

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 10 (1884)
Heft: 4

Artikel: Les explosifs dans les mines à grisou et leurs remplaçants éventuels
Autor: Sinner, Ch. de
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-11163>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

part dans cette campagne scientifique et qui sera d'autant plus utile qu'elle sera de plus longue durée et pour cela elle exigera une inébranlable persévérance, dont l'honneur revient au dévouement scientifique de plus de 260 personnes (avec les stations pluviométriques), d'autant plus remarquable qu'il est désintéressé et inconnu, aussi voulons-nous remercier et signaler à la reconnaissance des amis du progrès ces modestes pionniers de la science.

D'un autre côté, témoignons à la Société helvétique des sciences naturelles qu'elle a bien mérité du pays en créant, en organisant et dirigeant, par l'intermédiaire de ses savants et dévoués délégués, cela pendant quinze ans, le service météorologique suisse, de l'avoir mis sur un pied aussi remarquable et lui avoir donné la puissante vitalité qui le distingue aujourd'hui.

LES EXPLOSIFS DANS LES MINES A GRISOU

ET LEURS REMPLAÇANTS ÉVENTUELS

par CH. DE SINNER, ingénieur.

(TROISIÈME ARTICLE.)

La bosseyeuse.

On voit que, pour le *travail au charbon*, les exploitants disposent aujourd'hui de *plusieurs procédés capables de remplacer la poudre* au besoin, sans perte, et souvent même avec avantage et plus de rapidité dans la production. Il y en a pour toutes les conditions géologiques et économiques qui pourront se présenter dans les houillères.

Mais il restait à vaincre une difficulté plus grande qui paraissait encore presque insurmontable il y a quelques années, c'est le percement sans explosif des galeries en plein rocher, des « travers-bancs, » dans les grès houillers souvent très durs et qui constituent parfois de véritables niveaux gazeux sur de grandes étendues. Forcé de revenir alors à l'antique point-rolle, on n'arrivait souvent à faire qu'un ou deux mètres par mois. L'aiguille-coin rend encore de grands services dans certaines galeries mixtes au charbon, avec bancs de schistes intercalés ou formant le toit de la couche¹. Mais en plein rocher l'aiguille se coince, se brise et devient tout à fait insuffisante pour un moteur animé.

En 1876, la direction des houillères de Marihaye, près de Seraing, pria MM. Dubois et François, les inventeurs de la perforatrice connue (qui a fonctionné une des premières au Gothard), de créer un appareil capable d'attaquer la roche sans avoir recours aux explosifs. Les deux ingénieurs réussirent dans cette tâche difficile au delà de toute attente. Leur bosseyeuse, essayée avec succès déjà la même année (1876), a marché depuis lors de perfectionnement en perfectionnement et a valu à ses inventeurs un diplôme d'honneur à l'exposition d'Amsterdam, en 1883. Elle est employée exclusivement depuis plusieurs années aux houillères de Marihaye. Plus récemment, elle a été introduite dans les charbonnages de la société John

¹ Pour l'enlèvement de ces bancs de rocher, on emploie souvent encore la poudre, mais en Belgique, et dans plusieurs mines anglaises et françaises, on procède alors au tirage des mines pendant le poste de nuit où l'on ne travaille pas à la veine.

Cockerill, à Seraing, depuis trois ans à Montceau-les-mines, et tout dernièrement à Tréllys (Gard). Enfin, en Suisse, elle rend d'excellents services aux salines de Bex depuis deux ans. Mais là son but et son mode d'emploi sont différents, je reviendrai sur ce point.

Les inventeurs ont heureusement combiné les avantages de la perforatrice, de la haveuse et de l'aiguille-coin ; ces trois fonctions sont remplies par un seul et même appareil, très robuste et peu encombrant, mû par l'air comprimé dont la force motrice est ainsi constamment utilisée.

Le point de départ est le perforateur Dubois et François qui a été décrit partout, en particulier dans le Rapport trimestriel du Conseil fédéral, n° 2. Il est préféré en général, pour les travaux de mine proprement dits, à ses rivaux du Gothard (le Ferroux, le Mac Kean, Séguin, etc.) à cause de ses dimensions réduites, de son prix d'achat plus abordable, de sa plus faible consommation d'air et de son tiroir indépendant de la marche de l'outil. Il est bon de rappeler ici que dans les mines, sauf quelques exceptions, la vitesse ne prime pas tout, comme dans les tunnels. Les inventeurs ont complété récemment leur perforateur par un contre-piston à air, placé à l'arrière du cylindre et utilisant les chocs en retour.

Ce perforateur, un seul, est monté sur un affût solide qui lui permet trois mouvements, commandés par des roues et des vis sans fin : Le premier permet de monter ou descendre l'appareil le long d'un axe vertical pour attaquer la stratification la plus favorable ; le second permet tout déplacement dans le plan horizontal choisi, le troisième dans un plan vertical. On peut ainsi pratiquer des trous et des rainures dans diverses directions et dans n'importe quelle partie du front d'attaque. L'appareil est très bien équilibré par des contrepoids, dans toutes les positions différentes qu'il peut recevoir au moyen des vis sans fin. Son maniement est des plus faciles, ainsi que son déplacement sur rails perpendiculairement au front de taille. Deux ouvriers ordinaires suffisent à tout le service. Le dernier type n'occupe que 1 m. de hauteur sur 65 cm. de largeur, il peut ainsi creuser des galeries depuis 1^m20 de large sur 1^m60 de haut, jusqu'à 3^m50 sur 2^m50. Pour les galeries plus larges il y a avantage à employer une seconde bosseyeuse à l'élargissement en arrière ; on peut encore marcher avec deux bosseyeuses au front.

