

Conférence sur les propriétés mécaniques de matériaux cassants non métalliques

organisée par le Mining Research Establishment du National Coal Board,
en collaboration avec la Building Research Station,
les 1^{er} et 2 avril 1958, à Londres (suite) (*)

Compte rendu par INICHAR

II. ESSAIS DE RABOTABILITE DU CHARBON

I. Evans - Considérations théoriques sur le rabotage.

Le charbon est un matériau cassant et résiste beaucoup moins bien à la traction qu'à la compression. Les ruptures à la compression et au cisaillement se produisent par l'élargissement et l'accroissement des cassures initiales dues à une traction locale en ces points. A la rupture, la déformation totale atteint 2 % et est violente.

Une théorie de la résistance au rabotage d'un charbon a été établie par M.E. Merchant ; celle-ci suppose la rupture du charbon par cisaillement.

La formule de résistance du charbon donnée par Merchant est :

$$P = \frac{c.d. \sin(\beta + \varphi)}{\sin \psi \sin(\beta + \varphi + \psi)}$$

où c est la tension de rupture du charbon par cisaillement.

P est la composante de la force de traction parallèle au front de taille.

β est l'angle de l'outil par rapport au front de taille.

φ est l'angle de frottement ou angle suivant lequel la réaction est appliquée.

ψ est l'angle de rupture des copeaux de charbon.

d est l'épaisseur du copeau de charbon.

La figure 24 illustre cette formule et donne la signification des divers facteurs.

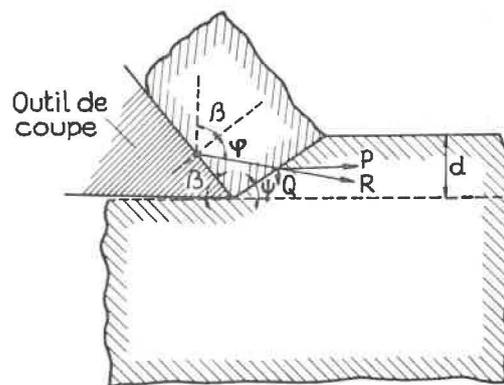


Fig. 24. — Attaque du charbon par un outil de coupe, genre couteau de rabot ; théorie de M. E. Merchant.

Une nouvelle théorie, basée sur la rupture du charbon par traction, a été imaginée par l'auteur.

La formule de I. Evans est :

$$P = 2t d \frac{\sin(\theta + \varphi)}{1 - \sin(\theta + \varphi)}$$

où t est la tension de rupture du charbon par traction

φ l'angle de frottement de l'outil sur le charbon.

La figure 25 donne la valeur des divers facteurs de cette formule.

De nombreux essais réalisés en laboratoire ont montré que le charbon granuleux rompt par cisaillement et le charbon dur, bitumineux, par traction. La rupture de la plupart des charbons s'effectue partiellement par traction et partiellement par cisaillement.

-1 (*) Voir A.M.B., avril 1959, pp. 360/373.

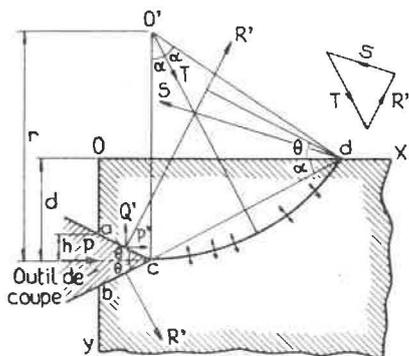


Fig. 25. — Attaque du charbon par un outil de coupe, genre coupeau de rabot; théorie de I. Evans.

Les conditions de rabotage varient fortement d'un charbon à l'autre et même d'un endroit à l'autre dans une même couche, suivant la répartition et la densité des fractures initiales du charbon.

C. Pomeroy - Influence de la pression latérale sur le rabotage des couches de charbon.

Dans une taille, la pression exercée par le toit varie d'un endroit à l'autre.

L'auteur a réalisé en laboratoire (fig. 26) des essais de résistance du charbon à la pénétration au moyen d'un outil-rabot de 12 mm de largeur et fai-

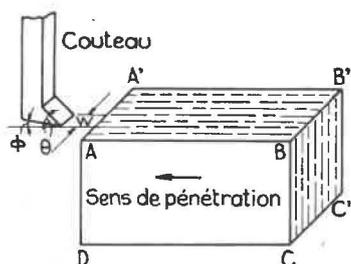


Fig. 26. — Appareil utilisé en laboratoire pour déterminer la rabotabilité d'un charbon. Angle $\varphi = 5^\circ$; Angle $\theta = 30^\circ$; w: largeur du coupeau. Les traits interrompus montrent l'orientation des bancs.

sant un angle de 30° . Le charbon a été soumis à des pressions latérales variant de 0 (charge uniaxiale) à 70 kg/cm^2 . La profondeur de pénétration de l'outil a varié de 2,5 à 12,7 mm et l'orientation de la stratification et des cassures par rapport à l'outil a varié de 0° à 270° .

La forme nécessaire pour obtenir l'enfoncement de l'outil varie cycliquement d'un minimum à un maximum (fig. 27).

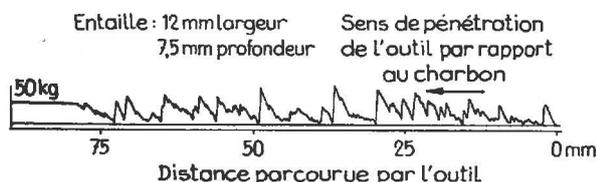


Fig. 27. — Variation caractéristique de l'effort de rabotage au cours d'un trajet.

