

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 10 (1884)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Les explosifs dans les mines à grisou et leurs remplaçants éventuels  
**Autor:** Sinner, Ch. de  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-11154>

### **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:** 12.01.2026

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

### 2<sup>o</sup> Décapement de la calotte.

La calotte se compose d'une tranchée de 1 800 000 m<sup>3</sup> à enlever dans une période de 2 ans. On emploiera la méthode dite « anglaise, » c'est-à-dire par puits et galerie.

On percera donc à la base de la calotte (soit à l'altitude de 47 m.), et dans l'axe du canal, une galerie convenablement boisée et d'une section suffisante pour le passage des wagons seuls, les locomotives n'y pénétrant pas. Cette galerie aura une pente de 5 mm. vers chaque entrée pour permettre le démarrage des wagons pleins, tout en rendant facile le lançage des wagons vides. Sur l'axe de cette galerie on percera verticalement 10 à 11 puits de 2 m<sup>2</sup> de section, allant du plafond de la galerie jusqu'au jour et qui serviront de cheminée pour jeter les déblais dans la galerie où ils seront reçus directement dans les wagons. Pour amortir la chute des trop gros blocs qui pourraient défoncer les wagons, la partie inférieure du puits est fermée par un solide grillage en charpente dont les barreaux peuvent toutefois se déplacer au moyen d'une pince pour permettre l'enlèvement des blocs retenus sur le grillage.

À l'extérieur ces puits sont élargis circulairement en forme d'entonnoir et leur distance les uns des autres est calculée de telle sorte que, lorsque deux entonnoirs arrivent en contact, l'inclinaison de leurs parois, soit le talus naturel, correspond à la tenue des terres traversées. Pendant qu'on procède à l'élargissement du premier puits, on pousse en avant la galerie et l'on perce le second puits, qui aussitôt arrivé à l'extérieur est immédiatement élargi en entonnoir, concurremment avec le premier; on commence aussitôt le forage du troisième puits et l'excavation continue ainsi régulièrement pour tous les puits à la fois, quoiqu'à des degrés d'avancement différents.

Pour l'enlèvement des déblais, la locomotive, revenant du lieu de dépôt où vient d'être déchargé le train plein, arrive à l'entrée de la galerie et tamponne les wagons vides que chaque équipe arrête au passage sous les puits successifs.

Le wagon de queue est lancé jusqu'au bout de la galerie pour y apporter les bois nécessaires au boisage et ramener les déblais de l'avancement. Il y a deux locomotives par attaque, l'une emmène les wagons pleins à la décharge, l'autre distribue les wagons vides dans la galerie.

On décharge trois trains de 20 wagons par heure, ce qui fait 500 wagons par jour, soit 1500 m<sup>3</sup> par chaque attaque, ou 3000 m<sup>3</sup> pour les deux attaques. L'enlèvement des 1 800 000 m<sup>3</sup> de la calotte en six cents jours, soit deux ans, est ainsi assuré.

L'avancement journalier de la galerie est de 35 m.

### 3<sup>o</sup> Extraction du massif central.

Il restera donc à enlever pendant les 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> années le grand massif rocheux central cubant 5 000 000 m<sup>3</sup>, resserré entre deux talus très élevés et très étroits et offrant à leur base, c'est-à-dire au plafond du canal, à peine la surface nécessaire aux dragues et aux chalands.

Le procédé d'abatage auquel M. Gerster s'est arrêté consiste à abattre des tranches verticales dont la plus haute, allant de la cote 8 m. au-dessous de la mer à la cote 50 m., base de la calotte enlevée précédemment, aura 58 m. de hauteur et une épaisseur de 2 à 3 m. Pour cela on percera des trous de mine de 7 à 10 cm. de diamètre et de toute la hauteur de la tranche, distants de 2 à 3 m. du front et espacés de 4 à 5 m. les uns des autres.

Pour la tranche de 58 m. de hauteur on forera 8 trous de mine sur le front et on les chargera d'une série de cartouches de dynamite espacées de 5 m. dans le sens de la hauteur; ainsi un trou de 58 m. de hauteur sera chargé d'un chapelet de 12 cartouches qui, mises en communication entre elles par un explosif électrique et cela en outre sur toute la largeur de la tranche, partiront simultanément et produiront sinon la chute entière de la tranche, du moins celle d'une quantité considérable de déblais dans le chenal creusé au fur et à mesure de l'avancement.

Ces déblais seront enlevés par les grandes dragues de MM. Demange et Satre à Lyon qui ont commencé à fonctionner cette année. Ces dragues sont à une seule élinde médiane portant une chaîne munie de godets ayant 700 l. de capacité chacun. L'élinde est disposée de façon à permettre de draguer à une profondeur de 8<sup>m</sup>50 au-dessous du plan d'eau. Les godets verseront les déblais dans un couloir en Y permettant de charger à la fois deux chalands placés de chaque côté et à l'arrière de la drague. La machine motrice est verticale, du système Compound, de la force de 300 chevaux, faisant passer sur la lanterne supérieure 14 godets par minute, pleins de déblais enlevés à 8<sup>m</sup>50 de profondeur et pesant 1800 kg. le mètre cube. La vitesse normale de la machine est de 60 tours par minute. Elle actionne également une hélice placée à l'arrière de la drague et lui imprime un mouvement de 120 tours à la minute.