Il y a deux moyens de creuser la rainure, à l'aide de la bosseyeuse¹ :

Par le premier, qui est réservé aux roches de très grande dureté, elle s'obtient en creusant une série de trous de 6 à 8 cm. de diamètre, aussi rapprochés que possible, et en faisant disparaître les intervalles en percutant avec des fleurets dits « scies. » Pour travailler avec ces fleurets, on supprime la rotation au piston du perforateur.

Par le second moyen, la rainure s'obtient directement en procédant comme suit : On commence par creuser deux trous limites au diamètre de 6 à 8 cm. Ces trous, qu'on doit combler sur toute leur longueur par une broche en bois brut, ont pour effet de faciliter la marche régulière de la rainure parce qu'ils en limitent la grandeur par un travail fait. Après cela, en se servant de fleurets spéciaux, on fait fonctionner le perforateur

¹ Extrait d'une instruction détaillée rédigée par les inventeurs.

comme s'il s'agissait de forer un trou ordinaire, tout en le faisant continuellement voyager d'un trou-limite à l'autre. Ce mouvement de va-et-vient du perforateur est ordonné par l'une des vis sans fin de la bosseyeuse, et ce déplacement continu a pour résultat de juxtaposer les coups de fleuret qui, au lieu de forer un trou, creusent ainsi une rainure. Pour que cette opération marche rapidement, il suffit d'apporter un peu de soin dans l'entretien des fleurets. Les rainures peuvent à volonté se faire horizontales ou verticales. L'expérience dans les roches à traverser indique à laquelle des deux positions il faut donner la préférence. La rainure doit se faire sur toute la largeur du front de taille et être d'une profondeur minimum de 0^m80. Les trous pour les coups de coins se creusent à une profondeur de 0^m90 à 0^m95 et ils ont un diamètre de 0^m080 à 0^m085. Après le placement des aiguilles-coins dans les trous d'abatage, le fleuret est enlevé et remplacé par une masse en fer, calée sur le perforateur qui agit alors comme marteau pour enfoncer le coin et faire éclater la roche ¹.

En France, la première tentative de remplacer la perforation mécanique ordinaire par ce nouveau procédé fut faite en avril 1881 par M. Mathet à Montceau-les-mines, dans des percements de roches où l'abondance du grisou rendait l'emploi de la poudre impossible. Au bout d'une première année d'expérience, l'éminent ingénieur put annoncer à la société de l'Industrie Minérale que « ses prévisions s'étaient réalisées au triple point de vue de l'avancement, de l'économie et de la sécurité. » 150 mètres de galerie, partie dans les schistes tendres, partie dans des grès massifs et durs, avaient été exécutés en huit mois au moyen de deux bosseyeuses et sans brûler un grain de poudre. L'avancement mensuel moyen était donc de 18^m75 : c'est à très peu près, dit M. Mathet, l'avancement qu'on eût obtenu par les procédés ordinaires d'abatage, en faisant usage de la poudre ; mais c'est certainement trois fois au moins celui qu'on eût pu faire en ne se servant pas de la poudre et en abattant le rocher à la pointerolle et à la masse. (Cette différence est bien plus sensible encore lorsqu'on considère séparément le travail dans les grès durs.) Le prix moyen du mètre courant, sur 4 m² de section, a été pendant ces huit mois de 70 fr., se décomposant comme suit ² : 30 fr. pour la main-d'œuvre ; 32 fr. 50 c. pour la production d'air comprimé (à 2 cent. le m³) ; 4 fr. 70 c. pour les fournitures et réparations ; 3 fr. 10 c. pour l'entretien des outils. Le prix du mètre cube serait ainsi de 70 : 4 = 17 fr. 50 c., prix très favorable, comparé à d'autres obtenus, à la main ou à la machine, avec le secours des explosifs. Les frais de production de l'air comprimé ont depuis lors été réduits de moitié, ce qui abaisse le prix total du mètre courant à 55 fr.

Pendant le mois d'avril 1882, on a atteint dans une galerie, moyennement dure, un avancement de 24^m20, avec un prix de revient de 46 fr. 65 c. par mètre courant. Les ouvriers gagnant à ce prix des journées de 8 fr. 80 c., on aurait pu facilement le réduire de 10 fr., soit le porter à 36 fr. 65 c.

« On peut donc dire, conclut M. Mathet, que cet outil est

¹ Le trou doit avoir 10 à 15 cm. de plus que la longueur des aiguilles, afin d'avoir l'espace nécessaire pour l'avancement du coin central ; sans cela, dans les roches dures surtout, le bout de ce coin se briserait.

² Extrait de la communication de M. l'ingénieur en chef Mathet à la société de l'Industrie Minérale, lors de la réunion du 7 mai 1882 à Autun.

entré dans le domaine de la pratique et qu'il sera toujours d'un très grand secours, chaque fois qu'il s'agira d'ouvrir une galerie au rocher dans des quartiers grisouteux. »

Aux houillères de Marihaye, près de Liège, où la production annuelle est de 420 à 425 000 tonnes, on a renoncé entièrement à l'usage des explosifs depuis 1880. Tout le travail se fait à l'aiguille-coin, avec le secours de la bosseyeuse pour les charbons durs, le percement des voies d'exploitation et des travers-bancs. M. Clerc a donné dans une note spéciale ¹ des détails complets et fort intéressants sur les résultats obtenus dans ces divers travaux. L'avancement journalier y est partout supérieur à celui que donnait l'abatage à la main et à la poudre, et le prix de revient en général inférieur, tout en faisant gagner aux ouvriers de belles journées. Les tableaux détaillés que donne M. Clerc et les chiffres cités par M. Mathet doivent être regardés comme les résultantes d'une année de pratique courante dans des travaux considérables et de diverse nature. Ces résultantes répondent victorieusement à la note pessimiste que M. Hanarte, ingénieur belge, a adressée à la société des Ingénieurs Civils de Paris ². Cette note paraît basée sur quelques expériences isolées et exécutées dans des conditions exceptionnellement défavorables à l'emploi de la bosseyeuse. D'ailleurs le but de ce procédé n'est point de lutter de rapidité avec la perforation à la dynamite, mais de procurer en présence du grisou une sécurité parfaite, avec une vitesse et un prix de revient acceptables.

