



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### **Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### **About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

## Consignes d'utilisation

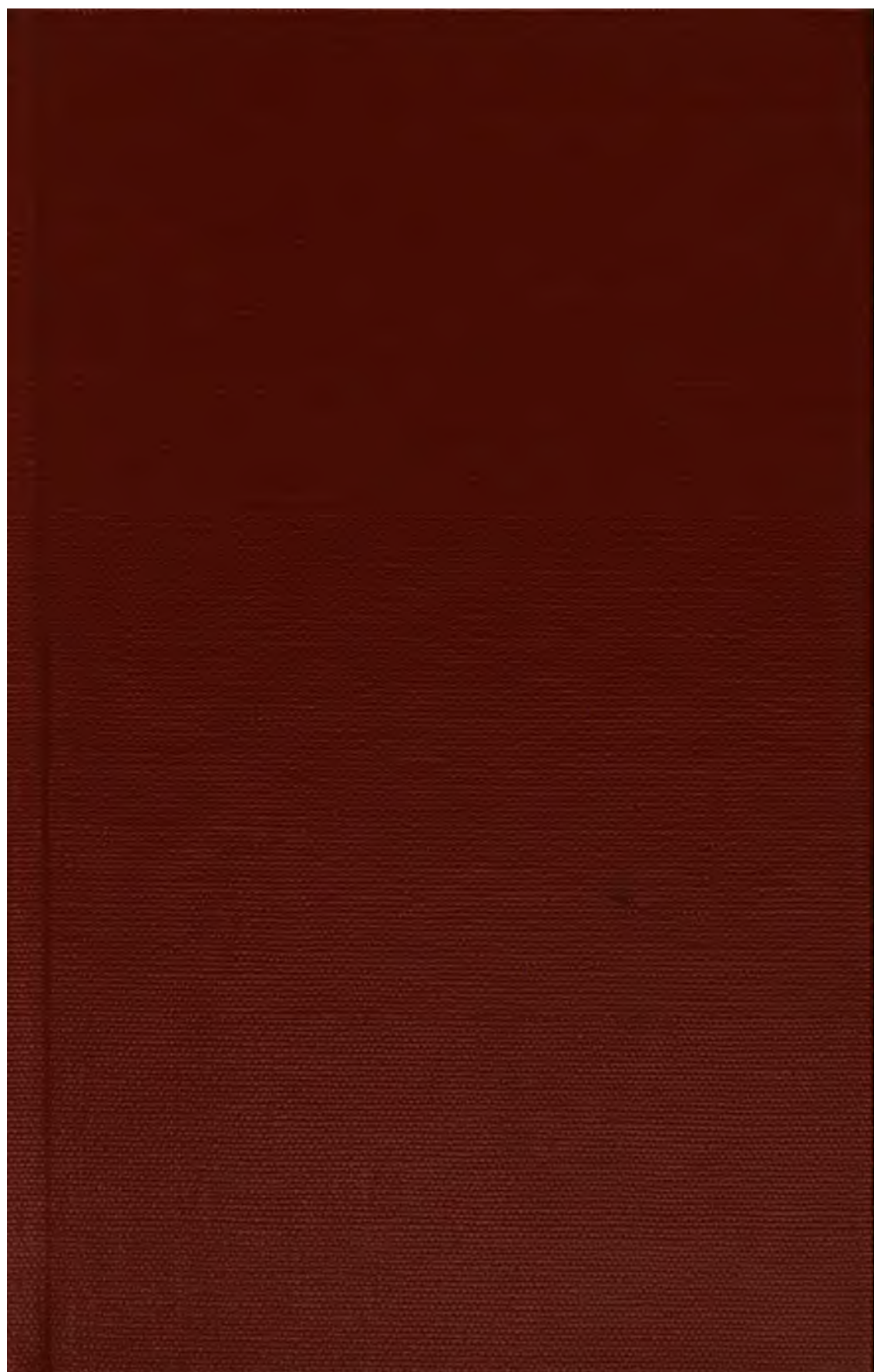
Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

## À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>



1



**K.F. WENDT LIBRARY  
UW COLLEGE OF ENGR.  
215 N. RANDALL AVENUE  
MADISON, WI 53706**

1

—







---

**TRAITÉ PRATIQUE**

**DE**

**L'EXPLOITATION DES MINES**

---

Bruxelles, F. HAYZ, imprimeur de l'Académie royale de Belgique.

---

TRAITÉ PRATIQUE  
DE  
**L'EXPLOITATION DES MINES.**

LEÇONS PROFESSÉES

A L'INSTITUT INDUSTRIEL DU NORD DE LA FRANCE

PAR

**M. Alfred EVRARD**

Directeur de la Compagnie houillère de Ferfay et de Ames, ancien Ingénieur de la Compagnie des Forges  
de Châtillon et Commentry.

---

TOME PREMIER

TEXTE

---

PREMIÈRE ÉDITION

*Cette première édition, publiée pendant l'Exposition universelle de 1878,  
renferme la description et l'analyse  
des perfectionnements dont cette Exposition a doté l'art des mines*

---

MONS

E. DACQUIN, ÉDITEUR

---

1879



5907

6990477

L

7

## PRÉFACE.

---

En publiant, sous la forme d'un *Traité pratique de l'Exploitation des Mines*, le résumé du Cours qu'en 1878 j'ai professé à l'*Institut industriel du Nord de la France*, j'ai été guidé, d'un côté, par l'espoir d'être utile aux jeunes gens qui fréquentent cet établissement, tout en leur donnant un témoignage d'intérêt et de sympathie, et d'un autre côté, par le désir de répandre et de faciliter l'étude d'une science intimement liée au développement de notre richesse nationale.

Depuis quelques années, l'art d'exploiter les mines, et plus spécialement les houillères, s'est enrichi de nombreux perfectionnements. Non-seulement on a augmenté le diamètre des puits, mais l'usage des puits jumeaux s'est répandu; au fonçage des avaleresses par le procédé direct,

on a, dans beaucoup de cas, substitué le procédé de fonçage à niveau plein. Les installations extérieures ont revêtu un caractère imposant qui les distingue des modestes installations du passé; un outillage nouveau et puissant s'est substitué au matériel décrit dans les anciens traités, matériel que le développement de la production avait rendu insuffisant. Les applications de l'air comprimé, la perforation et le trainage mécaniques se sont répandus et des améliorations non moins importantes ont été introduites dans les appareils d'extraction, d'épuisement, de ventilation, ainsi que dans les moyens en usage pour le triage, la préparation mécanique, la manutention et l'embarquement des produits. Les méthodes d'exploitation ont eu, elles aussi, leur part dans les progrès réalisés et l'on peut constater dans tous les détails de l'organisation du travail souterrain les heureuses modifications qui se sont manifestées, au jour, dans les installations et l'outillage des mines.

Ces changements dans les moyens dont dispose l'industrie minérale appelaient la publication d'un nouveau Traité d'exploitation, dans lequel l'auteur, écartant tout ce qui ne se fait plus, s'attacherait à décrire tout ce qui se fait actuellement. Il importait, de plus, que ce nouvel ouvrage se revêtît d'un caractère essentiellement pratique et qu'il fût écrit de façon à être consulté avec profit, non-seulement par les élèves des écoles industrielles et par les ingénieurs, mais aussi par tous ceux que leurs fonctions ou leurs

intérêts appellent à s'occuper de l'exploitation des mines.

