sur tous les films (fig. 7) que les efforts varient sans cesse et rapidement sans que se marquent la croissance linéaire et la retombée subite à zéro, observées en laboratoire, sans doute à cause de l'inertie du système ou de l'attaque du front par plusieurs lames.

Pour l'analyse, il faut trouver un paramètre représentatif de ces variations. L'effort moyen par course, c'est-à-dire le quotient de la surface du film durant une course, par la durée de celle-ci, n'a pas d'intérêt, parce que l'installation doit aussi être capable de développer l'effort maximum demandé.

L'effort maximum varie trop fortement d'une course à l'autre.

On a découvert alors « l'effort moyen en pointe », c'est-à-dire la moyenne de tous les efforts maxima rencontrés à chaque yard (90 cm) de translation. Ce paramètre figure dans tous les diagrammes d'efforts. S'il représente la moyenne de nombreuses courses, il devient soumis à des lois mathématiques fort intéressantes.

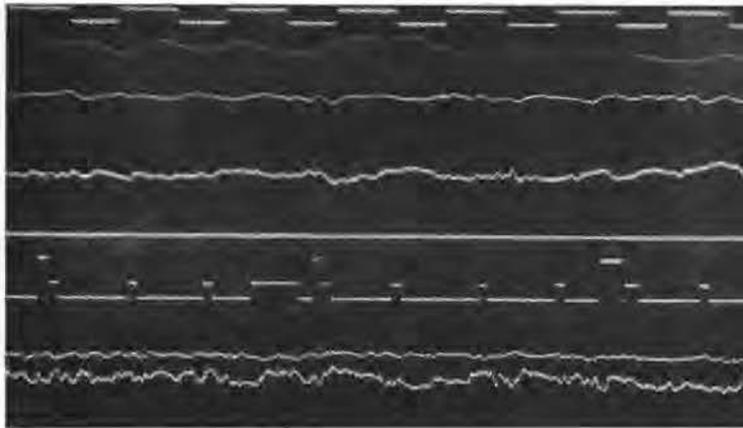


Fig. 7. — Extrait du film d'enregistrement des efforts.

Diagramme des efforts.

On peut écrire que

$$F_t = F_a + F_{ch} + F_f \quad [1]$$

c'est-à-dire que l'effort de traction sur le rabot (F_t) sert à abattre le copeau de charbon (F_a = effort de coupe), à dégager le corps du rabot en poussant les produits sur le convoyeur (F_{ch} = effort de chargement), enfin à vaincre les frottements entre socle de rabot, convoyeur et mur (F_f = effort de frottement).

Ce sont les efforts fonctionnels du rabot qu'il faut étudier. En fait, le rabot expérimental n'en permet pas une lecture directe (cf. § 111), mais on peut transformer les données obtenues.

Les diagrammes présenteront donc les efforts fonctionnels « moyens en pointe » en fonction de la pression des pousseurs du convoyeur, car c'est le seul facteur que l'on pouvait modifier aux deux chantiers d'essai.

Origine des ordonnées sur le film (fig. 7).

Le repère « zéro » des efforts instantanés s'imprime sur le film comme un axe d'abscisses, grâce au procédé suivant : en début d'essai, on détend complètement la chaîne et on enregistre, à l'arrêt, les données des extensomètres aux attaches. On rétablit ensuite la pré-tension dans la chaîne, que l'on enregistre aussi,

41. Effort de traction.

Il vaut à tout instant :

$$F_t = H_i - H_{ir} \quad \text{où}$$

H_i = effort dans le brin entraînant le rabot

H_{ir} = effort dans le brin accroché à l'autre extrémité du rabot.

Base de temps (1 cycle/s)

Effort dans le brin entraînant le rabot

Effort dans le brin accroché à l'autre extrémité du rabot

Effort de coupe X

Zéro de référence

Base de positionnement (1 signal court tous les 22,5 cm d'avancement)

Effort Y

Effort Z

On n'enregistre que H_i et H_{ir} séparément ; on ne possède donc aucun enregistrement continu de F_t rapporté à ses axes.

Il peut être difficile de trouver, par yard de translation, l'effort de traction maximum ; on détermine plutôt, pour chaque yard, la différence H_i maximum — H_{ir} minimum ; bien que ces deux valeurs ne se produisent pas en même temps, l'erreur introduite peut être négligée.

Variations de F_t communes à tout chantier.

En plus des variations de l'effort propre à chaque couche, il en existe d'autres dues à la méthode même.

Au début de la course, rabot et roue à empreintes motrice sont à des extrémités opposées. Au démarrage, la chaîne entre rabot et roue, de longueur égale à celle du front, se tend jusqu'à l'effort requis pour entraîner le rabot. Elle s'allonge ; l'excès, assez important, est ramené par la roue dans le tube-guide du brin de retour, diminuant la tension de ce dernier. En pratique, on arrive à supprimer la pré-tension du brin de retour. A mesure que le rabot progresse, la longueur du brin de traction décroît, celle du brin de retour augmente ; l'allongement du premier ne suffit plus à détendre le second. Sa tension augmente jusqu'à rejoindre la pré-tension de départ, au sortir de la roue. Dans le brin de traction, si nous supposons même F_t constant (ce qui est faux), l'effort au crochet d'attache du rabot croitra d'une valeur égale, au cours de la course,

à la pré-tension. Il importe donc — soit dit en passant — que cette pré-tension ne crée pas des efforts F_t exagérés : elle doit simplement éviter le mou excessif ou le fouettement de la chaîne (de l'ordre de 3 t).

