

Abatage à l'explosif en couche mince

G. MIGNION,

Ingénieur au Corps des Mines.

SAMENVATTING

Gedurende meer dan een jaar werd op regelmatige wijze de integrale winning door middel van springstoffen toegepast in een pijler van 54 m lengte en slechts 0,55 m opening.

De weinig mijngasachtige aard van de laag, haar helling (25°) en haar regelmatigheid vormden gunstige factoren voor de toepassing der methode.

Het schieferdak, van gemiddelde stevigheid, dat vaak aangetast was door ontginningsscheuren, kon beheerst worden door een aangepaste dakcontrole (zorgvuldige vulling die het front op 1,50 m afstand volgde) en vooral dank zij de snelle en regelmatige vooruitgang van het pijlerfront (dagelijkse vooruitgang van 1,20 m).

Het schieten in de laag liet toe de productie op te drijven van 27 tot 48 t., hetgeen niet mogelijk zou geweest zijn met persluchthamers alleen.

Daaruit volgde een vermindering van de kostprijs van 28,25 F per ton vertrek werkplaats, zonder rekening te houden van de invloed van de productievermeerdering op de verdeling der algemene onkosten en van het verbruik.

Deze invloed wordt geraamd op 14,80 F per ton voor de ganse zetel.

De steller beschikt niet over voldoende nauwkeurige gegevens betreffende de evolutie van de verkoopprijzen, voortvloeiend uit de toepassing van de methode, maar men mag aannemen dat het gehalte aan stukool geen merkelijke wijzigingen heeft ondergaan tengevolge van het schieten in de laag.

Anderzijds verbetert de toepassing van deze methode de hygienische voorwaarden van het werk, vermindert de fysieke inspanning van het meerendeel van het personeel dat aan de koolwinning gebezigd is en vereist slechts een beperkt aantal gekwalificeerde werklieden, het geen van belang is in periodes waar de aanwerving van werkkrachten moeilijkheden biedt.

RESUME ET CONCLUSIONS :

Il a été possible pendant plus d'un an de réaliser de manière régulière l'abatage intégral à l'explosif dans une taille de 54 m de longueur et de 0,55 m d'ouverture seulement.

Le caractère peu grisouteux de la couche, son pendage (25°) et sa régularité constituèrent des facteurs favorables à l'application de la méthode.

Le toit, en schiste de résistance moyenne et souvent fissuré par des cassures d'exploitation, put être maîtrisé par un contrôle adéquat du toit (bon remblai suivant les fronts à 1,50 m de distance) et surtout grâce à l'avancement rapide et régulier du front de taille (avancement journalier moyen de 1,20 m).

L'application du minage en veine dans cette taille permit une augmentation de production de 27 à 48 tonnes, augmentation que, pour des motifs exposés dans cet article, il n'eût pas été possible de réaliser au marteau-piqueur.

Il en résulta une diminution de 28,25 F du prix de revient de la tonne de charbon sortant du chantier, compte non tenu de l'incidence d'une augmentation de production sur la répartition des frais généraux et consommations. Cette incidence est évaluée à 14,80 F par tonne, pour toutes les tonnes du siège.

L'auteur ne possède pas de renseignements suffisamment précis sur l'évolution du prix de vente résultant de l'application de la méthode, mais on peut admettre que le rendement en gros n'a pas subi de grandes fluctuations du fait du minage.

D'autre part, l'application du minage augmente la salubrité du travail, réduit la fatigue physique de la majorité du personnel affecté à l'abatage et ne requiert qu'un nombre restreint d'ouvriers qualifiés, ce qui est intéressant en période de difficulté de recrutement de la main-d'œuvre.

G. MIGNION.

L'abatage intégral à l'explosif a été pratiqué avec succès pendant plus d'un an dans une couche de faible ouverture d'un charbonnage du Bassin de Charleroi (Siège Vallées de la S.A. des Houillères-Unies du Bassin de Charleroi).