Ces dragues ont 40 m. de longueur et 8<sup>m</sup>40 de largeur au maître couple, et peuvent faire 500 m<sup>3</sup> de déblais par heure.

Telle est l'organisation générale des travaux de percement de l'isthme de Corinthe et que nous pouvons brièvement résumer ainsi :

1883-1884. a) Enlèvement des 1 800 000 m<sup>3</sup> de la calotte.  
b) Extraction des approches par dragues et pompes à sable, 3 000 000 m<sup>3</sup>.

1884-1885-1886. Extraction des 5 000 000 m<sup>3</sup> du massif central par abatage et grandes dragues.

Le roi et la reine de Grèce ont inauguré solennellement les travaux le 23 avril 1882. D'après les contrats le canal doit être livré à la navigation dans un délai de quatre ans, c'est donc en 1886 qu'on inaugurera ce beau travail, en chantier, pour ainsi dire, depuis dix-huit siècles.

R. GUIBAN.

8 mai 1884.

## LES EXPLOSIFS DANS LES MINES A GRISOU

ET LEURS REMPLAÇANTS ÉVENTUELS

par CH. DE SINNER, ingénieur.

### I. Dangers et réglementation du tirage à la poudre.

Les grandes enquêtes officielles sur les explosions de grisou dont la France a donné le généreux exemple en 1877, ont constaté, pour toute l'Europe occidentale, une diminution progressive et notable du nombre relatif des victimes que ces explosions font chaque année, (en appelant *nombre relatif* le rapport du nombre absolu des victimes à celui des ouvriers employés en moyenne à l'exploitation de la houille.)

Les commissions d'étude, chargées de ces enquêtes en France, en Angleterre et en Belgique, composées de savants illustres et

des ingénieurs les plus compétents, sont d'accord pour attribuer ce progrès réjouissant à une ventilation beaucoup plus puissante et mieux distribuée qu'autrefois, à l'emploi de plus en plus répandu des lampes de sûreté perfectionnées, à une réglementation plus sévère, et surtout à la sollicitude constante des directeurs de mine et des ingénieurs de l'Etat.

Mais partout on signale le même point faible : le danger créé dans les mines à grisou par l'emploi des explosifs, qui entrave et paralyse trop souvent les mesures les mieux combinées. Ce danger saute aux yeux d'ailleurs : chercher à perfectionner sans cesse les lampes de sûreté qui sont déjà bien près de la perfection, et tolérer à chaque instant des flammes nues à une température beaucoup plus élevée et d'un volume plus considérable, apparaît comme une singulière contradiction. Souvent d'ailleurs la secousse imprimée à l'atmosphère par un coup de mine peut faire sortir la flamme du treillis protecteur des lampes de sûreté. Savants et praticiens sont d'accord pour regarder le tirage à la poudre comme la cause la plus redoutable, la plus meurtrière des accidents, la seule qui semble encore défier toutes les mesures de précaution. On a fait beaucoup cependant pour atténuer les effets et pour restreindre l'application de cette pratique dangereuse. Et la plupart des moyens conseillés dans ce but par les commissions officielles avaient déjà été expérimentés et réglementairement employés dans plus d'une houillère. En voici les principaux, en suivant le savant rapporteur de la commission française, tout en abrégant beaucoup <sup>1</sup> :

« Il convient d'abord de proscrire comme amorces toutes les matières qui donnent de la flamme, comme les raquettes, cannettes, mèches souffrées, étoupilles goudronnées, et de n'admettre que l'étoupe non goudronnée, allumée au moyen de l'amadou ou du briquet. Encore ce dernier doit-il être regardé comme très suspect <sup>2</sup>. M. Ruggieri a proposé des étoupilles à friction, analogues à celles de l'artillerie, qui supprimeraient la flamme à l'extérieur. »

La commission recommande ensuite : l'emploi exclusif de poudre comprimée et, de préférence, de la poudre comprimée papetée de M. Ruggieri qui évite la production de pulvérin capable de donner de la flamme en dehors de celle du coup lui-même. Quant à cette flamme, on doit la considérer comme inévitable en principe, mais chercher à en diminuer l'intensité en employant une poudre aussi brisante que possible.

» Les gaz de la poudre n'interviennent que par leur température, et en quelque sorte comme l'allumette qui met le feu au gaz. Mais cette température elle-même est indispensable, car elle constitue l'élément direct de la puissance explosive. Il ne saurait donc être question de la diminuer en principe, mais seulement de chercher à en déterminer la décroissance rapide après sa production, de manière à ce que les gaz se répandent au dehors sans incandescence. Le problème ainsi posé paraît d'une extrême difficulté... »

Les tentatives faites pour le résoudre, les *cartouches Mac Nabb*, avec interposition d'eau entre la bourre et la poudre, essayées à Blanzky, n'ont point été couronnées de succès.

<sup>1</sup> Haton de la Goupillière, ingénieur en chef des mines, rapport de la commission du grisou. Paris, Dunod, 1881. Tirage à part des *Annales des mines*, sept.-oct. 1880.

<sup>2</sup> En effet, plus d'un coup de grisou a été allumé par l'étincelle d'un briquet. On l'a constaté tout récemment encore en Prusse.