Les changements de direction dans le front peuvent aussi créer des augmentations importantes dans les efforts. A différentes reprises durant les essais, le front a quitté la ligne droite pour prendre une allure convexe, à mesure des coupes successives ; sa longueur réelle augmente ; la chaîne ayant une longueur déterminée, sa tension statique augmente (le zéro de référence) au cours du poste. C'est ce que montre le diagramme figure 8. La croissance est quasi linéaire en fonction du nombre de passes :

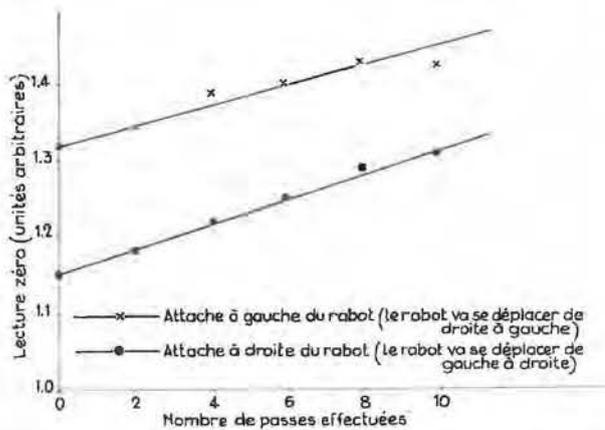


Fig. 8. — Déplacement du zéro de référence des efforts de traction au cours d'un poste.

les 2 droites ont la même pente : la variation du « zéro » ne peut donc provenir que d'un changement géométrique de l'installation. Effectivement, on a relevé des avancements plus élevés à droite qu'à gauche (environ 38 cm en plus, soit un changement angulaire de 1°). L'augmentation de tension était déjà de 3 t en fin du poste.

Il faut donc s'efforcer de maintenir un front droit pour éviter ces augmentations inutiles et nuisibles.

Variations de F_t propres au chantier.

Efforts instantanés.

Leur intensité varie très fortement : il existe des maxima voisins de 12 t et des minima voisins de 0. Ces derniers cependant correspondent à une pré-tension de la chaîne telle que la roue motrice communique au brin de traction des vibrations en résonance, c'est-à-dire que la période de celle-ci est égale à l'intervalle de temps entre les passages de deux maillons successifs sur la roue, soit $1/3$ s (fig. 9).

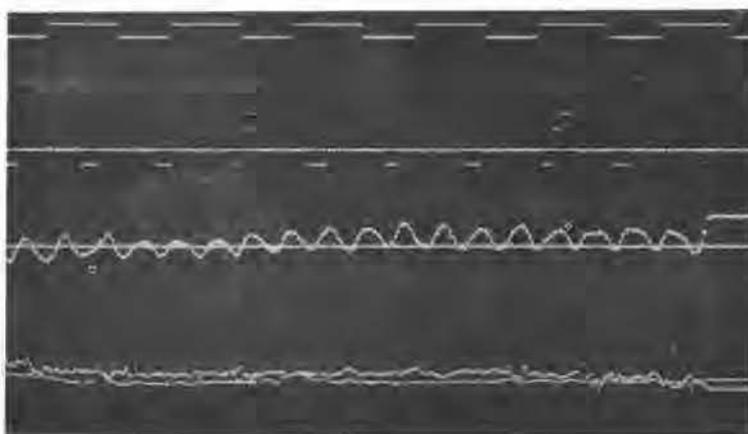
L'amplitude moyenne de la variation est de 3 t au crochet d'attache.

Efforts moyens en pointe (définition : § 40).

L'effort maximum par yard varie du simple au double d'un endroit du front à l'autre, mais moins tout de même que l'effort instantané. Leur moyenne par course varie elle aussi d'une course à l'autre, même lors de la répétition d'essais dans les mêmes conditions.

Le diagramme (fig. 10) montre, au siège Penrikyber, la variation de l'effort moyen en pointe en fonction de la pression des pousseurs. On voit que :

- 1) L'effort augmente fortement et quasi linéairement avec la pression.
- 2) Pour une pression donnée, l'effort de traction est notablement plus grand si l'on rabote de gauche à droite.
- 3) Avec pousseurs dételés (pression nulle), l'effort vaut encore environ 5 t, dans les deux sens de marche. Il sert à vaincre les frottements et à charger le restant du charbon plus ou moins important, sans abattre. Cependant, ces efforts ne sont pas les F_{ch} ni les F_t intervenant dans la formule de rabotage du début, car dans ce cas la quantité à charger est plus grande, les frottements aussi puisque le convoyeur est plus rempli et que les efforts normaux à la direction de coupe sont plus élevés.



Base de temps

Effort dans le brin entraîné par le robot

Fig. 9. — Film montrant la résonance dans le brin de traction de la chaîne.

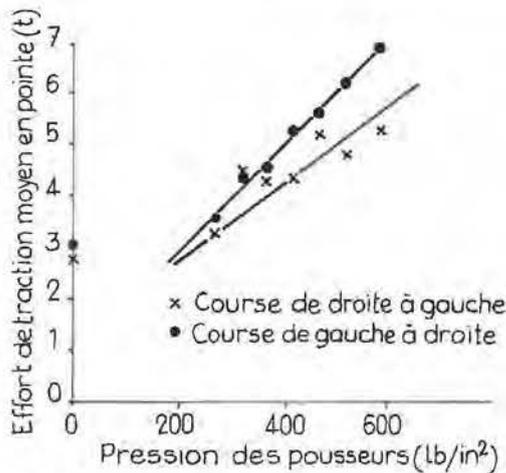


Fig. 10. — Variation de l'effort de traction moyen en pointe (en tonnes) en fonction de la pression des pousseurs (en lb/in²). Siège Penrikyber.

1 lb/in² = 0,07 kg/cm² x : Rabotage de droite à gauche
 ● : Rabotage de gauche à droite

4) Quand la pression passe de 0 à 270 lb/in² (environ 19 kg/cm²), l'effort de traction augmente à peine, s'il le fait ; il n'y a donc encore qu'un faible rabotage, le rabot n'est qu'un ramasseur de charbon déjà abattu.