Il fut appliqué dans la couche dénommée 5 Paumes possédant la composition suivante :

Toit : schiste de résistance moyenne;
Sillon de charbon de 55 cm d'ouverture moyenne dont 10 à 15 cm adhérent au toit;
Mur : schiste tendre. A 1,20 m dans le mur, présence de la couche 8 Paumes de 0,30 à 0,45 m d'ouverture.
Le pendage de la couche est de 25° pied midi.

Les principaux handicaps pour l'exploitation de cette couche étaient les suivants :

- a) Faible ouverture : celle-ci s'opposait à une forte concentration (influence directe d'un arrêt du transport sur l'abatage du fait de l'absence d'un volant de charbon important dans la taille, surveillance peu effective vu les difficultés de déplacement, obligation à cause du pendage de construire des barrages dont l'ouverture dépendait de la bonne volonté des ouvriers). Pour ce motif, avant application de l'abatage à l'explosif, l'avancement journalier avait été limité à 0,60 m (une demi-havée).
- b) Nature des épontes : le soufflage du mur ne permettait pas un foudroyage correct, même sur piles de bois. La méthode de foudroyage appliquée au début avait dû être remplacée par la méthode de remblayage par terres de creusement de la voie de tête et de fausses voies. Cette dernière méthode, toujours appliquée, donne satisfaction, mais n'empêche cependant pas l'apparition dans le toit de cassures d'exploitation parallèles au front et distantes entre elles d'un intervalle parfois inférieur à la largeur de havée (1,20 m). Avant application du minage, l'avancement réduit de 0,60 m accentuait encore la mauvaise tenue des épontes.
- c) Dureté du charbon ainsi que son adhérence au toit qui, avec abatage au marteau-piqueur, limitaient la surface moyenne déhouillée par abatteur à 5,12 m² et le rendement abatteur à $5,12 \times 0,55 \times 1,35 = 3.800$ kg environ.

Le but recherché avec l'abatage à l'explosif était d'abord une augmentation de la production de l'étage, alors déficitaire, et ensuite une augmentation du rendement du chantier. Après un mois de tâtonnements, une méthode d'abatage à l'explosif fut mise au point et l'on put réaliser de façon régulière, dans la taille, un avancement journalier de 1,20 m (une havée) au lieu de 0,60 m précédemment. L'accélération de l'avancement eut immédiatement une influence heureuse sur la tenue du toit et même sur l'ouverture utile de la couche du fait d'une diminution du soufflage du mur.

La taille de 5 Paumes, où fut pratiqué l'abatage à l'explosif, avait les caractéristiques suivantes :
Longueur des fronts : 54 m au début de l'application du minage, réduite par après à 48 m.

Largeur de havée : 1,20 m. La tenue du toit ne semble pas permettre une augmentation de la largeur de havée.

Soutènement : boisage chassant par plates-bêles de 3 m, soutenues par 4 montants; 8 sclimbés par bêle. Avant minage, on faisait usage dans la taille de bêles rondes. Pour éviter le renversement du boisage lors du minage, on remplaça les bêles rondes par des plates-bêles. Pour le même motif, la dernière plate-bêle placée se trouve toujours à une distance de 0,30 m des fronts.

Contrôle du toit : remblayage complet de la taille par terres de creusement de la voie de tête et d'une fausse-voie boisée, située au milieu de la taille. Cette méthode de contrôle du toit a été choisie pour les motifs exposés plus haut.

Mode d'évacuation des produits en taille : sur tôles fixes, vu le pendage (25°).

Mode d'évacuation des produits en galerie : successivement, voie intermédiaire à roulage à main, plan incliné, voie principale à roulage par cheval.

Le principe de la méthode de minage appliquée est le suivant :

Les 3 m inférieurs de la taille sont abattus au marteau-pic de manière à créer un vide permettant le dégagement ultérieur des mines; par la même occasion, on ménage le toit fissuré au voisinage de la voie. Des mines parallèles, légèrement plongeantes (10 à 15°), sont forées à 0,50 m d'intervalle dans tout le restant de la taille (densité de 6 mines par bêle, portée par après à 7 mines par bêle par suite d'une augmentation de la dureté du charbon).

