

un cas intermédiaire entre l'expérience du bain de métal et l'expérience du four d'essai.

On ne peut pas exclure absolument l'hypothèse d'une inflammation par contact de la cylindrine avec la vis sans fin, mais il faut alors supposer que celle-ci était à une température de 600 à 650°.

Vu le manque d'oxygène dans le carter, il paraît bien plus vraisemblable d'admettre que la cylindrine, outre que sa chute incorporait une certaine rentrée d'oxygène, a expulsé et brassé les vapeurs d'huile pour marteaux restant dans le carter et que ce sont ces vapeurs qui ont pris feu.

G. PAQUES.

De divers procédés de remblayage dans une même couche aux Charbonnages du Bonnier à Grâce-Berleur

PAR

J. VENTER,
Ingénieur au Corps des Mines, à Liège

ET

G. GALAND,
Directeur des Travaux du Charbonnage du Bonnier.

Le remblayage de la couche « Harbotte » au Charbonnage du Bonnier présente une particularité curieuse et sans doute unique. En ces quelques dernières années, on y a effectué les remblayages hydraulique et pneumatique, le remblayage par bosseyement de fausses voies et enfin le foudroyage.

Il y a donc là un cas très spécial qui permet une comparaison formelle des divers procédés, en ce qui concerne l'efficacité, la sécurité et le prix de revient.

La question des dégâts de surface ne peut être envisagée. Les quartiers remblayés par ces diverses méthodes correspondent, en effet, à des régions où les dommages ne sont pas comparables.

La couche en question est appelée Harbotte, n° 13, Castagnette, etc., suivant les concessions. Au Bonnier, elle est riche et régulière. L'ouverture moyenne est de 1^m,15 en deux ou trois sillons de charbon avec une ou deux intercalations peu importantes de schiste noir et friable qu'il est pratiquement impossible de séparer de la veine. Les terrains encaissants sont des schistes de dureté moyenne, avec un banc de grès à 5 mètres au-dessus de la couche. La pente est de 20° environ. En raison de l'ouverture relativement importante, et de l'absence de stérile, le mode de remblayage le plus rationnel semblait être l'apport de pierres extérieures. Aussi, en 1914, la Direction installait le remblayage hydraulique; celui-ci étant définitivement abandonné au Charbonnage du Bonnier, et d'ailleurs en

le « puits de remblayage » de 3^m,40 de diamètre et 18^m,40 de hauteur, qui est le réservoir à remblai, dans la mine. La remblayeuse est à la partie inférieure de ce puits. Elle consiste en un réservoir de 8 mètres cubes en tôles rivées (fig. 2) qui porte en tête une ouverture de remplissage munie d'une fermeture autoclave. Au pied se trouve la machine à remblayer, qui forme le mélange air-remblai et le chasse dans les colonnes. Le dispositif en est très simple. Essentiellement, c'est un plateau à alvéoles, tournant, à vitesse réglable, mû par un moteur à air comprimé. Les pierres sont amenées ainsi

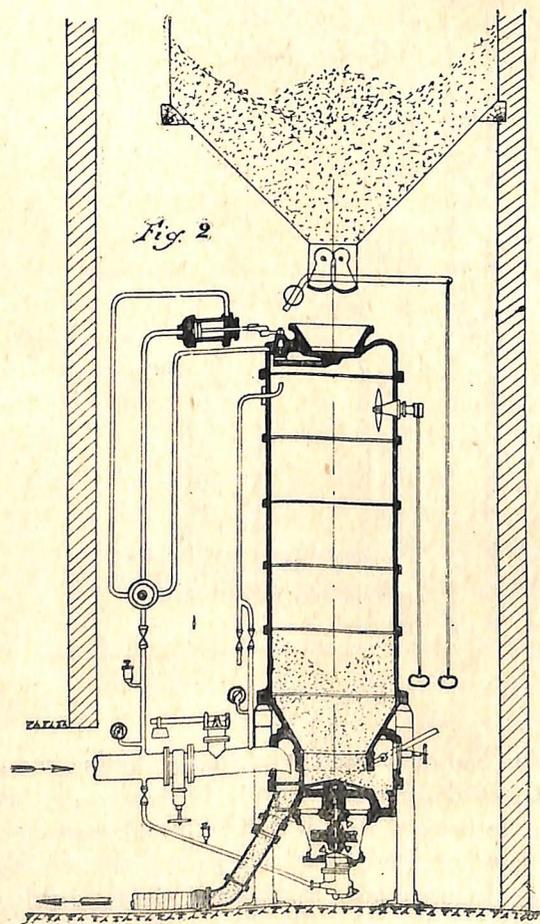


Fig. 2.