C'est dans cet esprit que j'ai écrit l'ouvrage que je livre aujourd'hui au public; le caractère d'actualité que je me suis efforcé de lui donner, en relatant les faits qu'ont mis en relief les récents congrès scientifiques et industriels et les dernières expositions, me fait espérer qu'il pourra trouver une place modeste à la suite des traités classiques plus anciens, que l'art des mines doit à des professeurs éminents.

1<sup>er</sup> Novembre 1878.

---





## AVANT-PROPOS.

---

MESSIEURS,

Le programme de vos études à l'Institut industriel du nord de la France n'a pu attribuer que quarante leçons au cours d'exploitation des mines.

Pour renfermer dans ce cadre restreint les notions théoriques et pratiques que je suis chargé de vous donner sur cette branche importante de l'art de l'ingénieur, je serai forcé de me borner souvent à des généralités exprimées sous une forme condensée, et de vous laisser le soin de compléter par vos lectures, par les notes que vous aurez à recueillir dans de fréquentes visites de mines, l'étude de détails assez nombreux dont je ne pourrai aborder l'examen de vive voix. Les rapports et les projets que je vous demanderai à la suite de vos excursions me donneront, d'ailleurs, la mesure de l'intérêt que vous aurez accordé à ces études complémentaires.

Vous êtes divisés à l'Institut en deux catégories qui suivent le cours d'exploitation des mines : les futurs mineurs et les futurs constructeurs. Il est inutile de montrer aux premiers l'importance que ce cours présente pour eux; c'est, pour ainsi dire, le premier pas qu'ils vont faire, avec l'aide de leur professeur, dans la carrière qu'ils ont choisie.

Quant aux futurs constructeurs, ils ne doivent pas perdre de vue que le matériel et l'outillage des mines entrent pour

une part considérable dans les débouchés offerts aux ateliers de construction de cette contrée et qu'il importe qu'un constructeur soit familiarisé avec les divers sujets d'étude que comporte l'exploitation des mines pour bien saisir les besoins auxquels les installations dont il peut être chargé auront à donner satisfaction.

Vous n'ignorez pas, du reste, que l'art d'exploiter les mines a été le point de départ des perfectionnements mécaniques les plus importants, et que les difficultés rencontrées par le mineur dans l'épuisement des eaux, l'extraction des produits et leur transport, ont donné naissance à la machine à vapeur, aux grands appareils hydrauliques et aux chemins de fer. Vous verrez, Messieurs, en pénétrant peu à peu dans les détails de l'exploitation des mines, qu'à côté de ces grandes découvertes qui font époque dans l'histoire de l'industrie, viennent se placer une foule de procédés mécaniques ingénieux appliqués au sondage, au creusement des puits, à la perforation et à l'abatage des roches, à la ventilation, à la préparation mécanique des produits miniers, à leur manutention, etc., etc.

Dans le cours que je vais avoir l'honneur de vous faire, je passerai en revue les procédés et les méthodes appliqués, dans les principaux districts miniers, à l'exploitation de matières minérales diverses; toutefois, pour me conformer au programme de l'Institut industriel et me rapprocher autant que possible du but qu'on s'y propose d'atteindre, j'aurai soin de m'attacher plus spécialement aux moyens mis en œuvre dans le nord de la France et en Belgique pour l'exploitation de la houille.

---

**COURS**

**D'EXPLOITATION DES MINES.**

---

**CHAPITRE PREMIER.**

**1<sup>re</sup> Leçon.**

**DÉFINITIONS ET NOTIONS PRÉLIMINAIRES.**

---

**§ 1. — Classification législative des gisements.**

**Mines. — Minières. — Carrières.**

**1.** La propriété minérale est régie en France et en Belgique par la loi française du 21 avril 1810. Cette loi a classé les « masses de substances minérales ou fossiles renfermées dans le sein de la terre ou existantes à sa surface », sous les trois qualifications de *Mines*, *Minières* et *Carrières*.

Les *mines* ne peuvent être exploitées qu'en vertu d'une *concession* donnée par l'État à un concessionnaire dont les moyens financiers sont reconnus suffisants, et qui a accepté un cahier des charges déterminé. Il est inutile qu'il soit propriétaire du sol.

Les *minières* ne peuvent être exploitées qu'en vertu d'une

*permission* qui n'est jamais refusée au propriétaire du sol, mais qui, à son défaut, peut-être accordée à d'autres.

La propriété des *carrières* se rattache à celle du sol; elles peuvent être exploitées *sans permission* sous la simple surveillance de la police.

L'article 2 de la loi du 21 avril 1810 considère comme *mines* les masses minérales ou fossiles « connues pour contenir en *filons*, en *couches* ou *amas*, » de l'or, de l'argent, du platine, du mercure, du plomb, du fer en filons ou couches, du cuivre, de l'étain, du zinc, de la calamine, du bismuth, du cobalt, de l'arsenic, du manganèse, de l'antimoine, du molybdène, de la plombagine ou d'autres matières métalliques, du soufre, du charbon de terre ou de pierre, du bois fossile, des bitumes, de l'alun et des sulfates à base métallique. On y a rattaché ultérieurement le sel gemme et les sources salées.

D'après l'article 5 « les *minières* comprennent les minerais de fer dits d'alluvion, les terres pyriteuses propres à être converties en sulfate de fer, les terres alumineuses et les tourbes. »

Enfin l'article 4 s'exprime ainsi : « Les *carrières* renferment les ardoises, les grès, pierres à bâtir et autres, les marbres, granites, pierres à chaux, pierres à plâtre, les pouzzolanes, le trass, les basaltes, les laves, les marnes, craies, sables, pierres à fusil, argiles, kaolin, terres à foulon, terres à poterie, les substances terreuses et les cailloux de toute nature, les terres pyriteuses regardées comme engrais, le tout exploité à ciel ouvert ou avec des galeries souterraines. »

Règle basée sur la nature des substances minérales. — Exception pour les minerais de fer, les pyrites ferrugineuses et les terres alumineuses.

2. La classification établie par la loi du 21 avril 1810 repose non pas sur le *mode d'exploitation* des gisements ou sur leur profondeur au-dessous du sol, mais bien sur *la nature même des substances minérales*; il faut cependant admettre trois

exceptions à cette règle : elles se rapportent aux minerais de fer, aux pyrites ferrugineuses et aux terres alumineuses (1).

L'article 3 classe, il est vrai, les minerais de fer dits d'alluvion dans les minières, tandis que l'article 2 classe dans les mines le « fer en filons ou couches. » Mais il résulte des articles 68 et 69 de la même loi que, d'une manière générale, les minerais de fer *exploitables à ciel ouvert* se rangent dans la catégorie des minières quels que soient d'ailleurs leur nature ou leur mode de gisement, tandis qu'ils se rattachent aux *gites concessibles* lorsque leur exploitation régulière doit se faire par puits et galeries.

Il en est de même pour les pyrites ferrugineuses et pour les terres alumineuses.