Les mines sont chargées chacune de deux cartouches d'explosif S.G.P. gainé et sont amorcées de détonateurs à courts retards. Les volées d'abord de 8 mines, ont été portées par après à 10 mines; elles sont tirées successivement en remontant la taille à partir du marquage initial. L'expérience a montré qu'il n'était pas nécessaire de créer des marquages intermédiaires.

Pour le forage, on utilise deux perforatrices rotatives à air comprimé de marque Nüsse et Grüber. Les trous sont forés en deux passes. Le foreur amorce le trou au moyen d'un court fleuret; l'aide-foreur approfondit ensuite les trous à la longueur voulue, au moyen d'un fleuret plus long.

Grâce à cet artifice, on diminue l'encombrement de la perforatrice, ce qui permet de faire suivre le remblai à une havée des fronts.

L'abatage est complet; sauf accidentellement, le charbon se détache bien du toit. L'expérience a montré que les conditions suivantes étaient nécessaires à la réussite des tirs :

- a) parallélisme des fourneaux,
- b) curage soigné de ceux-ci,
- c) bourrage très serré et très soigné des mines.

L'organisation du travail est la suivante :

1) Poste de nuit :

On procède au coupage des voies de pied et de tête et au contrôle du toit par coupage de la fausse voie. Un peu avant le début du poste a lieu la descente de l'équipe de forage, comprenant un

ouvrier et son aide. Cette équipe fore les mines en descendant (102 mines forées). Vers minuit, l'équipe de minage comprenant un boutefeu et son aide prend son service. Elle prépare les bourres et amorce les cartouches dans la voie de tête; elle descend ensuite la taille en chargeant toutes les mines. L'équipe de minage est prête à commencer le tir lorsque les ouvriers du poste de nuit quittent le chantier. Le tir se fait par volées en montant la taille. Le boutefeu et son aide n'ont donc pas à craindre le dévalement des charbons, mais ils sont exposés aux fumées des tirs; pour parer à cet inconvénient, ils ont été équipés de masques à gaz de guerre. Les tirs se suivent à intervalles rapprochés, puisque toutes les mines ont été préalablement chargées.

2) Poste du matin.

Les ouvriers du poste du matin arrivent à leur travail alors que le minage s'achève. Ils chargent le charbon abattu, dégageant ainsi la taille pour le tir des dernières mines. Après le tir, le chargement du charbon abattu se poursuit tandis que deux

culier le manœuvre) achève le déplacement des tôles et réalise le déplacement de la tuyauterie.

Les tableaux I, II, III donnent, pour trois méthodes d'exploitation différentes, la répartition du personnel du chantier ainsi qu'un prix de revient partiel à la tonne de celui-ci, n'envisageant que les facteurs variables avec la méthode d'exploitation adoptée, en l'occurrence la main-d'œuvre, la consommation en air comprimé, la consommation en explosifs. Ces tableaux visent les trois cas suivants :

- 1) Situation réelle avant minage. L'abatage était réalisé au marteau-piqueur; l'avancement était limité à environ une demi-havée ainsi qu'il a été signalé plus haut.
- 2) Situation théorique, toujours avec abatage au marteau-piqueur en supposant qu'il eût été possible de réaliser, dans ces conditions, un avancement journalier d'une havée sans diminuer le rendement de l'abatteur.
- 3) Situation avec application de l'abatage à l'explosif. L'avancement effectivement réalisé était d'une havée.

TABLEAU I. — Abatage au marteau-piqueur : une demi-havée d'avancement environ.

