

NOTES DIVERSES

Application des Procédés mécaniques à l'abatage de la houille et aux travaux à la pierre

DANS LES CHARBONNAGES DU HAINAUT

Note de M. JULES DEMARET

Ingénieur principal des Mines, à Mons

3^me Suite (1)

III. — Les Marteaux perforateurs à la pierre.

Nous terminons notre étude en envisageant l'emploi des marteaux-perforateurs à la pierre, tant pour le creusement des bouveaux et des puits, que pour le coupage des voies, dans les divers charbonnages de la première Inspection Générale.

Charbonnage de Blaton à Bernissart.

Un essai avait été pratiqué, en 1913, au siège d'Harchies, avec cinq marteaux perforateurs, greffés sur un compresseur établi à l'étage de 480 mètres.

L'installation comprenait :

- 1° Un transformateur statique d'une puissance de 40 kilowatts : rapport de tension de 3000 à 525 volts ;
- 2° Un moteur de 40 HP, 500 volts, 50 périodes, tournant à 960 tours et actionnant le compresseur d'air par engrenages ;
- 3° Un compresseur d'air «Système Meyer» avec piston différentiel.

Cet essai, qui a été arrêté par suite des événements de guerre, avait été pratiqué avec fleurets pleins, à cause de l'humidité des terrains rencontrés.

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. XX, 4^e liv. et t. XXI, 3^e et 4^e liv.

Il a consisté dans le creusement d'un seul bouveau, à l'étage susdit. Dans ce bouveau, les bancs sont inclinés de 22 à 25°.

Ce n'est qu'en 1920 que l'on a pu mettre en marche un compresseur à la surface du siège n° 1-2, de Bernissart, en même temps qu'on a remis à neuf celui du siège n° 3-4.

Actuellement, on dispose de quinze marteaux-perforateurs, qui servent uniquement au creusement des bouveaux, à l'exclusion, jusqu'ici, du coupage des voies.

Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons.

Il y avait, en 1919, environ 35 marteaux en service aux divers puits.

Les fleurets employés sont creux, avec la taille en étoile ou en double burin.

Ces marteaux ont été utilisés au creusement des 2/3, à peu près, des bouveaux et au bosseyement du 1/7 environ des galeries en veine.

Les terrains rencontrés sont des bancs de schistes, de psammites et de grès, dont l'inclinaison est très variable.

La section des bouveaux mesure généralement 2^m,20 × 2^m,20.

Leur creusement est fait par trois postes, comprenant chacun deux ouvriers, deux scloneurs et un surveillant.

L'avancement journalier, obtenu par les perforateurs mécaniques, a atteint 2^m,50 à 3 mètres en bouveau, alors que le creusement, à la main, donnait à peine de 1 mètre à 1^m,10.

En 1920, le nombre total d'appareils s'est élevé à 88, dont 74 utilisés couramment et 14 en réserve.

Les marteaux-perforateurs ont été employés au creusement de 90 % des bouveaux et au bosseyement de 20 % des voies en veine.

Les améliorations suivantes ont été apportées, l'année dernière, en vue de la production d'air comprimé :

1° Installation, au siège Vedette, d'un compresseur électrique de 320 HP, type « Produits », capable de 320 mètres cubes à l'heure, pression 7 atmosphères.

2° Installation, au siège Ferrand, d'un compresseur à vapeur, capable de 200 mètres cubes à l'heure, à 5 atmosphères.

Charbonnage d'Hensies-Pommerœul.

Les marteaux-perforateurs sont seuls employés dans les travaux à la pierre, tant pour le creusement des bouveaux que pour le coupage des voies. On ne travaille plus au marteau ordinaire.

Le poids de ces appareils est d'environ 15 kilogrammes. Les fleurets sont des types hélicoïdaux et creux.

Dans les travers bancs, on rencontre ordinairement des terrains cuerelleux très durs, dont l'inclinaison est de 5 à 10°.

On donne à ces galeries une hauteur de 2 mètres et une largeur de 2^m,50.

Les ouvriers de chaque poste ne disposent que d'un seul marteau, lequel, avant la descente, est nettoyé et remis en ordre à l'atelier. A la fin du poste, le marteau est remonté à la surface.

Il n'a pas été possible de donner le prix de revient du travail au marteau, comparé à celui du travail effectué par d'autres procédés, parce que, depuis la création du Charbonnage, on n'a jamais utilisé d'autres engins.

On peut fixer le prix de revient d'un mètre de bouveau, en salaires et explosifs, à 210 francs (prix d'avant-guerre).

Le prix de revient, en réparations, amortissements, consommation d'huile ou d'air comprimé, n'a pu être spécifié.

Les compresseurs employés sont au nombre de deux, du type sec, compound tandem, commandés par courroies et moteurs électriques. Ils sont munis d'un filtre à air. (Constructeur, B. Lebrun, à Nimy). Ils sont capables d'aspirer 1.800 mètres cubes d'air à l'heure : pression 7 atmosphères. Le diamètre des conduites, installées dans le puits, est de 100 millimètres; celui des tuyauteries, placées dans les galeries principales et secondaires, est de 50 millimètres.

Charbonnage du Hainaut à Hautrage.

Des 22 marteaux-perforateurs, utilisés en 1920, il y en a eu 12 appliqués au coupage des voies et 10 au creusement des bouveaux.

La proportion entre le travail à l'aide de perforateurs mécaniques et celui à la main, a été de 30 % en ce qui concerne le bosseyement des voies et de 75 % pour ce qui regarde le creusement des bouveaux.

Les engins mécaniques sont en usage dans tous les travers-bancs et dans tous les bosseyements importants, notamment dans les voies de roulage.

Les fleurets sont creux et taillés en rosace.

Le Charbonnage possède quatre compresseurs, du type sec, dont la pression de marche est de 7 atmosphères. De ces quatre compresseurs, deux, de 130HP, sont installés au siège d'Hautrage et deux, de 100HP, au siège de l'Espérance. Ceux du siège d'Hautrage sont pourvus de toiles filtrantes; il n'en est pas de même de ceux du siège l'Espérance.

Le diamètre des tuyauteries est, dans les puits, de 120 millimètres et, dans les galeries principales, de 120 à 70 millimètres.

L'inclinaison des bancs varie de 0 à 30°. Les schistes dominant, il y a relativement peu de grès durs.

Les plus grandes sections, toujours employées au niveau de roulage, ont les dimensions suivantes: 2^m,20 de hauteur et 2^m,50 de largeur, à l'intérieur des cadres de boisage.

L'organisation du travail dépend de l'avancement qu'on veut obtenir. Les bouveleurs sont répartis en deux ou trois postes, en général, avec un ou deux aides.

Les résultats obtenus, c'est-à-dire l'avancement et le prix de revient comparatifs, sont difficiles à spécifier.

Charbonnage de la Grande Machine à Feu de Dour.

On y disposait, en 1920, de 16 marteaux, dont 7 en réserve.

Ces marteaux sont à fleurets ronds, de 22 millimètres de diamètre, avec conduit central de 7 millimètres de diamètre. Les taillants, utilisés dans les terrains moyennement durs, sont en forme de Z; ceux employés dans les grès, sont en étoile, à six pans; dans les terrains tendres, on fait usage de fleurets hélicoïdaux, de 22 millimètres de diamètre.

77 % des bouveaux sont creusés au marteau-perforateur. Quant au bosseyement des galeries, il se fait, soit à la petite batte, soit à la perforatrice à main.

La Direction du Charbonnage estime que, comparativement au travail à la petite batte, on obtient, dans les travers-bancs, à l'aide des marteaux pneumatiques, des avancements supérieurs de 25 à 30 % en schistes et de 40 à 50 % en cuérelles.

Les terrains, rencontrés par les bouveaux, sont ordinairement des schistes et moins souvent des grès. L'inclinaison des bancs, varie de 10 à 80°; la section des bouveaux principaux est habituellement de 2^m,20 × 2^m,20 et celle des bouveaux secondaires de 2^m,00 × 1^m,80.

L'organisation du travail est la suivante :

Trois postes de huit heures, chaque poste étant composé de deux ouvriers, d'un chargeur, et d'un surveillant boute-feu.

L'installation, productrice de l'air comprimé, comporte deux compresseurs secs, d'une puissance respective de 126 HP et de 70 HP, dont un seul est muni de toiles filtrantes. Pression de marche : 6 atmosphères.

Le diamètre intérieur des conduites est, dans les puits, de 117 et de 100 millimètres; il est de 50 millimètres, dans les galeries principales.

Charbonnage de la Grande Chevalière à Dour.

L'usage de l'air comprimé date de 1913.

Jusque dans ces derniers temps, un seul compresseur existait à ce Charbonnage : celui installé à l'étage de 760 mètres du puits Saint-Charles. Ce compresseur est du système Zimmermann-Hanrez, type sec, d'une puissance de 55 HP, pour une pression de marche de 7 kilogrammes. Il est attaqué par courroie et actionné par moteur électrique. Il est garni de toiles filtrantes, à l'aspiration.

Les tuyaux de conduite ont 80 et 50 millimètres de diamètre intérieur.

En 1920, on a procédé au montage d'un nouveau compresseur, au siège n° 1.

En ce moment, le nombre des marteaux disponibles est de 12; des 6 en activité, 4 servent au creusement des bouveaux et 2 au coupage des voies.

Les fleurets employés sont en acier creux, au diamètre de 20 millimètres, avec taillant en double burin.

Actuellement, les puits et tous les bouveaux sont creusés à l'air comprimé. Celui-ci est également appliqué au bosseyement des voies en terrain dur, avec ou sans dérogation de minage.

Les bouveaux ont ordinairement une section de 2 mètres × 2^m,20. La nature des terrains ainsi que leur inclinaison sont très variables.

Sauf le cas où il se présente des difficultés importantes, le prix du creusement, par mètre courant, à l'aide de l'air comprimé, est sensiblement le même, quelle que soit la dureté des roches.

L'organisation du travail mécanique se rapproche de celle du travail à la main : trois postes, en 24 heures, de deux ouvriers pour les boueux, de trois ou de quatre ouvriers pour les puits, suivant la section.

Les déblais sont enlevés par des aides, les ouvriers consacrant tout leur temps au creusement des trous de mine. Le personnel de chaque poste comprend, en plus, un boute-feu à demeure.

On a reconnu, à l'emploi de l'air comprimé, les avantages suivants :

Rapidité plus grande dans l'avancement, lequel peut passer du simple au double et même davantage, comparativement au creusement à la main.

Faculté de franchir des situations difficiles avec plus de souplesse, dans des travaux tourmentés.

L'emploi de l'air comprimé permet de réaliser, sur le creusement à la main, une économie de 10 à 15 %.

Charbonnage du Bois de Saint-Ghislain.