## § 2. — Classification géologique des gisements.

3. Dans le cours de géologie que vous avez suivi, on vous a initiés à l'histoire des grandes révolutions du globe et l'on vous a longuement exposé la série des phénomènes auxquels notre planète doit sa configuration actuelle et la composition de ses *terrains*. Je ne reviendrai pas sur ces questions qui vous sont familières, mais je ne puis aborder la description des procédés usités pour l'exploitation des gisements industriels sans vous rappeler comment ces gisements se sont produits, sans vous parler de leur classification, des différentes allures qu'ils affectent et des *accidents* ou *dérangements* qui altèrent leur continuité ou leur richesse. Ces notions préliminaires forment, en effet, la base de l'éducation pratique du mineur.

Cassures, failles ou crains. — Filons.

4. Les oscillations continuelles du sol ont, à diverses époques géologiques, provoqué des déplacements plus ou moins consi-

---

(1) DUPONT, *Traité pratique de la jurisprudence des mines*.

dérables dans la stratification des terrains; il en est résulté des cavités et des cassures qui se sont produites tantôt dans des masses compactes d'origine ignée, tantôt à travers les strates des dépôts sédimentaires.

Ces cassures ont d'ailleurs affecté une forme d'autant plus irrégulière et capricieuse que les massifs à travers lesquels elles se produisaient, avaient une composition plus hétérogène. Parfois elles se sont comblées avec les matériaux éboulés des roches encaissantes donnant ainsi naissance à des veines stériles auxquelles on a donné les noms de *failles* ou *crains*; d'autres fois elles ont, comme l'allonge d'une cornue, servi à la condensation de vapeurs minérales qui y sont arrivées du sein de la terre par des fissures ou des cheminées intérieures.

Des masses ignées ou plastiques ont aussi fait irruption par les mêmes voies souterraines et sont venues se figer dans ces cavités naturelles; enfin des sources minérales et thermales, en relation avec les terrains éruptifs, y ont déposé les matières qu'elles tenaient en dissolution.

Dans ces cassures se sont produites aussi les réactions chimiques auxquelles on peut attribuer la formation d'une grande partie de nos richesses minérales.

Sous les diverses influences que je viens d'indiquer, les roches encaissantes, et les éboulis qui comblaient en partie les cassures primitives, ont souvent subi une altération métamorphique plus ou moins profonde.

C'est ainsi, Messieurs, que se sont formés les *filons*.

#### Amas. — Stockwerks.

5. Parfois il y a eu à la surface un véritable épanchement qui a donné naissance à un *amas*, dénomination qu'on réserve à des gisements qui ont deux dimensions limitées et comparables, tandis que les filons ont deux dimensions pour ainsi dire indéfinies par rapport à la troisième. Parfois aussi, les dépôts se sont

fixés dans une foule de veinules, constituant ainsi le genre de gisement auquel les Allemands ont donné le nom de *Stockwerk*.

Enfin il est arrivé encore que les fluides minéralisateurs ont pénétré par de minces fissures jusqu'à des massifs composés de roches perméables qu'ils ont imprégnées profondément en les transformant en un amas de minerai pauvre.

#### Couches.

6. On a réservé le nom de *couche* à un gîte constitué par une des assises des terrains sédimentaires. Les dépôts de cette nature ont été souvent affectés, comme les masses fissurées d'origine différente, par les phénomènes métamorphiques.

#### Veines. — Passées.

7. Dans le nord de la France où les couches de houille sont peu puissantes, on leur donne généralement le nom de *veines*, et quand elles sont d'une épaisseur sans intérêt industriel, on les appelle des *passées*.

Voilà donc les différents types de gisements caractérisés en quelque sorte par leur mode de formation.

#### Définition géométrique des filons et des couches.

8. Au point de vue géométrique, on pourrait dire qu'un filon, s'il est dans sa situation primitive, est un solide compris entre deux plans principaux qui coupent les terrains encaissants, en formant avec l'horizon des angles se rapprochant de 90°, tandis qu'une couche dans sa situation d'origine, c'est-à-dire avant qu'une action mécanique ait redressé les assises qui l'enclavent, répond à l'idée d'une nappe horizontale.

**Filons-couches. — Amas couchés.**

● La définition précédente n'est pas absolue, car des fissures ultérieurement minéralisées ont pu se produire dans les terrains stratifiés, suivant un plan de stratification ; elles ont donné dans ce cas naissance à des *filons-couches* et à des *amas couchés*.

Enfin, quand les dépôts ont eu lieu suivant la surface de contact de deux terrains ignés ou sédimentaires d'âge différent, circonstance que la soudure incomplète des deux terrains a souvent provoquée, il s'est formé un *filon de contact*.

§ 3. — *Définition de l'allure des gîtes.*

**Puissance. — Épontes. — Direction et inclinaison. — Affleurement. — Chef ou tête.**

10. Pour définir l'allure des diverses sortes de gisements que je viens d'indiquer, on distingue :

1° La *puissance* ou l'épaisseur du gîte.

2° Les *épontes* : ce sont les surfaces encaissantes ; la surface supérieure s'appelle le *toit*, la surface inférieure s'appelle le *mur*.

3° La *direction* ; on désigne ainsi les différentes positions qu'occupe la tangente à la courbe d'intersection de la surface du gîte avec un plan horizontal.

4° L'*inclinaison* ; elle est donnée en chaque point par la tangente en ce point à la courbe que forme l'intersection de la surface du gîte avec un plan vertical.

En d'autres termes, si l'on considère en un point donné du gîte le plan tangent à sa surface, l'horizontale menée dans ce plan tangent est la *direction* du gîte en ce point, et son *inclinaison* est mesurée par l'angle que fait la ligne de plus grande pente de ce plan avec le plan horizontal.



On exprime la direction par l'angle qu'elle fait, soit avec le méridien vrai, soit avec le méridien magnétique. On prend généralement l'origine des angles du côté du nord et on les fait varier de 0° à 180° en ne les comptant que d'un seul côté, du nord vers le sud en passant vers l'est.

Le sens de l'inclinaison s'indique sur les plans par une flèche dont la pointe est supposée dirigée vers le bas.

On donne le nom d'*affleurement* à l'intersection d'un gîte avec la surface du sol; le *chef* ou la *tête* d'un gîte est l'intersection de ce gîte avec des terrains d'âge plus récent qui le recouvrent; c'est pour ainsi dire un sous-affleurement dont on trouve de nombreux exemples dans le nord où le terrain houiller redressé vient buter contre le *tourtia* qui le recouvre.

#### § 4. — *Structure des filons, leur parallélisme, leur continuité et leur variation de richesse en direction et en profondeur.*

11. Les roches qui remplissent les filons ont souvent une dureté plus grande que celle des roches que l'on rencontre dans la composition des couches, notamment dans celles qui n'ont pas été soumises à des actions métamorphiques d'une certaine intensité. Dans les filons, la matière utile est généralement aussi distribuée d'une façon plus irrégulière, soit qu'il y ait eu une véritable dissémination minérale à travers les *roches de remplissage*, soit qu'il se soit produit, au contraire, une sorte de concentration du minerai dans des zones parallèles aux épontes, auquel cas le filon prend une structure *rubanée* (fig. 1, pl. I).

Cette structure rubanée a été fréquemment provoquée par des réouvertures et des remplissages successifs des anciennes cassures; mais il est arrivé assez souvent que ces réouvertures produites à des intervalles très éloignés ont donné lieu à des dépôts de compositions fort différentes.

On distingue, parmi les roches qui remplissent un filon, la matière utile ou le *minerai*, la *gangue* ou roche inutilisable qui accompagne le minerai et le *remplissage* proprement dit formé de fragments provenant des roches encaissantes.