Aux pressions plus élevées, l'effort de traction augmente davantage ; les deux courbes se séparent.

Le diagramme (fig. 11) exprime la même loi pour le siège Merthyr Vale. Les résultats sont plus dispersés, probablement parce que, à cause d'une profondeur de coupe plus grande et du délavement de la veine, la quantité à charger est plus importante et surtout plus variable.

Les conclusions restent les mêmes cependant :

1) A pression nulle, il reste un effort important (5 t) dans les deux sens de marche. Il est plus grand qu'à Penrikyber, probablement à cause du délavement.

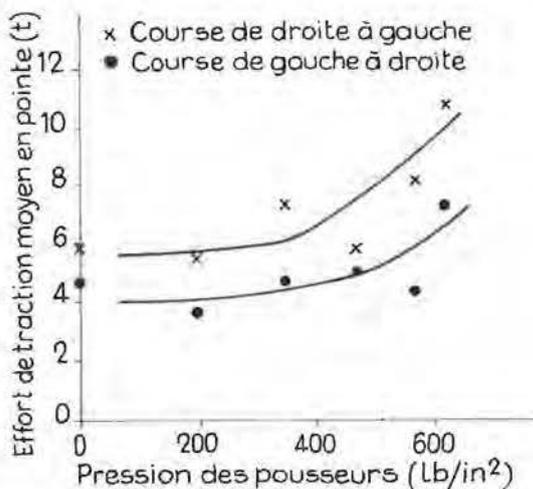


Fig. 11. — Variation de l'effort de traction moyen en pointe en fonction de la pression des pousseurs. Siège Merthyr Vale.

2) L'effort n'augmente sensiblement qu'aux environs de 55 kg/cm².

3) L'effort est différent suivant le sens du rabotage, mais c'est l'inverse de Penrikyber.

L'effort moyen de traction par yard reste sensiblement le même tout au long du front et n'a guère tendance à varier, à un endroit donné, au long des courses.

Cependant, les efforts maxima par yard varient dans le temps et dans l'espace, malgré une résistance uniforme au pénétromètre. C'est important, car leur répartition permet de prévoir les calages du rabot. Après étude approfondie, on a pu observer que cette répartition au cours d'une course suit une courbe de Gauss (fig. 12).

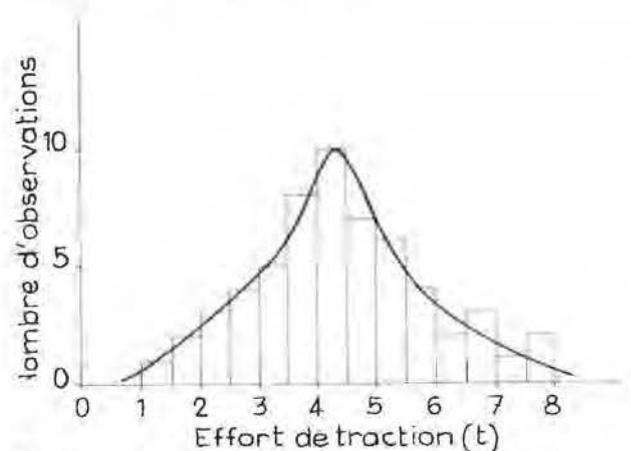


Fig. 12. — Loi de répartition des fréquences pour les valeurs d'efforts maxima par yard: nombre de levés de chaque valeur en fonction de cette valeur (en t). 1 yard = 90 cm. — Pression de pousseurs donnée.

La figure 13 exprime les probabilités de rencontre de ces valeurs. La loi est pratiquement une droite. La droite change de position avec la pression des pousseurs : elle se déplace vers la droite si la

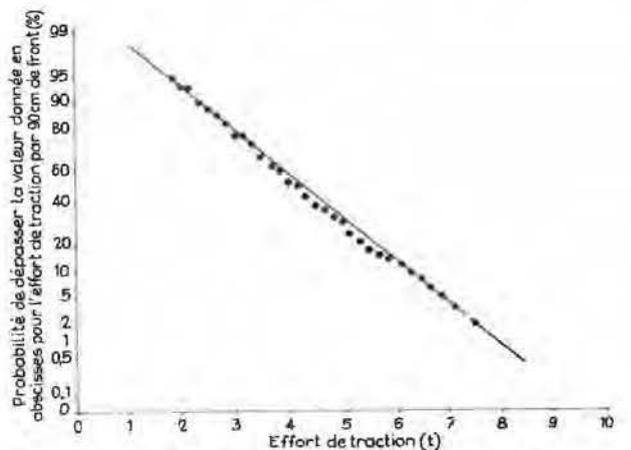


Fig. 13. — Probabilité des efforts maxima possibles, pour une pression de pousseurs donnée. En ordonnées: probabilité de dépasser une valeur donnée de l'effort de traction maximum par yard de front (en %). En abscisses: efforts maxima de traction (en t).

pression augmente, mais la pente varie aussi, ce qui interdit toute interpolation basée sur les figures 10 et 13.

42. Effort de coupe.

Par construction même du rabot, il est impossible d'isoler dans les mesures l'effort de rabotage F_a . La composante X, mesurée parallèlement au front, est influencée par tous les autres efforts sur la tête du rabot, surtout celui de chargement F_{ch} , effort important et très variable. On peut donc écrire que : l'effort de coupe = effort de rabotage + une fraction de l'effort de chargement où :

$$X = F_a + F_{1\ ch} \quad [2]$$

L'équation [1] du § 40 s'écrit alors :

$$F_t = F_a + F_{1\ ch} + F_{2\ ch} + F_f \quad [3]$$

Malgré cet inconvénient, les résultats permettent des conclusions fort intéressantes.