Le bosseyement des galeries se fait, pour les 2/3, à l'aide du procédé pneumatique.

Le creusement des boueux et des avaleresses s'effectue uniquement au moyen des marteaux-perforateurs, à fleurets rotatifs.

L'inclinaison des terrains, recoupés par ces boueux, varie beaucoup, par suite des nombreux dérangements rencontrés.

La section mesure ordinairement 2^m,20 de haut sur 2 mètres de large.

Le creusement s'opère en trois postes, le plus souvent avec chargeur à chaque poste, pour les boueux importants.

L'emploi des moyens mécaniques, pour le creusement des boueux, a permis de doubler l'avancement et de diminuer, de 1/3 environ, le prix de revient de ces travaux préparatoires.

Charbonnage du Grand-Buisson.

Les marteaux-perforateurs ont été appliqués dès 1908, mais uniquement au recarrage du puits n° 2. Leur emploi a été ainsi limité, parce qu'à cette époque, aucun boueu important, aucun travail spécial ne nécessitait leur application.

Dans la suite, pendant la guerre, en 1915 et 1916, on a creusé, à l'étage de 773 mètres, de ce même puits n° 2, environ 600 mètres de boueu, au moyen de marteaux pneumatiques.

On a utilisé des marteaux François, dénommés « Bolide » avec fleurets creux ordinaires.

Le procédé a été généralisé à tous les travers-bancs en creusement, mais n'a pas été appliqué à d'autres travaux.

Les terrains, composés de 2/3 de schiste et de 1/3 de grès, avaient une inclinaison moyenne de 22°.

La section des boueux était de 2^m,20 × 2^m,20.

Comme ces travaux ont été exécutés pendant la guerre, les éléments nécessaires pour établir le prix de revient détaillé et exact, n'ont pas été notés et sont par conséquent défaut ; la seule comparaison qu'il a été possible de faire, est celle du temps nécessaire au creusement d'un trou de mine. L'avancement moyen a été, à l'heure, de 2 mètres dans les schistes et de 1^m,20 dans les grès durs, tandis que les avancements, à la batte, dans les mêmes terrains, ne dépassaient pas respectivement 0^m,65 et 0^m,125.

L'ancien compresseur est du type sec ; d'une puissance de 300 HP, pour une pression de marche de 6 kilogrammes.

Le diamètre extérieur des tuyauteries est, dans le puits, de 100 millimètres et, dans les galeries, de 60 millimètres.

Depuis 1916, les applications mécaniques aux travaux à la pierre, n'ont pas encore pris de développement. Mais on a installé, en 1919, un compresseur à vapeur du système « Lebrun » de 230 kilowatts et, en 1920, un autre compresseur à vapeur « Ingersoll-Rand », de 65 kilowatts. Ces machines n'ont pu être encore utilisées pour les marteaux à la pierre ni à la veine, à cause des besoins momentanés de l'exhaure et des treuils mécaniques.

Charbonnage du Grand-Bouillon (Borinage Central).

L'emploi des marteaux-perforateurs, pour les travaux à la pierre, y est généralisé, depuis 1913.

Ces appareils sont employés invariablement pour le creusement des boueux, tandis que le marteau « François » est utilisé pour l'enfoncement des puits.

Les fleurets hélicoïdaux sont usités ordinairement dans les boueux. Les fleurets creux servent dans les boueux en cuérelles

d'une dureté supérieure à la moyenne ainsi que dans l'enfoncement des puits.

La section des bouveaux de recoupe mesure généralement 2^m,00 × 2^m,00. Inclinaison des terrains 55°.

Le travail est organisé en trois postes, chacun de deux bouveleurs, qui sont assistés d'un manoeuvre, pour l'enlèvement des pierres.

Les avancements journaliers moyens, avec les anciens procédés, étaient de 1^m,10 en roches et de 0^m,50 en cuérelles; avec les marteaux pneumatiques, ils sont actuellement respectivement de 1^m,60 et de 1^m,10.

Quant au prix de revient, aucune comparaison n'a été faite à ce point de vue.

Au « premier siège », le compresseur, en usage depuis 1918, est du type sec, de 85 HP pour 7 atmosphères; sans toile filtrante.

Les conduites dans le puits et dans les galeries principales, ont 100 millimètres de diamètre intérieur.

Au « second siège », existe un compresseur sec, de 80 HP pour 8 atmosphères, sans toile filtrante. Conduites de 90 millimètres, dans le puits et de 55 millimètres, dans les galeries principales.

En 1920, on a installé un compresseur de réserve, de 9 mètres cubes, à 6 atmosphères, mu par machine à vapeur.

Charbonnages Belges.

En 1916, le nombre des marteaux de divers systèmes en service, était de 62.

Les types de fleurets utilisés sont multiples. On emploie des fleurets creux, qui, d'après ce que l'expérience a montré, permettent l'expulsion plus facile des poussières (celles-ci rendent l'atmosphère irrespirable, dans certains cas); on fait usage aussi de fleurets hélicoïdaux, qui tournent plus difficilement et qui donnent un avancement moins rapide que les premiers, mais en produisant moins de poussière.

Les travers-bancs sont creusés à la section de 2 mètres × 2 mètres. Les terrains traversés sont des roches et des grès. L'inclinaison des bancs varie de 5 à 20° en plateure; elle est de 60° en dressant.

L'organisation du travail est la suivante: chaque poste comprend deux ouvriers qui travaillent chacun avec un marteau et qui chargent eux-mêmes leurs terres ou bien sont assistés par un chargeur.

Au point de vue des résultats obtenus, l'avancement, par semaine, est de 9 mètres, en grès et de 12 mètres, en roches peu inclinées; il atteint de 15 à 18 mètres en roches fortement inclinées.

Le tableau suivant donne une idée des prix d'avant-guerre:

PRIX DE REVIENT PAR MÈTRE, EN SALAIRES.

	Au marteau		A la main	
	en roches	en grès	en roches	en grès
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
a) Creusement d'un bouveau nord, à l'étage de 193 mètres du siège Crachet-Picquery . . .	30	40	45	100
b) Chassage dans Veine du Haut, à l'étage de 133 mètres .	20	»	30	»
c) Creusement d'un bouveau sud, à l'étage de 805 mètres. .	35	40	50	100

En 1920, on a, pour développer l'emploi des moyens pneumatiques, installé, au siège de Crachet-Picquery, un nouveau compresseur, type Atlas de 180 HP, pouvant débiter 30 mètres cubes à la pression de 5 1/2 atmosphères.

Malheureusement, en avril de la même année, une explosion de chaudière, à la Centrale électrique, a contrarié considérablement la marche des compresseurs.

Néanmoins, le nombre des marteaux-perforateurs est actuellement de 83, dont 48 pour le creusement des bouveaux et 35 pour le bosseyement des galeries. Il y en a, en outre, 38 en réserve. Les appareils pneumatiques sont employés au creusement de 90 % des travers-bancs et au bosseyement de 20 % des galeries en veine. Ce dernier travail se fait, le plus souvent, à l'aide de perforateurs à main.

A la Division de l'Escouffiaux, le nombre des appareils, employés en 1916, était de 26, avec fleurets à six pans et en Z. Déjà alors, 87 % des travers-bancs, mais 17 % seulement des voies, étaient creusés par les moyens mécaniques.

Les bancs traversés sont alternativement des schistes et des grès, avec des pentes de 10 à 22° en plateure et de 65 à 80° en dressant.

La section, donnée aux bouveaux, est de 4 mètres carrés.

Généralement il y a trois équipes, comprenant chacune deux ouvriers et un aide ; deux marteaux marchent simultanément.

De l'ensemble des constatations, il paraît résulter que l'avancement peut être accru de 40 % et le prix de revient diminué dans la même proportion.

On a reconnu qu'il faut autant que possible faciliter le port du marteau par des dispositifs appropriés et activer le courant ventilateur, en vue d'une évacuation rapide des poussières. La consommation d'explosifs est relativement plus forte en raison de ce que les trous de mine, plus nombreux, ne sont plus creusés suivant des directions qui correspondent au maximum de rendement, comme c'est le cas, lors du forage à la main.

A l'un des puits, on fait usage, pour le bosseyement, de marteaux-pics et l'amélioration d'avancement y est évaluée à 50 %. Cet emploi n'est toutefois possible que dans le cas de terrains déliteux, qui se présentent en bancs de 0,10 à 0,15 centimètres d'épaisseur maximum, constitués par des roches bien homogènes et permettant l'introduction du pic, sans formation d'esquilles de terrain.

En 1918, il y avait 33 marteaux pneumatiques appliqués au travail à la pierre.

En 1920, 36 marteaux-perforateurs étaient en service, dont 23 pour le creusement des bouveaux et 13 pour le coupage des voies ; il y avait, en outre, en réserve, 11 appareils.

Charbonnage de Bonne-Veine (Fief).

Les marteaux-perforateurs, à air comprimé sont employés au coupage de 30 % des galeries en veine ; ils sont d'application générale dans les bouveaux.

La nature des terrains est très variable dans ceux-ci ; on passe des schistes les plus tendres aux grès les plus durs ; de nombreux bancs de cuérelle sont intercalés entre les différentes couches.

Les roches traversées se divisent en deux catégories bien distinctes : d'une part des roches tendres, bien stratifiées, dont les bancs ont une épaisseur moyenne de 0^m,60 et, d'autre part, des roches dures et compactes, avec de nombreux rognons de carbonate de fer ; l'épaisseur de ces dernières varie de 0^m,50 à 15 mètres,

L'inclinaison des terrains est également variable, par suite des nombreux dérangements qui affectent le gisement ; néanmoins, dans les parties régulières, l'inclinaison est de 60° environ, en droit et de 15°, en plateure.

Le creusement d'un bouveau est effectué par trois équipes qui se composent de deux bouveleurs chacune. Ces équipes constituent les postes du matin, de midi et du soir.

La section adoptée est de 2 mètres de hauteur, sur 2^m,20 de largeur.

Le même marteau-perforateur reste en service pendant les trois postes.

Le chargement des terres est effectué par un chargeur et l'évacuation est assurée par un scloneur, jusqu'à la double voie, aménagée en arrière des fronts ; un cheval amène les produits au puits, lorsque le parcours est important.