L'expérience prolongée aux mines de Marihaye et de Blanzky prouve bien que ce but a été atteint, et même dépassé. Quant à la substitution de la machine, perforatrice ou bosseyeuse, au travail de l'homme, c'est une autre question qui n'est guère susceptible de généralisation. C'est un problème particulier à résoudre pour chaque mine et même pour chaque galerie d'une même exploitation. La machine peut devenir avantageuse dans tel cas, et trop onéreuse dans tel autre. Il y a sans doute des conditions où il faut savoir s'en passer. Mais lorsque la différence n'est pas trop grande, elle peut être compensée quelquefois par la facilité d'aération que procurent les appareils à air comprimé, permettant de pousser des galeries en cul-de-sac à de grandes distances des puits et des voies principales d'aération. L'avancement plus rapide permet aussi de mettre plus tôt en valeur certains quartiers, ainsi que M. Burat, le regretté professeur de l'école centrale, l'a démontré d'une manière frappante dans sa *Situation des houillères de Blanzky en 1877*. D'autre part, une installation à air comprimé coûtant assez cher ne convient en général qu'aux exploitations importantes, en plein développement. Encore doivent-elles éviter tout luxe inutile dans cette installation.

Deux causes qui renchérisent en général la perforation mécanique et qu'on lui reproche avec raison, la plus forte dépense d'explosif, et l'ébranlement plus profond des parois, exigeant de plus fréquentes réparations, sont l'une supprimée, l'autre atténuée par l'emploi de la bosseyeuse. La sécurité que celle-ci apporte dans une mine à grisou vaut d'ailleurs bien un petit sacrifice pécuniaire, plus apparent que réel.

¹ Mémoires de la société des Ingénieurs Civils de décembre 1883. Une première note du même ingénieur, avec planches, avait paru dans la livraison d'octobre 1883.

² Présentée par M. Moreau à la séance du 7 décembre de la société des Ingénieurs civils.

Appliquée à l'abatage des charbons durs, la bosseyeuse a donné aux mines de Marihay des avancements triples et quadruples de ceux que permettait le procédé ordinaire, avec un prix de revient moindre.

Dans les travaux au rocher, le danger d'invasion grisouteuse est souvent de nature intermittente, il n'existe quelquefois que pendant le passage des failles. On peut alors trouver de l'avantage à recourir de nouveau aux explosifs, dès que le danger cesse. Or non seulement la bosseyeuse se prête à ce changement à volonté où il n'y a qu'à remplacer les aiguilles par l'explosif dans les trous forés par l'appareil; mais le tirage sur la rainure¹ est beaucoup plus efficace et plus économique, grâce au déchaussement préalable de la roche. Pendant le tir de la bosseyeuse, on regagne ainsi en vitesse ce qu'on peut avoir perdu en marchant sans explosif dans les passages dangereux.

A Bex on a employé jusqu'à ce jour exclusivement cette seconde méthode. (Le grisou n'a point été rencontré dans ce percement, tandis qu'il n'a cessé de se dégager depuis 1879 dans un autre quartier.) Dans ces conditions, le prix de revient du mètre courant a baissé de moitié par la substitution de la bosseyeuse aux perforatrices Ferroux. Ces dernières travaillent toujours à l'autre attaque, et la différence de prix s'est maintenue pendant deux années de perforation simultanée dans les mêmes conditions géologiques. La roche principale est l'anhydrite, parsemée de cailloux durs², qui rendent la perforation assez difficile. Le mètre courant sur 3 m² de section coûte en moyenne 39 fr. à la bosseyeuse, tandis qu'il dépassait parfois 80 fr. avec les perforatrices Ferroux. L'enlèvement des déblais est compris dans ces prix, mais non les frais de réparations. D'ailleurs la bosseyeuse, plus robuste et mieux équilibrée, exige beaucoup moins de réparations que les perforateurs ordinaires. La dépense d'air est à peu près la même dans les deux cas. Du reste elle importe peu, avec la force hydraulique abondante dont on dispose près de l'entrée de la galerie en percement. L'économie considérable réalisée par l'emploi de la bosseyeuse porte en partie sur la main-d'œuvre, mais principalement sur la consommation de dynamite qui renchérisait relativement la perforation au Ferroux. (Je dis « relativement, » car malgré cette dépense la perforation mécanique donnait déjà un avantage sérieux sur le travail à la main. Il s'agit d'ailleurs d'un percement très important pour l'avenir de l'exploitation.)

Je suis d'autant plus heureux de ce succès de la bosseyeuse que j'ai eu le premier l'occasion d'en conseiller l'emploi à la direction des salines de Bex, qui désirait éviter, ou du moins diminuer, la consommation de dynamite. (La poudre travaille mal dans ce terrain.) Grâce aux renseignements obligeants et encourageants de M. Mathet dont je connaissais la haute compétence, et qui a bien voulu m'inviter à assister à ses expériences sur l'appareil installé depuis peu à Montceau³, l'acquisition d'une bosseyeuse fut décidée en octobre 1881 par la

direction des salines de Bex. Et l'on adopta la méthode mixte, plus rapide, qui était ici tout indiquée. Le résultat favorable obtenu par ce moyen fournit la preuve que la bosseyeuse peut rendre des services importants même en dehors des mines à grisou. Il y a là une revanche partielle du travail mécanique, habilement dirigé par l'intelligence humaine, sur la force brutale des explosifs dont une partie est toujours employée en pure perte, et dont une autre partie donne même lieu à des effets nuisibles, à des ébranlements dangereux⁴. Dans le percement de longues galeries ou de tunnels de chemins de fer, la bosseyeuse rencontrera d'ailleurs beaucoup moins de difficultés pratiques que les excavateurs à section entière, comme les machines Beaumont, très avantageuses pour la craie de la Manche, mais qu'il serait difficile, sinon impossible, d'appliquer à la plupart des travaux de mine.