Les valeurs des efforts de coupe moyens en pointe s'échelonnent de 0 à 4 t ; les plus faibles lors des courses de nettoyage où X ne sert qu'à charger ; les plus élevés dépassant 2,25 t, ne se présentent qu'à Merthyr Vale, où la quantité à charger est beaucoup plus grande que celle réellement abattue. En tout cas, on atteint de grandes valeurs aux deux sièges lorsqu'on rabote en mur : ce facteur empêche lui aussi d'établir une relation valable entre l'effort de coupe et les autres variables.

N.B. On espère qu'en charbon dur, l'erreur de mesure aura moins d'influence : car si la fraction de l'effort total, absorbée par le rabotage, doit croître à cause de la dureté, l'effort de chargement doit rester le même qu'en charbon tendre.

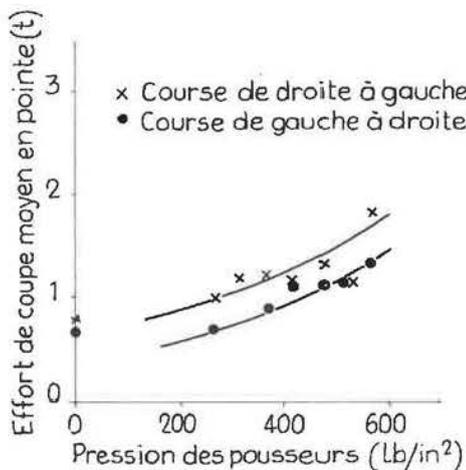


Fig. 14. — Variation de l'effort de coupe moyen en pointe (en t) en fonction de la pression des pousseurs (en lb/in²). Siège Penrikyber.

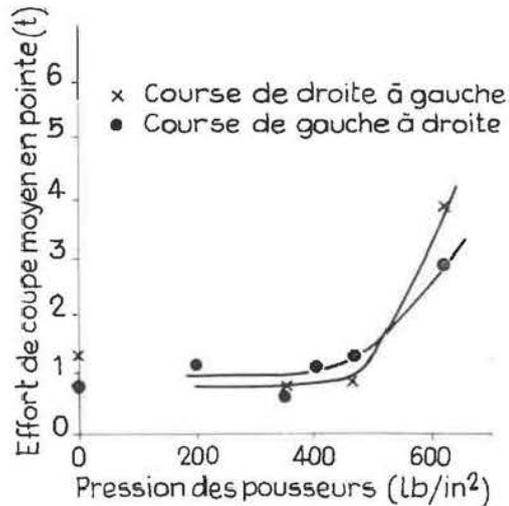


Fig. 15. — Même variation que sur la fig. 14. Siège Merthyr Vale.

421. Essais (fig. 14 et 15).

A une pression donnée des pousseurs, les valeurs dépendent peu du sens de marche ; elles restent constantes dans un large domaine de pressions.

A Penrikyber, les efforts augmentent pour les fortes pressions des pousseurs, mais la montée est lente.

A Merthyr Vale, au contraire, l'effort est sensible à partir de 500 lb/in² (35 kg/cm²) mais il faut peut-être l'attribuer aux chutes de blocs brusquement plus importantes, la profondeur de coupe étant plus forte.

422. Influence de la longueur des courses.

Les figures 14 et 15 sont établies pour des longueurs de course très variables. Or, les courtes passes, on l'a constaté, causent une dispersion beaucoup plus importante et peuvent influencer la loi de variation.

Cependant, au siège Penrikyber, on a effectué une série continue de passes sur toute la longueur, sous 7 pressions différentes des pousseurs, et durant

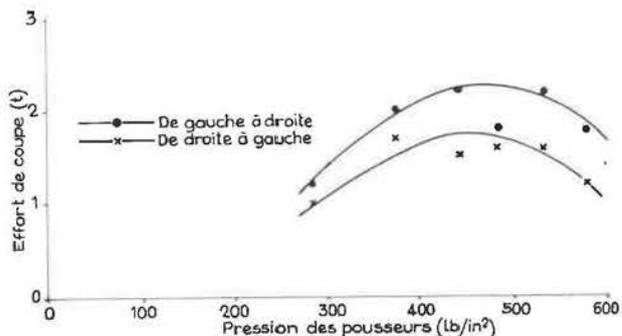


Fig. 16. — Même variation que sur la fig. 14, au cours d'une série continue de longues passes.

2 semaines. Ces résultats forment une entité intéressante. On peut en conclure (fig. 16) :

- L'effort de coupe est sensiblement plus grand lorsqu'on rabote de gauche à droite, contrairement à ce que semble montrer la figure 14.
- La courbe présente un maximum accentué pour 450 lb/in² (31,5 kg/cm²), en contradiction aussi avec la figure 14 ; ceci mériterait une étude plus approfondie.

423. Comparaison entre effort de coupe et effort de traction.

Si on dételle les pousseurs, l'équation [5] devient :

$$F'_t = F'_{1\text{ eh}} + F'_{2\text{ eh}} + F'_r \quad [4]$$

Pas de F'_a , puisqu'on ne rabote pas.
Les essais à Penrikyber ont donné :

$$\begin{aligned} F'_t &= 3 \text{ t} \\ X' &= 0,75 \text{ t} \\ \frac{X'}{F'_t} &= \frac{1}{4} \end{aligned}$$

D'après [2] : $X' = F'_{1\text{ eh}}$

Donc : $F'_{2\text{ eh}} + F'_r = 3 - 0,75 = 2,25 \text{ t}$.

« A pression nulle, l'effort de coupe sert uniquement à charger des quantités peu importantes, abattues lors de la passe précédente, et vaut environ le quart de l'effort total. Le reste est dissipé en frottements ».