Les *salbandes* sont des filets argileux produits par l'altération des roches encaissantes (fig. 2, pl. I), elles facilitent le travail d'abatage du minerai.

**12.** Les cassures auxquelles les filons doivent leur origine se sont produites suivant les lignes de moindre résistance, en relation naturelle avec les axes de soulèvement; elles ont obéi, par conséquent, à une loi qui soumet l'orientation des filons du même âge et d'une même contrée à un *certain parallélisme* que le défaut d'homogénéité des massifs minéralogiques a pu seul contrarier.

**13.** On cite certainement des exemples de filons d'une grande étendue en direction, et il m'est arrivé dans mes excursions géologiques, de suivre les affleurements d'un même filon sur des distances considérables, mais en général les filons n'offrent pas ce caractère de continuité dans le sens de la direction.

**14.** En ce qui concerne la continuité en profondeur, ce que j'ai dit précédemment du mode de formation des filons indique assez qu'un gisement bien caractérisé peut et doit atteindre des limites fort éloignées de la surface; en fait, on connaît des filons en pleine exploitation à 1,000 ou 1,200 mètres de profondeur, mais on constate fréquemment de grandes variations dans la composition minérale d'un filon au fur et à mesure que les travaux s'éloignent du sol: souvent, par exemple, on voit dans la profondeur, la blende remplacer la galène et la pyrite cuivreuse se substituer au minerai d'étain.

**15.** Le voisinage de la surface entraîne aussi des modifications dans la composition de certains minerais soumis, dans la région des affleurements, aux influences atmosphériques: c'est ainsi qu'à Allevard (Isère), un grand nombre de filons de fer carbonaté spathique, se terminent dans le voisinage de la surface

par un minéral oxydé, résultat d'une décomposition due aux agents atmosphériques. L'affleurement des filons métalliques est d'ailleurs souvent recouvert d'un dépôt ocreux laissé par les eaux superficielles qui ont entraîné à l'état de sels solubles les autres matières oxydées par l'action prolongée des agents atmosphériques. Les mineurs donnent à ce dépôt caractéristique d'un affleurement de filon, le nom de *chapeau de fer*.

16. Les filons présentent fréquemment des *changements de puissance*, des renflements et des rétrécissements. Quand le parallélisme des épontes s'altère d'une manière périodique, les filons prennent l'allure dite *en chapelets*. La figure 3, planche I, donne la coupe d'un renflement du filon de Pompéan au 13<sup>me</sup> niveau sud.

17. Les filons sont également soumis à des changements brusques d'allure, à des plis, à des *rejets* ou déplacements ; en un mot, à une série d'*accidents* qui affectent aussi les couches, et avec lesquels il importe que le mineur soit bien familiarisé. L'étude de ces dérangements fera suite aux indications que je donnerai dans la prochaine leçon sur la structure des couches.

### § 5. — Exemples de quelques gisements se rattachant aux indications qui précèdent.

18. La figure 7 offre l'exemple d'un filon métallique traversant nettement des terrains stratifiés. Elle représente le filon du Kef-oum-Théboul en Algérie. Ce filon renferme de la galène, de la blende, des pyrites de fer et des pyrites de cuivre ; il contient aussi dans la partie supérieure des carbonates et des sulfates de plomb très argentifères et aurifères ; la gangue est quartzreuse. La puissance du filon atteint jusqu'à 6 mètres ; il est encaissé dans les marnes tendres appartenant à l'étage des mollasses tertiaires.

19. Les figures 4, 5 et 6 sont des coupes du filon de blende et

de galène de Pompéan, dont la figure 3 a donné la composition dans un renflement.

On voit dans la figure 6 un exemple d'amincissement de la bande métallifère et un accroissement d'épaisseur de la partie stérile.

20. La figure 8 est une coupe, suivant la direction, du curieux gisement de Grand-Fontaine, situé près de Framont (Ferrea-Mons), en Alsace-Lorraine. Ce gîte se range parmi les filons de contact; il fait partie d'une série de gisements qui doivent leur origine à une masse éruptive d'eurite porphyroïde; celle-ci s'est fait jour à travers les schistes de transition en formant deux branches sinueuses qui constituent, à proprement parler, les épontes entre lesquelles cet ensemble minéral s'est formé, comme le montre la figure 15, planche II. L'éruption euritique a provoqué sur tout son parcours une suite de phénomènes métamorphiques intéressants; les schistes se sont durcis, les argiles se sont transformées en argilolithes; les calcaires sont devenus cristallins. Quant aux substances dissiménées entre la bande euritique du toit et celle du mur, ce sont le fer oligiste, la pyrite de fer, le cuivre gris, les grenats, la baryte sulfatée, le pyroxène et une foule d'autres minéraux parmi lesquels on peut citer la phénakite qui n'a encore été rencontrée qu'à Framont et dans l'Oural.

Comme on le voit dans la figure 15, planche II, le gîte de Grand-Fontaine, mieux connu des géologues que des métallurgistes, est situé en un point où le toit et le mur de cette singulière formation, se trouvent relativement rapprochés; leur distance dans cette région atteint cependant encore 40 ou 50 mètres. La partie supérieure du conoïde renversé que forme ce gisement, était occupée par du fer oxydé, hydraté (*A*), minéral qui a été enlevé à une époque déjà reculée, c'est-à-dire à l'origine de l'exploitation, et par des pyrites de fer (*B*) qui ont été l'objet de travaux récents. La région *C* était composée de fer oligiste, minéral qu'on retrouve dans toutes les collections et dont les

parties utilisables par l'industrie ont été fondues aux fourneaux, aujourd'hui éteints, de Grand'Fontaine et de Framont. Il ne reste plus dans ce gisement que des schistes imprégnés de fer oxyde rouge et de pyrites, minerais pauvres que la métallurgie et les produits chimiques ont enfin délaissés, et la vallée de Framont, jadis vosgienne, aujourd'hui allemande, a été entièrement rendue à l'industrie forestière.

On peut expliquer ainsi la formation du gisement de Grand'Fontaine : après le soulèvement provoqué par l'éruption éruptive, des émanations minérales se faisant jour à travers les schistes disloqués, les ont imprégnés de pyrite qui a été ultérieurement décomposée en partie, par de la vapeur d'eau de l'acide carbonique, et aussi, dans la région *A* par les agents atmosphériques.

**21.** La figure 9 donne une idée du gisement de calamine de Moresnet exploité pour le compte de la Société de la Vieille-Montagne. C'est encore un gîte de contact, au milieu des schistes dévoniens. La formation de la calamine est due à une action métamorphique qui a modifié une zone du calcaire carbonifère.

**22.** La figure 12, planche I, représente une coupe géologique du mont Stazemma et du pic Gaberri en Toscane; cette coupe traverse les amas de fer oxydulés de Stazemma, Fornocchia et Val-di-Castello, situés à proximité de la belle vallée de Serravezza.

Les amas ferrugineux se trouvent dans les calcaires gris foncés (*a*) appartenant au crétacé inférieur, étage auquel le rattachent les marbres colorés de Serravezza et les marbres blancs de Carrare.

Les terrains accidentés de ces montagnes toscanes, ont traversé quatre périodes géologiques; dans la première, le métamorphisme a envahi les masses stratifiées; la seconde est caractérisée par les injections minérales; dans la troisième, les terrains ont été soulevés, et enfin, ils ont été complètement disloqués dans la quatrième.