On dit souvent, et l'on a constaté parfois, que le grisou enflammé par l'allumage de la mine, est éteint par l'explosion de la poudre : c'est là un de ces heureux hasards sur lesquels on fait bien de ne pas trop compter.

La situation des trous de mine, continue le rapport, n'est pas sans importance. « Dans les gites grisouteux, c'est surtout au toit (plafond) que réside le danger. Les coups dits « en cou » ronne » doivent être interdits <sup>1</sup>. Dans les houillères poussiéreuses, il faudra au contraire éviter les trous de mine à la partie inférieure et dans une direction capable de soulever le tourbillon de poussières.

» Dans les mines à grisou, quel que soit l'ensemble des précautions prises, on ne peut jamais se considérer comme à l'abri de tout danger que par la constatation formelle de l'absence absolue du gaz un instant avant l'allumage. De plus, cette constatation doit être recommencée à nouveau entre chaque coup ou chaque volée électrique. Il arrive souvent, en effet, qu'un coup de mine, par l'ébranlement qu'il détermine dans les parois, en fait sortir le grisou, comme on exprimerait l'eau contenue dans une éponge, en la pressant. Dans ces conditions, l'atmosphère qui était pure avant le premier coup, peut devenir explosive pour le suivant.

» L'allumage doit être fait par les maîtres mineurs, ou des hommes spécialement chargés de ce soin, expérimentés, et désintéressés dans les opérations du chantier. On peut enfin tirer, même dans le grisou, par volées électriques, pendant que tout le personnel se trouve hors des travaux ou du quartier en question. »

Ce dernier moyen peut rendre et a rendu de très grands services pour des travaux exceptionnellement dangereux que la sécurité générale d'une mine exige parfois. Mais il serait difficile, peut-être même dangereux, de généraliser cette pratique.

La plupart des autres précautions indiquées dans le rapport sont déjà observées dans plusieurs mines et inscrites dans leurs règlements particuliers. La loi anglaise et le règlement officiel belge sont très explicites à cet égard. Seulement la « personne compétente » qu'exige la loi anglaise pour vérifier l'état de l'atmosphère, et allumer s'il y a lieu, est souvent interprétée dans un sens très large par les exploitants. En France, où il n'existe pas de règlement général et officiel, la plupart des compagnies houillères, soit leurs directeurs, ont devancé et parfois même dépassé par leurs prescriptions ce que l'Etat exige ailleurs. Le règlement de Blanzky, par exemple, qui est sévèrement appliqué, pourrait servir de modèle, en tout pays.

« Cet ensemble de précautions, conclut le rapport cité, a paru à la commission devoir suffire dans la presque totalité des cas. » Mais le rapporteur <sup>2</sup>, qui s'était montré personnellement plus sévère comme professeur à l'école des mines, a soin d'ajouter : « On peut cependant toujours prévoir un tel degré d'infection grisouteuse, dans certains quartiers exceptionnels, que l'interdiction absolue du tirage à la poudre y soit l'*ultima ratio* de la sécurité. Il convient donc, à cet égard, d'indiquer les moyens de suppléer à l'emploi de la poudre dans les travaux souterrains. »

Avant d'aborder cette étude des remplaçants des explosifs, je

<sup>1</sup> Le règlement de la compagnie de Blanzky défend de percer des trous à moins de 0<sup>m</sup>30 du plafond.

<sup>2</sup> M. Haton de la Goupillière.



voudrais compléter l'avis collectif et officiel de la science française par l'opinion particulière de quelques savants et praticiens éminents.

M. Berthelot, de l'Institut, dans les conclusions qu'il tire de ses expériences désormais classiques sur l'onde explosive, insiste sur l'importance d'une agitation préalable et de la température initiale du mélange explosif, et en déduit que, pour une même quantité de grisou, un coup de mine doit donner lieu à une explosion beaucoup plus violente et plus désastreuse que la flamme d'une lampe ou d'une allumette.

La belle série d'expériences poursuivies pendant plusieurs années dans le laboratoire de l'école des mines, par MM. Mallard et Lechatelier, et les considérations théoriques dont le mémoire récent<sup>1</sup> de ces deux savants professeurs est accompagné, démontrent également le rôle capital que peuvent jouer l'agitation préalable et la température initiale du mélange explosif.

M. Abel, le célèbre chimiste de Woolwich, en rendant compte de ses expériences sur l'action des poussières charbonneuses dans les explosions de grisou, insiste sur un autre danger<sup>2</sup> : « Avec des poussières très sensibles, dit-il, et avec la présence d'une source de chaleur ou de flamme considérable, d'autre part, telle que celle produite par un coup de mine qui débouffe, ou surchargé, une petite proportion de grisou, dont la possibilité de l'existence dans la mine ne pourrait absolument pas être soupçonnée, peut être une cause qui provoque le développement d'une explosion de poussières<sup>3</sup>. »

D'autres expériences sur les poussières, celles de M. Vital, ingénieur des mines à Rodez, celles de MM. Mallard et Lechatelier, et d'autres encore dues à des ingénieurs anglais, paraissent prouver qu'une explosion de poussières peut être occasionnée en l'absence complète du grisou, par suite d'un coup de mine qui débouffe. Un accident survenu en 1875 à la houillère de Campagnac (Aveyron) où la présence du grisou n'a été constatée ni avant ni après l'explosion, semble confirmer cette manière de voir. Cependant, en l'absence complète de gaz, une explosion de poussières reste toujours assez restreinte.