Voici, pour chaque poste, en comparaison avec l'ancien système, les résultats pratiques, obtenus par l'application du marteau-perforateur, dans les creusements des bouveaux :

1° *Dépenses occasionnées par le système primitif de creusement (anciens prix) :*

Prix du mètre, à 50 francs (avancement journalier de 1 ^m ,20)	fr.	60.—
Salaire du chargeur.		4.50
Salaire du boute-feu.		6.30
Salaire du conducteur-cheval.		4.50
Amortissement de la perforatrice.		0.39
Total.	fr.	75.69

Le prix de revient, au mètre courant, était donc de :

$$\frac{\text{Fr. } 75.69}{1.40} = \text{fr. } 63.07.$$

2° *Dépenses occasionnées avec le marteau-perforateur :*

Prix du mètre, à 30 francs (avancement journalier de 1 ^m ,80)	fr.	54.—
Salaire du chargeur.		4.50
Salaire du boute-feu.		6.30
Salaire du conducteur-cheval.		4.50
Amortissement de marteau.		0.78
Amortissement des tuyaux flexibles		0.54
Coût de l'air comprimé (pour trois postes).		5.46
Total.	fr.	76.08

Le prix de revient, au mètre courant, est donc de :

$$\text{Fr. } 76.08 = \text{fr. } 42.26.$$

$$\underline{1.80}$$

L'emploi du marteau-perforateur, dans le creusement des bouveaux, donne donc une diminution du prix de revient, au mètre courant, de $63.07 - 42.26 = \text{fr. } 20.81$, soit une diminution de 33 %. Il en résulte, de plus, une augmentation de l'avancement journalier, de 50 %.

Charbonnage d'Hyon-Ciply.

En 1916, deux bouveaux ont été mis en creusement à ce charbonnage. Dans l'un, le travail s'est effectué à la main, tandis que, dans l'autre, on a fait usage de marteaux-perforateurs.

Quatre appareils de l'espèce, avec fleurets creux et hélicoïdaux, ont ainsi été utilisés.

Les terrains traversés comprenaient des bancs de schiste et de grès, inclinés de 0 à 10°.

La section, donnée à la galerie, mesurait $2^m,20 \times 2^m,20$.

Le travail était organisé en trois postes, de deux ouvriers chacun, faisant le creusement et le chargement à la fois.

Comme résultats obtenus, l'avancement a été de 60 % plus fort avec le marteau qu'à la main.

Quant au prix de revient, après déduction des frais de réparation et d'amortissement de l'appareil, on estime qu'il a été réduit de 25 %.

En 1918, on a employé 3 marteaux piès et 5 marteaux-perforateurs.

En 1920, on en a utilisé 12, dont 4 pour le creusement des bouveaux et 8 pour le bosseyement des voies. En raison des bons résultats obtenus pour ce dernier usage, la Direction se propose de multiplier notablement le nombre des appareils.

Dans ce but, on a doublé la capacité productive du second compresseur.

Charbonnage du Grand-Hornu.

En 1920, 34 marteaux-perforateurs, avec fleurets en Z ont été employés aux divers puits, 19 pour le creusement des bouveaux et 15 pour le bosseyement des galeries.

Tous les bouveaux de grande section sont creusés au moyen de ces marteaux. Il en est de même des bouveaux de recoupe, dans les chantiers où les tuyauteries sont installées. Sur l'ensemble, 80 % des bouveaux se servent de l'air comprimé.

L'avancement est de 25 % plus rapide qu'à la main et le prix de revient est diminué également de 25 %.

Environ 20 % des ouvriers coupeurs voies utilisent les perforateurs mécaniques.

En 1920, on a remis en service un compresseur commandé par un moteur de 125 HP.

Charbonnage d'Hornu et Wasmes.

Des 51 marteaux utilisés en 1920, 22 ont été appliqués au creusement des bouveaux et 29 au coupage des voies.

On fait usage de fleurets hélicoïdaux et de fleurets creux; ces derniers sont toujours utilisés pour les trous descendants.

Les appareils pneumatiques ont été employés dans 60 % des travers-bancs en activité. Quant aux bosseyements, ils se pratiquent à l'aide, soit de marteaux-perforateurs, soit de marteaux-piqueurs; et le nombre de galeries ainsi creusées s'élève à 21 % seulement de l'ensemble des travaux de l'espèce.

Le tableau ci-après donne les résultats obtenus dans les travers-bancs, en tenant compte des taux des salaires, pratiqués en 1916.

DÉSIGNATION DES TRAVAUX	Terrains traversés			Inclinaison	Section à creuser
	Roches	Cuérèlle	Total		
Siège N° 3.					(H)
Bouveau nord à l'étage de 694 m. . .	76m.90	42m.20	119m.10	18°	2m.20×2m.00
Siège N° 4.					
Bouveau de Horpe, vers la balance, au dessus du niveau de 539 m. . .	34m.40	10m.10	44m.50	40 à 42°	2m.00×1m.80
Bouveau vers Brèze 1 ^{er} coup. Carlier au com ^t de la 3 ^e faille Ouest à l'étage de 616 m.	25m.50	19m.80	45m.30	25 à 30°	2m.20×2m.00
Bouveau de Laie du Toit à Laie du mur, à l'étage de 616 m.	30m.00	9m.80	39m.80	30 à 32°	2m.20×2m.00
Contour à l'étage de 688 m.	8m.50	59m.50	68m.00	25 à 30°	1m.60×1m.80
Sièges Nos 7 et 8.					
Bouveau de Trois Layettes à Horpe Lt à l'étage de 308 m.	63m.90	64m.50	128m.40	25 à 30°	2m.00×1m.60
Bouveau de Carlier vers Gade Lt à l'étage de 308 m.	35m.40	52m.80	88m.20	40 à 45°	2m.00×1m.60
Bouveau de Trois Layettes à Cochet Lt à l'étage de 308 m.	51m.40	6m.40	57m.80	30°	2m.00×1m.60
Bouveau midi à l'étage de 380 m. . .	226m.70	35m.80	262m.50	25 à 55°	2m.20×2m.20
Bouveau de Brèze à Gade, à l'étage de 228 m.	41m.50	35m.60	77m.10	60 à 65°	2m.00×1m.60
Bouveau midi à l'étage de 308 m. . .	8m.40	24m.70	33m.10	20°	2m.00×1m.60
Bouveau nord à l'étage de 607 m. . .	54m.40	22m.60	77m.00	20 à 25°	2m.20×2m.20
Bouveau midi à l'étage de 607 m. . .	80m.10	9m.40	89m.50	20 à 25°	2m.20×2m.00
Enfoncement du puits n° 7 sous le niveau de 543 m.			56m.50	20 à 30°	4m.00 de diam.

Organisation du Travail	Nombre de journées d'ouvriers occupés au creusement	Avancement moyen par journée d'ouvrier au creusement			Dépense moyenne par mètre courant						
		Roches	Cuérèlle	Moyennes	Salaires	Amortisse- ment		Entretien et rempla- cement de pièces	Consom- mations		Totaux
						Compresseur et tuyaux	Marteau et fleuret		Air comprimé	Huile	
3 postes de 2 ouvrs et 1 manœuvre	534	0.239	0.198	0.224	Fr. 36.80	Fr. 2.18	Fr. 2.31	Fr. 1.95	Fr. 2.73	Fr. 0.37	Fr. 46.34
3 postes de 2 ouvrs	212	0.215	0.202	0.210	33.20	2.50	2.44	2.06	2.81	0.40	43.21
3 postes de 2 ouvrs 2 rem. terre	284	0.175	0.143	0.159	39.40	3.09	3.28	2.76	3.82	0.52	52.87
1 boue feu le matin											
2 postes de 2 ouvrs	287	0.159	0.100	0.139	42.40	5.28	5.60	3.13	4.30	0.60	61.31
3 postes de 2 ouvrs	425	0.236	0.153	0.160	40.40	3.05	3.23	2.73	3.80	0.52	53.73
3 postes de 2 ouvrs	600	0.222	0.200	0.214	31.60	2.27	2.34	2.03	2.85	0.39	41.48
2 postes de 2 ouvrs	415	0.232	0.188	0.212	35.10	3.45	3.65	2.06	2.87	0.39	47.52
3 postes de 2 ouvrs	256	0.232	0.188	0.226	31.30	2.17	2.30	1.94	2.70	0.37	40.78
3 postes de 2 ouvrs	1157	0.237	0.180	0.228	31.70	2.15	2.28	1.92	2.68	0.37	41.10
3 postes de 2 ouvrs	442	0.230	0.136	0.175	38.25	2.80	2.97	2.50	3.50	0.48	50.50
2 postes de 2 ouvrs	155	0.240	0.206	0.213	32.80	3.44	3.66	2.05	2.76	0.39	45.10
3 postes de 2 ouvrs	379	0.238	0.150	0.203	33.00	2.38	2.54	2.14	3.00	0.41	43.17
2, puis 3 postes de 2 ouvriers	500	0.187	0.130	0.179	37.80	2.94	3.12	2.62	3.41	0.46	50.35
2 postes de 3 ouvrs	484			0.117	82.80	4.14	4.38	5.55	5.20	0.71	102.78

Les prix, par mètre courant, ainsi que les avancements moyens varient avec la section, avec la dureté des terrains, avec la direction du bouveau, par rapport à celle des bancs à recouper, avec la résistance des terrains qui peut ou non exiger un boisage, et avec le mode d'organisation du travail (présence d'un boute-feu à chaque porte, de manœuvres, etc...); cela explique les différences entre les chiffres obtenus.

En comparant ces résultats avec ceux qu'a donné le creusement à la main, de plusieurs bouveaux, on en déduit, en moyenne, pour un bouveau d'une section de 2 mètres \times 2 mètres :

		à la main	au marteau- perforateur
Prix par mètre courant	en roche . . .	fr. 45,00	fr. 35,00
	en cuérelles . . .	75,00	50,00
Dépense moyenne par mètre courant (salaires)		63,50	35,00
Dépense moyenne totale (creusement)		63,50	47,50
Avancement moyen par journée d'ouvrier	en roche . . .	0 ^m ,15	0 ^m ,23
	en cuérelles . . .	0 ^m ,12	0 ^m ,18
	en moyenne . . .	0 ^m ,15	0 ^m ,22

Par rapport au creusement à la main, le travail au marteau-perforateur procure une économie, par mètre courant, de 25 % et une augmentation d'avancement de 50 % environ.

En 1920, les améliorations, apportées dans les installations relatives à la production d'air comprimé, ont été les suivantes :

1^o Puits n° 3. — Mise en marche d'un compresseur à commande électrique (construit par Produits), de 38 mètres cubes aspirés; pression de refoulement 6 atmosphères; puissance 235 HP.

2^o Puits n° 4. — Installation (en cours d'exécution) d'un compresseur différentiel « Atlas » de 18 mètres cubes aspirés; pression de refoulement 6 atmosphères; commande électrique, puissance 125 HP.

3^o Puits n° 7. — Augmentation (de 80 à 116) du nombre de tours d'un compresseur à commande électrique construit par « Produits »; pression de refoulement 6 atmosphères; air aspiré: actuellement 38 mètres cubes, anciennement 25 mètres cubes environ; puissance: actuellement 235 HP, au lieu de 150 HP.