Les minerais de fer oxydulés de Stazemma ont été exploités sous les Médicis, leur rendement en fer est de 61 %; ces minerais contiennent de la baryte.

23. La figure 11 est une coupe verticale suivant l'axe des puits n<sup>os</sup> 1 et 2 d'Exincourt (Doubs), elle montre comment sont disposés les amas de minerai de fer en grains *m*, dans l'argile pauvre.

24. Enfin, je citerai encore, comme exemple curieux de formation minérale, les gisements remaniés de minerais de fer en grains de Sennevoy sur les confins de la Côte-d'Or et de l'Yonne (fig. 10). Ces minerais d'origine oxfordienne, ont été remaniés à l'époque quaternaire, charriés et déposés de nouveau après un enrichissement dû à cette sorte de préparation mécanique naturelle, dans les lits accidentés d'anciens cours d'eau où ils se sont accumulés comme le montre la figure 10 sur les points où des changements brusques de pente modifiaient la vitesse du courant qui les entraînait. A côté des fossiles oxfordiens qu'on trouve en grand nombre dans les minerais de Sennevoy, on rencontre des dents d'ours et de cheval, et des silex taillés attestant la date relativement récente des phénomènes auxquels ces minerais doivent leur enrichissement.

## 2<sup>e</sup> Leçon.

### § 6. — *Structure des couches.*

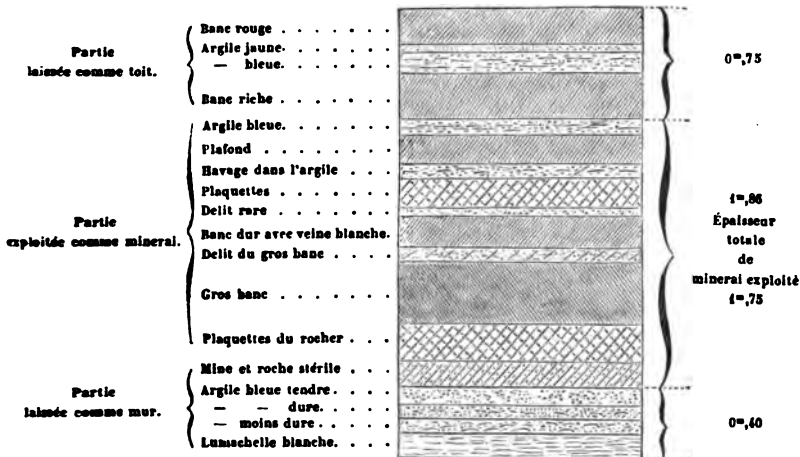
#### Parties riches et parties stériles.

25. Les couches, de même que les filons, offrent dans l'ensemble de leur structure des parties utilisables et des parties stériles; au moins en est-il ainsi dans la plupart des cas. Mais, contrairement à ce qui se passe pour beaucoup de filons, les parties riches comme les parties stériles des couches sont généralement séparées, suivant des lits réguliers, conditions qu'ex-

plique d'ailleurs l'origine sédimentaire de ces gisements. Cette régularité se trouve cependant quelquefois altérée dans certaines couches puissantes, qui ressemblent à des amas; ces derniers gisements doivent leur forme particulière à d'importantes dislocations géologiques qui ont apporté un certain trouble dans la séparation des éléments riches et des éléments stériles qui les composent.

26. La couche de minerai de fer coquiller exploitée au village de Beauregard (Côte-d'Or), couche dont la formation doit être attribuée à des sources ferrugineuses qui ont imprégné d'oxyde de fer quelques bancs du calcaire à lumachelles (étage sinémurien), présente la coupe suivante :

FIG. 1.



27. La plupart des géologues attribuent l'origine de la houille à des accumulations végétales qui se sont opérées, soit dans des bassins lacustres, où se sont également déposés des sédiments à gros éléments provenant des bords granitiques de ces bassins ou anciens lacs, et alternant avec des dépôts argileux; soit sur des plages marines où ces végétaux ont donné naissance à des couches de combustibles intercalées dans des bancs de grès, de psammites

et de schistes, en un mot, de roches composées d'éléments d'une grande finesse.

Les couches de houille sont souvent nombreuses dans un même bassin ; cela tient à ce que des oscillations multipliées du sol ont provoqué la succession des dépôts sur le même point, pendant la longue période houillère. La quantité de carbone que représente un bassin houiller d'importance moyenne, correspond à des accumulations végétales que l'imagination ose à peine admettre.

La houille n'est jamais en contact avec les grès à gros éléments, les brèches, les poudingues des bassins lacustres ; elle en est toujours séparée par des lits bitumineux et argileux. Les roches encaissantes de la houille sont donc toujours à pâte fine : ce sont des schistes que les mineurs du Nord appellent *rocs*, ou des grès durs, micacés, à texture serrée qu'ils désignent sous le nom de *quérelles*.

Les schistes portent souvent l'empreinte de vestiges organiques, de plantes appartenant à la flore vigoureuse de la période houillère.

#### Résistance et solidité des éponges.

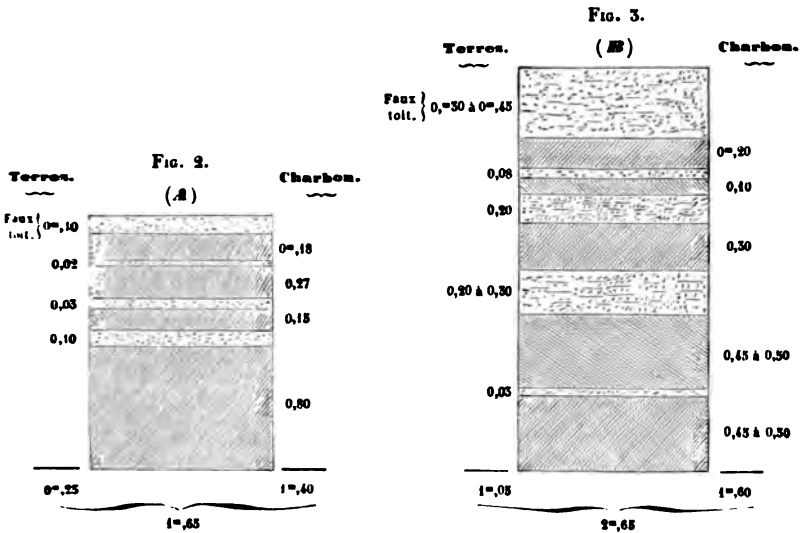
28. La nature plus ou moins résistante des éponges, surtout du toit, a une importance capitale en exploitation : un toit ébouleux exige des précautions toujours coûteuses pour le soutienement des travaux ; un mur qui se gondole et se *gonfle* sous l'influence des pressions qui s'exercent dans une couche en exploitation rend difficile le maintien des voies dans des conditions favorables au roulage.

29. Souvent on trouve sous le toit solide d'une couche une partie ébouleuse composée de schistes désagrégés mélangés ou non *d'escaillage* ou combustible sale ; on donne dans les mines le nom de *faux-toit* à cette assise intermédiaire.



Sillons, nerfs, havries, terres, couches minces, moyennes, grandes couches.