sous la chasse d'air motrice. Le débit pierreux est déterminé par la vitesse du plateau et la pression d'air est réglée par un détendeur. Pendant l'opération, le réservoir est hermétiquement fermé. La pression de régime s'y établit par une tuyauterie *ad hoc*. La marche est donc discontinuë. Après vidance, on ferme la vanne d'air comprimé, ouvre la porte autoclave et remplit à nouveau l'appareil. On commence et termine l'opération par une chasse d'air. Le mélange est envoyé par des colonnes de 150 mm. vers le chantier. On n'opère que sur une taille à la fois.

Pour le remblayage hydraulique, la colonne déversait en tête de la taille, la pente étant suffisante pour que l'eau charrie les pierres à destination. Avec le remblayage pneumatique, par contre, la colonne descend dans la taille à une distance maximum de 5 mètres du talus de pierres. Il faut donc démonter successivement les éléments de la tuyauterie. On le fait pendant les arrêts imposés par le remplissage de la remblayeuse. Le démontage est accéléré par un dispositif d'assemblage spécial, qui rappelle le mode de fermeture des bouteilles à bière.

Les colonnes sont posées sur le mur de la taille; mais on relève les derniers éléments de façon à diriger le jet vers le toit. La tuyauterie est relativement flexible à cause, notamment, des joints épais en caoutchouc qui se trouvent à chaque assemblage. La compacité du remblai est d'autant plus forte que la largeur battue par le jet de pierres est moindre. Au Bonnier, on remblaye généralement par tranches de 2 mètres correspondant à un avancement de 2 jours. Encore faut-il répartir les pierres sur cette largeur. On y arrive en partie en déviant la colonne. En outre, deux ouvriers se trouvent à l'orifice de sortie et tiennent une buse en tôle de forme tronconique qui coiffe le dernier tuyau. En la manœuvrant latéralement, on peut aussi dévier le jet dans une certaine mesure.

Comme pour le remblayage hydraulique, on tend une toile parallèlement au front, mais on ne la place qu'à mesure de la progression du remblai, de façon à pouvoir reporter en avant les tuyaux démontés. Ceux-ci se trouvent alors sur place pour le remblayage ultérieur. La taille est conduite légèrement hors pente, de façon à soulager la toile et à obtenir un bon serrage sur le remblai antérieur.

Le débit de la remblayeuse est de 50 mètres cubes/heure, avec une consommation moyenne de 125 mètres cubes d'air aspiré par

mètre cube de remblai. C'est la consommation réelle, compte tenu des chasses à vide, et c'est une moyenne pendant les trois ans qu'à duré le remblayage pneumatique. La longueur maximum du parcours en colonnes a été de 1.160 mètres. La pression motrice, qui augmente avec la perte de charge, était à ce moment de 3 kgs par centimètre carré.

La colonne maîtresse avait été placée dans la voie au niveau de pied de la taille supérieure, et l'expérience a montré que cette disposition présentait divers inconvénients. Alors que pour les trois tailles d'aval, le remblai était chassé de haut en bas, il devait, pour la taille supérieure, être soufflé de bas en haut, circonstance défavorable à divers points de vue, notamment en ce qui concerne la compacité. En outre, l'entretien général et le transport des tuyaux furent compliqués du fait que la galerie en question ne se trouvait pas à un niveau d'étage. A l'avenir, on placera toujours la colonne-mère dans la voie principale d'aérage, c'est-à-dire en amont de toutes les tailles, quitte à relever les pierres pour les déverser dans le puits de remblayage dont le pied devra évidemment se trouver au niveau de l'étage de retour.

Une question importante est celle de la composition granulométrique des pierres de remblayage. La descente depuis la surface jusqu'à l'étage de 350 mètres et le transport à grande vitesse dans les colonnes produisent beaucoup de menu. Celui-ci tapisse l'intérieur des tuyaux d'une couche d'épaisseur croissante et d'une dureté incroyable. Au début, on utilisait des schistes de 0-50 mm., contenant donc au départ déjà une forte proportion de fines. Les colonnes furent bouchées en quelques jours.

Le remède consiste à incorporer une proportion judicieuse de gros éléments qui désagrègent constamment la couche de fines agglomérées; mais il ne faut pas exagérer dans ce sens, car on provoque alors une forte usure des tuyaux. On en est arrivé par tâtonnements à la composition 10-50 mm., obtenu par l'élimination du 0-10 des schistes de lavoir.