MM. Dubois et François ont obtenu de très beaux avancements dans un tunnel de la ligne des Asturies en Espagne, où la bosseyeuse, avec tir à la dynamite, a fait 18 mètres par semaine, pour une seule attaque, dans des quartzites très dures. Il est probable que ce procédé deviendrait encore plus avantageux dans des roches fissurées, et de dureté moyenne, où la rainure s'opère plus facilement, tandis que les explosifs travaillent moins bien.

V. Conclusions.

1° La théorie et l'expérience prouvent que l'emploi des explosifs dans les houillères est aujourd'hui la cause la plus redoutable de l'inflammation du grisou, et souvent aussi la cause de son invasion subite dans les travaux.

2° Une réglementation et une surveillance sévères peuvent sans doute diminuer le nombre d'accidents dus à cette pratique dangereuse.

3° Les règlements généraux et particuliers prévoient eux-mêmes, et ordonnent en cas de besoin, l'interdiction temporaire ou même permanente des explosifs. Dès lors la recherche de remplaçants efficaces et économiques s'impose.

4° Pour l'abatage du charbon grisouteux, l'exploitant a aujourd'hui à sa disposition deux remplaçants simples et éprouvés, l'aiguille-coin et le tirage à la chaux.

5° Lorsque la rapidité du travail acquiert plus d'importance, et qu'une installation hydraulique ou à air comprimé ne paraît pas trop onéreuse, on pourra recourir, surtout pour les charbons durs, aux coins (ou leviers) hydrauliques, ou, mieux encore, aux haveuses mécaniques qui suppriment, en même temps que l'explosif, le travail le plus pénible du mineur. Pour les couches irrégulières et inclinées du continent, les haveuses devront être remplacées par la traccuse de Blanzay ou la bosseyeuse Dubois et François.

6° Dans les travaux au rocher envahis par le grisou, la bosseyeuse Dubois et François, travaillant sans explosif, peut remplacer, soit la perforation mécanique ordinaire, le plus souvent

¹ Cette rainure n'a pas besoin dans ce cas d'occuper toute la largeur du front de taille: 80 cm. de largeur sur 1^m20 de profondeur suffiront pour les roches dures, 1^m50 sur 1^m80 pour les roches tendres; 10 à 12 trous de mine suffiront ensuite pour abattre l'avancée.

² Ces cailloux inclus ou noyés dans la masse d'anhydrite sont une particularité du gisement salin de Bex, dont l'étude géologique a donné lieu à bien des discussions.

³ M. Rosset, directeur des salines, se rendit lui-même à Montceau, où il trouva auprès de M. Mathet l'accueil le plus aimable et un des champs d'expériences les plus instructifs de l'industrie minière.

⁴ M. Biver a fait observer que 1 kg. de houille développe dans une bonne machine à vapeur, par heure, 270 000 kilogrammètres, travail qui correspond exactement à celui produit par 1 kg. de poudre dans la désagrégation des roches. Or, 1 kg. de poudre coûte 2 fr. 50, tandis que 1 kg. de bonne houille ne dépasse pas le prix de 2 1/2 cent., soit la centième partie, sur le carreau de la mine.

[C. R. de l'Académie, t. 91.]

avec économie, et sans ralentir l'avancement outre mesure; soit le travail à la main et à la poudre, en augmentant souvent la rapidité, et en abaissant, dans bien des cas, le prix de revient.

7° En l'absence de danger, l'application de la bosseyeuse, combinée avec l'usage modéré des explosifs, peut offrir de grands avantages sur la perforation mécanique ordinaire, ainsi que le prouve l'exemple des salines de Bex.

8° Ces procédés viennent combler la dernière lacune sérieuse, constatée partout dans le système de défense organisé contre le grisou. Ils représentent en même temps une revanche de la mécanique sur la force brutale et mal disciplinée des explosifs chimiques.

9° La nécessité économique qui paraît devoir s'imposer de plus en plus, d'augmenter la production de la houille plus rapidement que le nombre des mineurs, ne pourra que favoriser le développement et la généralisation de ces procédés mécaniques, si désirables au point de vue de la sécurité et de l'humanité.

NOTES COMPLÉMENTAIRES

1. Travail des bosseyeuses sans le secours des explosifs.

L'arrêté royal du 28 avril 1884¹, qui est devenu le nouveau règlement général des mines belges, maintient l'interdiction des explosifs pour l'abatage du charbon dans les mines grisouteuses, et l'étend de plus à certains travaux au rocher, clairement désignés par l'arrêté. L'étude du nouveau procédé de MM. Dubois et François s'impose donc, en quelque sorte, aux directeurs de mines.

Aux charbonnages de Marihaye, où les bosseyeuses ont entièrement remplacé les explosifs depuis plusieurs années, on note avec le plus grand soin le temps et le volume d'air comprimé, absorbés par chacune des opérations partielles. La direction a bien voulu m'autoriser à publier, comme pièce à l'appui de mes conclusions, un extrait résumé de ses registres contenant le détail complet de deux percements effectués en 1884, le premier dans un grès très dur et compacte (de la couche Stenaye), le second dans un schiste relativement tendre. Ces deux exemples, tirés de la pratique courante, répondent aux types extrêmes de travail au rocher qu'on rencontre dans le terrain houiller. Tous deux se rapportent au percement des bacnures ou travers-bancs, c'est-à-dire à un travail en plein rocher.