30. Les couches de houille sont fréquemment divisées en bancs ou *sillons* séparés par des parties stériles, schisteuses, auxquelles les mineurs donnent les noms de *nerfs* ou *havries* : Les deux coupes suivantes font ressortir cette structure :



La coupe (A) donne la structure de la veine *Paul* exploitée à la fosse n° 3 de Bruay; cette veine est en quatre sillons d'une épaisseur totale de charbon de 1<sup>m</sup>,40, séparés par des nerfs qui fournissent une épaisseur de terres ou roches stériles de 0<sup>m</sup>,25. La puissance de la veine est donc de 1<sup>m</sup>,65.

La coupe (B) donne la structure de la veine *Nickel* exploitée au charbonnage de Bascoup (Belgique); elle présente une composition de cinq sillons d'une épaisseur totale de 1<sup>m</sup>,60 et une puissance de veine de 2<sup>m</sup>,65; l'épaisseur totale des terres est de 1<sup>m</sup>,05 y compris un faux toit de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,45.

J'aurai plus tard occasion de vous montrer l'influence que présente la structure d'une couche sur la méthode d'exploitation qu'il convient de choisir.

Les deux veines dont je viens de vous indiquer la composition en charbon et en terres, se rattachent, par leur puissance, à la catégorie des *couches moyennes* dont l'épaisseur est comprise entre 1 mètre et 2<sup>m</sup>,80; les veines moins puissantes se rangent dans les *couches minces*; au-dessous de 0<sup>m</sup>,40 à 0<sup>m</sup>,50 d'épaisseur, elles deviennent des *passées*.

Les figures 16, 17 et 18, planche II, montrent la structure de trois couches qui, par leur épaisseur, se classent dans les *grandes couches*.

La figure 16 représente une coupe de la couche *S-Augustin* exploitée à la Grand-Combe (Gard); cette couche comprend six bancs de charbon avec de nombreuses intercalations de schistes et de grès, un toit en grès dur recouvrant un faux toit de 0<sup>m</sup>,45 en schiste gris superposé au premier banc. Le mur se compose de 0<sup>m</sup>,60 de schiste dur qui s'appuie sur les grès.

La figure 17 est une coupe de la grande couche *Ten Yards* (district houiller du South Staffordshire); c'est la seule grande couche de l'Angleterre. Elle contient 13 bancs de houille avec six intercalations de matières stériles.

Quant à la figure 18, elle représente une coupe horizontale faite au niveau de 515 mètres dans la grande couche de Bézenet, dont on juge mieux encore la structure par les figures 19, 20 et 21 qui reproduisent les coupes exposées au Champ de Mars en 1867 par la Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry. Cette grande couche de Bézenet a une puissance de 40 à 50 mètres, elle présente une allure tout à fait irrégulière et elle est pénétrée de parties stériles enchevêtrées dans la houille. Cette couche vient affleurer au jour où elle a été l'objet, pendant de longues années, d'une importante exploitation à ciel ouvert.

La Compagnie des mines de Blanzky a exposé dans la classe 50 en 1878, des coupes sur verre de son gisement houiller; ces

coupes qui ont été examinées par les visiteurs compétents avec le plus vif intérêt, faisaient ressortir une structure analogue à celle que je viens d'indiquer, structure qui est commune à la plupart des grandes couches de houille.

#### Clivages, leur influence.

**31** Les assises comprises entre les épontes d'une couche sont divisées par des plans de disjonction occasionnés par le retrait et qui se coupent suivant des angles plus ou moins aigus. On donne à ces plans de division le nom de *clivages*; il ne faut pas les confondre avec les plans de stratification. Les plans de clivage jouent un grand rôle dans les difficultés d'*abatage* des roches; dans une couche de houille, quand ils se croisent en tous sens, le charbon manque de cohésion; il est friable et produit peu de *gros*, circonstance commerciale défavorable, car le *menu* a une valeur réduite, comme chacun le sait.

#### Variations dans la composition des couches.

**32.** Nous avons vu que les filons sont susceptibles de variations de richesse dans leur étendue; sous ce rapport les couches présentent, en général, plus de régularité que les filons; c'est encore une conséquence de leur mode de formation. Cependant, il n'est pas rare de rencontrer des couches dont la composition et la richesse sont variables d'un point à un autre, selon qu'on s'éloigne, par exemple, plus ou moins de la surface du sol, s'il s'agit d'une couche inclinée. En ne considérant qu'une section transversale du gîte, il n'est pas rare non plus de constater qu'un sillon donne du charbon moins friable ou de meilleure qualité que le sillon voisin. Enfin, on remarque fréquemment qu'un sillon augmente de puissance aux dépens d'un autre sillon ou d'un banc stérile et réciproquement. Mais on trouve surtout

dans les gisements métalliques des exemples de variations dans la richesse et la composition des couches.

Les figures 13 et 14, planche I, représentent deux coupes verticales, l'une en long, l'autre en travers du plateau de Thôstes (près Sémur, Côte-d'Or), plateau dont j'ai publié dans la *Revue universelle* de Liège une étude géologique. La coupe en travers (fig. 13) montre les terrains secondaires, c'est-à-dire les Arkoses du trias, l'étage Rhœtien et l'Infralias reposant en stratification discordante sur la tranche verticale du terrain houiller limité à deux bandes porphyriques encaissées entre le granite et les gneiss. La coupe en long (fig. 14) représente les mêmes terrains surmontés d'un îlot de calcaire à bélemnites (Liasien). La bande n'est autre que la couche de minerai de fer exploitée au village de Beauregard, couche dont j'ai indiqué plus haut la structure. Comme je l'ai dit, cette formation du minerai de Beauregard s'explique par des infiltrations ferrugineuses qui ont pénétré les assises médianes du calcaire à lumachelles : c'est la première action métamorphique qui a affecté ce dépôt calcaire. Postérieurement à ce phénomène, cette même couche de minerai a subi dans toute la partie qui se trouve à gauche de la ligne *ii*, l'influence d'un second métamorphisme : des sources siliceuses (probablement silicéo-carbonatées) en relation avec d'anciennes cassures du terrain houiller ont silicifié cette zone orientale en ménageant toute la partie du couchant. Dans la partie ainsi affectée par cette seconde influence métamorphique, le minerai a perdu son élément calcaire, toute trace de fossilisation a disparu et de pauvre qu'il était, il s'est transformé en une limonite riche : la teneur en peroxyde de fer s'est élevée de 35 % à 67 %. Une conséquence curieuse de cette modification, c'est que la puissance de la couche s'est réduite de 4<sup>m</sup>,25 à 0<sup>m</sup>,60 ou 0<sup>m</sup>,70, c'est-à-dire dans une proportion qui correspond à la différence constatée par l'analyse dans la composition relative des deux minerais.

§ 7. — *Accidents qui n'altèrent pas la continuité du gîte.*

Brouillages, resserrements, ondulations des couches, plis, dressants et plateures.

**33.** Les veines de houille, surtout celle de notre région industrielle, sont assez souvent le siège d'accidents qui, sans altérer complètement la continuité du gîte, modifient la nature et la proportion des roches qui le composent : ce n'est plus simplement, comme je le disais plus haut, un sillon qui s'amincit ou disparaît, c'est un mélange confus de roches stériles qui remplace le charbon; ou bien c'est un combustible impur mêlé de schistes. On donne à cet accident le nom de *brouillage*; on dit aussi dans le Nord de la France, mais surtout quand ce dérangement est accompagné d'un rétrécissement de la couche, que la veine est *en cran*. La régularité des épontes est souvent altérée elle-même, dans ces sortes d'accidents et il ne reste qu'une mince trainée ou *passement* pour attester que le gisement n'est pas à proprement parler interrompu, mais qu'il est seulement appauvri.