Les fréquences et les amplitudes varient suivant la charge latérale appliquée et les propriétés physiques du charbon. On observe que la force moyenne nécessaire pour faire pénétrer l'outil augmente avec la pression latérale jusqu'à un maximum, puis décroît. Ainsi dans le cas de charbon provenant d'Oakdale, la force nécessaire pour obtenir cette pénétration est maximum pour une pression latérale de 35 kg/cm^2 , tandis qu'à 53 kg/cm^2 elle est égale à celle nécessaire pour une pression latérale nulle (fig. 28).

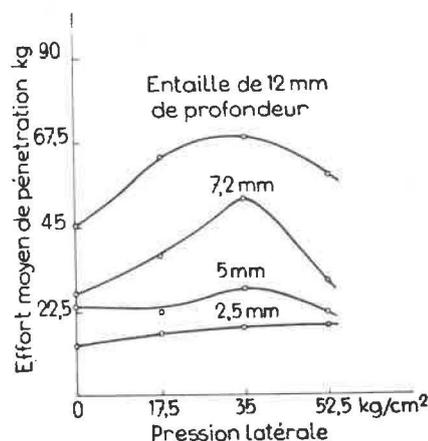


Fig. 28. — Relation entre l'effort moyen de pénétration en kg, en fonction de la pression latérale exercée sur le bloc de charbon pour différentes profondeurs d'entailles du charbon de la couche Oakdale.

Dans le cas de charbon provenant de Deep Duffryn et une profondeur de coupe de 12 mm, la résistance à la pénétration est maximum pour une charge latérale de 53 kg/cm^2 , tandis qu'à 70 kg/cm^2 , elle redevient égale à celle qu'on obtient pour une pression latérale nulle (fig. 29).

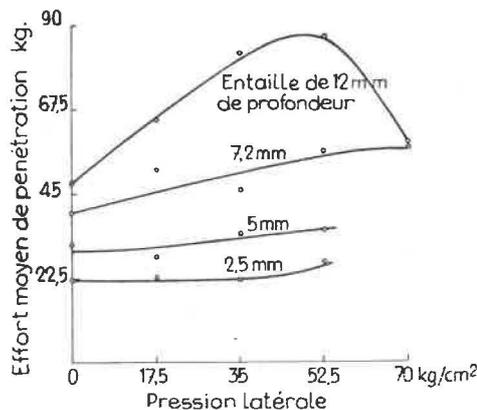


Fig. 29. — Relation entre l'effort moyen de pénétration en kg, en fonction de la pression latérale exercée sur le bloc de charbon pour différentes profondeurs d'entailles du charbon de la couche Deep Duffryn.

Il semble que les compressions latérales ferment d'abord les fissures dans le charbon, ce qui augmente les difficultés de pénétration, puis si les char-

ges latérales s'accroissent encore, les fissures s'ouvrent, ce qui favorise la pénétration de l'outil.

Par suite de l'importance plus grande des fissures et de l'irrégularité du charbon, cette chute de l'effort nécessaire est surtout sensible pour des profondeurs d'attaque de plus de 10 mm. L'énergie nécessaire pour rompre le charbon augmente avec la profondeur d'attaque de l'outil.

Mais en tenant compte du volume plus grand de charbon abattu, l'énergie dépensée par unité de volume reste constante et décroît même légèrement avec l'augmentation de profondeur d'attaque de l'outil. Le rapport volume du charbon abattu sur le volume de charbon découpé par l'outil augmente avec la profondeur d'attaque et avec l'augmentation de la pression latérale (fig. 30).

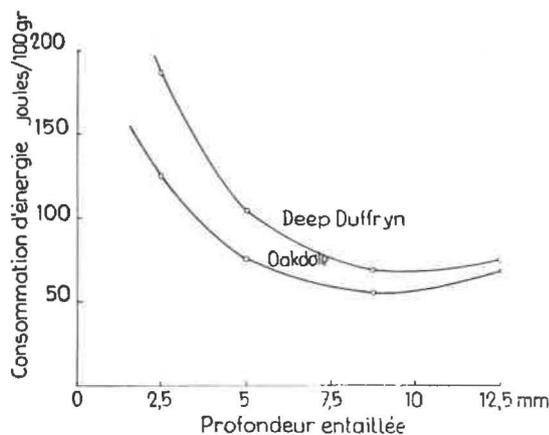


Fig. 30. — Relation entre la consommation d'énergie par unité de poids de charbon en fonction de la profondeur de l'entaille pour du charbon des couches Oakdale et Deep Duffryn.

Le pourcentage de fins (< 1 mm) augmente légèrement avec la pression latérale, puis décroît (fig. 31).

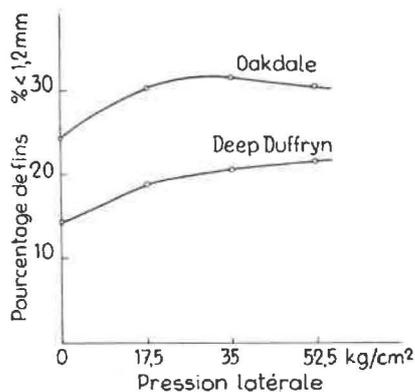


Fig. 31. — Variation du pourcentage de fines en fonction de la pression latérale pour du charbon provenant des couches Oakdale et Deep Duffryn.

I. Evans et S. Murrell - Rabotabilité des matériaux fragiles.

Un appareil a été mis au point en laboratoire pour mesurer la résistance à la pénétration d'un

coin en acier sur des blocs de charbon de diverses provenances. Le bloc de charbon est emprisonné sur toutes ses faces, sauf une. Le coin métallique est enfoncé perpendiculairement à la surface libre. Des essais ont été effectués en faisant varier l'angle d'attaque de l'outil de 10° à 140°.

Les échantillons de charbon ont 12 mm de hauteur et une section carrée de 25,4 mm de côté.