Charbonnage du Nord du Rieu du Cœur.

L'emploi des marteaux-perforateurs a été généralisé, du moins en ce qui concerne le creusement des bouveaux et l'enfoncement des puits, tant en grès qu'en roches.

Le charbonnage possède trois compresseurs secs, d'une puissance de 130 HP chacun, munis de toiles filtrantes. Ils sont capables de 20 mètres cubes d'air à la minute; pression 6 kilogrammes.

Le diamètre intérieur des tuyauteries, dans les puits, est de 120 millimètres; tandis que, dans les galeries principales, il est de 82 millimètres.

On utilise des fleurets creux, de 22 millimètres de diamètre.

Tous les travers-bancs sont creusés au moyen des marteaux pneumatiques. Les terrains traversés sont constitués par des schistes et des grès durs et moyennement durs, inclinés depuis 0° jusqu'à 70°.

La section donnée aux bouveaux est ordinairement de 2 mètres \times 2 mètres ou de 2 mètres \times 2^m,20.

Les ouvriers sont répartis en trois postes, de deux ou trois hommes chacun, par vingt-quatre heures.

Quant aux résultats obtenus, l'avancement, au moyen de marteaux pneumatiques, comparativement à celui fait à la batte, a bénéficié d'une majoration de 33 % en roches et de 50 % en grès.

Le prix du mètre d'avancement a été réduit dans les mêmes proportions.

Depuis 1920 seulement, on a étendu l'emploi des marteaux au bosseyement, dans la principale couche (19^e Veine) où les voies sont coupées en mur dans les grès.

Actuellement, le procédé mécanique est appliqué au bosseyement de plus de 50 % de l'ensemble des voies.

Charbonnage du Rieu du Cœur.

L'air comprimé a été employé à un seul puits. Depuis 1915 toutefois, les travaux préparatoires en pierre ont été arrêtés, de sorte qu'il n'a guère été possible de faire des essais de rendement et de consommation. Un seul marteau a été utilisé; il est du système « Bolide » et provient des Etablissements « François » à Sclessin.

En 1920, aucune installation nouvelle de production d'air comprimé n'a été créée et l'on n'a pas fait usage du système de perforation mécanique.

Charbonnage du Couchant du Flénu.

Les marteaux pneumatiques ne sont guère utilisés pour les travaux à la pierre, ni d'ailleurs pour les travaux en veine.

Charbonnage de Ghlin.

En 1920, les marteaux-perforateurs n'ont pas été utilisés pour le bosseyement des voies, mais bien exclusivement pour le creusement des bouveaux, où ils ont permis de doubler le rendement, par rapport au procédé ordinaire.

Dans les travers-bancs, les terrains rencontrés comprennent des cuérelles pour 1/3 du total. La section de ces bouveaux est de 2 mètres \times 2^m,20, à l'intérieur des cadres de boisage. L'inclinaison des bancs est de 26° en moyenne.

Le travail est organisé en trois postes de huit heures.

L'avancement est de 1^m,50 à 2 mètres par jour, contre 0^m,50 à 0^m,80, dans le travail à la main.

D'une manière générale le prix, au mètre courant, est deux fois moins élevé en cuérelle et 1/3 moins élevé en roches, que lorsqu'il est fait usage de l'outil ordinaire.

En 1920, en fait d'amélioration apportée pour la production d'air comprimé, il y a lieu simplement de mentionner que l'on a actionné électriquement l'un des compresseurs, d'un débit de 20 mètres cubes.

Charbonnage de Produits.

En 1916, on employait 13 marteaux-perforateurs, presque exclusivement pour le creusement des bouveaux et exceptionnellement pour certains coupages de voies, en terrains très durs.

Les fleurets étaient en acier, cylindriques, creux, avec taille en étoile.

La proportion des travers-bancs, creusés à l'aide de ces outils mécaniques, était d'environ 50 %.

Les perforateurs ont servi dans des bouveaux traversant, tant des bancs droits que des bancs plats, et tant des roches que des psammites

ou des cuérelles. C'est principalement dans ces deux dernières espèces de roches qu'ils se sont montrés avantageux.

Généralement la section des bouveaux est de 2 mètres \times 2 mètres, à l'intérieur des cadres. Quant à l'organisation du travail, elle ne présente rien de spécial. Elle est la même que celle adoptée dans le creusement des bouveaux faits à la batte ordinaire.

Les résultats obtenus sont certainement favorables, surtout au point de vue de l'avancement ; mais, jusqu'ici, il n'a pas été possible, à la direction, de fournir des chiffres comparatifs exacts, parce que le fonctionnement des appareils a été intermittent et que ces derniers ont été alimentés par des compresseurs démodés et insuffisants.

En 1918, le nombre de marteaux était inchangé ; mais, en 1920, il s'est élevé à 20, dont 7 en réserve.

Prochainement, grâce aux compresseurs modernes, dont l'installation est en cours, l'usage des moyens mécaniques de perforation ainsi que d'abatage de la houille pourra se généraliser, et l'on ne manquera pas alors de suivre de près le travail des outils, en vue d'enregistrer les résultats, tant au point de vue du rendement qu'au point de vue du prix de revient.

Déjà deux compresseurs, de 40 mètres cubes chacun, ont été installés, l'un au siège n° 23 et l'autre au siège n° 28. D'autre part, un compresseur de 60 mètres cubes, destiné encore au siège n° 23, est en construction.

Charbonnage du Levant du Flénu.

Dès 1916, on a utilisé 19 marteaux pneumatiques, de divers systèmes.

Les types de fleurets employés sont ceux à double burin, à bonnet de prêtre ou en Z.

Au cours de 1916, au puits n° 17 — le seul où l'on fit usage d'air comprimé pour la perforation — environ 30 % des voies étaient coupées à l'aide de marteaux-perforateurs. Les conditions de travail se résumaient comme suit : Roches dures, à stratification costresse ; creusement en section de 2^m,20 \times 2^m,20 ; trois postes de trois hommes, avec enlèvement des terres par des aides.

Indépendamment du prix d'amortissement des tuyaux flexibles et tuyauteries, on peut dire que le prix du mètre courant était de 25 % inférieur à celui des bouveaux où l'on n'employait pas les marteaux.

En 1920, on a disposé de 24 perforateurs, dont sept en réserve. Il y en a eu 3 seulement en service, à la division du Levant, pour le creusement d'un puits intérieur et d'une écurie.

Mais, à la division de l'Héribus, 15 ont été couramment en fonctionnement dans les divers travaux préparatoires; ceux-ci ont tous été exécutés par les moyens mécaniques.

A aucune des deux divisions, on ne s'est servi de perforateur à air comprimé, pour le coupage des voies.

En ce qui concerne les améliorations récemment apportées aux installations pour la production d'air comprimé, il faut citer :

1° A la division du Levant où il n'existait aucun compresseur, on procède à l'installation de deux compresseurs de 25 mètres cubes aspirés.

2° A la division de l'Héribus, il existe déjà un compresseur de 30 mètres cubes aspirés; on vient de passer commande d'un second, de 65 mètres cubes aspirés, dont le bâtiment et les fondations sont terminés.

Charbonnage d'Havré.

Des 10 marteaux perforateurs, utilisés en 1920, 7 ont été appliqués au creusement de bouveaux et 3 au coupage des voies.

L'inclinaison des bancs traversés est de 28 à 30°; les terrains sont de composition variable.

Les prix de revient du creusement, au mètre d'avancement, ont été les suivants (anciens prix) :

	A la main	Avec marteau
Bouveaux simples	fr. 30.80	28.00
» doubles	35.00	32.00
Burquins.	20.00	18.00

Charbonnage de Bois du Luc.

En 1916, il y avait en service 13 marteaux-perforateurs; en 1918, ce nombre s'est élevé à 26 et en 1920, à 38.

Les fleurets sont octogonaux ou ronds, de 22 millimètres de diamètre; ils sont creux et en acier.

Le travail mécanique a été appliqué au coupage des voies et au creusement des bouveaux.

Aux travers-bancs (schistes et grès; terrains inclinés à 18° en moyenne), on donne une section de 6 à 7 mètres carrés. Le travail est organisé en trois postes, composés chacun d'un ouvrier et d'un chargeur.

Pour le coupage eu mur: un ouvrier et un chargeur par voie.

Comparativement au travail à la main, l'avancement est supérieur de 1/3.

Charbonnage de Maurage.

Déjà en 1916, on y a fait usage de 50 appareils « Bolide », pesant 14 kilogrammes, fournis par les Etablissements « François » à Sclessin; ils ont donné, comme résultat, par minute: avancement de 0^m,18 dans les rocs durs, avec un fleuret de 37 millimètres de diamètre, pour une consommation de 210 litres d'air, comprimé à 5 atmosphères.

Le fleuret employé est en acier rond, à double tranchant légèrement courbé; il est perforé pour l'élimination des poussières.

Tous les bouveaux sont creusés au marteau-perforateur.

Les travers-bancs recourent des terrains variables, rocs et grès; l'inclinaison est comprise entre 8 et 24° dans les plateaux et entre 45 et 80° dans les dressants.

Le creusement s'effectue ordinairement en trois postes de huit heures, dont chacun comprend deux bouveurs, un chargeur, un hiercheur et un boute-feu, celui-ci pour une ou deux galeries.

L'avancement moyen, dans les travaux bien organisés, a été trouvé de 2^m,20 par vingt-quatre heures.

On a pu obtenir un avancement plus fort en ajoutant un bouveur par poste, au bouveau de l'étage de 447 mètres du puits n° 3, comme l'indique le tableau ci-dessous :

Mois	Avancement	Nombre de journées de travail	Avancement moyen journalier
Mai	43.50	12	3.62
Juin	82.00	23	3.56
Juillet.	95.40	27	3.53
Août	59.20	25	2.37
Septembre	67.70	25	2.70
Octobre	66.20	21	3.15

Comparaison entre le prix de revient du creusement au marteau-perforateur et celui du creusement à la perforatrice « Boraine ».

1° Perforatrice. Avancement journalier : 1^m,50.

Six bouveleurs à fr. 20.21, soit	fr.	121.25	
Trois chargeurs à 12.50		37.50	
Explosifs :			
60 cartouches à 0.40	fr.	24.00	
15 détonateurs à 0.75		12.25	
		<u>36.25</u>	36.25
			<u>195.00</u>
			195.00

(Prix du mètre courant, payé à marchandage, aux bouveleurs, les explosifs et les chargeurs étant à leur compte :

$$\frac{195}{1.5} = 130 \text{ francs}).$$

4 recarreurs à 15 francs	fr.	60.00	
4 conducteurs-chevaux à 10 francs.		40.00	
2 boute-feu à 17 francs		34.00	
Total.	fr.	<u>329.00</u>	

Prix de revient par mètre courant : fr. 219.30.