M. Galloway, inspecteur royal des mines anglaises, qui attribue aux poussières qu'il étudie depuis des années un rôle plus prépondérant que les ingénieurs français ne l'admettent, se montre plus sévère pour la poudre, et trouve insuffisante la constatation imposée de l'absence du gaz avant le tirage des mines. La lampe de sûreté est en effet le seul indicateur pratique qu'on puisse employer couramment dans ce but, et il n'est pas facile de discerner ainsi dans l'atmosphère d'un chantier (par l'allongement de la flamme et l'apparition de l'auréole bleue) la présence d'une quantité de grisou de 2<sup>0</sup>/<sub>10</sub>. « Cette constatation<sup>4</sup>, dit M. Galloway, n'est possible qu'à l'œil le plus exercé, avec un verre de lampe très propre, une bonne mèche et une bonne huile. La grande majorité des mineurs et tous les ouvriers ordinaires déclareraient une pareille atmosphère absolument exempte de gaz. » Or cette quantité de 2<sup>0</sup>/<sub>10</sub> suffirait

(d'après MM. Galloway et Abel) à produire une explosion grave en présence de poussières très divisées tenues en suspension par l'atmosphère du chantier.

MM. Mallard et Lechatelier, s'appuyant sur leurs propres expériences, éprouvent moins de crainte à l'égard des poussières. Pour eux, le grisou est toujours le danger principal. Mais ils regardent néanmoins les indications de la lampe de sûreté comme insuffisantes dans bien des cas pour la sécurité du tirage. Ils ont réussi, après bien des recherches dans différentes voies, à déceler une quantité de 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub> de grisou, — et même inférieure pour un observateur très exercé, — au moyen de deux petits écrans qui masquent l'éclat de la flamme et laissent ainsi mieux voir l'auréole bleue caractéristique qui la surmonte. Ce petit appareil peu coûteux qui peut s'adapter à toute lampe de sûreté et qui a donné des résultats remarquables dans plusieurs houillères, se répand de plus en plus en France, pour les lampes des surveillants chargés de vérifier l'état de l'atmosphère avant le tirage, offrant une garantie plus sérieuse contre les dangers de cette pratique encore si répandue.

Quant à la sécurité parfaite, il y a toujours lieu de se rappeler cette conclusion de M. Mallard, alors ingénieur en chef des mines à Saint-Etienne<sup>1</sup> : « Dans toute mine reconnue capable de dégager du grisou, une explosion est toujours à redouter, même quand on ne peut constater par les moyens ordinaires la présence actuelle du gaz. »

Deux exemples frappants et trop réels, cités et observés par M. Mathet, l'éminent directeur des mines de Blanz, montrent combien cette manière de voir est justifiée :

*Premier exemple* : Un ouvrier met le feu à une mine malgré la défense formelle du chef de poste qui vient de le quitter : le coupable est foudroyé et cause la mort d'une dizaine de ses camarades. Ce cas n'est malheureusement point un fait isolé, mais une menace constante en présence de l'esprit d'indiscipline qui envahit de plus en plus les populations ouvrières.

Le *second exemple*, rapporté par M. Mathet, concerne un chantier en plein rocher : cette fois le surveillant a donné la permission de tirer, après avoir constaté l'absence totale de grisou à la lampe. Une explosion formidable, qui s'étend à tout l'étage, suit de près le coup de mine, faisant plusieurs victimes et causant des éboulements importants. Lorsqu'on parvient enfin à travers ces obstacles au chantier en question, on aperçoit un petit lit de charbon dégageant du grisou que l'action de la poudre a mis à découvert, mais que personne n'aurait pu soupçonner auparavant. L'accident plus grave survenu il y a deux ans dans un des charbonnages Cockerill, près de Seraing, qui tua soixante ouvriers, paraît s'être produit dans des circonstances semblables. D'ailleurs certains grès houillers crevasés peuvent donner beaucoup de grisou, et chaque fois qu'on rencontre une faille, ou même une simple fissure, un dégagement de gaz est possible. Il y a même des bancs de grès durs qui constituent de véritables niveaux grisouteux, de même qu'il y a des niveaux aquifères dont on profite pour les puits artésiens. Lorsqu'on perce un banc de grès ainsi imprégné de gaz, lequel peut se prolonger sur plusieurs kilomètres dans certains bassins houillers, on obtient une source de gaz plus ou moins abondante

<sup>1</sup> *Annales des mines*, 1883, cinquième livraison.

<sup>2</sup> *Annales des mines*, 1881, quatrième livraison, pag. 158. Traduction française de M. Aguillon.

<sup>3</sup> M. Abel recommande la recherche de moyens de remplacer les explosifs dans l'abatage, comme la mesure la plus efficace contre les poussières et le grisou.

<sup>4</sup> Déposition de M. Galloway devant le « coroner, » dans l'enquête sur une catastrophe récente.