D'autres séries d'essais ont été effectués pour déterminer l'influence de la position des clivages par rapport à la surface d'attaque.

La force de pénétration nécessaire est proportionnelle à la tension de rupture, à la compression du charbon, à la profondeur de pénétration de l'outil, à la largeur du coin, à la tangente de la moitié de l'angle d'attaque du coin et à un facteur dépendant du frottement entre le coin et le charbon.

Les essais ont été faits sur du charbon à coke provenant de Cwmtillery, du charbon bitumineux de Barnsley Hards, du brai et un mélange de brai et de sable.

Pour le même angle d'attaque et le même matériau, la courbe de la charge en fonction de la profondeur de pénétration est une droite (fig. 32 et 33).

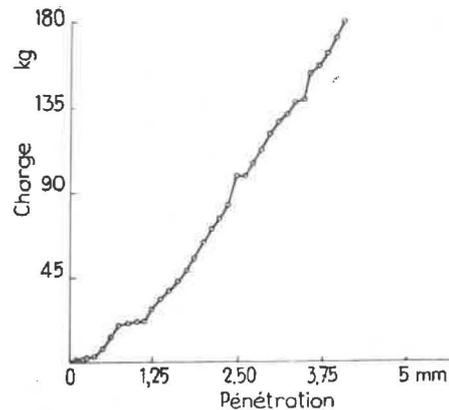


Fig. 32. — Variation de l'effort en fonction de la profondeur de pénétration pour du charbon bitumineux de la couche Barnsley Hards. Angle de l'outil : 20°. L'outil d'attaque est placé perpendiculairement aux plans de stratification.

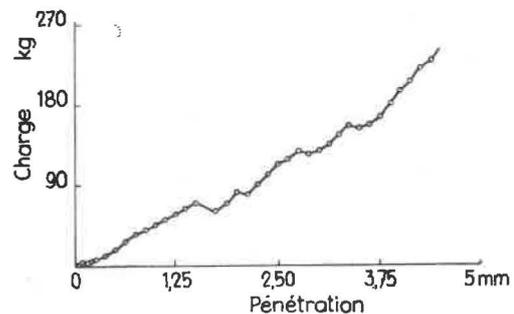


Fig. 33. — Variation de l'effort en fonction de la profondeur de pénétration pour du charbon à coke de Cwmtillery. Angle de l'outil : 75°. L'outil de coupe est parallèle aux plans de clivage.

La charge n'est pas tout à fait proportionnelle à l'angle d'attaque de l'outil par suite de frottements entre les parois du coin et le charbon.

Les figures 34 et 35 montrent des photographies prises au cours de l'enfoncement de l'outil dans le charbon. Les deux photos de la figure 34 montrent que, dans le cas de charbon de Barnsley Hards, les craquelures se propagent loin en avant de la pointe du coin. Ces craquelures suivent les fissures pré-existantes et apparaissent dans les zones où le charbon est soumis à la traction.

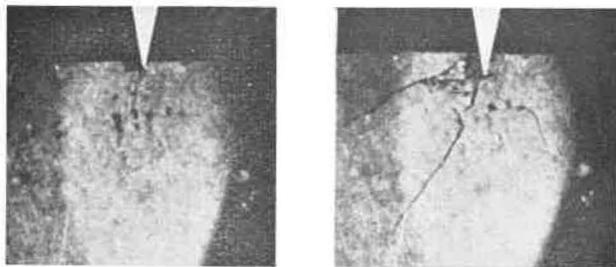


Fig. 34. — Enfoncement d'un outil en forme de coin formant un angle de 20°, provenant de Barnsley Hards.

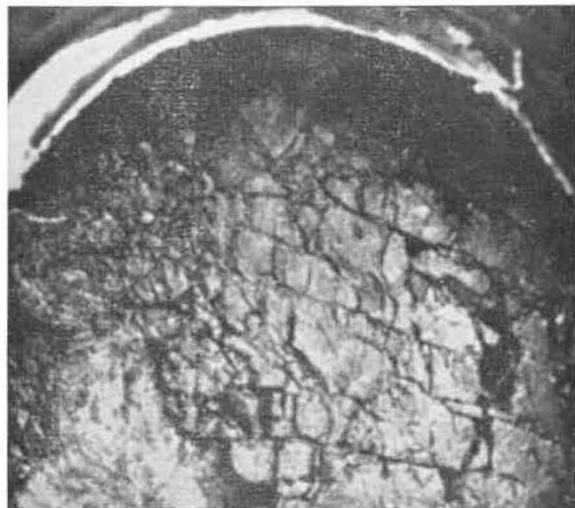


Fig. 35. — Enfoncement d'un outil en forme de coin formant un angle de 75° dans du charbon de Cwmtillery.

Dans le cas de charbon provenant de Cwmtillery (fig. 35), la rupture se fait par cisaillement.

M. Dumbleton, M. O'Dogherty et R. Shepherd - Importance de l'angle des couteaux lors du rabotage.

Les auteurs ont étudié en laboratoire l'influence de la variation de l'angle d'attaque de l'outil de rabotage et de la disposition des clivages principaux et secondaires par rapport au « front de taille ».

La figure 36 montre le dispositif d'essai adopté.

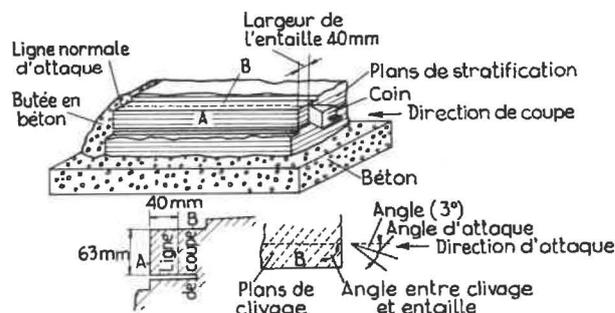


Fig. 36. — Schéma de l'appareil d'essais mis au point en laboratoire.