Matin		Après-midi	Nuit	
1 porion	396,70	Néant	1 porion	396,70
7 abatteurs à 293,50 =	2.054,50		1 ouvrier voie de tête	300,00
1 robineur-rouleur	200,75		1 manœuvre voie de tête	200,75
1 ravaleur-rouleur	200,75		1 ouvrier voie de pied	300,00
1 envoyeur	200,75		2 manœuvres voie de pied	401,50
1 conducteur de cheval	210,10		1 manœuvre	200,75
			+ 1/2 manœuv. tôles et tuy.	100,37
1 conducteur bois voie de tête	200,75		1 ouvrier	300,00
		+ 1/2 manœuvre fausse-voie	100,37	
13 hommes	3.464,30		9 hommes	2.300,45

abatteurs dans la taille parachèvent l'abatage là où les mines ont été moins efficaces ou encore dépècent des blocs ancrés entre les épontes. C'est l'un de ces deux abatteurs qui creuse également le marquage des trois mètres inférieurs de la taille.

Les deux abatteurs sont accompagnés de deux bouteurs. Ceux-ci, outre le travail de boutage, déplacent en partie les tôles d'évacuation.

3) Poste d'après-midi.

Trois boiseurs placent le soutènement dans la havée nouvellement déhouillée. Ils sont accompagnés d'un manœuvre. La même équipe (et en parti-

Total main-d'œuvre : $3.464,30 + 2.300,45 = 5.764,75$ + 1/3 charges sociales = 7.686,33.

Consommation air comprimé (0,15 F par min. et marteau-pic) : $7 \times 240 \times 0,15 = 252$ F.

Total main-d'œuvre + consommation air comprimé : $7.686,33 + 252 = 7.938,33$.

Tonnage abattu (un abatteur déhouillant en moyenne $5,12 \text{ m}^2$) $7 \times 5,12 \times 0,55 \times 1,35 = 26,6$ tonnes.

Prix de revient à la tonne : $7.938,33/26,6 = 298,43$.

Rendement chantier : $26.600/22 = 1.209 \text{ kg}$.

TABLEAU II. — Abatage au marteau-piqueur : avancement journalier d'une havée.

Matin		Après-midi	Nuit		
1 porion	396,70	1 porion	396,70	1 porion	396,70
13 abatteurs à 293,50 F	3.815,50	1 ouv. voie de pied	300,00	2 ouvriers voie de tête	600,00
1 robineur	200,75	1 man. voie de pied	200,75	2 manœuvres voie de tête	401,50
1 rouleur	200,75	2 man. tôle. et tuy.	401,50	2 ouvriers voie de pied	600,00
1 ravaleur	200,75			1 manœuvre voie de pied	200,75
1 envoyeur	200,75			1 ouvrier fausse voie	300,00
1 conducteur cheval	210,10			1 manœuvre fausse voie	200,75
1 conduct. bois (voie de tête)	200,75				
20 hommes	5.426,05	5 hommes	1.298,95	10 hommes	2.699,70

Un abatteur déhouillait dans le cas précédent 5,12 m², soit 4,27 m de longueur de front. Pour déhouiller 54 m de front de taille, il aurait été nécessaire de placer $54/4,27 = 13$ abatteurs environ (nombre un peu forcé).

Total main-d'œuvre : 5.426,05 + 1.298,95 + 2.699,70 = 9.424,70 + 1/3 pour charges sociales = 12.566,27.

Consommation air comprimé (0,15 F par min. et par marteau) : $13 \times 240 \times 0,15 = 468$ F.

Total main-d'œuvre + consommation air comprimé 12.566,27 + 468 = 13.034,27.

Tonnage abattu : $54 \times 1,20 \times 0,55 \times 1,35 = 48$ tonnes.

Prix de revient par tonne : $13.034,27/48 = 271,54$ F.

Rendement chantier : $48.000/35 = 1.371$ kg.

— (pas de minage, avancement journalier d'environ une demi-havée) à la situation théorique (2) — (pas de minage, avancement journalier d'une havée), on constate une diminution du prix de revient de $298,43 - 271,54 = 26,89$ F par tonne abattue.

b) Lorsqu'on passe de la situation théorique (2) — (pas de minage, avancement journalier d'une havée) à la situation réalisée (3) — (minage et également avancement journalier d'une havée), on constate une diminution du prix de revient, mais de $271,54 - 270,18 = 1,36$ F par tonne seulement.

c) Lorsqu'on passe de la situation réalisée avant minage, situation (1) avec avancement journalier moyen d'environ une demi-havée, à la situation réalisée grâce au minage, situation (3) avec avancement journalier d'une havée, on constate une dimi-

TABLEAU III. — Abatage à l'explosif : une havée d'avancement.