La pression de l'air employé à ces deux percements a varié entre $3\frac{1}{2}$ et $4\frac{1}{2}$ atmosphères effectives. Le diamètre du piston perforateur était de 12 cm., dimension ordinaire de la bosseyeuse au rocher. (Pour l'abatage du charbon, un modèle plus petit est préféré.)

1. Bacnure en grès très dur et compacte. (Voir fig. 1.)

Galerie de 2^m10 de haut et 1^m95 de large, soit 4^m09 de section.

Le desserrement a été opéré en faisant, suivant une ligne verticale, 15 trous de 8 cm. de diamètre et 90 cm. de profondeur; les intervalles entre les trous étaient de 65 mm. environ. Le forage de ces 15 trous a duré de 11 h. 26' à 12 h. 25', soit

¹ Publié après l'impression de la première partie de mon article.

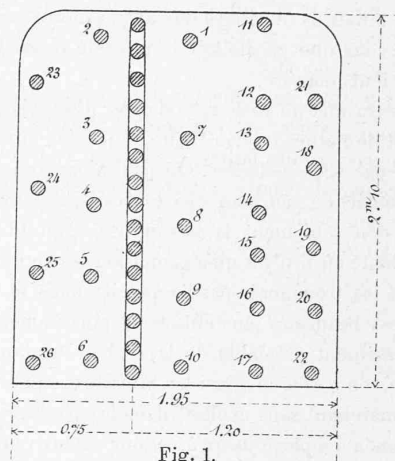


Fig. 1.

13 heures, dont il faut déduire 2 h. 4' d'arrêt pour un accident survenu au compteur d'air, et 1 h. 31' perdues par le changement de poste. On a donc foré les 15 trous, en réalité, en 9 h. 24'. Le forage du premier trou 1, qui exige toujours plus d'effort, a duré 1 h., de même que celui du trou 7 par lequel le travail a repris après le changement de poste. Les 13 autres trous ont exigé en moyenne 34', dont 31' pour le forage même, et 3' pour placer et changer les fleurets.

La dépense totale a été de 189^m3770^l; par trou, en moyenne 12^m3651^l. (Le chiffre a varié entre 9^m3/4 pour le trou 11, et 22^m39 pour le trou 7.) La machine a frappé pendant 8 h. 47', dépensant 21 1/2 m³ par heure de frappe.

Le sciage des intervalles entre les trous a duré 2 h. 15', et a consommé 37^m3200^l. La machine a frappé pendant 1 h. 57', et 18' ont été employées à changer la machine de place d'un trou à l'autre: consommation par heure de frappe, 19 m³.

L'abatage a exigé 26 trous de 1 m. environ de longueur, dont le forage a pris 16 heures, soit 37' par trou, avec une consommation totale de 401^m3240^l, ou 15^m3400^l par trou.

Le hottage¹ de ces 26 fourneaux a demandé 2 h. 28' de frappe, et 33 m³ d'air comprimé, soit 5' et 1^m3270^l par trou.

L'avancement a été de 87 cm. et la consommation d'air com-

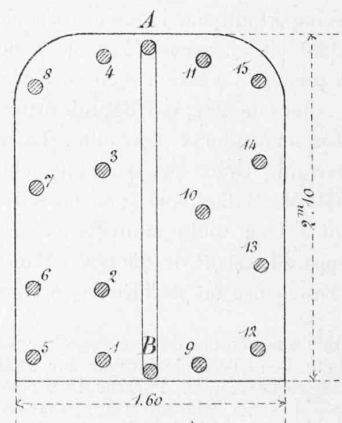


Fig. 2.

¹ Le mot « hottage » désigne l'action de la masse sur les coins, qui remplace celle du coup de mine et qui est particulière à la bosseyeuse.

primé totale de 661m^3180^1 . L'opération a duré 45 h. 48' en tout, y compris le déblai, les arrêts et pertes de temps pour changement de poste et autres. La consommation par heure a donc été de 14m^3380^1 .

La machine a frappé pendant 30 h. 21', consommant 23m^3 par heure de frappe.

La consommation d'air comprimé serait ainsi, d'après le compteur, par mètre courant de baccure en grès, de 760m^3 , et par mètre cube de grès abattu, de 185m^3586 . Ou plus exactement, après la correction qu'exige le compteur : 207m^3485^1 par mètre cube de grès abattu, en travers-banc de 4m^209 de section.

2. Travers-bancs en schiste houiller. (Voir fig. 2.)

Galerie de $2\text{m}10$ de haut sur $1\text{m}60$ de large, soit de 3m^236 de section.

Les diverses opérations sont détaillées dans le tableau suivant.

La différence de temps et de consommation entre A et B, creusés à la même profondeur de $1\text{m}05$, provient de ce que,

quand on fore le premier trou d'une attaque, la machine recule jusqu'à ce qu'elle soit bien calée à l'arrière, et qu'ainsi la frappe est moins énergique. La rainure a été creusée ensuite à 1 m. de profondeur, en promenant l'outil percuteur de bas en haut et de haut en bas alternativement, ainsi qu'il a été expliqué plus haut.

Le travail a commencé à 10 h. 42' du matin et a été achevé (voir tableau) à 3 h. 30' du matin suivant. Il a duré ainsi 16 h. 48', y compris 1 h. 40' de perte lors du changement de poste. Durée réelle du travail : 15 h. 8', pendant lesquelles la machine a frappé durant 5 h. 57' (après l'achèvement de la rainure), soit :

4 h. 50' pour le forage, ou 19' par trou,
et 1 h. 7' » » hottage, ou $4\frac{1}{2}$ »

La consommation, pendant le forage des 15 trous, a été de 125m^3890^1 , soit de 26m^3 par heure, ou 8m^3393^1 par trou ; pendant le hottage de 6m^3210^1 , soit de 6m^3 à l'heure, ou $0,414^1$ par trou.