1) Essais sur du charbon provenant de la couche Cwmtillery.

a) Influence de l'angle d'attaque de l'outil.

Le tableau VII donne la valeur de l'effort moyen à appliquer en fonction de l'angle d'attaque.

TABLEAU VII.

Angle d'attaque	Effort moyen en kg pour toute direction de clivage
13°	48
20°	60
50°	48
70°	99

On remarque que la force nécessaire pour pousser le coin croît à peu près avec l'angle d'attaque de l'outil.

b) Influence de la direction des clivages.

Le tableau VIII donne la valeur de l'effort moyen en fonction de l'angle des clivages principaux avec la face libre du charbon.

TABLEAU VIII.

Direction des clivages principaux	Effort moyen en kg pour tout angle de coupe
0°	35
45°	39
90°	109
135°	75

On voit que cette force à exercer est maximum lorsque le front de charbon est perpendiculaire à la direction des clivages principaux et est minimum lorsque le front de taille est parallèle ou à 45° de cette direction.

c) Consommation d'énergie.

Les tableaux IX et X donnent la consommation moyenne d'énergie dans le cas de divers angles d'at-

taque et pour diverses inclinaisons des clivages par rapport au « front de taille ».

TABLEAU IX.

Angle d'attaque	Consommation moyenne d'énergie kgm/kg de charbon pour toutes les directions de clivage
13°	11,6
30°	16,6
50°	11,9
70°	8,2

TABLEAU X.

Direction du clivage principal	Consommation moyenne d'énergie kgm/kg de charbon pour tous les angles de coupe
0°	8,3
45°	6,1
90°	12,6
135°	21,1

Si l'on tient compte du charbon abattu, l'énergie par unité de charbon est indépendante de la valeur de l'angle d'attaque du rabot, mais elle varie fort suivant l'orientation des clivages principaux par rapport au front de taille.

d) Pourcentage d'éléments fins.

Les tableaux XI et XII donnent le pourcentage de fins dans le cas de divers angles d'attaque et pour diverses inclinaisons des clivages par rapport au « front de taille ».

TABLEAU XI.

Angle d'attaque	Pourcentage moyen de fins en % pour toutes les directions de clivage
13°	10,6
30°	10,1
50°	8,3
70°	8,7

TABLEAU XII.

Direction des clivages principaux	Pourcentage moyen des fins en % pour tous les angles de coupe
0°	6,7
45°	6,0
90°	9,7
135°	15,3

Le pourcentage de fins inférieurs à 12 mm est indépendant de l'angle d'attaque, mais augmente quand les clivages sont orientés à 90° et à 135° par rapport au front de taille.

Il semble que l'énergie excédentaire consommée pour une telle orientation des clivages donne lieu à la formation d'un pourcentage plus élevé de fines particules.

e) Fracturation du charbon.

La figure 37 montre quelques modes de rupture du charbon en fonction de l'angle d'attaque et de l'orientation des clivages par rapport à la direction du « front de taille ».

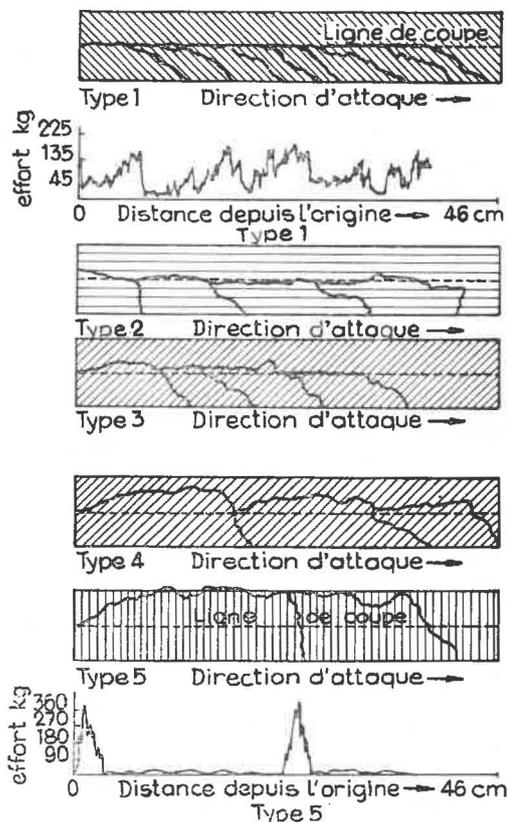


Fig. 37. — Mode de rupture du charbon et variation de l'effort à exercer en fonction de l'orientation des clivages par rapport au plan de coupe.

- Longueur de l'éprouvette : 46 cm.
- Type 1 : angle d'attaque 30° ; clivages à 135°
- Type 2 : angle d'attaque 30° ; clivages à 0°
- Type 3 : angle d'attaque 30° ; clivages à 45°
- Type 4 : angle d'attaque 50° ; clivages à 45°
- Type 5 : angle d'attaque 50° ; clivages à 90°

Cette figure donne aussi les variations de l'effort de pénétration en fonction de l'avancement pour deux cas.

En examinant cette fracturation du charbon, on remarque que, si les clivages principaux sont orientés à 0° et à 135° par rapport au front de taille, le rabot découpe le charbon à peu près suivant le plan du couteau, tandis que, si les clivages sont à 90°, le charbon est découpé irrégulièrement et les plans de fracture se situent à l'intérieur du massif à une profondeur double de celle du plan du couteau.

2) *Essais sur du charbon provenant d'autres couches.*

En examinant la rabotabilité du charbon provenant d'autres couches, on arrive aux mêmes conclusions sauf que, dans le cas de charbons durs, l'effort ne varie pas quel que soit l'angle que le front de taille fait avec la direction des clivages.