Matin		Après-midi		Nuit	
1 porion	596,70	1 porion	596,70	1 porion	596,70
1 serveur bois voie de tête	200,75	3 boiseurs	900,00	1 foreur	300,00
1 robineur-rouleur	200,75	1 manœuvre	200,75	1 aide-foreur	250,00
1 ravaleur	200,75	1 ouv. voie de pied	300,00	1 boutefeux	350,00
1 envoyeur	200,75	1 man. voie de pied	200,75	1 aide-boutefeux	250,00
1 conducteur cheval	210,10			2 ouvriers voie de tête	600,00
2 abatteurs	600,00			2 manœuvres voie de tête	401,50
2 bouteurs (roulant au début du poste)	401,50			2 ouvriers voie de pied	600,00
				1 manœuvre voie de pied	200,75
				1 ouvrier fausse voie	300,00
				1 manœuvre fausse voie	200,75
10 hommes	2.411,50	7 hommes	1.998,20	14 hommes	3.849,70

Total main-d'œuvre : 2.411,50 + 1.998,20 + 3.849,70 = 8.259,20 + 1/3 charges sociales = 11.012,26.

Total main-d'œuvre : 2.411,50 + 1.998,20 + 3.849,70 = 8.259,20 + 1/3 charges sociales = 11.012,26.

Consommation air comprimé (0,15 F par minute et par piqueur — 0,30 F par minute et par perforatrice) : $(240 + 180) \times 0,15 + 2 \times 300 \times 0,30 = 243$ F.

Consommation explosifs :

102 mines de 2 cartouches à 4,725 F 963,90 F

102 détos courts retards (séries de 8) 749,70 F

1.713,60 F

Total main-d'œuvre + consommation air comprimé + explosifs : 11.012,26 + 243,00 + 1.713,60 = 12.968,86.

Tonnage produit : 48 tonnes comme précédemment.

Prix de revient par tonne : $12.968,86/48 = 270,18$ F.

Rendement chantier : $48.000/31 = 1.548$ kg.

L'examen de ces trois tableaux nous permet de faire les remarques suivantes :

a) Lorsqu'on passe de la situation réalisée (1)

nution du prix de revient de $26,89 + 1,36 = 28,25$ F.

Notons que la situation (2) est purement théorique et n'aurait vraisemblablement pu être réalisée à cause des difficultés résultant de la faible ouverture de la couche (55 cm). Nous en concluons que la diminution du prix de revient obtenue dans la taille en cause ne résulte pas de la substitution du travail à l'explosif à celui du marteau-piqueur, mais bien de la possibilité de réaliser avec l'explosif un avancement journalier presque double de celui obtenu au marteau-piqueur. Dans un article de M.R. Lefèvre, publié dans le n° 1 de la Revue « Explosifs » de l'année 1952, il est d'ailleurs signalé que, dans de petites couches, le coût de l'abatage à l'explosif pouvait être supérieur au coût de l'abatage au marteau-piqueur. Ici, nous constatons une diminution du prix de revient, mais celle-ci résulte de la possibilité d'une concentration accrue de la production qui a pu être obtenue grâce au minage en veine.

L'examen des trois tableaux montre d'autre part :

a) Avant minage (situation 1), sur 22 personnes occupées dans la taille, nous comptons 12 ouvriers (salaires supérieurs à 290 F) et 10 manœuvres (salaires inférieurs à 290 F).

b) Avant minage (situation 2), sur 35 personnes occupées, nous comptons 22 ouvriers et 13 manœuvres.

c) Avec le minage (situation 3), sur 31 personnes occupées, nous comptons 16 ouvriers et 15 manœuvres.