2° Marteau Bolide. Avancement journalier : 3 mètres.

9 bouveleurs à fr. 21.66, soit	fr.	195.00	
3 chargeurs à fr. 12.50		37.50	
Explosifs :			
150 cartouches à fr. 0.40.	fr.	60.00	
50 détonateurs à fr. 0.75.		37.50	
		<u>97.50</u>	97.50
			<u>330.00</u>
			330.00

(Prix du mètre courant, payé à marchandage, y compris explosifs consommés et salaires des chargeurs

$$\frac{330}{3} = 110 \text{ francs}).$$

2 boiseurs à 17 francs.	fr.	34.00	
4 recarreurs à 15 francs		60.00	
3 boute-feu à 17 francs		51.00	
4 conducteurs-chevaux à 10 francs.		40.00	
Total.	fr.	<u>515.00</u>	

Dans le cas des marteaux, à cause de l'avancement plus rapide, le bouveleur ne place qu'un revêtement très sommaire, et il faut recourir à des boiseurs supplémentaires.

$$\text{Prix de revient par mètre courant : } \frac{515}{3} = \text{fr. } 171.60.$$

Les avantages du deuxième système se résument comme suit :

$$\text{Economie de prix : } \frac{\text{fr. } 219.30 - 171.60}{219.30} = \text{environ } 22 \%$$

Economie de temps : 100 %.

Economie d'entretien : 100 %.

Dans le cas du creusement à la perforatrice, la journée gagnée par le bouveleur sera :

$$\frac{(130 \times 1.5) - (37.50 + 36.25)}{6} = 20.20.$$

Dans le cas du marteau Bolide :

$$\frac{(110 \times 3) - (37.50 + 97.50)}{6} = 21.67.$$

Tous les bouveaux sont aérés par de l'air frais, au moyen de ventilateurs à air comprimé, système François.

Il existait, installés à la surface, deux compresseurs secs, de 20 mètres cubes, sous toile filtrante, d'une puissance de 136 HP pour 7 atmosphères.

La tuyauterie a 180 millimètres de diamètre intérieur, dans le puits, 100 millimètres dans les grandes galeries de roulage et 78 millimètres à front.

En 1920, les marteaux-perforateurs ont été utilisés non seulement pour l'exécution de tous les bouveaux et travaux préparatoires, mais encore pour le coupage de 30 % des voies en veine.

Malheureusement, en ce moment, l'avantage, procuré par le nouveau système, est annulé par le coût surélevé des accessoires et des pièces de rechange.

D'autre part, pour la production d'air comprimé, on a installé, au siège Marie-José, un troisième compresseur, de 43 mètres cubes, fourni par les Ateliers de Produits. Ce surcroît de production a été nécessité par la mise en marche d'un plus grand nombre de moteurs destinés à l'attaque de couloirs oscillants, qui transportent le charbon le long des fronts de taille.

Charbonnage de Bray.

Les bouveleurs y ont une préférence marquée pour le fleuret creux, qui donne un avancement plus rapide, par suite de la meilleure évacuation des poussières. L'air s'échappant par l'axe du fleuret a, par surcroît, l'avantage de refroidir le taillant de l'outil et d'en prolonger la durée. Pour atténuer l'inconvénient des poussières, inhérent au fleuret creux, certains ouvriers masquent simplement le trou de mine à l'aide d'une loque mouillée.

On n'utilise le fleuret hélicoïdal qu'en terrains tendres ou humides.

Tous les bouveaux se creusent au perforateur. Ils recoupent des schistes, des psammites et des grès, sous toutes inclinaisons. La section, adoptée pour les bouveaux principaux, est la suivante : hauteur au-dessus du rail et sous la bèle, 2^m,10 ; largeur au pied, à l'intérieur des cadres, 3 mètres ; largeur à la bèle, à l'intérieur des cadres, 1^m,90.

Les bouveaux sont attelés à trois postes, travaillant chacun huit heures. Chaque équipe comporte deux bouveleurs, un ou deux aides et un boute-feu généralement attaché à deux bouveaux.

Le personnel comporte, en plus, un ou deux aides, suivant la distance qui sépare le front de l'évitement le plus proche. Un évitement provisoire est établi, dès qu'on atteint la longueur de 100 mètres. Ce travail ne comporte d'ailleurs que le placement de croisements, la largeur des bouveaux étant partout suffisante pour la double voie.

Le travail s'effectue par entreprise. Le prix est fixé au mètre courant, en schiste et en psammite ; il est majoré de 25 % pour la traversée des grès.

Ce prix comprend le creusement, le placement des tuyaux à air comprimé, des canars d'aérage et des rails, le boisage, le coût des explosifs consommés et les frais d'aides.

Le boute-feu, payé en dehors de l'entreprise, s'occupe, en plus, du

minage, de l'entretien, de la tuyauterie d'aérage et de la surveillance des ventilateurs, etc.

Dans chaque bouveau, il y a trois marteaux-perforateurs, dont deux en service et un en réserve.

L'avancement journalier obtenu varie de 2^m,50 à 3 mètres en schiste et psammite et il est de 2 mètres à 2^m,25 en grès.

En 1916, le prix du bouveau, entendu comme ci-dessus, a varié de 35 à 42 francs par mètre courant, en schiste et psammite.

Les voies de roulage sont bosseyées à l'aide de marteaux-perforateurs.

Le coupage des voies intermédiaires et d'aérage s'exécute à la perforatrice à main, sauf dans les deux couches qui sont déhouillées au marteau-pic. Dans ces dernières, on dispose de l'air comprimé aux voies intermédiaires et on l'utilise pour couper le mur au marteau-perforateur.

Actuellement, on est occupé à remplacer les tuyauteries de 70 et de 50 millimètres de diamètre, qui étaient installées dans les bouveaux, par d'autres de 100 millimètres de diamètre, afin de diminuer les pertes de charge et d'augmenter la capacité du réservoir.

Charbonnage de Strépy.

Le creusement des bouveaux et des puits est remis, par entreprise, à la firme : Société des Travaux Miniers, E. Lemoine, à Liège.

Le nombre d'appareils utilisés varie avec celui des ouvriers employés à front et, partant, avec la section de la galerie à creuser.

Pour les bouveaux à grande section (3 mètres de largeur au pied et 2 mètres à la tête, sur 2 mètres de hauteur sous la bèle), on dispose généralement de deux marteaux à front et d'un marteau en réserve, à la surface. En terrains tendres et moyennement durs, un seul ouvrier parvient à assurer la perforation ; en terrains durs, les deux marteaux sont mis simultanément en service.

Pour le creusement des puits, le nombre de marteaux est le même, à savoir : deux marteaux en service au fond et un marteau en réserve, à la tête du puits.

Dans les bouveaux simples (2^m,50 × 1^m,50 × 2 mètres) un seul marteau est en service ; un autre est en réserve.

On n'emploie les marteaux-perforateurs que dans le creusement des travers-bancs.

Les terrains traversés sont presque toujours des rocs, dont l'inclinaison varie de 20 à 30°.

Les fleurets utilisés sont de deux types :

1° Le fleuret lisse, à taillant généralement en double burin, parfois en Z ou en étoile, en acier creux, de 22 millimètres de diamètre.

La largeur du taillant varie suivant le diamètre des cartouches, mais elle est ordinairement de 36 millimètres, pour les premiers fleurets employés.

Elle est, au surplus, en raison inverse de la longueur des fleurets, comme l'indique le tableau suivant :

Longueur du fleuret	Largeur du taillant
0 ^m ,50	36 millimètres
1 ^m ,00	34 id.
1 ^m ,50	32 id.
1 ^m ,80	30 id.

2° Le fleuret plein, hélicoïdal, dont l'emploi est limité à la perforation des trous horizontaux ou légèrement montants. Il a l'avantage de supprimer la production des poussières, lesquelles, en terrains secs et chantiers peu aérés, sont, dans le cas de fleurets à injection d'air, une cause de diminution du rendement de la main-d'œuvre.

L'organisation du travail est la suivante :

Le personnel d'attaque dépend de plusieurs facteurs, entre autres :

1° *Du régime des pressions* : Comme la pression baisse toujours pendant le poste d'abatage, par suite de la mise en service de nombreux appareils fonctionnant à l'air comprimé (marteaux-pics, treuils, etc.), il arrive fréquemment que ce poste doit être modifié et être spécialement employé au boisage, afin de limiter la production de déblais et la consommation d'air comprimé.

2° *De la capacité d'extraction ou d'enlèvement des déblais*.

En régime normal, c'est-à-dire quand l'air comprimé parvient aux marteaux, à la pression normale de 5 atmosphères et quand les chariots vides peuvent être livrés à front en nombre suffisant, le personnel employé est :

A. Pour les boueux doubles (section : 3 mètres × 2 mètres × 2 mètres) :

2 ouvriers
1 chargeur
1 boute-feu

B. Pour les boueux simples (section : 2^m,20 × 1^m,20 × 2^m,00) :

1 ouvrier
1 chargeur
1 boute-feu

Les occupations du boute-feu comportent, outre le service du minage, l'entretien du circuit d'aérage par « canars » et la fourniture, à front, du matériel nécessaire au travail.

En ce qui concerne les avancements réalisés, si l'on prend comme type le boueu midi de l'étage de 460 mètres, du siège Société Alphonse, en régime normal de pression, les résultats obtenus sont ceux mentionnés dans le tableau ci-dessous :

BOUEAU MIDI A 460 MÈTRES (Section 2^m,00 × 2^m,00 × 2^m,00).

DATES 1918	AVANCEMENTS	EXPLOSIFS consommés		PRIX DE REVIENT			
		Cartouches	Détonateurs	Explosifs		Journées	
				Cartouches cf. 44	Détonateur cf. 40	Ouvriers	Aides
Mai 2 ^e quinzaine.	{ 17 ^m ,40 roches. 6 ^m ,00 grès .	{ 1343	331	30,91	56	24	23
Juin 1 ^{re} id.	{ 22 ^m ,00 roches. 6 ^m ,00 grès .	{ 2150	340	24,50	72	25	25
Juin 2 ^e id.	34 ^m ,00 roches.	1547	380	24,41	72	30	36
Juillet 1 ^{er} id.	34 ^m ,80 roches.	1227	303	22,00	76	29	37
Juillet 2 ^e id.	{ 22 ^m ,00 roches. 5 ^m ,00 grès .	{ 1343	325	30,88	62	25	31
	147 ^m ,20	6610	1679	24,32	308	133	152

Consommation moyenne d'explosifs, par mètre
d'avancement { 45 cartouches
15 détonateurs

Section, à terres nues, en admettant 0^m,20 pour bois et garnis sage : 6^m²,30.

Consommation, par mètre cube abattu { explosifs : 0,715 kilg.
détonateurs : 2 à 3.