Consommation totale : 186m^3560^1 pour 15 h. 8' de travail, soit 12m^3350 par heure.

HEURES	DÉSIGNATION DES OPÉRATIONS	DURÉE DES OPÉRATIONS				CONSOMMATION D'AIR COMPRIMÉ	
		Forage de la rainure	Forage des trous	Hottage	Déblai, arrêts, etc.	Forage	Hottage
		Heures et minutes	Heures et minutes	Heures et minutes	Heures et minutes	m ³ lit.	m ³ lit.
MATIN							
h. m. h. m.							
10.42 à 10.55	Forage du 1 ^{er} trou, A.	0.13	—	—	—	8.120	—
10.55 à 11.01	Forage du 2 ^d trou, B.	0.06	—	—	—	4.130	—
11.01 à 11.34	Changement d'outils	—	—	—	0.33	—	—
11.34 à 2.07	Creusement de la rainure	2.33	—	—	—	42.210	—
2.07 à 3.17	Forage des quatre trous N ^{os} 1 à 4.	—	1.10	—	—	32.540	—
3.17 à 3.28	Manœuvre, etc.	—	—	—	0.11	—	—
3.28 à 3.40	Hottage des trous N ^{os} 2, 3 et 4.	—	—	0.12	—	—	1.160
3.40 à 5.15	Déblai, manœuvre, etc.	—	—	—	1.35	—	—
5.15 à 5.20	Hottage du trou N ^o 1	—	—	0.05	—	—	0.300
5.20 à 7.00	Changement de poste	—	—	—	1.40	—	—
7.00 à 8.11	Forage des trous N ^{os} 5 à 8.	—	1.11	—	—	35.600	—
8.11 à 8.41	Manœuvre, etc.	—	—	—	0.30	—	—
8.41 à 8.56	Hottage des trous N ^{os} 6, 7 et 8.	—	—	0.15	—	—	1.800
8.56 à 9.45	Déblai, manœuvre, etc.	—	—	—	0.49	—	—
9.45 à 9.50	Hottage du trou N ^o 5	—	—	0.05	—	—	0.250
9.52 à 12.05	Forage des trous N ^{os} 9 à 14	—	2.13	—	0.02	51.470	—
MINUIT							
h. m. h. m.							
12.06 à 12.22	Forage du trou N ^o 15	—	0.16	—	0.01	6.280	—
12.22 à 12.31	Manœuvre, etc.	—	—	—	0.09	—	—
12.31 à 12.39	Hottage des trous N ^{os} 10 et 11	—	—	0.08	—	—	0.750
12.39 à 1.25	Déblai, manœuvre, etc.	—	—	—	0.46	—	—
1.25 à 1.37	Hottage des trous N ^{os} 13, 14 et 15	—	—	0.12	—	—	0.950
1.37 à 2.20	Déblai, manœuvre, etc.	—	—	—	0.43	—	—
2.20 à 2.25	Hottage du trou N ^o 9	—	—	0.05	—	—	0.500
2.25 à 2.30	Hottage du trou N ^o 12	—	—	0.05	—	—	0.500
2.30 à 3.30	Déblai, etc.	—	—	—	1.00	—	—
		2.52	4.50	1.07	7.59	180.350	6.210

L'avancement a été de 95 cm. La consommation d'air serait donc, d'après le compteur :

de 196 m³ par mètre d'avancement en schiste, ou 58^m3630^l par mètre cube de schiste abattu.

Après la correction qu'exige le compteur employé, on trouve que *l'abatage d'un mètre cube de schiste n'exige que 65 m³ 548^l d'air comprimé* (en travers-bancs de 3^m236).

2. Application de la bosseyeuse au percement des galeries et tunnels, avec le secours partiel des explosifs.

Le titre et le but de mon étude ne me permettaient de traiter que très sommairement les applications de la bosseyeuse en dehors des travaux grisouteux. Je n'ai cité que l'exemple de Bex que je connaissais par une expérience continue de deux années. L'appareil de MM. Dubois et François, utilisé avec le secours des explosifs, tendant à se substituer de plus en plus aux perforatrices ordinaires, je crois devoir ajouter ici quelques renseignements sur des succès plus récents obtenus dans cette voie et sur ceux qu'on peut espérer, par le même moyen, pour le percement des grands tunnels de chemin de fer.

Dans plusieurs mines françaises et belges, une seule bosseyeuse remplace aujourd'hui avec avantage, même dans les galeries exemptes de grisou, l'affût muni de 4 perforatrices ordinaires, ainsi à Blanzly, à Villeder (Morbihan), à Tréllys (Gard), etc. M. Mathet résumait récemment devant la société de l'Industrie minérale les avantages qu'il a obtenus à Blanzly, grâce à cette substitution :

« Le havage a pour effet de desserrer la roche et de réduire à son minimum le nombre des trous de mine et la consommation d'explosifs. On n'a qu'un seul outil robuste et peu encombrant¹ qui n'exige que deux ou trois hommes pour son fonctionnement, d'où résulte une sensible économie dans les frais de réparation², d'entretien et de main-d'œuvre.

» Par suite du diamètre plus grand des trous de mine, le nombre de ces derniers est réduit au moins de moitié ; en même temps, ces trous se percent plus vite, à cause de la puissance du perforateur. »

La bosseyeuse montre donc une tendance commune avec la perforatrice Brandt dont elle diffère essentiellement sous d'autres rapports : c'est celle de diminuer le nombre des machines et des trous de mine, tout en augmentant la puissance des premières et le diamètre des seconds : on réduit ainsi à la fois les frais de premier établissement, de main-d'œuvre et d'entretien.

Dans une galerie où le prix du mètre courant était de 110 fr. pour les 4 perforatrices, il est tombé à 70 fr. par la substitution de la bosseyeuse, et l'avancement s'est accru en même temps. A Bex, nous avons vu que pour un avancement au moins égal le prix du mètre courant a été réduit de moitié par l'application du nouveau procédé. (De 80 à 39 fr.)