Il apparaît donc que l'application du minage a permis une diminution de la qualification moyenne de la main-d'œuvre. Cette diminution de qualification moyenne se trouve d'autre part accompagnée d'une diminution d'effectif (à tonnage extrait égal), ce qui présente un intérêt dans l'état actuel de recrutement de la main-d'œuvre.

Au point de vue du risque d'exposition aux poussières, nous constatons que dans la situation (2), 15 personnes se trouvent exposées au dégagement des poussières charbonneuses (porion, 13 abatteurs, robineur).

Dans la situation 3 (avec minage), 11 personnes seulement se trouvent exposées aux poussières charbonneuses et ce, à un degré moindre que précédemment (porion matin, robineur, 2 abatteurs, 2 bouteurs, foreur et aide-foreur, boutefeux et aide-boutefeux, porion de nuit). Il y a donc amélioration pour ce qui concerne le risque d'exposition aux poussières.

Après avoir examiné l'influence du minage en veine sur l'évolution du prix de revient, il aurait convenu d'examiner également son influence sur le prix de vente du charbon.

L'auteur ne possède pas de renseignements précis à ce sujet, mais il croit pouvoir admettre que la granulométrie de la production de la taille n'a pas subi de fluctuations marquantes du fait du minage.

Gain indirect dû au minage :

Il vient d'être vu que du fait de l'augmentation de production qu'elle avait permis, l'application de l'abatage à l'explosif avait provoqué une diminution du prix de revient de la tonne de charbon sortant du chantier, de 28,25 F.

Les avantages d'une augmentation de production se manifestent évidemment hors chantier sur chacune des tonnes de la production globale du siège du fait d'une meilleure utilisation de l'effectif de main-d'œuvre indépendant de la production et à cause d'une plus large répartition des frais généraux. Cherchons à chiffrer ce bénéfice supplémentaire.

Le minage en veine a permis d'élever la production journalière du chantier de $48 - 27 = 21$ t.

Ce tonnage supplémentaire n'aurait pu être obtenu par l'abatage au marteau-pic pour les motifs exposés plus haut.

De ce fait, l'extraction journalière aurait été de 480 t environ, au lieu de 500 t.

Comme il y a, au fond, environ 100 ouvriers indépendants de la production et 400 ouvriers proportionnels à celle-ci, la réduction de l'extraction aurait amené une élévation d'indice de

$$\frac{100}{480} - \frac{100}{500} = 0,01.$$

Les salaires journaliers moyens du fond, y compris charges sociales, étant de 380 F, cette élévation d'indice aurait amené une augmentation de prix de revient de $0,01 \times 380 = 3,80$ F.

A la surface, on peut considérer que, pour des variations de production de 500 t à 480 t par jour, le personnel serait resté constant et égal à 277 personnes, y compris le service du dimanche, réparti sur les six jours actifs de la semaine. De ce fait, l'indice surface aurait augmenté de

$$\frac{277}{480} - \frac{277}{500} = 0,58 - 0,55 = 0,03.$$

Les salaires journaliers moyens, y compris charges sociales, étant à la surface de 250 F, l'élévation d'indice aurait amené un accroissement de prix de revient de $0,03 \times 250 = 7,50$ F.

En ce qui concerne les frais autres que ceux de main-d'œuvre (consommations, frais généraux), il est admis généralement que, pour nos bassins, 35 % environ de ces frais sont fixes. Lesdits frais étant de l'ordre de 250 F par tonne, la réduction de l'extraction de 500 t à 480 t aurait donc amené une élévation de prix de revient de

$$0,35 \times 250 \times \left(\frac{500}{480} - 1 \right) = 3,50 \text{ F}$$

Au total, une simple réduction d'extraction de 20 t, en cas de cessation du minage, aurait une répercussion indirecte sur le prix de revient, se traduisant par une élévation de celui-ci de : $3,8 + 7,50 + 3,5 = 14,8$ F par tonne.

Indépendamment du gain direct, le minage pratiqué d'une façon modeste dans une seule taille, a donc occasionné un gain indirect de 14,80 F par tonne, et ce, pour toutes les tonnes du siège.