Avancement moyen, par poste, en admettant 154 postes complets de deux ouvriers : 147^m,20 : 154 = 0^m,955.

Inclinaison des terrains : 30 à 50°.

Ajoutons à propos des marteaux, les renseignements spéciaux suivants :

a) RENDEMENT. — Dans du grès, de dureté moyenne, on peut considérer qu'un mineur peut forer, en un poste de 8 heures, de 12 à 15 trous de mine, de 0^m,80 à 1^m,20 de longueur, soit le travail effectué, à la main, par 6 mineurs.

b) ENTRETIEN DES APPAREILS.

CONSOMMATION D'AIR à 5 kg.	Profondeur de trou foré par minute	Avancement réalisé par 100 litres d'air comprimé
Avant réparation : 183 litres.	38 m/m	21 m/m
Après réparation : 104 » . .	137 m/m	132 m/m
Avant » : 170 » . .	39 m/m	23 m/m
Après » : 95 » . .	120 m/m	125 m/m
Avant » : 175 » . .	50 m/m	28 m/m
Après » : 93 » . .	135 m/m	145 m/m

Ce tableau, dressé par un ingénieur français, M. Brocard, montre l'utilité des réparations ; réalésage du cylindre ovalisé et remplacement du piston par un piston légèrement plus grand.

Une marche continue, d'environ quatre mois, nécessite le remplacement du piston. En moyenne on peut fixer à un an, la durée totale de fonctionnement économique du marteau ; c'est la durée qui doit servir de base à l'amortissement.

c) CONSOMMATION ET AVANCEMENT.

Consommation d'air à 6 kilg., par minute : 200 litres

Avancement par minute : 200 millimètres.

Avancement par 100 litres d'air : 115 millimètres.

Consommation par 100 millimètres, de trou foré : 87 litres.

Consommation d'air libre par minute : 1.200 litres.

Avancement par mètre cube d'air : 190 millimètres.

Consommation d'air libre, par 100 millimètres de trou : 525 litres.

Par minute, la consommation des marteaux de 16 kilg. en service, est environ de 225 litres, à la pression de 5 atmosphères.

Il faut, à cette pression, compter sur environ 15 mètres cubes d'air aspirés à l'heure, ce qui correspond approximativement à 4 1/4 HP.

d) INFLUENCE DE LA PRESSION SUR LES AVANCEMENTS
ET CONSOMMATIONS.

Pressions	Avancement-Minute, forés	Consommations d'air comprimés
3 kilg. 350	60 millimètres	84 litres
3 » 400	60 »	71 »
5 » 100	115 »	87 »
5 » 300	120 »	88 »
5 » 700	135 »	106 »

La consommation d'air comprimé à 5 kilg., par minute de fonctionnement continu, peut varier de 80 à 180 litres, pour un même outil, par suite d'ovalisation, et de 80 à 200 litres et même 250 litres, pour des outils de construction et de puissances différentes.

En 1920, la Société des Travaux miniers Lemoine, a creusé, pour le compte de la Société des Charbonnages de Strépy, 2.639 mètres de galeries et 50 mètres de burquin sous stot. Il a été fait usage, pour ces travaux, de 20 marteaux-perforateurs. D'après les constatations qui ont été faites, on estime avantageux de renouveler tout marteau qui a servi à creuser une longueur de galerie de 300 mètres.

Charbonnage de Ressaix.

A. — *Division de Péronnes.*

On a utilisé, en 1920, pour les travaux à la pierre, 120 marteaux-piqueurs François, d'un poids de 12 kilg. environ. Ces marteaux ont rendu et rendent encore de réels services, tant pour les coupages de voies que pour le creusement des bouveaux. En terrains tendres, ils permettent de couper ces voies assez exactement à la section voulue, ce qui n'est guère possible quand on fait usage d'explosifs.

On se sert fréquemment de gros marteaux-piqueurs, pour creuser les « potias » des bois et des bèles, dans les bouveaux.

Les marteaux perforateurs « Bolide » sont employés, pour le creusement des trous de mines, dans tous les bouveaux, dans les chassages en ferme, dans les voies de niveau principales et aussi dans celles des voies intermédiaires où des conduites sont installées, pour l'alimentation des marteaux pics destinés à l'abatage du charbon, à front de taille. Toutefois, pour le bosseyement des voies, le travail au marteau-perforateur « Bolide » n'est pas encore plus développé que le travail de perforation à la main. Un certain nombre de voies sont coupées sans explosif, au moyen de gros marteaux piqueurs, du système François.

Avec les marteaux perforateurs « Bolide » on fait usage de fleurets hélicoïdaux pleins ou de fleurets creux à deux tranchants, croisés ou parallèles.

Les terrains, rencontrés dans les travers-bancs, sont des rocs à grains plus ou moins fins, des rocs cuérelleux et des cuérelles; l'inclinaison des bancs varie généralement de 0 à 35°.

Les sections données aux travers-bancs sont de deux ordres :

$$\left. \begin{array}{l} a) \text{ Grande section : } \frac{2.30 + 3.40}{2} \times 2.20 \\ b) \text{ Petite section : } \frac{1.60 + 2.40}{2} \times 2.20 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{(H.)} \\ \text{à terre nue.} \end{array}$$

Le travail se fait par 3 postes sur 24 heures.

Les avancements moyens, obtenus avec des ouvriers de qualité, sont de 2^m,20 en rocs de dureté moyenne, de 1^m,80 en rocs durs et 1^m,25 en cuérelles, pour les bouveaux à grandes sections,

Ils sont de 2^m,60 en rocs de dureté moyenne, de 2 mètres en rocs durs et de 1^m,55 en cuérelles, pour les travers-bancs à petites sections.

En 1920, il a été ajouté, à l'installation d'air comprimé de la division de Péronnes, deux compresseurs type Ingersoll-Rond, de 350 HP chacun. La longueur des conduites a été augmentée de 3,500 mètres.

B. — *Division de Ressaix.*

Les marteaux en service sont du système « Bolide » (François), avec fleurets creux, à double tranchant. La décharge se fait par le fleuret.

Ils sont employés pour le creusement des bouveaux et pour le coupage des voies. Aucun travail à la pierre n'est effectué au marteau à main.

Pour les travers-bancs, le travail comprend généralement trois postes, de deux hommes chacun.

Les terrains traversés sont des roches dures, à bancs plus ou moins épais, des roches schisteuses, des cuérelles ou du mur.

Dans les roches, l'avancement journalier a été de 2 à 3 mètres et, dans les cuérelles, de 1^m,50 à 2 mètres.

En 1920, les conduites d'air comprimé ont été prolongées de 1.150 mètres.

C. — *Division de Sainte-Aldegonde.*

En 1920, des 14 marteaux-perforateurs « Bolide » en service, avec fleurets ronds et canal intérieur, 10 ont été employés pour le creusement des bouveaux et 4 pour le bosseyement des voies. En outre, pour ce dernier usage, on a eu recours à des marteaux-piqueurs ainsi qu'à des perforatrices à la main et au marteau-pic ordinaire.

Les bouveaux sont à section ogivale, de 3^m,30 à la base et de 2^m,40 de hauteur. Ils sont étauçonnés au moyen de cadres de fer, placés à 1 mètre de distance les uns des autres.

Les bancs, dont l'inclinaison est de 45° environ, sont constitués par des rocs assez durs, avec passages de cuérelles et parfois de fourrures charbonneuses.

L'avancement journalier est de 2^m,70. Le travail est organisé en trois postes, comprenant chacun : deux ouvriers, un chargeur et un boute-feu.

Le placement des cadres, baguettes, canars, rails, etc., se fait par les ouvriers.

Il y a toujours deux marteaux à front et un de réserve.

Pour obtenir un avancement plus considérable, on avait d'abord songé à adjoindre au personnel, pour la durée des trois postes, un ouvrier chargé spécialement du placement des cadres, canars d'aérage et tuyaux. Mais, comme on a été amené à envisager la rencontre de terrains pouvant nécessiter un boisage immédiat, on a décidé d'ajouter un chargeur supplémentaire à chaque poste. Les ouvriers ne s'occuperont plus ainsi que du creusement et on compte arriver de la sorte à un avancement moyen journalier de 3^m,20, d'autant plus que les deux boueux en creusement se trouvant dans le voisinage du puits, l'air comprimé y parvient à une pression toujours suffisante.

Quels sont les frais d'entretien occasionnés par les marteaux ?

En ce qui concerne l'usure, il a été constaté que les pièces qui s'usent le plus rapidement sont les cliquets, les ressorts et l'écrou, à rainure de l'arbre.

Il faut remplacer les cliquets et les ressorts après quinze jours d'usage. En 1914, avant guerre, cette réparation coûtait fr. 1.40.

Il a été également remarqué qu'après un certain temps (environ trois mois), il se produit du jeu entre la douille de retenue et le guide-avant; l'enlèvement des fleurets en est contrarié.

En 1914, la douille valait 20 francs et le guide 25.

Pour trois mois de service, il convient donc de compter, comme frais d'entretien, sur le coût de :

1 douille	fr.	20.00	(prix de 1914)
1 guide		25.00	id.
1 1/2 écrou à rainure . . .		6.00	id.
Cliquets et ressorts		8.40	id.

B. — Division de Houssu.

Les appareils en service sont des marteaux « Bolide » de 14 kilogrammes, sauf dans les avaleresses, où l'on fait usage de gros marteaux du même système.

Ces appareils ont l'avantage de fonctionner sous faible pression.

Leur fonctionnement est de plus si aisé, que le recrutement de la main-d'œuvre en est facilité. On n'a plus, en effet, à se mettre en quête des ouvriers spécialistes « batteurs de mine ».

Le travail au marteau ordinaire est complètement supprimé; mais on se sert, dans certaines voies, de perforatrices à main.

Pendant l'année 1920, on a placé 1,000 mètres de tuyaux, de 70 millimètres de diamètre.

E. — Division de Leval.

En roche, on fait usage de marteaux François, avec fleurets creux, à taillants en croix. Ces marteaux sont employés tant pour le creusement des boueux que pour le coupage des voies.

Les travers-bancs recoupent des terrains de toutes natures et de toutes inclinaisons. Le travail est organisé en trois postes, comprenant chacun deux ouvriers et un hiercheur avec le surveillant boute-feu.

En rocs, l'avancement est de 2^m,25 par 24 heures, alors qu'à la main, il n'est que de 1^m,50.

On a aussi utilisé, en avaleresses, de gros marteaux-perforateurs « François », et, en boueux, dans des terrains grisouteux, de gros piqueurs du même système.

En 1920, les conduites d'air comprimé ont été prolongées de 1,520 mètres.