Si la pression des pousseurs est établie à 550 lb/in² (38,5 kg/cm²), les termes de l'équation [5] deviennent :

$$\begin{aligned} F_t &= 6 \text{ t (cf. fig. 10)} \\ X &= 1,5 \text{ t (cf. fig. 14 ou 16)} \quad \frac{X}{F_t} = \frac{1}{4} \end{aligned}$$

D'après [2] : $X = F_a + F_{1\text{ eh}}$
D'où : $F_{2\text{ eh}} + F_r = 6 - 1,5 = 4,5 \text{ t}$.

« L'effort de coupe est doublé puisqu'il y a rabotage et que l'on charge plus. Il vaut encore 1/4 de l'effort de traction. Les frottements augmentent donc aussi fortement ».

424. Conclusion.

Dans tous les cas étudiés, en charbon tendre, l'effort de coupe représente le 1/4 de l'effort total exercé. Or l'effort de rabotage n'en est qu'une partie.

Malgré son efficacité, le rabot rapide est donc un engin à très faible rendement énergétique (en tout cas inférieur à 25 %).

Il faut à tout prix, étant donné l'intérêt du rabot, étudier les moyens de réduire ces pertes d'énergie.

43. Efforts normaux : Y et Z.

Les instruments de mesure n'en ont donné qu'un enregistrement imparfait, en tout cas incomplet. Porter sur diagramme leur variation en fonction de la pression des pousseurs, n'offre aucun intérêt. Il vaut cependant, la peine de connaître leur ordre de grandeur.

Ces efforts normaux sur la tête du rabot sont aussi bien des compressions (valeurs positives) que des tractions (valeurs négatives) et ce, durant une même passe.

Voici quelques résultats d'essais :

	Y	Z
Valeurs maxima instantanées :	+ 3 t à - 3 t	+ 5 t à - 5 t
Efforts moyens en pointe (par course) :	+ 1,5 t à - 2 t	+ 2,5 t à - 2,5 t

On voit que la traction sur la tête peut être violente et même l'arracher du socle : à Merthyr Vale notamment, une des broches de retenue (en A₂ fig. 2) a été pliée, une autre s'est brisée dans la suite.

En charbon dur, on peut s'attendre à voir ces efforts croître. Il faut donc les connaître avec précision : on espère trouver des instruments de mesure adéquats, tant pour ces efforts que pour la pression réelle des pousseurs.

44. Profondeur de coupe.

La figure 17 montre la variation à Penrikyber, pour toute longueur de course. La profondeur de coupe est plus importante si on rabote de gauche à droite ; elle augmente jusqu'à 500 (35 kg/cm²), se stabilise et semble même décroître.

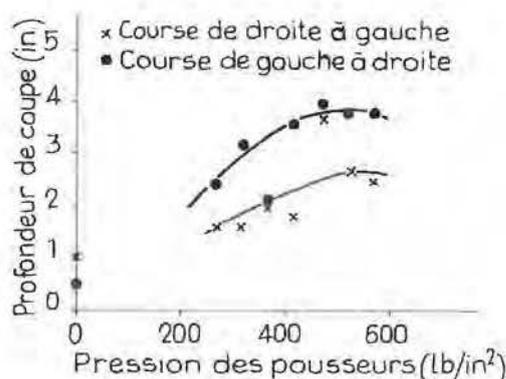


Fig. 17. — Variation de la profondeur de coupe (en inch = 2,54 cm) en fonction de la pression des pousseurs. Siège Penrikyber.

Si nous ne faisons que des passes complètes, on obtient la figure 18 : le rapprochement avec la figure 16 relative à l'effort de coupe est encore plus frappant. Cette fois, le maximum apparaît nettement, et toujours pour 500 à 550 lb/in².

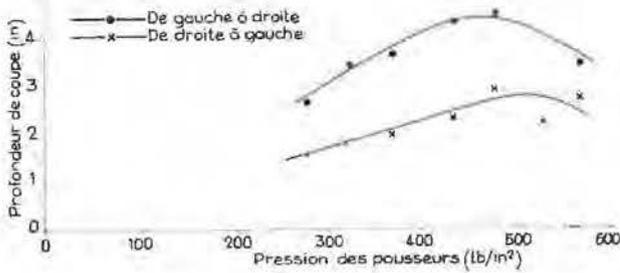


Fig. 18. — Même variation que sur la fig. 17, au cours d'une série de passes complètes.

« Il est donc probable qu'il existe une valeur optimale de la pression pour laquelle la profondeur de coupe est maxima, variable suivant les cas d'es-pèce ».

Certains prétendent au contraire qu'il ne s'agit pas d'un maximum, mais d'une position limite de stabilité ; la profondeur de coupe diminuerait ensuite parce que la pression trop élevée à ce moment empêche le pivotement de la tête coupante.

C'est faux : si la pression croissante des pous-seurs arrivait à un moment à empêcher le pivotement, c'est-à-dire à ramener la tête vers sa position médiane, les lames passives (opposées au sens de rabotage) viendraient frotter contre le front, et les lames actives seraient moins bien placées pour atta-quer le massif. La profondeur de coupe resterait telle ou diminuerait, alors que l'effort de traction aug-menterait fortement, en même temps que l'effort X enregistré (frottement supplémentaire). Or, au con-traire, l'effort X diminue (fig. 16). Cette position d'instabilité n'a donc pas été atteinte. Lors des es-sais, sans pour cela nier qu'elle ne puisse se pro-duire dans l'avenir. Dans ce cas, la résultante des efforts sur les lames actives passe entre pivot et arrière-taille, au lieu de passer correctement entre pivot et front.

Remarques.