¹ Avec l'affût, le plus fort modèle pèse 3200 kg. et peut circuler sur des voies de 50 cm. à 80 cm. d'écartement ; il mesure 80 cm. en largeur et 1^m20 en hauteur.

² La bosseyeuse de Bex, en service depuis plus de deux ans, n'a exigé aucune réparation sérieuse jusqu'à ce jour, tandis que, sur trois machines Ferroux, il y en a toujours une qui chôme pour cause de détérioration.

Dans les roches très dures¹, il peut être avantageux de renoncer à la rainure et de faire le déchaussement à la dynamite ; ce système sera préféré dans le percement des galeries de direction d'un tunnel à avancement forcé, où l'on ne vise pas à l'économie d'explosifs et où la rainure est moins utile, à cause de la grande section de la galerie. Dans ce cas, on emploiera deux bosseyeuses de front, travaillant simultanément, ce qui abrège de moitié le temps pris par la perforation, et ce qui procure en outre l'avantage d'amener la double voie jusqu'au front de taille, d'où résultent de grandes facilités pour l'enlèvement des déblais. Dans ces conditions, MM. Dubois et François pensent qu'ils pourront obtenir, dans les roches de dureté moyenne, des avancements allant jusqu'à 200 mètres par mois, avec un seul point d'attaque.

La bosseyeuse a été employée, en 1882, au percement des galeries de direction du tunnel de la Perruca, entre Léon et Gijon, dans les Asturies. La roche était un quartzite très dur et l'on travaillait avec une seule bosseyeuse, avec une section de galerie de 3^m50 sur 3 m. On perçait de 11 à 15 trous, et le forage des trous, correspondant à une attaque, soit à un avancement de 1^m20 environ, ne prenait pas plus de 4 heures en moyenne. Mais le déblai se faisait lentement, de sorte que l'avancement était de 18 à 20 m. par semaine d'un côté, de 16 à 17 m. de l'autre. Avec une organisation analogue à celle de l'Arlberg pour l'enlèvement des déblais, on serait arrivé à faire plus de 3 attaques, soit un avancement de 4 m. au moins par 24 heures, ce qui est satisfaisant si l'on considère la dureté de la roche.

Avec deux bosseyeuses, on irait encore plus vite : dans les roches moyennement dures, c'est-à-dire des roches où l'avancement atteindrait 1 m. par 24 heures par le travail à la main activement poussé, on peut compter qu'une bosseyeuse fait par heure 4 trous de 1^m30 à 1^m40. Avec deux machines et 20 trous par attaque, la perforation prendrait 2 1/2 heures ; si l'on compte, comme à l'Arlberg, 3 heures pour le tir et le déblai, on ferait une attaque par 5 1/2 heures, soit 4,4 × 1,35 ou 6 m. d'avancement journalier : chiffre presque égal à la meilleure moyenne mensuelle obtenue à l'Arlberg.

Le prix du matériel nécessaire à l'emploi de la bosseyeuse est relativement peu élevé. A la Perruca, l'installation complète ne coûtait que 40 000 fr. par entrée. Pour un tunnel de 8000 mètres, MM. Dubois et François estiment le coût total du matériel, avec machine motrice et trois chaudières à vapeur, à 250 000 fr., soit 125 000 par entrée² (pour des roches dans lesquelles le travail manuel pourrait fournir un avancement mensuel de 30 m., moyenne obtenue dans le terrain houiller).

Les galeries exécutées avec l'aide de la perforation mécanique peuvent se classer en deux catégories : les galeries ordinaires, par exemple celles de mine, où l'on cherche à combiner l'économie avec un avancement raisonnable, et les galeries où l'on vise avant tout à obtenir un avancement rapide, ce qui est le cas des grands tunnels. M. François pense que la bosseyeuse est aussi bien applicable à la marche forcée qu'à la marche économique, moyennant un accroissement de dépenses

¹ La suite de cette note est empruntée à un mémoire plus complet de M. P. Trasenster, professeur à l'université de Liège, publié dans la Revue universelle des mines, de Liège, novembre-décembre 1883.

² Pour plus de détails, voir l'article cité de M. Trasenster.

commun à tous les systèmes et dû, notamment, à la grande consommation de dynamite et d'air à haute pression : il serait assez porté à caractériser ces deux allures par les chiffres du tableau suivant, applicable aux bosseyeuses employées avec le secours des explosifs :

NATURE DES ROCHES	Avancement par le travail manuel	TRAVAIL DES BOSSEYEUSES			
		MARCHE ÉCONOMIQUE		MARCHE FORCÉE	
		Avance- ment	Prix comparé	Avance- ment	Prix comparé
	Mètres	Mètres		Mètres	
Roches faciles	40	125	0,80	200	1,00
Terrains houillers.....	30	100	0,75	175	1,25
Grès dur, calcaire compact, roches granitiques	15	75	0,70	150	1,50
Porphyres et quartzites....	5 à 10	40 à 60	0,60	125	1,75

Les prix de revient du tableau ci-dessus comprennent la main-d'œuvre pour la perforation, le tir et le transport des déblais à 100 mètres du front de taille, ainsi que la consommation d'explosifs, en estimant la dynamite à 4 fr. 50 et la poudre comprimée¹ à 1 fr. 50 le kilogramme ; ces prix ont pour terme de comparaison l'unité qui représente le prix de revient du travail à la main. Si l'on veut tenir compte de la dépense en combustible, en fournitures diverses et en surveillance, il faut augmenter les prix ci-dessus de 20 % dans le cas de la marche économique et de 40 % dans le cas d'une marche forcée.