Le tableau XIII donne les efforts maxima en kg qui ont été nécessaires pour faire pénétrer l'outil de coupe.

3) *Relation entre la résistance à la rupture par compression et la rabotabilité du charbon.*

Pour les charbons essayés, on observe un rapport constant entre la résistance à la rupture par compression et l'effort à exercer sur le rabot.

Le tableau XIV donne le rapport existant entre la résistance à la compression et la force nécessaire pour faire pénétrer l'outil dans le charbon.

La figure 38 montre la relation entre l'effort né-

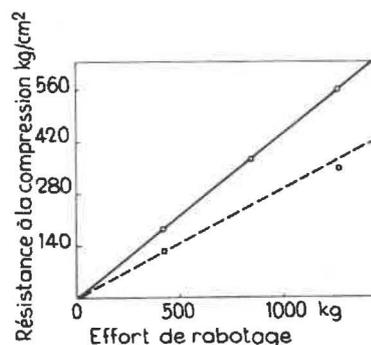


Fig. 38. — Relation entre l'effort nécessaire au rabotage d'un charbon et sa résistance à la compression.

TABLEAU XIII.

		Cwmtillery	Barnsley Brights	Barnsley Hards
Profondeur de pénétration	6 mm	107	174	270
	25 mm	215	400	600
	44 mm (1)	325	535	778
Angle d'attaque	20°	115	190	215
	45°	207	292	545
	70° (2)	326	625	890
Direction de clivage	135°	188	378	612
	0°	154	330	555
	45°	232	435	546
	90° (3)	292	338	480
<i>Moyenne générale</i>		217	372	550

(1) Moyenne pour toute valeur de l'angle d'attaque et de la direction de clivage.

(2) Moyenne pour toute profondeur de pénétration et toute direction des clivages.

(3) Moyenne pour toute profondeur de pénétration et tout angle d'attaque.

TABLEAU XIV.

Charbon	Moyenne générale de l'effort de rabotage en kg (P)	Résistance à la compression d'un cube de 25 mm de côté en kg/cm ²		Rapport	
		⊥ à la stratification V	// à la stratification H	$\frac{P}{V}$	$\frac{P}{H}$
Cwmtillery	192	185	123	0,161	0,242
Barnsley Brights	383	370	266	0,160	0,222
Barnsley Hards	572	565	345	0,158	0,258

cessaire au rabotage et la résistance du charbon à la compression.

C. Pomeroy et J. Brown - Frottement entre les surfaces métalliques et le charbon.

Le frottement de l'acier ou du laiton sur le charbon augmente de beaucoup l'effort de traction nécessaire pour raboter ou haver le charbon. La poussière de charbon augmente l'usure des outils. La vitesse de rabotage ou de havage, la température et la teneur en eau du charbon font varier le coefficient de frottement du charbon sur le métal. L'auteur ne relate que des essais effectués à vitesse lente. La figure 39 montre l'appareil utilisé.

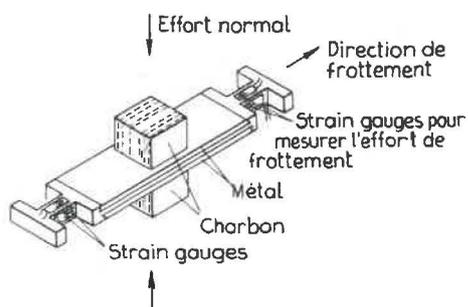


Fig. 39. — Schéma de l'appareillage d'essai utilisé pour mesurer le frottement de l'acier sur le charbon.

Il semble que le coefficient de frottement ne dépend pas de l'orientation des bancs par rapport à la surface de frottement.

Le coefficient de frottement de l'outil ne varie plus dès qu'il a parcouru quelques mètres.

Le coefficient de frottement diminue lorsque la réaction de l'outil perpendiculairement à la surface de frottement augmente (fig. 40).

Le coefficient de frottement est proportionnel à la résistance au cisaillement du charbon et inverse-

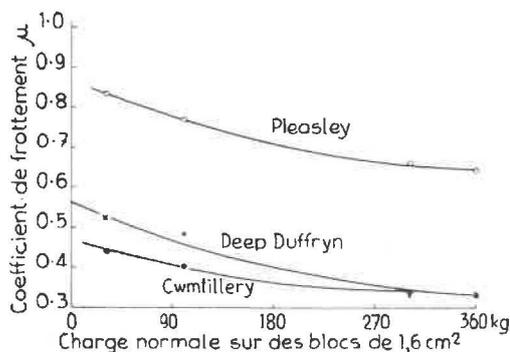


Fig. 40. — Variation du coefficient de frottement en fonction de la charge appliquée pour trois types de charbon.

ment proportionnel à la tension limite d'élasticité du charbon à la compression.

Le coefficient de frottement charbon/acier est plus grand que celui du laiton sur le charbon.

Le coefficient de frottement varie notablement avec la teneur en matières volatiles des charbons. Il est minimum pour une teneur de 20 % et maximum (50 % en plus) pour une teneur de 38 %. La figure 41 montre la variation du coefficient de frottement avec la teneur en matières volatiles.

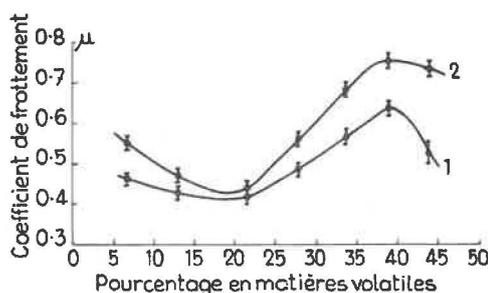


Fig. 41. — Variation du coefficient de frottement en fonction de la teneur en matières volatiles. Cette teneur est déterminée sur le charbon sec et sans cendres.