**34.** Les variations dans la composition et la richesse des couches ne sont pas les seules modifications que l'on peut constater; on rencontre des changements fréquents dans l'allure même de ces couches. Tout d'abord on comprend que les couches ont obéi à toutes les inflexions que les dislocations géologiques ont imprimées aux strates dans lesquelles elles se trouvent enclavées. Il en est résulté des ondulations d'un *ennoyage* plus ou moins considérable, des *escaliers*, des changements brusques de direction et d'inclinaison, des *plis* qui ont donné lieu à des parties très-inclinées que l'on appelle *droits* ou *dressants* et à des parties se rapprochant d'un plan horizontal, et auxquelles on a donné le nom de *plateures*. La figure 29, planche III, montre la constitution d'une partie du bassin houiller de Mons avec ses plateures et ses dressants. Les inflexions brusques se nomment des *crochons*.

Les ondulations d'une couche forment des courbures dont les

sommets sont placés au-dessus ou au-dessous du plan horizontal qui les divise dans leur partie moyenne ; on leur donne le nom de *selle* et de *fond de bateau*.

**35.** Les grands mouvements qui ont eu pour résultat d'imprimer aux couches les irrégularités d'allure que je viens d'indiquer, ne se sont pas produits sans apporter, le plus souvent, des modifications sensibles dans le degré de friabilité des roches soumises à de telles dislocations, et sans altérer la solidité des terrains dans une mesure qui rend plus difficile le soutènement des excavations produites par l'exploitation souterraine.

**36.** Quant à la puissance des couches, de même que pour les filons, elle est susceptible de varier dans des limites étendues : les variations de puissance sont une conséquence naturelle des dislocations et des pressions dont les assises ont été l'objet postérieurement à leur dépôt.

### § 8. — *Accidents qui altèrent la continuité du gîte.*

Recoutelages, failles, rejets, filons croiseurs et filons croisés. — Règle de Smith.

**37.** Nous allons maintenant aborder l'étude d'une série d'accidents caractérisés par une interruption du gîte. Les accidents de cette nature sont fréquents ; ils sont communs aux filons et aux couches et le mineur exposé à les rencontrer à chaque instant doit être familiarisé avec leurs effets et leurs conséquences.

**38.** La figure 22, planche II, représente une coupe verticale, suivant la direction, de la veine *Présidente*, exploitée aux mines de Ferfay ; cette coupe est faite dans une région où la veine présente un accident connu des mineurs sous le nom de *recoutelage*. Comme l'indique fort bien l'examen de la figure, la veine, ayant été séparée, par une cassure oblique, en deux parties amincies en biseau, a subi ultérieurement un déplacement vertical de 1<sup>m</sup>,50 qui a fait chevaucher le mur de la partie Ouest sur le toit de la partie Est. En pareille circonstance, le mineur, guidé par la

position du toit et du mur, ne peut s'égarer et retrouve bientôt la couche interrompue par cet accident fréquent dans les houillères.

La figure 32, planche III, représente un accident du même genre, mais beaucoup plus compliqué, constaté à la fosse n° 3, dans la veine *Élise*.

39. La figure 23, planche II, est une coupe verticale suivant *AB* de la fosse n° 1, de Ferfay, fosse dans laquelle on a rencontré une interruption de la veine *Emma* par une *faille* inclinée de 70° au couchant. Comme cela a lieu presque toujours en pareil cas, cette faille a provoqué le *rejet* de la veine : la partie occidentale de cette veine est descendue le long du toit de la faille, entraînée par un affaissement naturel des terrains situés à l'Ouest, affaissement auquel les terrains de l'Est ne pouvaient participer.

La veine *Emma* a été ainsi rejetée en contre-bas de 7<sup>m</sup>,50 et la partie rejetée a été rencontrée dans sa nouvelle position, en fonçant le puits.

40. J'ai déjà assimilé les failles à des filons stériles; les filons se comportent, en effet, comme les failles, lorsqu'ils croisent d'autres filons plus anciens. Le filon *croiseur*, plus moderne, rejette toujours le *filon croisé* plus ancien.

41. Il arrive souvent que le mineur, parvenu par les travaux souterrains au point où un gîte se trouve interrompu par une faille, est guidé dans la direction du rejet par certains indices, tels que la rencontre de roches dont la position par rapport au filon perdu est connue, ou bien, par une sorte de trainée minérale, par un *pasement* en charbon, s'il s'agit d'une couche de houille. Mais il arrive aussi que ces indications précieuses font défaut : dans ce cas, pour retrouver le gîte, il faut tenir compte du sens dans lequel le mouvement de déplacement s'est opéré.

42. Généralement le rejet aura été occasionné, comme dans l'exemple qui précède, *par un glissement de la région du toit, par rapport à la région du mur, suivant la ligne de plus grande pente*; dès lors on voit qu'on rejoindra le gîte *en cheminant du côté de l'angle obtus*.

**43.** Cette règle, connue sous le nom de *règle de Smitdh*, indiquera bien, dans la plupart des cas, au mineur, si le rejet a eu lieu en haut ou en bas, si, pour me servir du langage des porions. on se trouve en présence d'un *relevage* ou d'un *renfonçage*: mais il ne faudrait pas cependant regarder cette règle comme infallible et vous rencontrerez des cas où le rejet d'une veine aura été produit par un relèvement de la région du mur. contrairement à l'hypothèse généralement admise; c'est ce qui se remarque, par exemple, dans la figure 24, planche II, qui représente une coupe verticale des terrains d'Auchy-au-Bois: on voit par cette coupe que la veine *Maréchale* se trouve relevée au delà de la faille *AB*. Cette anomalie a pu être le résultat d'un affaissement du terrain compris entre les deux failles *AB* et *CD*. On pourra expliquer aussi des exceptions de cette nature, dans certains cas, par des perturbations postérieures à l'affaissement du toit, perturbations qui ont provoqué un mouvement en sens inverse de celui qui s'était en premier lieu manifesté.

Recoupage par une voie horizontale d'une veine rejetée. Règle simple. — Applications et exemples de rejets.

**44.** Ordinairement on vient buter contre une faille par un travail en direction et il y a intérêt à rejoindre la veine après le rejet par une voie horizontale, comme le montrent les figures 25 et 26. Ces figures représentent en plan et en coupe verticale une recherche de la veine *Élise* exécutée à la fosse n° 3 de Ferfay, au delà d'une faille en relevage, accident qui a été précédé d'un resserrement de la veine sur 12 mètres de longueur.