Toutefois, l'usure des colonnes, spécialement aux courbes, reste le principal inconvénient du remblayage pneumatique au double point de vue des frais d'entretien de la tuyauterie et des ennuis au cours du remblayage. Un coude, ne serait-il que de quelques degrés, ne résiste que 2 ou 3 jours quand il est en acier ordinaire. Les

courbes accentuées souffrent plus encore. Après de nombreux essais portant sur la nature du métal et le mode de construction, on en est revenu à un système simple de courbes en acier à 14 p. c. de manganèse, avec une surépaisseur de 10 mm. à la paroi extérieure. Ces éléments résistent environ 15 jours.

On a mis au point un procédé de réparation par soudage de pièces en forme, qui atténue fortement, au point de vue des frais, cette grosse question d'usure rapide.

La tuyauterie doit être surveillée de près au cours du remblayage, à cause des perforations qui se produisent par usure. Quand un tel accident n'est pas décelé à bref délai, la voie est rapidement comblée par les pierres qui s'échappent.

Le remblayage pneumatique donne un très bon remblai qui, cependant, ne paraît pas avoir la régularité et la cohésion du remblai à l'eau. Aucune mesure de tassement n'a pu être effectuée jusqu'à présent.

Voici les prix de revient comparés des deux procédés, établis en francs par tonne abattue dans les chantiers remblayés. Ils ont été ramenés à la valeur actuelle des salaires et des fournitures :

| | Remblayage hydraul. pneumat. | |
|--|---------------------------------|------|
| 1. Salaires : manutention, pose, surveillance et entretien des colonnes, entretien des passages de tuyaux et passages d'eau, pose des toiles, opération du remblayage, enlèvement des boues dans les tailles et aux abords | 2,91 | 2,92 |
| 2. Fournitures : colonnes et courbes | | 0,80 |
| 3. Fournitures diverses : | | |
| toiles, bois | 2,08 | |
| clous, joints, etc. | | 0,60 |
| 4. Salaires : fond et surface pour le nettoyage de tenues d'eaux | 2,20 | |
| 5. Supplément d'exhaure | 0,50 | |
| 6. Air comprimé | | 0,63 |
| 7. Amortissement des dépenses de premier établissement | | 0,54 |
| | 7,69 | 5,49 |

Le poste 5, supplément d'exhaure, a été calculé pour l'étage de 435 mètres. En réalité, on n'a pas remblayé hydrauliquement à ce niveau, mais bien à un étage supérieur où ces frais étaient moindres. On peut noter que ce poste s'approche de la dépense en air comprimé du remblayage pneumatique. Pour l'étage inférieur futur, il le dépasserait. L'amortissement des dépenses de premier établissement est notable pour le remblayage pneumatique : achat et installation de la remblayeuse, creusement et revêtement du puits de remblayage qui ne peut servir que pour un quartier limité.

Le poste correspondant est négligeable dans le cas du remblayage hydraulique. A part l'installation à la surface d'un caisson peu coûteux et qui sert pour toute la mine, le premier établissement ne porte que sur le prix de la tuyauterie maîtresse. Ces frais sont compris dans les postes fournitures 2 et 3. Il n'a pas été possible de séparer ces derniers dans le cas du remblayage hydraulique, mais on peut dire que l'usure des colonnes est très faible comparée à ce qui se passe pour le remblayage pneumatique.

Le remblayage pneumatique du chantier S.W. à 435 mètres fut abandonné pour les raisons suivantes :

- 1) La distance croissante occasionnait des blocages plus fréquents et des frais élevés pour la surveillance et l'entretien de la tuyauterie;
- 2) L'importance du gisement restant à prendre dans le quartier ne justifiait pas les frais de déplacement de la remblayeuse et le creusement d'un nouveau puits de remblayage;
- 3) Les dégâts de surface n'étaient plus à craindre.

On entreprit de remblayer au moyen de fausses voies bosseyées en toit à l'explosif. Ce procédé est bien connu. Il s'est montré relativement efficace. Toutefois, à l'approche d'une zone dérangée, il apparut qu'il ne présentait plus une sécurité suffisante et on décida alors d'essayer le foudroyage qui donnait satisfaction dans divers charbonnages.

Le chantier comprenait à ce moment une seule longue taille chassante de 110 mètres.

Le principe du foudroyage consiste à casser le toit au plus près du front, de façon à diminuer fortement la pression sur les boisages de la havée de travail. En outre, le foisonnement des bancs de pierres amène un remplissage complet de la zone exploitée.