III. ESSAIS EN COURS AU MINING RESEARCH ESTABLISHMENT POUR REALISER UNE MACHINE DE CREUSEMENT DE GALERIES

a) Essais des outils de forage.

N. Price et R. Shepherd - Mesures des résistances du béton lors de l'entaille par roller-bit.

Avant de mettre au point une machine entièrement mécanique pour le creusement de galeries, il importe d'étudier l'action des outils de coupe, constitués par des roller-bits, qui forment la partie essentielle de l'engin. Pour faciliter l'étude en laboratoire de ce matériel, les auteurs ont cherché à trouver un béton dont les qualités se rapprochent le plus de celles des roches.

On utilise du béton dont le gravier est formé par des éléments du grès qu'on veut étudier. On a choisi

si le grès Pennant, très résistant, dont la charge de rupture à la compression peut atteindre 1.100 kg/cm². Le but des essais est de déterminer les proportions et la granulométrie la plus adéquate du béton.

Des essais semblables ont été réalisés sur de très nombreuses compositions de béton.

Un bloc de béton est engagé avec un effort connu sous un anneau de roller-bits sur lequel on exerce une pression déterminée. Après l'essai, on mesure la profondeur de l'entaille.

On a constaté que, pour une même charge appliquée sur le roller-bit, la profondeur de l'entaille varie d'une façon inversement proportionnelle à la résistance du béton à la compression (fig. 42).

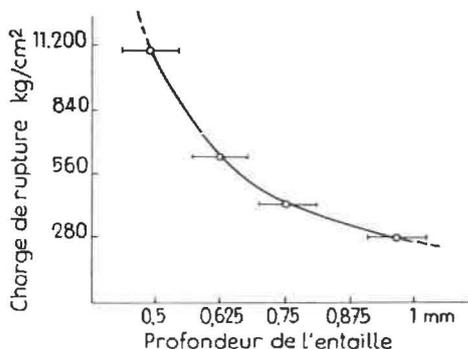


Fig. 42. — Relation entre la résistance à la compression du béton et la profondeur des entailles.

En faisant décroître la proportion d'agrégats de 53 à 29, la profondeur de l'entaille croît de 10 à 20 %.

D'après les essais effectués, il semble que la granulométrie des agrégats ne joue pas un grand rôle dans la profondeur d'entaillage pour la même charge (fig. 43).

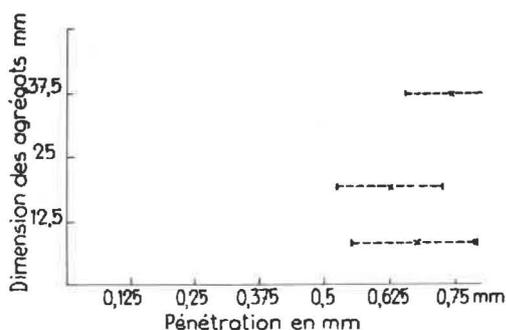


Fig. 43. — Relation entre les dimensions des agrégats et la profondeur des entailles.

La dispersion des profondeurs d'entaille est plus grande pour un béton de même composition que pour un bloc de grès.

Il importe d'avoir un béton contenant environ 53 % d'agrégats provenant de rocs très durs.

b) Essais des outils de coupe permettant l'égalisation des parois.

R. Teale - Rupture des crêtes de roches.

Enchaînant avec les essais réalisés par les deux auteurs précédents, R. Teale a étudié les conditions et les efforts nécessaires pour réduire et briser les arêtes laissées par les outils rotatifs forant en tête de l'engin.

1) Les essais ont été effectués d'abord sur des cubes de 5 cm de côté, sciés sur 5 des 6 faces dans un bloc de grès très dur (fig. 44).

Les cubes se cisailent à la base lorsqu'on force un coin entre 2 blocs voisins. L'effort est d'autant moindre que l'angle de l'outil est aigu ; en effet, si l'angle augmente, la composante verticale augmente, or c'est l'effort horizontal qui est utile. Dans

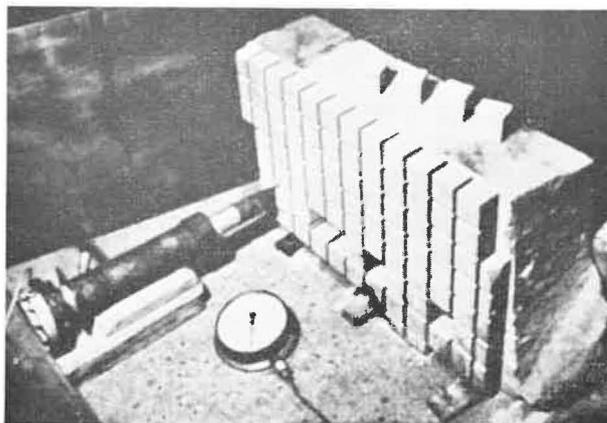


Fig. 44. — Mesure du cisaillement de cubes de grès. Les cubes sont dégagés sur 5 de leurs 6 faces.

des conditions identiques, l'effort nécessaire au cisaillement des cubes est 4 fois plus grand avec un angle de 25° qu'avec un angle de 11,5°. L'effort est minimum quand il est exercé parallèlement à la face externe et appliqué le plus près possible de celle-ci. La figure 45 et le tableau XV montrent les variations de l'effort nécessaire pour cisailier le cube en fonction du mode d'attaque.