Nous avons estimé qu'il serait intéressant et utile pour nos lecteurs, de trouver ici une étude qui est due à MM. Cam. Richir et H. Carlier, respectivement Directeur technique et Ingénieur chef de service, aux charbonnages de Ressaix et qui est intitulée : *Etablissement du prix de revient de l'air comprimé produit à la Centrale et utilisé dans les appareils récepteurs du fond, en tenant compte des pertes de charge dans la conduite et des frais d'installation de cette dernière.*

Les calculs sont établis en considérant un volume aspiré de 30 mètres cubes par minute, puis comprimé à 7 atmosphères, dans une conduite ayant 100 millimètres de diamètre et 1500 mètres de longueur, savoir : 100 mètres à la surface, 400 mètres dans le puits et 1000 mètres dans les galeries souterraines. Il sera facile de modifier les évaluations numériques selon les conditions particulières et locales. Il s'agit, avant tout, d'indiquer, en principe, la marche rationnelle à suivre.

(Les chiffres ci-après, ont pour base les prix pratiqués avant la guerre.)

Dans la détermination du prix de revient, on a compté, pour les postes que l'on peut ranger sous la dénomination « Bâtiments » une

durée d'amortissement de 20 ans, ce qui, au taux de 5 %, conduit au facteur d'amortissement 0,080242.

Pour le poste « Matériel », il a été adopté une durée d'amortissement de 15 ans et le facteur d'amortissement est ainsi de : 0,0963142.

Les installations qui ont été créées pour l'usage général du siège ont été affectées d'un coefficient de réduction de 2/5, attendu que deux chaudières, sur les cinq de la batterie, sont destinées au service des compresseurs.

Bâtiments.

<i>Cheminée.</i> — Prix total fr. 16,960 ; les 2/5 fr.	6,874.00	
<i>Massifs des chaudières.</i> — 2/5 du prix total. fr.	7,605.00	
Main-d'œuvre des ateliers	2,000.00	
	<hr/>	9,605.00

Bâtiments des chaudières :

Terrassements, maçonneries, pieds de colonne fr.	750.00	
Partie métallique	20,984.00	
Voies diverses	650.00	
Couverture Eternit.	1,980.00	
Dauphins	75.00	
Vitrage	586.00	
Eclairage.	150.00	
Main-d'œuvre des ateliers	500.00	
	<hr/>	
Les 2/5 de fr.	25,675.00	10,270.00
		<hr/>
		26,749.00

Bâtiments des compresseurs :

Terrassements fr.	450.00	
Maçonnerie des massifs	4,998.00	
Béton (assises et plancher)	4,200.00	
Maçonnerie en élévation	5,480.00	
Pierres de taille.	1,600.00	
Charpente métallique	3,950.00	
	<hr/>	
A reporter. fr.	21,218.00	26,749.00

Report. fr.	21,218.00	26,749.00
Pont roulant.	4,540.00	
Charpente en bois, sous-toiture et corniche	4,340.00	
Couverture en Eternit et zinc	1,727.00	
Menuiserie (châssis et portes)	1,093.00	
Plafonnage	260.00	
Balustrade pour l'escalier en pierres	376.50	
Pavement.	1,120.00	
Vitrage	565.00	
Partie galvanisée et plomb	640.00	
	<hr/>	
	35,339.50	35,339.00

Bâtiments des pompes et maçonnerie du Château d'eau :

Maçonnerie du Château d'eau et divers fr.	150.00	
Bâtiments des pompes	980.00	
	<hr/>	1,130.00

Condensation centrale :

Bassin. Les 2/5 de fr.	4,000.00	1,600.00
		<hr/>
Total. fr.		64,818.50

Matériel.

Chaudières :

Deux chaudières Bailly-Mathot de 265 mètres carrés, avec économiseurs fr.	45,000.00	
Soufflage sous grille	2,200.00	
Une pompe alimentaire	2,600.00	
Surveillance « Vinçotte »	300.00	
Tuyauteries	800.00	
Collecteur de vapeur, supports, calorifuge	1,705.00	
Transmissions des économiseurs (moteurs, poulies, etc.)	2,135.00	
Fournitures de magasin	250.00	
Main-d'œuvre d'atelier	1,500.00	
	<hr/>	
A reporter. fr.	56,490.00	56,490.00

Report. . . fr. 56,490.00

Compresseurs :

Machines proprement dites	123,000.00	
Garnitures Termote.	3,641.00	
Tuyauteries y compris calorifuge	7,680.00	
Filtres.	2,990.00	
Sécheurs de vapeur	1,400.00	
Tuyauterie pour eau de réfrigération	2,500.00	
	<hr/>	141,211.00

Château d'eau :

Réservoir sur pylone fr.	4,625.00	
Pompe (matériel et moteur)	2,200.00	
Conduites.	1,300.00	
Main-d'œuvre d'atelier	2,000.00	
	<hr/>	10,125.00

Condensation centrale :

Réfrigérant proprement dit	10,000.00	
Condensation	50,000.00	
	<hr/>	60,000.00
Les 2/5 de fr.		24,000.00
	<hr/>	
Total. . . fr.		231,826.00

L'amortissement annuel du poste « Bâtiments » est de :

$$65,000 \times 0.080242 = 5,213.73 \text{ francs.}$$

L'amortissement annuel du poste « Matériel » est de :

$$233,500 \times 0.09634 = 22,495.39 \text{ francs.}$$

Le total est : fr. 27,709.12, soit 28,000 francs.

En comptant sur 290 jours ouvrables :

l'amortissement par jour est de $\frac{28,000}{290} = 96$ francs environ, et

$$\text{par heure de : } \frac{96}{24} = 4 \text{ francs.}$$

La dépense d'énergie électrique pour les pompes est de :

$$\text{Condensation : } 45 \text{ Kw} \times \frac{2}{5} = \text{—}, 20 \text{ Kw.}$$

$$\text{Pompe de circulation soit : } \frac{5}{25 \text{ kw}}$$

Coûtant $25 \times \text{fr. } 0.03 = \text{fr. } 0.75$.

La dépense horaire est donc de $4 + 0,75 = \text{fr. } 4.75$.

Les deux machines ont une puissance indiquée de 575 HP chacune, soit une puissance totale de 1150 HP.

Comptons sur le chiffre moyen de 1000 HP.

Le volume d'air aspiré et comprimé par minute est d'environ :

$$\frac{2 \times 500 \times 80}{575} = \text{—}, 140 \text{ m}^3$$

La consommation moyenne de vapeur est de 6^k,25 par HP, ou, pour les 1000 HP, 6250 kilg. par heure, soit une consommation de charbon, pendant ce même temps, de $\frac{6250}{7,5} = 833$ kilog., si l'on admet qu'un kilog. de charbon produit 7^k,5 de vapeur à 10 atmosphères.

Le prix de l'air comprimé en une heure est ainsi :

Amortissement et consommation d'électricité fr.	4.75
Consommation de charbon, 833 kilog. à 15 fr. les 1000 kil.	12.50
Salaires	2.00
Huiles	0.50
Entretien, divers et imprévus	1.25
	<hr/>
Total fr.	21.00

Le prix du charbon est nécessairement variable suivant le temps et le lieu à considérer.

La production d'air comprimé, par heure, est :

$$140 \times 60 = 8400 \text{ m}^3 \text{ d'air aspiré et comprimé à 7 kilg.}$$

$$\text{Le prix par m}^3 \text{ est donc } \frac{21.00}{8400} = \text{fr. } 0,0025 \text{ soit } 1/4 \text{ centime.}$$

Le prix, par HP, au compresseur, est $\frac{21}{1000} = \text{fr. } 0,021$ par heure
 ou, par seconde, $\frac{0,021}{3600} = 0,06$ centime environ.

Détermination de la perte de charge totale dans la conduite.

A. — *Partie située à la surface.* Longueur 100.

Données générales : Diamètre intérieur de la conduite : 100 mm.
 Volume débité : Le volume d'air aspiré étant de 30 m³, le volume d'air comprimé se détermine par l'application de la loi de Mariotte $P_0 V_0 = P_1 V_1$,

$$\text{On a : } V_1 = \frac{P_0 V_0}{P_1} = \frac{1 \times 30}{8} = 3,750 \text{ m}^3.$$

La compression de l'air se faisant suivant une loi intermédiaire entre l'isothermique et l'adiabatique, il se produit un échauffement de l'air dans les cylindres de la machine; cette élévation de température est combattue par la compression étagée, avec refroidissement de l'air, au réservoir intermédiaire et aux cylindres, par circulation d'eau. Dans le cas actuel, il faut considérer que l'air, pris au réservoir principal, a été ramené à la température ambiante par son passage dans la tuyauterie. C'est ce qui justifie l'emploi de la formule : $P V = \text{constante}$.

Le débit par seconde est $\frac{3,75}{60} = 0,0625$ m³ d'air comprimé.

La pression, à l'extrémité de la conduite, est donnée par la formule :

$$P^2 = P_0^2 \left(1 - 0,000100792 \frac{Q_0^2 T L}{D^5 T_0^2} \right)$$

dans laquelle P_0 , T_0 et Q_0 sont respectivement la pression en atmosphères absolues, la température absolue et le volume débité en m³ à l'origine de la conduite, T la température absolue à l'extrémité de la conduite, D et L le diamètre et la longueur de la tuyauterie en mètres.

Nous supposons la température constante et égale à 293° (273 ± 20) absolues pour la longueur de la conduite ($T = T_0$)

$$P^2 = 8^2 \left(1 - 0,000100792 \frac{0,0625^2 \times 100}{0,1^5 \times 293} \right) = 8^2 (1 - 0,135)$$

$$P = \sqrt{63,15} = 7,94 \text{ atmosphères absolues.}$$

B. — *Partie située dans le puits.*

Longueur : 400 mètres.

La formule générale donnant la perte de charge, à l'extrémité d'une conduite inclinée, est :

$$P^2 = P_0^2 \times 0,001475 \frac{Q_0^2 T^2}{D^5 T_0^2 \sin \alpha} \left[1 + \left(\frac{D^5 T_0^2 \sin \alpha}{0,001475 Q_0^2 T^2} \right) \times \right. \\ \left. \times e^{0,068322 \frac{\sin \alpha}{T} \times L} \right]$$

Pour une conduite verticale : $\alpha = 90^\circ$ et $\sin \alpha = 1$.

Les notations conservent la même signification qu'au § A.