La valeur de la pression optimum dépend de l'an-gle dont peut pivoter la tête du rabot, mouvement surtout destiné à écarter du front les lames passives. Il n'est pas nécessaire que cet angle excède 7°, c'est même sans intérêt (des expériences en laboratoire l'ont démontré). Sa variation sera donc faible, et sans action marquée sur l'angle de coupe réel.

A noter que c'est la disposition correcte des lames par rapport au front qui permet la pénétration et fait pivoter la tête coupante, mais non l'inverse : pivotement n'entraîne pas bon rabotage nécessaire-ment.

La valeur de la pression optimale dépend aussi de la taille des copeaux, tout comme la valeur maxi-mum correspondante de la profondeur de coupe. Il existe probablement une forme de copeau (angle, taille) capable d'arracher le copeau le plus épais possible, sous une certaine pression des pousseurs, mais on ignore encore la relation entre ces deux variables.

A Merthyr Vale (fig. 19), la loi de variation sem-ble différente. La profondeur de coupe augmente plus vite : 0,5 inch (1,27 cm) à 350 lb/in² (24,3 kg/cm²), pour 5,5 inch (14 cm) à 620 lb/in² (45,4 kg/cm²). Elle est plus grande si l'on rabote de droite à gauche (inverse de la fig. 17).

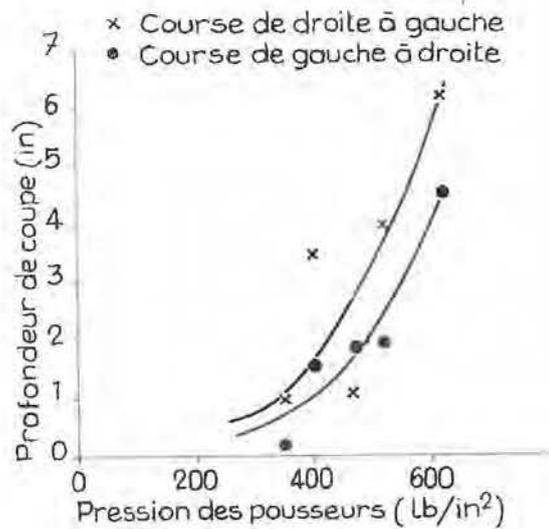


Fig. 19. — Variation de la profondeur de coupe. Siège Merthyr Vale.

Mais on ne peut guère s'attarder à ces résultats, parce que les moyennes partent de valeurs trop dispersées. Souvent la lame supérieure surplombait de 30 à 35 cm, puis cédait massivement ; c'est ainsi qu'en un point déterminé, la profondeur de passe pouvait rester quasi nulle durant plusieurs courses, puis devenir brusquement égale à 25 ou 30 cm. Avec un tel front, les stations de mesures devraient être multipliées, mais l'interprétation des résultats, basée sur la statistique, devient difficile.

Allongement des tiges des pousseurs (moyen par passe).

Il renseigne sur la distance dont le convoyeur et le socle du rabot ont été déplacés, distance qui devrait théoriquement valoir la profondeur de coupe à la même pression des pousseurs.

On voit sur les figures 20 a et b que la même loi de croissance avec la pression se répète, mais inver-sée quant aux sens de rabotage par rapport aux figures 17 et 19 des profondeurs de coupe. Nous

discuterons cette anomalie apparente au § 46, car il semblerait logique à première vue que, si le copeau est plus épais, le convoyeur se ripe davantage.

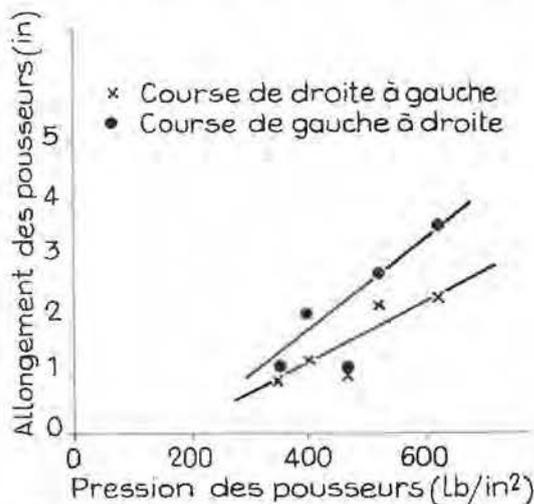
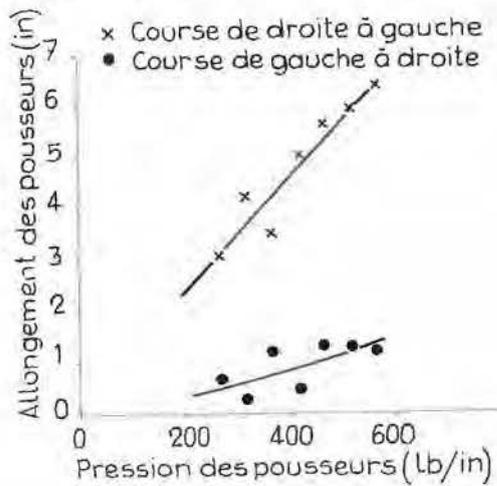


Fig. 20. — Allongement moyen par passe des tiges de pousseurs en fonction de leur pression.
a. Siège Penrikyber.
o. Siège Merthyr Vale.

45. Variation de pression des pousseurs (fig. 21).

Au passage du rabot, la pression croît : c'est manifeste pour le sens de rabotage gauche-droite, c'est moins sûr pour l'autre sens. Cette variation est de l'ordre du dixième ; mais cette amplitude est contestée par les observations récentes rapportées de la Division des West Midlands.