CHRONIQUE

Les nouveaux pavages. — La question du mode de pavage est délicate à résoudre pour les chaussées des grandes villes parcourues par de lourdes charges, lorsque le mouvement des voies est considérable. Voici quelques données à ce sujet :

La *Semaine des constructeurs* analyse, dans sa livraison du 11 octobre, une notice lue récemment par M. Stayton à l'Institut des ingénieurs d'Angleterre, résumant les observations comparatives faites à Londres sur les dépenses d'entretien, de réparation et de renouvellement des voies, suivant l'activité du trafic.

Nous extrayons de cette analyse les renseignements suivants : Londres compte 1718 milles de voies, soit 2765 kilomètres (le mille vaut 1609 mètres), qui se répartissent comme suit :

Macadam	573 milles.
Pavé en granit	280
» bois	53
Asphalte	14
Empierrement	798
	1718 milles.

La surface occupée par le pavage en bois atteint 814 000 mètres carrés et a coûté environ quinze millions de francs à établir. Ce pavage tend actuellement à se généraliser.

Le système se borne à poser sur une base résistante et indestructible un revêtement élastique formé de blocs en bois debout.

La couche de fondation a le plus souvent 0^m15 ; le béton est composé de 5 1/2 parties de sable de rivière et d'une partie de

¹ Dans les mines françaises et belges, la perforation mécanique se fait en général à la poudre comprimée ; la dynamite est réservée pour les roches très dures et les travaux où la rapidité joue le premier rôle.

ciment de Portland. La dépense pour les matériaux et la main-d'œuvre de cette fondation est alors de 3 fr. 45 le mètre pour la fondation seule.

Le sapin, en blocs rectangulaires ou briques de 75×125×250 millimètres, est généralement employé. Les madriers en sapin de Norvège, sains et à grain serré, ainsi débités en bloc, fournissent les matériaux reconnus les plus résistants à l'usure et aux influences atmosphériques. Le pin rouge donne d'assez bons résultats : sur la section de King's-Road, après 4 1/2 ans de service, l'usure n'était que de 1,4 millimètres. L'orme et le chêne résistent également bien à l'usure, mais non aux influences atmosphériques. Le frêne serait excellent, mais il est trop rare et coûteux. On fait usage de blocs entièrement créosotés dans toute l'épaisseur, de blocs simplement immergés dans la créosote ou dans des dissolutions de sels métalliques ; enfin de blocs sans préparation aucune. M. Stayton déclare que ces derniers ont ses préférences, ils sont aussi durables que les autres.

Le pavage de Chelsea a employé 48 à 49 pavés par mètre carré ; on place les blocs la fibre verticale, les joints ont neuf millimètres de largeur et sont garnis d'un mortier composé de trois parties de sable de rivière pour une de ciment de Portland ; à la surface, on répand une légère couche de cailloux aigus. Autant que possible, il faut attendre une semaine avant de mettre la nouvelle chaussée en service, afin de laisser au mortier et au béton le temps de faire prise.

La dépense totale, fondation et pavage compris, est de 15 à 16 fr. le mètre carré.

Quant à l'usure, on a pu constater sur les voies les plus fréquentées, dans Oxford street par exemple, que l'épaisseur a pu être réduite à moitié, et même sur certains points particulièrement fatigués, à 40 millimètres, sans que la chaussée se déformât ou se brisât.

Ces résultats ne sont obtenus qu'au prix d'un entretien constant et attentif : chaque pavé défectueux doit être aussitôt enlevé, le sable et l'eau répandus à la surface doivent être distribués intelligemment.

Dans ces conditions, l'entretien courant coûte 54 cent. par mètre carré et par an, tandis que celui du macadam monte à 1 fr. 33.

M. Stayton estime qu'il convient de donner aux blocs une longueur de queue de 12 à 13 centimètres, sans demander au pavé en bois, par un surcroît d'épaisseur, une durée supérieure à sept ans pour les voies très fréquentées.

Sur ces bases, évaluant l'intérêt, l'amortissement du capital de premier établissement réparti sur vingt années avec trois réfections du revêtement en bois (la fondation en béton étant utilisée sans autres frais) et les frais annuels de réparations de nettoyage, on trouve au total 2 fr. 60 par mètre carré et par an. Les frais étaient plus considérables lorsque les voies étaient macadamisées : à Westminster les seules réparations aux voies macadamisées atteignaient 3 fr. et à White Hall, 4 fr. 27. M. Stayton a également comparé entre eux, en tenant compte du transit, les divers modes de pavage en bois employés à Londres. (Sapin ordinaire, rouge et ordinaire créosoté ; procédés Henson ordinaire, Henson perfectionné, avec asphalte et de Loyd.) Il résulte de la comparaison des chiffres de son tableau pris dans leur ensemble, que les frais d'entretien sont à peu près les mêmes pour tous les systèmes de pavage en bois lorsqu'on arrive à un fort trafic, et qu'en conséquence ces divers procédés sont à peu près équivalents.

— La ville de Paris, se fondant sur l'expérience de la ville de Londres, applique actuellement le pavage en bois à la réfection des voies à forte circulation. L'administration municipale, estimant que la durée du pavage est ici beaucoup une affaire d'habileté de main-d'œuvre et de pureté des matériaux, consent ses contrats en payant ses entrepreneurs (la compagnie française de pavage en bois) par un système spécial d'annuités couvrant la fourniture, la pose, l'entretien et les renouvellements pour une période de dix-huit ans. Nous renvoyons le lecteur soucieux d'approfondir les mérites de ce mode de pavage, tel qu'il est compris par les ingénieurs de la ville de Paris, à un article publié en juin 1883 par les *Nouvelles annales de la construction*, sous ce titre : *le pavage en bois à Paris*.

— Il est intéressant de noter qu'au moment où, en Europe, les villes de Londres et de Paris préconisent le pavé de bois, dont l'expérience à Londres même est relativement récente, en