<sup>1</sup> *Annales des mines*, septième série, tome VII, et Haton, Rapport de la commission du grisou, 1881.

et régulière qui persiste souvent des mois, quelquefois des années. Ainsi dans une mine à grisou, le danger n'est point limité à l'abatage du charbon même, mais il envahit fréquemment les travaux au rocher, où l'emploi de la poudre est plus difficile à éviter.

STATISTIQUE. Enfin, les statistiques les plus récentes et les plus authentiques, montrent bien que les deux causes les plus fréquentes des explosions de grisou sont aujourd'hui : 1<sup>o</sup> *l'emploi abusif de lampes à feu nu*, auquel il serait facile de remédier, mais qui est encore très répandu dans la patrie de Davy et en Allemagne ; et 2<sup>o</sup> *le tirage à la poudre*.

MM. Aguillon et Pernolet nous donnent dans leur remarquable et substantiel rapport de mission sur « l'exploitation et la réglementation des mines à grisou »<sup>1</sup> l'analyse des causes de tous les accidents importants de grisou (six victimes au minimum) survenus en Angleterre de 1870 à 1880. Pour chacun de ces accidents ils donnent, d'après les renseignements officiels obtenus des inspecteurs royaux, la cause d'accumulation et la cause d'inflammation. Je ne parlerai ici que de cette dernière. Sur ces 43 accidents graves, il y en a 11 dont la cause d'inflammation n'a pu être établie d'une façon certaine. Mais sur les 32 explosions à cause bien démontrée :

17, ainsi plus de la moitié, sont dues à l'emploi de lampes à feu nu,

1 à une lampe de sûreté ouverte imprudemment par un surveillant,

1 à un incendie spontané de la houille,

2 aux foyers d'aérage alimentés par l'air vicié de la mine,

11, ainsi plus d'un tiers, au tirage à la poudre.

En Belgique (où la lampe de sûreté de Mucselser est imposée par l'Etat), une circulaire du ministre<sup>2</sup> du 7 octobre 1882, adressée aux ingénieurs du corps des mines, constate que sur 23 cas d'inflammation de grisou observés pendant les trois années précédentes, dont plusieurs très graves, 18, ainsi plus des trois quarts, ont été déterminés par l'emploi de la poudre. La circulaire rappelle ensuite que des sièges importants d'exploitation, celui de Marihay près de Seraing entre autres, ont réussi à remplacer entièrement les explosifs par des moyens mécaniques, et elle recommande aux directeurs de mines de chercher à entrer dans cette voie, autant que possible.

Les statistiques françaises publiées et en cours de publication, fournissent des résultats semblables.

## II. Moyens de remplacer l'action des explosifs<sup>3</sup>.

L'étude des accidents et leur statistique confirment ainsi les déductions tirées de la théorie et des expériences de laboratoire : On ne peut plus nier aujourd'hui que l'emploi des explosifs dans les mines à grisou crée un danger réel et constant.

Est-ce un mal nécessaire ? Si c'était le cas, il vaudrait mieux le passer sous silence, peut-être. Sans doute, la défense absolue

et générale n'est pas possible actuellement, dans toutes les conditions géologiques et économiques si différentes que présentent les houillères. En revanche, une restriction partielle est non seulement économiquement possible, mais elle a fait ses preuves sur une assez vaste échelle. En Belgique, en effet, la poudre est prohibée depuis plusieurs années par l'Etat, pour le travail à la veine. Et dans un grand nombre de houillères françaises et anglaises, les directeurs n'ont pas attendu l'intervention de l'Etat, pour proscrire cette pratique dans les couches reconnues dangereuses.

Le but immédiat qu'on se propose dans l'abatage de la houille est de détacher intact un bloc ou parallépipède rectangle, en faisant le moins possible de menu. L'ouvrier à la veine, le « piqueur », opère dans ce but trois coupures, à savoir : une première suivant un plan horizontal à la base de la couche, appelée *havage* ou *sous-cave*, dont la profondeur peut varier de 0<sup>m</sup>50 à 1<sup>m</sup>50. Le havage s'exécute à genoux ou couché, « à col tordu » ; cette dernière position que les couches très minces imposent au piqueur, rend son travail excessivement pénible, et dangereux lorsque le toit est peu solide. Il se fait à la rivelaine, pic à deux pointes. Viennent ensuite, comme limites latérales du bloc, les deux coupures verticales, enlevées au pic ordinaire par éraflures successives. On n'a alors plus qu'à introduire une ligne de coins aussi près que possible du plafond, « en couronne », comme on dit, pour aider le poids du bloc à se détacher. Quelquefois cette dernière opération devient même inutile, et il convient d'autant plus de soutenir provisoirement le bloc par des cales ou tasseaux. D'autres fois au contraire, le détachement par la partie supérieure offre plus de difficultés, et c'est dans ce cas, que l'emploi de la poudre au lieu de coins est le plus avantageux et en quelque sorte justifié. Encore devrait-on observer la précaution imposée par le règlement de Blanzy, de ne jamais placer les trous de mine à moins de 0<sup>m</sup>30 de la couronne.