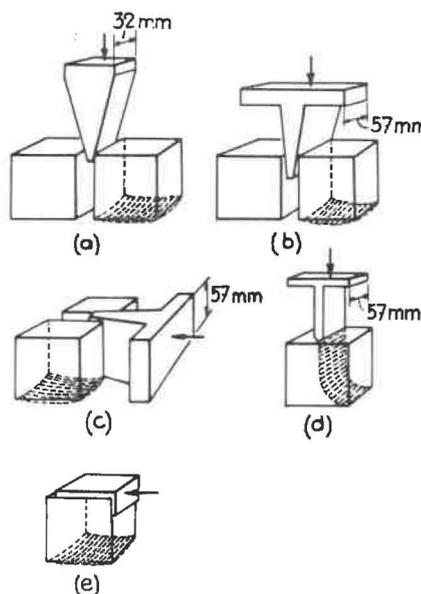


Fig. 45. — Essais divers de rupture sur des cubes de béton dont 5 faces sur 6 sont dégagées.

TABLEAU XV.

Méthode de cisaillement adoptée (fig. 45)	Résistance moyenne au cisaillement en kg		Rapport Pennant Darley
	Grès provenant de Darley Dale	Grès de Pennant	
a	1.420	2.400	1,7
b	405	427	1,1
c	432	—	—
d	1.540	2.360	2,0
e	207	405	2,1

L'effort de cisaillement croît fortement avec le côté du cube (puissance 1.7) (fig. 46).

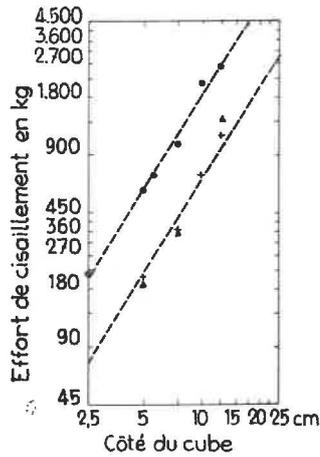


Fig. 46. — Influence de la longueur du côté du cube sur la résistance au cisaillement.

- Grès de Pennant
- + Grès de Darley Dale
- ▲ Béton avec du gravier de Pennant.

2) Ces mêmes essais ont été effectués sur des arêtes sciées dans des blocs de grès (fig. 47).

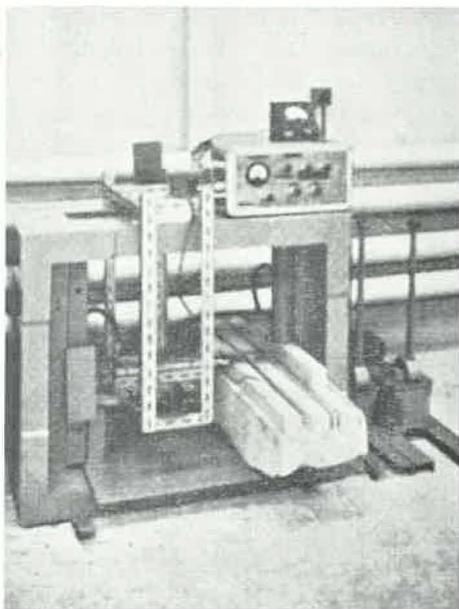


Fig. 47. — Mesures du cisaillement d'arêtes de béton.

Les efforts ont été exercés parallèlement à la surface libre et près de celle-ci. Lorsque la hauteur est plus grande que la largeur, la plupart des ruptures s'effectuent à la base de l'arête (fig. 48 b). Lorsque la largeur dépasse la hauteur, la plupart des ruptu-

res se produisent suivant une ligne oblique, partant du point d'application de l'effort et dirigée vers la base de la face opposée (fig. 48 c).

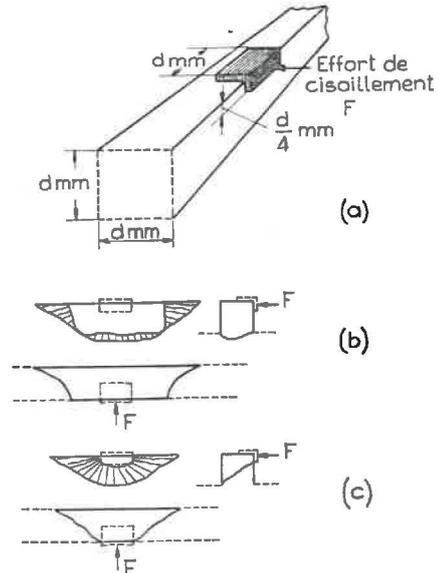


Fig. 48. — a) Méthode d'essai utilisée
b) Rupture à la base
c) Rupture oblique.

Par rapport au volume de roc à cisailier, l'effort minimum a lieu pour des ruptures par cisaillement à la base.

Pour une même hauteur, la force nécessaire pour cisailier une arête croît avec la puissance 1,7 de la largeur.

3) Pour des roches de nature différente, les efforts nécessaires pour obtenir le cisaillement sont dans le même rapport que la résistance à la compression des cubes de ces roches (tableau XVI).

TABLEAU XVI.

Variation de la résistance au cisaillement avec les dimensions des cubes.

Côté du cube en mm	Résistance moyenne au cisaillement en kg		
	Grès de Pennant	Grès de Darley Dale	Béton constitué d'agrégats provenant du grès Pennant
25	220	—	—
50	582	207	185
56	710	—	—
76	1.042	365	347
101	2.160	715	560
127	2.630	1.160	1.370

IV. ETUDE DE LA GRANULOMETRIE DES POUSSIERES LORS DU RABOTAGE ET AU MOMENT DU MINAGE

R. J. Hamilton et G. Knight - Etudes de la granulométrie des poussières de charbon suivant la résistance du charbon.

Grimshaw a donné au cours de cette conférence la formule suivante pour déterminer la granulométrie des grains inférieurs à 100 μ produits lors de l'abatage du charbon.

$$\frac{dFn}{dD} = \frac{\alpha}{D^\beta}$$

où dFn est la fraction des grains de dimension comprise entre D et D + dD.