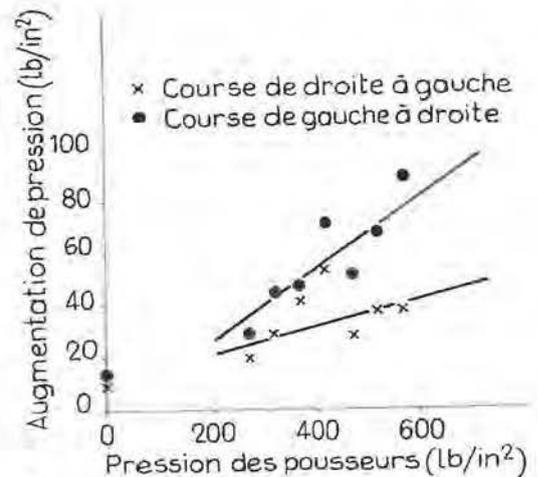


Fig. 21. — Augmentation de la pression des pousseurs, au passage du rabot, en fonction de la pression normale. Siège Penrikyber.

Remarque.

Ce qu'il importe de connaître, c'est la poussée effective du rabot contre le front. La pression des pousseurs lui est-elle directement proportionnelle ?

Sûrement pas : il y a des pertes dues

- aux frottements entre convoyeur ou corps de rabot et mur ;
- à la résistance du convoyeur, corps continu, à la flexion dans le plan de la couche.

La poussée varie aussi sur la longueur du front comprise entre deux pousseurs successifs.

Il faudrait donc trouver un type de rabot standardisé permettant d'y adapter des extensomètres qui mesurent directement cette poussée contre le front et sont enregistrés continûment.

L'idéal serait de comparer, pour chaque pousseur, les enregistrements continus de :

- la pression ;
- l'allongement de la tige ;
- la poussée du rabot contre le front.

46. Influence des sens de rabotage.

On en parle depuis le § 41. Il serait temps d'en rechercher la cause. Le tableau II renseigne le sens de rabotage où les différents paramètres ont été le plus élevés aux deux sièges.

TABLEAU II.

Paramètres	Penrikyber	Merthyr Vale
Effort de traction	G. → Dr.	Dr. → G.
Effort de coupe	?	?
Profondeur de coupe	G. → Dr.	Dr. → G.
Allongement des pousseurs	Dr. → G.	G. → Dr.
Augmentation de pression	G. → Dr.	(Pas mesuré)

A Merthyr Vale, les clivages tendent à appuyer le rabot contre le mur lorsqu'il se déplace dans le sens droite-gauche, ce qui augmente les efforts nécessaires, et à le soulever dans l'autre sens. Mais cet effet ne peut en aucun cas amener de telles différences dans les profondeurs de coupe, pour une

fort de traction nécessaire est plus grand. Par contre l'allée se salit, le convoyeur se ripe mal, les pousseurs s'allongent moins.

Ainsi s'expliquent les différences rencontrées, notamment l'anomalie apparente du § 44 entre allongement des pousseurs et profondeur de coupe.

TABLEAU III.

Pression des pousseurs (lb/in ²)	Profondeur de coupe (en inch)			Allongement des pousseurs (en inch)		
	G. → Dr.	Dr. → G.	Totale	G. → Dr.	Dr. → G.	Total
280	2,7	1,6	4,3	0,4	3,6	4
320	3,6	1,8	5,4	1,2	4,1	5,3
370	3,7	2	5,7	0,3	5,5	5,6
440	4,4	2,3	6,7	1,4	3,9	5,3
480	4,6	3	7,6	0,4	7,4	7,8
570	3,5	2,8	6,3	1,5	5,6	7,1

même pression. D'ailleurs, à Penrikyber, les clivages ne peuvent avoir aucun rôle et l'influence du sens se marque aussi.

Une explication simple est l'encombrement de l'allée de rabot. Si le rabot se déplace dans le même sens que le convoyeur, celui-ci plus rapide évacue le charbon à mesure qu'il est abattu ; l'avant du rabot est continuellement dégagé, rien ne retombe dans l'allée de passage du rabot. Si c'est l'inverse, les produits abattus et chargés doivent passer le long du rabot ; des encombrements se créent, malgré la vitesse relative des deux engins beaucoup plus élevée ; une partie même des produits doit cheminer par dessus la tête du rabot, puis retombe dans l'allée.

A Penrikyber, le convoyeur se déplace de droite à gauche ; à Merthyr Vale, c'est le contraire. Prenons le cas de Penrikyber : au cours du rabotage gauche-droite, l'allée s'encombre de produits, le convoyeur se ripe incomplètement. Lors de la passe suivante droite → gauche, dans le sens du convoyeur, le rabot se trouvera éloigné du front : il est donc normal que la profondeur de coupe, et partant l'effort de traction déployé, soient plus faibles. Par contre, les produits, tant ceux abattus que ceux abandonnés lors de la passe précédente, seront évacués progressivement ; l'allée se nettoie, le convoyeur avance d'une quantité égale au reste de la passe précédente + la profondeur de la passe actuelle : les pousseurs s'allongent donc davantage.

A la passe suivante gauche → droite, dans le sens contraire du convoyeur, le rabot est collé contre le front. Il prend un copeau plus important, l'ef-

Ce dernier fait est mieux illustré encore par les résultats du tableau III, établi uniquement à partir de courses complètes au siège Penrikyber.

Notons la concordance entre valeurs totales (sommées de deux passes successives) des profondeurs de coupe et des allongements de pousseurs, et entre leurs variations. Toutes les deux passes, l'équilibre se rétablit ; à la première passe, on abat ; à la seconde, on charge.

Pour mieux utiliser le rabot, c'est-à-dire pour abattre le copeau le plus grand à chaque passe, il faut arriver à nettoyer l'allée à chaque course, en étudiant un modèle de déflecteur. Ce dernier se placerait sur la tête du rabot et dirigerait vers le convoyeur les produits qui ont tendance à retomber dans l'allée par dessus le rabot. Naturellement, on est impuissant contre les délavements ou les chutes de bas-toit en arrière du rabot : c'est ce qui fait que les résultats de Merthyr Vale sont beaucoup moins reproductibles et plus difficiles à interpréter.