Dans les veines franchement grisouteuses, le gaz rend le charbon plus friable. Il est même reconnu que plus une couche est grisouteuse, plus elle est tendre et s'abat facilement. Les ouvriers intelligents le savent très bien, ce qui ne les empêche pas de mettre la poudre dès qu'on les laisse libres, quoiqu'au dire des ingénieurs il en résulte souvent pour eux une perte réelle. Aussi les ingénieurs anglais étaient-ils assez disposés à accepter, avec les inspecteurs royaux, un article de loi proposé par une commission parlementaire qui prohibait le tirage à la poudre dans tous les quartiers de mine où l'emploi des lampes de sûreté aurait été reconnu nécessaire. Cette disposition de loi, bien près de passer à la Chambre des communes en 1872, fut cependant rejetée, le ministre ayant déclaré que les ouvriers, représentés dans la commission, tenaient à l'emploi de la poudre plus que les ingénieurs.

Le gouvernement belge avait eu le bon esprit de ne point consulter les ouvriers, mais de les protéger malgré eux, par un règlement général qui interdit absolument le tirage pour le travail à la veine. Lorsque exceptionnellement une couche est très dure et peu ou point grisouteuse, les exploitants peuvent demander et obtenir, après examen par l'ingénieur de l'Etat, une permission temporaire, toujours limitée par des conditions nettement formulées.

L'AIGUILLE-COIN. On a d'abord exprimé la crainte qu'il n'en

<sup>1</sup> Dunod, Paris 1881, trois volumes.

<sup>2</sup> Cette circulaire officielle est reproduite in extenso dans les *Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France*, octobre 1883, voir Clerc, la *Bosseyeuse*, pag. 435.

<sup>3</sup> Haton de la Goupillière, *Cours d'exploitation des mines*, Dunod, 1883. Ponso, *Supplément au traité d'exploitation des mines de houille*. Pernolet et Aguillon, *Réglementation et exploitation des mines à grisou*, Dunod 1881. *Annales des mines*, 1880-1883 ; etc.

résulte un désavantage économique pour les houillères belges, seules soumises à un régime aussi sévère. Mais grâce à l'aiguille-coin, devenue un excellent outil entre les mains d'ouvriers exercés et intelligents, ces craintes n'ont pas tardé à se dissiper. Il ne s'agit pas d'ailleurs du coin ordinaire des terrassiers, mais de l'aiguille-coin ou aiguille infernale : assemblage de trois coins dont deux demi-ronds formant les joues latérales, forgés en fer doux, et entre eux un plat-coin en fer dur ou mieux en acier, qu'on chasse à coups de masse. On obtient ainsi une dislocation du charbon suffisante, sans l'ébranlement nuisible que causent les coups de mine. Le frottement de fer sur fer poli est naturellement moindre que de fer sur charbon, et la distribution de la pression sur de grandes surfaces augmente l'effet. La longueur de l'aiguille doit varier en raison inverse de la dureté du charbon.

Ce procédé, employé autrefois en Angleterre avant la poudre<sup>1</sup>, et qui s'était maintenu dans les mines métalliques du Harz sous le nom de « Federkeil », paraissait tombé dans l'oubli partout ailleurs, lorsque les ingénieurs belges songèrent à le reprendre et le perfectionner pour les mines à grisou. C'est grâce à leur initiative et à leur persévérance couronnées d'un plein succès, que le gouvernement belge put insérer dans son règlement général la prohibition des explosifs pour le travail à la veine.

Dans l'exploitation des couches minces, on applique l'aiguille dans plusieurs houillères belges au « bossement » ou « coupage » des voies d'exploitation, c'est-à-dire à l'abatage des bancs de rocher qui se trouvent immédiatement au-dessous ou au-dessus des veines, ou entre deux veines, et qu'on doit enlever pour donner aux galeries de roulage la hauteur nécessaire. Dans les couches puissantes qu'on abat par gradins, l'aiguille-coin est encore plus avantageuse : en attaquant le milieu de chaque gradin percé d'un trou à la tarière, elle détache le parallépipède presque d'un seul bloc. Il suffit d'un second trou de coin pour abattre le reste de la masse, et cinq minutes suffisent pour chasser des coins d'environ 1 m. de longueur. Dans les couches peu inclinées et puissantes, on abrège ainsi l'opération, on se dispense du havage et produit une plus grande quantité de gros. Le procédé peut même devenir avantageux pour les couches non grisouteuses<sup>2</sup>.

Cette transformation, qu'on a souvent déclarée impossible, a pu ainsi s'opérer en Belgique d'une manière très satisfaisante, grâce aux mesures des ingénieurs de l'Etat et des directeurs de mines, et grâce à la discipline intelligente des ouvriers belges. Les directeurs de plusieurs houillères françaises et anglaises ont pris eux-mêmes l'initiative du même progrès, et ils ont eu d'autant plus de mérite à triompher de bien des préjugés, de la résistance sourde et opiniâtre de leurs ouvriers.

**VIS ET COINS HYDRAULIQUES.** Pour les charbons très durs, ou les bancs de rocher dur intercalés, l'opération peut cependant devenir difficile surtout lorsque les ouvriers, si nomades aujourd'hui, n'ont pas encore acquis une habitude suffisante du maniement de l'aiguille qui exige un petit apprentissage.