α et β constantes.

Des essais sur des charbons de nature différente ont donné une valeur de 2,2 à 2,3 pour β, à la rupture par compression, au forage et au minage ; les courbes sont régulières.

Pour le grès, on obtient des valeurs de β variant de 2,7 à 3,1 avec des courbes non régulières provenant de la dimension des cristaux de quartz.

On a vu (conférence Evans) que la résistance du charbon dépend de la finesse limite des grains constituant le charbon. Cette finesse varie de l'Angström à plusieurs milliers d'Angström. Le pourcentage de grains inférieurs à 40 μ, récoltés sur les déblais, diminue avec l'accroissement de la résistance du charbon à la compression, mais par contre, le pourcentage de grains fins dans l'air ambiant augmente par suite de l'augmentation de « l'explosibilité » du charbon lors de la rupture.

La figure 49 montre la diminution du pourcentage de grains inférieurs à 1,2 mm avec l'augmentation de la résistance à la compression du charbon.

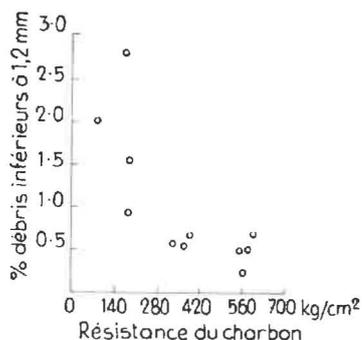


Fig. 49. — Pourcentage de grains inférieurs à 1,2 mm en fonction de la résistance à la compression du charbon.

Au forage, sauf pour les faibles pénétrations, le pourcentage de grains inférieurs à 76 μ ne varie pas (fig. 50).

La figure 51 montre la diminution des fines poussières (1 à 15 μ) avec l'augmentation de vitesse de havage.

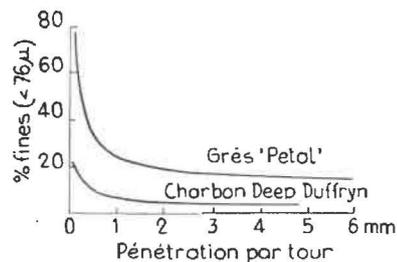


Fig. 50. — Production de grains inférieurs à 76 μ en fonction de la pénétration du fleuret en mm par tour.

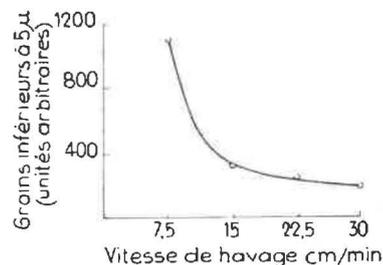


Fig. 51. — Production de grains inférieurs à 5 μ en fonction de la vitesse de forage.

H. C. Grimshaw - Mesures de la granulométrie des produits provenant du minage de blocs de pierre.

On fait exploser une charge d'explosif dans un cylindre de pierre, lui-même renfermé dans un cylindre en acier fermé aux deux bouts par des plaques d'acier. On récolte les poussières du tir et on les tamise avec les produits du tir.

Ces essais ont été faits sur des calcaires et sur des grès.

On a fait varier de nombreux facteurs, le diamètre des trous de mine, la nature de l'explosif, la charge utilisée, ainsi que la teneur en humidité.

La figure 52 donne la granulométrie des produits du tir en terrain gréseux et en calcaire. La courbe

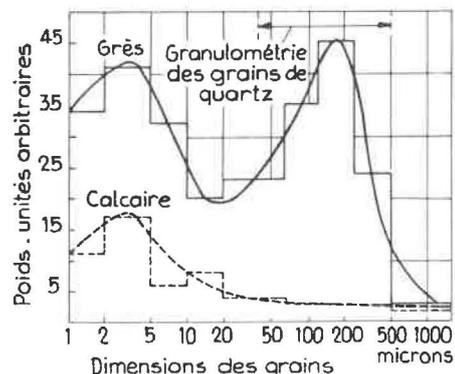


Fig. 52. — Granulométrie des produits abattus lors du minage dans du grès et du calcaire.

granulométrique du grès montre le pourcentage important de grains qui possèdent les dimensions des cristaux de quartz.

La granulométrie des déblais ne varie que peu avec la densité d'explosif. La fragmentation du tir est améliorée par un bourrage à l'eau.

V. ETUDE DE L'ENERGIE DUE AU MINAGE

S. Paterson - La distribution d'énergie lors d'un minage.

Lors du minage, il y a production d'un gaz à haute pression et haute température, ainsi que d'ondes de tension dont une partie doit vaincre la cohésion de la roche ; l'énergie résiduelle agit sur les fragments sous forme de vibrations qui se transforment ensuite en chaleur.

Dès l'éclatement de la roche, les gaz se répandent vers l'extérieur où ils compriment l'air, tandis qu'une partie de leur énergie sert à accélérer la projection des éléments du minage et à les échauffer.

Au point de vue énergie, on distingue 3 catégories :

- énergie interne de la roche
 - avec chaleur (perte)
 - avec énergie nécessaire pour fissurer la roche (utile)

- avec énergie élastique résiduelle transformée en chaleur (perte) ;
- énergie externe de la roche (la plus grande partie en est perdue) ;
- énergie non transférée à la roche (perte).

L'auteur estime qu'il faut 1 kg d'explosif pour projeter 10.000 kg de roche dans un minage par fourneaux.

Un gramme d'explosif libère 1.000 cal environ.

L'énergie cinétique utile pour l'unité de masse de roche est égale à

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{R}{2}$$

où : R est la longueur maximum de projection.

V est la vitesse de projection.

L'énergie utile produite dans un tir varie en pratique de 2 à 7 % de l'énergie produite par l'explosif.