La méthode générale consiste à établir un soutènement puissant et rigide dans la havée à maintenir et à supprimer le soutien du toit en arrière. Celui-ci se trouvant en porte-à-faux, tend à s'ébouler, la cassure se produisant à l'endroit du moment maximum, c'est-à-dire le long du soutènement en question.

Parmi les divers procédés employés, la Direction des Charbonnages du Bonnier a choisi celui des piles de bois équarris, montées avec effondreurs.

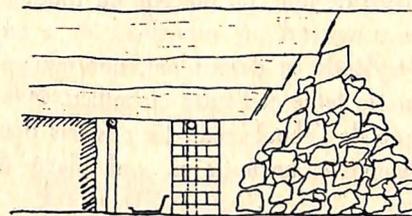


Fig. 3.

Au début du poste à veine, poste de jour, la taille présente l'aspect de la figure 3. On y remarque la paroi de charbon, la havée de travail où se trouvent les chenaux, les piles de bois et l'éboulis en arrière. Les piles sont formées de billettes en chêne ou en hêtre de premier choix, à section carrée de 15×15 cm. et 60 cm. de longueur. Elles sont montées (fig. 3 et 4) dans l'alignement d'une file de bèles. De cette façon, les piliers et le boisage propre de la taille concourent à soutenir la même ligne du toit. On s'arrange pour qu'un bois de taille se trouve à l'intérieur du pilier, le montage en est facilité quand la pente est un peu forte. En outre, lors du démontage, l'étau qui subsiste soutient le toit, empêche généralement un éboulement local sur les éléments de la pile et, en tout cas, il « prévient » si cet événement se produit.

A mi-hauteur du pilier, on intercale deux effondreurs « Méco » qui permettent le démontage instantané par un simple coup de masse sur un verrou. Le mur est débarrassé de tout menu, de façon à assurer un appui franc. La pile est fortement serrée au toit au moyen de larges coins en bois dur chassés à la masse entre les deux derniers éléments du haut. Pour racheter les irrégularités du terrain,

Les ouvriers disposent de bois équarris de longueurs et épaisseurs diverses.

Au cours du poste suivant, d'après-midi, on avance les chenaux et bosseye les deux voies de tête et de pied. On tire, en outre, une ou deux mines en toit dans la taille, à 5-6 mètres en amont de la voie de roulage pour casser le toit suivant une ligne parallèle à cette voie.

Un bon remblai de 5 ou 6 mètres de largeur est monté le long des deux galeries en question au moyen des pierres de bosseyement.

Au cours du poste de nuit, on procède au foudroyage proprement dit. Le personnel comprend un surveillant et 2 ou 3 équipes de deux hommes. On dépile en descendant, une équipe commence par exemple en tête de la taille et l'autre au milieu. Avant de démonter un pilier en bordure de l'éboulement, les ouvriers doivent se protéger par un pilier en amont et un autre en aval, placés dans la havée à soutenir (fig. 5).

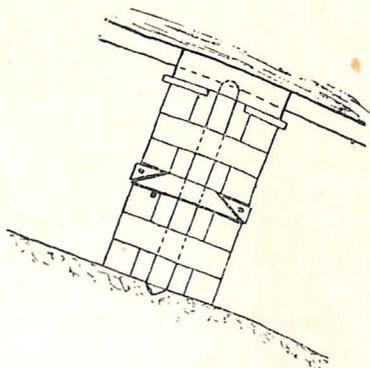


Fig. 4.

L'effondrement d'une pile est provoqué à distance au moyen d'un marteau à long manche. Les éléments ramenés par des crochets en fer servent immédiatement à reconstituer une nouvelle pile dans la havée voisine et ainsi de suite pour toute la taille.

Généralement, aucun éboulement ne se produit pendant ces opérations, le toit restant toujours soutenu par la file des boisages qui se trouvent dans l'alignement des piliers démontés. On provoque

alors l'affaissement du toit en supprimant ce soutènement. Les bois sont sciés à distance au moyen d'une scie à long manche. L'éboulement s'amorce généralement après sciage de quelques étais voisins. On continue l'opération en montant, et il n'est plus nécessaire alors d'attaquer chaque bois. La plupart se cassent sous la pression du terrain, on scie ceux qui résistent. L'éboulement est formé d'éléments de 10 à 30 cm. de diamètre. Il arrive que le toit soit plus résistant et doive être découvert sur une grande longueur avant d'ébouler. La chute se produit alors en masse, les blocs ayant parfois 6 à 7 mètres de long.