On a cherché à suppléer à ce manque d'habileté ou de force par des moyens plus puissants. D'abord on a songé à enfoncer le coin principal la tête la première, et de l'attirer ensuite au moyen d'une vis à laquelle il est relié et qui prend son point d'appui sur l'orifice du trou. La vis est ordinairement manœuvrée à la main. M. Cochrane en Angleterre, MM. Guibal, Demanet, etc. en Belgique et M. Levet en France, ont imaginé diverses dispositions de ce genre, mais qui se sont peu répandues. Celle de M. Levet fonctionne cependant d'une manière courante et très satisfaisante aux mines de Blanzey. On y emploie aussi un coin plus puissant dû au même inventeur, où la vis est remplacée par la pression hydrostatique qui agit sur un piston. Le petit modèle de cet appareil, facile à manier et à transporter, peut développer un effort de 30 tonnes. Comme le fait très bien observer M. Haton de la Goupillière<sup>1</sup>, le savant professeur de l'école des mines de Paris, « cette action paraît moins économique que celle de la poudre, mais elle présente sur cette dernière des avantages qui pourront être décisifs dans des cas spéciaux. On évite ainsi les projections et dislocations nuisibles et obtient plus de gros. »

La même observation peut s'appliquer aux nombreux appareils plus puissants encore du même genre, inventés et expérimentés en Angleterre et en Belgique, agissant sous des pressions énormes, mais qui ne sont guère entrés dans la pratique courante. Les plus connus de ces leviers ou coins hydrauliques sont ceux de Bidder et Jones, Chubb, Davies, Dingly et Ackers, Elliott, Grafton, Guibal, Mac-Donald, Tangye, Williams. L'emploi de pareilles pressions ne peut être économique et pratique que dans certains cas particuliers. Et l'eau comme moteur, malgré ses avantages incontestables, a l'inconvénient qu'il faut ensuite s'en débarrasser, souvent à grands frais par le puits d'épuisement.

**LE TIRAGE A LA CHAUX.** Un autre procédé utilise l'action chimique de l'eau sur la chaux vive, soit l'augmentation de volume bien connue qui l'accompagne. Ce mode d'abatage fut proposé pour la première fois par le célèbre ingénieur anglais sir George Elliott, et signalé déjà en 1879 dans un excellent journal scientifique, rédigé par un de nos collègues, *Le monde de la science et de l'industrie*. Depuis lors, il a été employé d'une manière suivie et régulière dans les houillères de Shipley (Derbyshire) par MM. Smith et Moore. M. Paget-Mosley a rendu compte de cette expérience prolongée à Shipley, devant l'« Iron and steel institute », dans les termes suivants<sup>2</sup> :

« On prend de la chaux caustique obtenue par la calcination du carbonate de chaux du terrain houiller. On la pulvérise finement au sortir du four et on la moule en forme de cartouches de 6 cm. environ de diamètre ; la pression employée est de 40 tonnes. Ces cylindres de chaux vive sont renfermés dans des boîtes hermétiquement fermées pour empêcher l'action de l'humidité, et ils sont prêts pour l'emploi de la mine. On fore les trous de mine au moyen d'une machine à percer volante et on introduit dans le trou un tube de fer de 1 cm. environ de diamètre correspondant à une entaille analogue dans le cylindre

<sup>1</sup> D'après M. Berthelot (*Nouvelle revue* du 1<sup>er</sup> août 1883), l'application de la poudre aux travaux de mine ne date que de la fin du dix-septième siècle.

<sup>2</sup> Ponson, *Supplément au traité d'exploitation*, Baudry, Liège et Paris.

<sup>1</sup> Haton de la Goupillière, *Cours d'exploitation des mines*. 1, Paris, Dunod, 1882.

<sup>2</sup> Traduction du *Bulletin de l'association des élèves de l'école des mines*, 1882. La commission royale anglaise des accidents recommande vivement ce procédé.



de chaux. Ce tube de fer est perforé en différents endroits et est renfermé dans un sac de calicot qui ferme ainsi les orifices du haut et du bas; on y ajoute un bouchon. On introduit ensuite la cartouche qu'on foule légèrement pour bien assurer le remplissage. Par le tube de fer on introduit, au moyen d'une pompe foulante de petit calibre, une quantité d'eau égale au volume de la chaux qui constitue la cartouche. On place le bouchon pour empêcher l'échappement de la vapeur produite par la chaleur d'hydratation de la chaux; on se hâte ensuite d'effectuer le bourrage au-dessus de la cartouche; mais l'expérience a montré qu'il se passe, après l'introduction de l'eau, un temps suffisamment long sans qu'il y ait danger d'explosion. L'expansion de la vapeur et le gonflement de la chaux hydratée font fissurer le charbon et produisent ainsi l'abatage, sans ébranlement du toit ni projections, de sorte que les ouvriers n'ont point à s'éloigner du chantier. Pour percer un trou de 90 cm. de profondeur et 6 cm. de diamètre, il faut en moyenne 12 minutes: le chargement du trou et le bouchage demandent 4 minutes. Quand on opère avec un havage, on réussit parfaitement à faire tomber toute la partie sous-cavée, même à plusieurs centimètres en arrière du fond du trou de mine. On obtient ainsi très peu de menu, et les blocs détachés sont prêts pour le chargement. Si on laisse en place les étais employés habituellement, le charbon fissuré reste suspendu et il suffit de retirer au fur et à mesure les supports pour obtenir la chute de celui-ci. Lorsque le toit n'est pas très solide, on peut ainsi l'étayer successivement après le dépilage. Il n'est pas nécessaire d'avoir des ouvriers expérimentés, car ce travail est fort simple. Dans un chantier, et en trois semaines comportant 319 $\frac{3}{4}$  heures de travail, on a produit 628 tonnes de charbon en se servant de coins. En employant la chaux, dans un chantier voisin, on a obtenu 768 tonnes de houille en 249 heures de travail, c'est-à-dire 140 tonnes de plus en 100 heures de moins. De plus, le produit était moins disloqué et on avait beaucoup plus de gros. »