L'application de la formule au cas envisagé donne :

$$P^2 = 7,94^2 \times 0,001475 \frac{0,0625^2}{0,1^5} \times \\ \times \left[1 + \left(\frac{0,1^5}{0,001475 \times 0,0625^2} - 1 \right) \times 2,718^{0,068322 \times \frac{400}{293}} \right]$$

$$P^2 = 7,94^2 \times 0,575 [1 + (1,74 - 1) \times 1,070] = 64,93$$

$$P = \sqrt{64,93} = 8,1 \text{ atmosphères absolues}$$

C. *Partie située dans le bouveau.* — Longueur 1,000 mètres.

La formule du § A est applicable; la pression, à l'extrémité de la conduite =

$$P^2 = 8,1^2 \left(1 - 0,000100792 \frac{0,2625^2 \times 1000}{0,1^2 \times 293} \right)$$

$$= 8,1^2 (1 - 0,135) = 56,85$$

$$P = \sqrt{56,85} = 7,55 \text{ atmosphères absolues}$$

La perte de charge totale est donc : $8 - 7,55 = 0,45 \text{ atm.}$

La pression effective est de $7 - 0,45 = 6,55 \text{ atm.}$

Rendement de la conduite

Le rendement propre de la conduite se mesure par le rapport de l'énergie disponible à son extrémité, à celle disponible à son origine. Si l'on considère le travail isotherme de l'air comprimé, le rendement de la conduite a pour expression : $\frac{\log \text{ nep } P_0}{\log \text{ nep } P}$, dans laquelle P_0 est la pression à l'extrémité et P la pression au départ, en supposant les joints de la tuyauterie parfaitement étanches.

L'utilisation de la détente n'étant pas à envisager dans les appareils récepteurs, les auteurs ont estimé qu'il y avait lieu de prendre pour le rendement le rapport des pressions :

$$\frac{8 - 0,45}{8} = 0,944 \text{ soit } 94,4 \%$$

Détermination du prix de revient d'une canalisation d'air comprimé

Conditions générales de l'installation

Longueur de la tuyauterie : 1,500 mètres, répartis comme suit :

A la surface	100 m.	}
Dans le puits	400 m.	
Dans le bouveau	1,000 m.	

Diamètre intérieur des tuyaux 100 m/m.

Installation de la surface.

100 m. de tuyaux en fer étiré de 100 m/m de diamètre intérieur à fr. 7.70 le m. courant	fr. 770.00	
Supports, accessoires et pose	230.00	1,000.00

Installation dans le puits

400 m. de tuyaux en fer étiré de 100 m/m de diamètre intérieur à fr. 7.70 le m. courant	fr. 3,080.00	
Main-d'œuvre de pose (fr. 1.40 par m. courant).	560.00	
Supports et accessoires.	100.00	3,740.00

Installation dans le bouveau.

1,000 m. de tuyaux en fer étiré de 100 m/m de diamètre intérieur à fr. 7.70 le m. courant	7,700.00	
Main-d'œuvre de posé et accessoires.	300.00	8,000.00

Totál. . fr. 12,740.00

soit, par mètre courant de tuyauterie : $\frac{12,740}{1,500} = \text{fr. } 8.50 \text{ environ.}$

Si l'on affecte le prix de revient de la tuyauterie du facteur d'amortissement de 0,129504 qui correspond à une durée de dix ans, l'amortissement annuel est de $12,740 \times 0.129504 = 1,650$ francs.

En comptant sur 290 jours ouvrables, l'amortissement, par heure est :

$$\frac{1,650}{290 \times 24} = \text{fr. } 0,238$$

Le prix de revient de 21 francs par heure, précédemment trouvé, devra donc être augmenté de fr. 0,238; il atteint ainsi 21.238 franc.

Le prix par m³ d'air aspiré et comprimé, à l'extrémité de la conduite, sera donc :

$$\frac{21,238}{8,400} = \text{fr. } 0,00253, \text{ soit } 0,253 \text{ centime.}$$

Le coût du m³, aspiré à la pression atmosphérique et considéré comprimé à 7 atmosphères, utilisable au modérateur de l'appareil récepteur, est donc de

$$\frac{0,253 \times 100}{94,4} = 0,268 \text{ centime.}$$

Détermination des rendements.

1 m³ d'air aspiré (1,000 litres) donne 125 litres d'air comprimé à 7 kgs effectifs.

Le travail, produit par ce m³ d'air comprimé, est :

$$10 Vp = 10 \times 125 \times 7 = 8750 \text{ kgs.}$$

L'expression du travail dans le cylindre de la machine-receptrice est :

$$S \text{ (en cm}^2\text{)} \times p \text{ (en kg/cm}^2\text{)} \times l \text{ (en mètres),}$$

soit : $100 S \text{ (en dm}^2\text{)} \times p \text{ (en kg/cm}^2\text{)} \times \frac{l}{10} \text{ (en dm)} = 10 Slp = 10 Vp$
expression dans laquelle V est exprimé en litres et p en kgs par cm².

La machine aspire 140 m³ d'air par minute, soit :

$$140 : 60 = 2,333 \text{ m}^3 \text{ par seconde.}$$

La puissance disponible de ces 2^m³,333 d'air aspiré et comprimé à 7 kgs, est :

$$\frac{8750 \times 2,333}{75} = 272,16 \text{ HP}$$

Le rendement de compression, c'est-à-dire le rapport de la puissance mesurée aux cylindres des récepteurs à air comprimé, à celle indiquée aux cylindres à vapeur de la machine, est :

$$\frac{272,16}{1000} = 0,272, \text{ soit } 27,2 \%$$

Le rendement de compression total (pertes de charge comprises), est :

$$27,2 \times 0,944 = 25,68 \%$$

Le rendement organique complet, c'est-à-dire le rapport de de la puissance mesurée à l'arbre des tambours du treuil, à celle de la machine, comme ci-dessus, est :

$$25,68 \times 0,70 = 17,98, \text{ soit } 18 \%$$

Prix de revient du cheval-heure, 1 m³ d'air aspiré ou 125 litres d'air comprimé à 7 kgs, peuvent fournir un travail de 8750 kgs.

Au cheval-heure correspondent : $75 \times 3600 = 270.000$ kgs.

En conséquence, la quantité d'air aspiré et comprimé à kgs, nécessaire pour une puissance de 1 HP-heure est de :

$$2700.000 : 8.750 = 308,8$$

Le prix de revient du cheval-heure est donc de :

$$30,8 \times 0,268 = 8,25 \text{ (aux cylindres du récepteur).}$$

Le prix du cheval-heure effectif, sur l'arbre du tambour du récepteur, est, en tenant compte du rendement de ce dernier :

$$8,25 : 0,70 = 11,8 \text{ centimes.}$$

Comparaison de l'emploi de l'air comprimé avec celui de l'électricité.

Le prix du kilowatt-heure, dans les installations des Charbonnages de Ressaix, est évalué à 3 centimes. Le prix du cheval-heure est donc :

$$3 \times 0,736 = 2,2 \text{ centimes.}$$

Si l'on tient compte de l'amortissement des frais d'installation du fond (câbles, transformateur, etc.), le prix du kilowatt est augmenté de 1/2 centime et le prix du cheval-heure devient :

$$3,5 \times 0,736 = 2,6 \text{ centimes.}$$

En adoptant le rendement 0,7 pour un treuil électrique (rapport de la puissance exercée à l'arbre du tambour, à celle relevée aux bornes du moteur), le prix du cheval-heure devient :

$$\frac{2,6}{0,7} = 3,7 \text{ centimes.}$$

Le rapport de comparaison est donc :

$$\frac{11,8}{3,7} = 3,19 : 1$$

Il paraît intéressant de reproduire ici le tableau des pressions, des volumes et des températures absolues, dans les deux cas de la compression isothermique et de la compression adiabatique, mentionné dans l'ouvrage « Haton de la Goupellière », page 529 :

Pression finale absolue P_1 en atmosphères	Compression isotherme		Compression adiabatique		
	Volume final V_1 en mètres cubes	Travail total T_1 en kgm.	Travail final V en m^3	Travail total T_a en kgm.	Température finale en deg. cent.
1	1,00000	0	1,00000	0	273 + 15
2	0,50000	7,162	0,61166	7,936	273 + 79
3	0,33333	11,352	0,45880	13,376	273 + 123
4	0,25000	14,325	0,37412	17,643	273 + 158
5	0,20000	16,630	0,31936	21,208	273 + 187
6	0,16667	18,514	0,28062	24,396	273 + 212
7	0,14286	20,107	0,25156	27,040	273 + 234

On comprend aisément l'économie importante que l'on réaliserait si l'on pouvait admettre une certaine détente dans le cylindre récepteur.

Normes relatives à l'emploi de l'air comprimé.

Etablies pour une tuyauterie de 100 millimètre de diamètre et de 1500 mètres de longueur, y compris la partie installée dans le puits entre la surface et l'étage de 400 mètres. Débit de 30 mètres cubes.

Prix du mètre cube d'air aspiré et comprimé à 7 atmosphères	1/4 centime.
Rendement de compression, mesuré au réservoir d'attente à proximité des compresseurs . . .	27,2 %.
Rendement de compression total, mesuré au modérateur de la machine réceptrice	25,68 %.
Rendement organique complet, mesuré à l'arbre du tambour du treuil	18 %.

Prix du mètre cube d'air comprimé aux cylindres du récepteur 2,144 centimes.
 Prix du cheval-heure aux cylindres du récepteur 8,25 »
 Prix du cheval-heure à l'arbre du tambour du treuil-récepteur 11,80 »

Un cheval-heure correspond à 30,8 mètres cubes d'air aspiré et comprimé à 7 atmosphères ou à $\frac{30.800}{8} = 3850$ litres d'air comprimé à 7 atmosphères.

1000 litres d'air, comprimé à 7 kilg., peuvent fournir $\frac{1000}{3850}$ HP
 = 0,26 HP.

Charbonnage de La Louvière et Sars-Longchamps.

Les marteaux-perforateurs sont pourvus de fleurets creux avec taillant en double burin.

Ces appareils sont utilisés partiellement au creusement des bouveaux ainsi qu'au coupage des voies ; ils servent, à l'exclusion des marteaux ordinaires, pour l'enfoncement du puits n° 10.

Dans les travers-bancs, exécutés par outillage pneumatique (bouveaux de direction midi ; section : 2 mètres de hauteur, sur 2^m,80 de largeur, au pied des bois), deux marteaux sont normalement en fonctionnement simultané ; les bouveleurs n'effectuent que le forage des trous, le déblayement du front ainsi que le boisage.

Le mode d'attaque est déterminé par l'allure et la dureté des terrains, le principe dominant étant le déchaussement, à couronne, des différents bancs, que l'on ramène au niveau du sol de la galerie, par petites mines descendantes, tirées au voisinage des deux parois et du pied du bouveau.

Les avancements normaux obtenus atteignent 2^m,50 par 24 heures contre une moyenne de 1^m,40, que donnaient les anciens procédés.

Le retard, apporté au développement des applications pneumatiques, résulte du fait de la guerre et de l'interdiction, qui avait été faite par les occupants, d'exécuter les travaux préparatoires.

(A suivre.)