47. Granulométrie.

On a procédé à un échantillonnage durant un poste normal d'abattage, à Penrikyber. On a pu séparer les deux sens de marche.

La granulométrie est nettement plus favorable dans le sens gauche → droite : c'est logique, puisque la profondeur de coupe est plus importante. Voici la conclusion du rapport.

« Le pourcentage de gros (supérieurs à 2 in ≅ 50 mm) est majoré de 9 % dans le sens gauche → droite. Les fines (moins de 1/8 in ≅ 3, mm) diminuent de 7 % ».

D'où nouvel avantage du déflecteur : il augmenterait la productivité mais aussi la granulométrie.

5. CONCLUSIONS

L'étude des processus de rabotage a pu être entamée avec plein succès à partir d'un rabot standard porteur d'instruments, dans une taille active et sans nullement en déranger la productivité.

Il reste beaucoup à faire : le rabot reste un engin de faible rendement énergétique. Cependant les essais ont fait découvrir certaines lois à respecter; ils permettent déjà certaines conclusions importantes en charbons tendres que l'on peut résumer comme suit :

1) Le rabot rapide est actuellement peu efficace : moins du quart de l'effort total, développé par les têtes motrices, est récupéré pour abattre le charbon. Une proportion égale de l'effort sert à charger sur le convoyeur. Le reste, soit plus de 50 %, est gaspillé en frottements.

2) La tension dans la chaîne peut devenir inutilement grande si la prétension est exagérée ou si on laisse le front s'incurver.

3) Il faut supprimer l'encombrement de l'allée de circulation du rabot qui réduit la profondeur de coupe dans le sens de déplacement du convoyeur. On pense y arriver par l'adjonction d'un déflecteur.

4) Les efforts normaux à la ligne de coupe, agissant sur la tête du rabot, peuvent être aussi bien des tractions que des compressions et sont de même grandeur que l'effort de coupe.

Les résultats obtenus nous apportent cependant de nombreux enseignements pour les essais ultérieurs.

A cause de la faible résistance « in situ » des couches expérimentées, il serait fort peu indiqué d'appliquer les résultats quantitatifs aux charbons durs. Il est probable par exemple qu'en charbon dur, les efforts de frottement resteront semblables, mais que la part de l'effort réclamé par l'abattage augmente en même temps donc que l'efficacité du rabot. Par contre, certaines lois qualitatives resteront : à la mine Donisthorpe des East Midlands, sur le front expérimental du N.C.B. (charbon très dur), on a pu vérifier la loi de la pression optimum pour la profondeur de coupe.

Toutefois le rabot expérimental actuel ne pourra servir en charbon dur : on ne peut y obtenir une profondeur de coupe convenable sans changer la tête coupante et l'implantation des couteaux. Il faut pouvoir modifier ces points à sa guise.

Une étude approfondie du rabotage doit porter sur les mécanismes fondamentaux, donc sur l'installation complète : non seulement le rabot mais son système d'entraînement, le convoyeur, les pousseurs (type, répartition) et même le soutènement. Car les efforts se répartissent entre tous ces éléments qui se tiennent.

On voudrait aussi connaître la répartition des efforts sur chaque couteau. Il s'agit pour l'avenir de réaliser l'engin expérimental répondant à tous ces desiderata.

Il reste aussi à faire la part des facteurs autres que la résistance propre du charbon.

Les essais actuels ne peuvent déceler l'influence des pressions de terrains, par exemple une augmentation de dureté durant le poste à mesure de l'avancement, puisqu'ils avaient lieu en fin de poste de rabotage.

Il faudrait dans le même ordre d'idées, connaître l'influence de l'injection d'eau en veine.

Après plusieurs campagnes dans des couches de propriétés mécaniques très différentes, ce genre d'essai devrait permettre finalement de dire si une couche est rabotable ou non, par la mesure en place de ses propriétés mécaniques.

6. REMERCIEMENTS

Ces essais ont eu lieu dans l'Area n° 4 Division S-W avec l'aimable permission de son Manager General, M. J.A. HAYES. Dans les deux sièges, la collaboration a été excellente entre la direction, le personnel de maîtrise et les ouvriers, tant dans les ateliers qu'au fond, et il serait difficile de désigner quelqu'un : à tous, les auteurs adressent leurs sincères remerciements.

Ils remercient aussi, pour l'aide et l'encouragement appréciables qu'ils en ont reçus, MM. G. BLACKMORE (Manager General de l'Area n° 3), G.V. STANDERLINE (Ingénieur mécanicien de la division), P. HAMAN (Service mécanique de l'Area), Dr. S.I. EVANS (Dr. en Sciences, Chef de la Division) et H.F. ADAMS (Service Géologique Charbonnier, Division S-W).

Le personnel du laboratoire de géologie a fourni une aide efficace par ses observations visuelles et les mesures d'indice de résistance à l'impact, et le Département scientifique de l'Area n° 4 a effectué les analyses granulométriques du charbon provenant de la taille de Penrikyber.

Plusieurs membres du Mining Research Establishment ont participé aux essais : les auteurs remercient particulièrement MM. R. DAVIES et S. JOHNSON, qui se chargèrent d'organiser en détail le programme d'essais au fond.

La campagne décrite dans ce rapport a été entreprise dans le cadre du programme de recherches du Département scientifique du National Coal Board et les résultats ont été publiés avec la permission du Directeur Général des Recherches. Les avis sont ceux des auteurs et pas nécessairement ceux du National Coal Board.