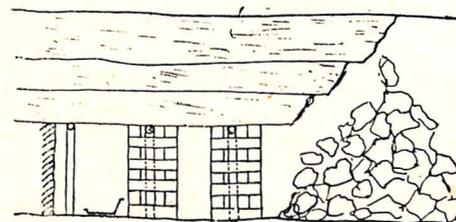


Fig. 5.

Au début, pendant les huit premiers jours, le toit ne tombait pas spontanément et il fallut miner. Par après, l'éboulement a suivi très régulièrement le défilage.

Le procédé est simple et le succès assuré à condition d'avoir une organisation précise du travail dans tous ses détails, de combattre les moyens de fortune et d'user d'un matériel de choix : bois de piles, coins, etc. La sécurité et l'efficacité reposent sur la solidité des piles de soutien. Il faut tenir la main à ce qu'elles soient montées avec soin, en matériaux durs et équarris, à l'exclusion de bois tendres ou de section irrégulière, qui peuvent s'écraser ou glisser sous la charge.

Dans ce même ordre d'idée, on emploie actuellement dans certaines mines — en Hollande notamment — des bouts de rails au lieu de billettes en bois. Ce procédé donne évidemment une rigidité très grande, surtout quand on utilise en même temps des étais métalliques. Il ne paraît applicable que dans les couches à faible pendage.

Il faut aussi, pour obtenir un bon résultat, maintenir un front de taille bien rectiligne, de façon à conduire une ligne de cassure droite

et parallèle à la veine. La présence de redans, même peu accentués, amène des perturbations dans la chute régulière du toit. En outre, la cassure peut se prolonger dans le massif non exploité, entravant l'abatage et causant un danger pour les ouvriers à veine. Au Bonnier, le front de taille est fréquemment rectifié au cordeau. Après quelques jours, le personnel a été complètement familiarisé avec le procédé nouveau dans lequel il a maintenant toute confiance. Il n'en était pas de même au début, notamment pour les préposés au foudroyage. La chute du toit, surtout quand elle se produit en masse, est d'ailleurs réellement impressionnante.

Les prix de revient s'établissent comme suit pour le remblayage par bosseyement de fausses voies et pour le foudroyage :

| | Fausses voies. | Foudroyage. |
|-----------------------|----------------|-------------|
| Salaires | 2,71 | 2,10 |
| Fournitures | 1,30 | 0,26 |
| | <hr/> | <hr/> |
| Total | 4,01 | 2,36 |

Les fournitures comportent, pour les fausses voies, les explosifs et les bois. Pour le foudroyage, elles concernent les billettes qui sont à remplacer après un certain temps, les coins dont on fait grande consommation et les effondreurs dont il faut prévoir l'amortissement dans un délai assez court.

Le foudroyage présente donc un avantage économique sensible.

Au point de vue des dégâts de surface, il semble que les deux procédés soient équivalents; mais on n'a pu avoir aucune indication ferme à ce sujet.

Pour ce qui est de la sécurité, le foudroyage paraît supérieur :

1°) Depuis son adoption, on n'a eu aucun éboulement de taille, aucun indice de poussée des terrains à front malgré la traversée d'une zone très mauvaise;

2°) Les grands vides au remblai sont supprimés avec leurs inconvénients au point de vue grisou et accès du personnel;

3°) Les pertes d'air sont fortement diminuées;

4°) On tire moins de mines, la consommation en explosif a été réduite de 75 p. c. dans le chantier en question.

L'opération même du foudrotage ne présente aucun danger spécial, à la condition, encore une fois, que le personnel soit stylé et qu'il dispose d'un bon matériel et d'outils appropriés.

On n'a pas constaté que le foudrotage facilitait l'abatage de la veine.

Voici un tableau qui résume les prix de revient des quatre procédés :

| | Remblayage hydraulique. | Remblayage pneumatique. | Fausses voies. | Foudroyage. |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|-------------|
| Salaires | 5,11 | 2,92 | 2,71 | 2,10 |
| Fournitures | 2,58 | 2,03 | 1,30 | 0,26 |
| Amortissement | ... | 0,54 | ... | ... |
| | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| Total | 7,69 | 5,49 | 4,01 | 2,36 |

La conclusion en résulte. Dans les régions où les dégâts de surface sont à craindre, la Direction des Charbonnages du Bonnier usera du remblayage pneumatique. Ailleurs, le foudroyage sera envisagé pour la couche n° 13 du moins. On examine l'extension du procédé aux autres chantiers.

Mars 1935.