Quant aux roches dures, il est peu probable que le tirage à la chaux puisse jamais leur être appliqué; il ne peut remplacer la poudre que dans le travail à la veine et ne dispense point du havage<sup>1</sup>.

**PRESSIION STATIQUE DE L'AIR COMPRIMÉ.** Un moyen plus puissant a été essayé en Angleterre par M. Garforth, c'est la pression statique de l'air comprimé introduit dans le trou de mine et agissant directement sur les parois du trou. Cette pression a été poussée jusqu'à 900 atmosphères. Mais le mode d'exploitation proposé par M. Garforth ne s'est point répandu.

## RAPPORT SUR LE TRAVAIL DE M. SAMBUC

CONCERNANT LES CHEMINÉES DE CUISINES ET D'APPARTEMENTS

Dans la séance de la Société des ingénieurs et des architectes du 2 février 1884, M. Sambuc, ingénieur, nantit l'assemblée de ses idées personnelles sur les principes suivants lesquels les cheminées de cuisines et d'appartements devraient être construites pour donner un bon rendement du combustible em-

<sup>1</sup> Plus récemment, ce procédé a été introduit dans plusieurs houillères anglaises et allemandes; en Belgique aux charbonnages du Hazard, en France aux mines de Tréllys (Gard).

ployé, tout en évitant les inconvénients que présentent les cheminées dans les proportions qu'on leur donne ordinairement.

Une commission composée de MM. Bezencenet, architecte; Recordon, architecte; Guinand, architecte; van Muyden, ingénieur, et du soussigné, fut chargée d'examiner le mémoire de M. Sambuc et de faire rapport à la Société.

La commission remercie M. Sambuc d'avoir soulevé une question importante, mais trop souvent négligée, ou même ignorée de bon nombre de constructeurs.

Des changements notables ont été apportés à nos habitudes depuis le temps où, le combustible étant à bas prix, on se chauffait devant de grands feux flambant sous le manteau de cheminées à la mode du XVII<sup>e</sup> siècle, et où la cuisine se faisait à l'aide de la crémaillère et du tournebroche. Maintenant on veut être bien chauffé, dans toutes les chambres de la maison, tout en faisant le moins de dépense possible. La cheminée est devenue un objet de luxe, le calorifère et le fourneau potager ont remplacé l'âtre autour duquel nos arrière-parents passaient en devisant les longues soirées d'hiver.

Il ne nous reste du bon vieux temps que les canaux par lesquels s'échappait l'abondante fumée des brasiers d'alors. La proportion juste existait entre la puissance du foyer et la capacité des conduits de fumée; mais aujourd'hui nos feux sont réduits au strict nécessaire et les cheminées nous offrent un excès de section nuisible à la bonne marche de nos appareils perfectionnés et à l'économie que nous comptons réaliser par leur emploi.

M. Sambuc trouve que, non seulement les cheminées à l'ancienne mode ont une section exagérée, mais aussi celles que l'on construit aujourd'hui pour des poêles, fourneaux et cheminées et dont la loi sur la police des constructions, du 22 mai 1875, fixe le diamètre minimum à 0<sup>m</sup>21. Il tire ses conclusions de considérations théoriques discutées dans les paragraphes de son mémoire intitulés *calculs* et *application du calcul*; mais on peut se demander si les formules sont applicables avec une certaine sécurité à des cas extrêmes, comme ceux des fourneaux d'appartements, où les foyers sont réduits au minimum de capacité? Nous avons lieu d'en douter et nous croyons que M. Sambuc en doute aussi, car dans le tableau<sup>1</sup> qui suit son mémoire, il donne des exemples de sections de cheminées autres que celles que fournit le calcul.

Passant ensuite aux foyers ouverts, nous remarquons que M. Sambuc leur applique les mêmes formules et les mêmes coefficients qu'aux foyers fermés, oubliant que les conditions de tirage sont toutes différentes, l'air entrant dans nos cheminées d'appartement avec toute liberté d'allure et sans avoir à subir les résistances de grilles, de combustible accumulé, de portes régulatrices, etc.

La comparaison faite entre la quantité de combustible brûlée par heure et par décimètre carré de cheminée, dans les foyers fermés et dans les foyers ouverts, est donc critiquable. Ce n'est d'ailleurs qu'avec la plus grande prudence qu'il est permis de s'en rapporter aux données du calcul pour tout ce qui concerne les mouvements des gaz dans les canaux soumis à l'action na-

<sup>1</sup> Depuis le dépôt du présent rapport, M. Sambuc a apporté de notables modifications à son tableau.