En se basant sur l'hypothèse admise dans la règle de Smitdh. c'est-à-dire le glissement de la région du toit, on pourrait ainsi formuler la règle à suivre pour recouper par un travail horizontal une veine rejetée par une faille :

*Quand vous abordez une faille par son toit, c'est-à-dire quand la faille monte devant vous, l'accident est en relevage*

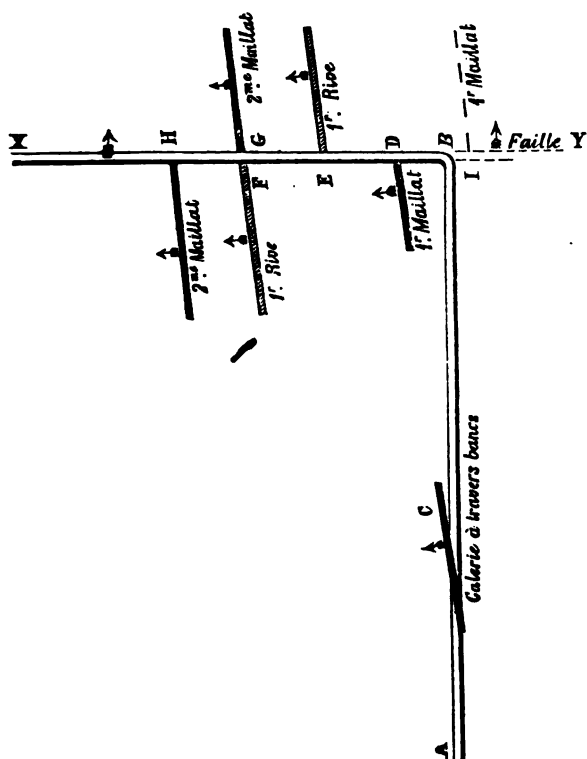


et vous retrouverez le rejet cherché en cheminant dans les roches situées au toit de la veine perdue. Quand vous abordez une faille par son mur, c'est-à-dire quand elle plonge devant vous, c'est à travers les roches situées au mur de la veine qu'il faut cheminer et l'accident est en renfonçage.

45. Les figures 27, planche II, et 28, planche III, montrent deux applications de ce principe, l'une à une recherche de la veine *Saint-Eugène* à la fosse n° 1 de Ferfay, l'autre à un rejet de la veine *Louise* à la fosse n° 2. Dans ces deux applications, on a rencontré un passément de la veine rejetée, à travers le remplissage de la faille.

46. La figure ci-contre offre un curieux exemple de rejets que

FIG. 4. — Filons de la Grande-Brache.



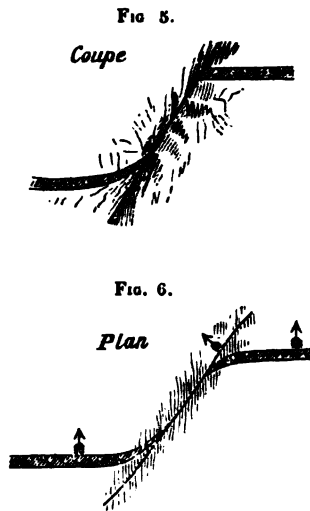
j'ai constatés à la mine de la Grande-Brache, à Allevard (Isère). On a découvert dans cette mine des filons de fer carbonaté spathique appartenant à deux variétés, l'une appelée *maillat*, cristallisée en gros éléments, l'autre que les mineurs nomment *rive* et dont les cristaux enchevêtrés sont beaucoup plus petits. La galerie à travers

bancs *AB*, ouverte dans les schistes de transition, a rencontré

en *C* un premier filon maillat pauvre dans cette partie de la mine. En *B* cette même galerie a rencontré une faille *XY* qui contenait quelques fragments de minerai et que l'on a suivie dans la direction de *X*, par une voie qui a recoupé les différentes branches de filons représentées dans la figure: d'abord en *D* le prolongement du premier filon maillat dont le rejet doit être en *I*, puis en *E* un premier rive qui se rejette en *F*, juste dans le prolongement d'un deuxième maillat *G* qui se rejette en *H*.

§ 9. — *Phénomènes qui se manifestent dans le voisinage des failles.*

47. Dans le voisinage des failles, les couches subissent fréquemment des modifications: elles s'amincissent, comme le montre la figure 22; de plus elles s'inclinent contre la faille, comme le montrent les figures ci-contre: souvent aussi elles s'appauvrissent. Les filons, au contraire, subissent souvent un enrichissement sensible au point où ils sont croisés par un autre filon.

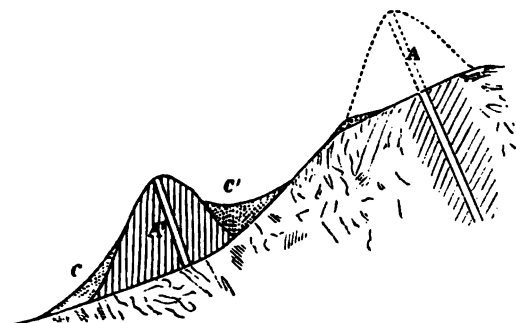


48. L'approche d'une faille est fréquemment annoncée au mineur par des infiltrations et des suintements à travers les roches du gisement.

§ 10. — *Chutes de montagnes.*

49. Dans les pays montagneux, on rencontre quelquefois des

FIG. 7.



*A* Partie de montagne descendue en *A'* ;  
*C C'* Éboulis ayant rectifié le profil de la montagne.

parties de gisements qui sont descendues, entraînées dans une *chute de montagne* et sont venues s'arrêter à mi-côte ou dans la vallée. J'ai rencontré près du village de Pinsot dans l'Isère un accident de ce genre; on a été amené par suite d'une chute de

la partie *A* de la montagne à exploiter en *A'*, la tête d'un filon dont la base avait été exploitée au sommet de la montagne.

## CHAPITRE II.

3<sup>e</sup> Leçon.

## TRAVAUX D'EXPLORATION ET DE RECHERCHE.

50. Il faut distinguer les *travaux d'exploration* qui permettent de constater simplement l'existence d'un gisement, des *travaux de recherche* que l'on entreprend dans le but de déterminer si un gîte connu, d'une manière imparfaite, est susceptible d'une exploitation avantageuse.

### § 1. — *Travaux d'exploration.*

51. La connaissance de la constitution géologique d'un pays, la rencontre de fragments de minerais recueillis à la surface du sol, sur les escarpements, sur les points dénudés, dans les puits, dans les ravins ou le lit des ruisseaux, la constatation d'affleurements bien caractérisés, de haldes et de vestiges d'anciennes exploitations, enfin, le souvenir d'anciens travaux, dévoilé par la tradition, peuvent fournir les indices qui déterminent le mineur à courir les chances d'une exploration, c'est-à-dire d'une étude plus positive et plus approfondie.

Dans cette étude, l'explorateur devra se souvenir que l'exploitation est sœur de la géologie, et il devra faire appel à la connaissance qu'il a pu acquérir des terrains de la contrée qu'il parcourt : il devra rechercher et distinguer les analogies, observer l'âge relatif des assises qu'il rencontre, la nature des roches et les modifications qui ont pu altérer leur aspect minéralogique ; il reconnaitra les affleurements des filons ou des couches à leurs caractères particuliers, il observera leur direction qu'il rapprochera de celle de gisements de même sorte connus dans le voisinage. La houille laissera à son affleurement une trace noirâtre de combustible impur se fondant avec les terrains encaissants ; mais cette observation n'est pas suffisante, et il y aura lieu de s'assurer si ce combustible altéré par l'influence des agents atmosphériques, appartient au *terrain houiller*, ou, si, au contraire, c'est un lignite tertiaire ou créacé, sans importance industrielle. L'attention de l'explorateur sera d'ailleurs ordinairement appelée sur un affleurement par une dénivellation due à une résistance différente des roches encaissées et encaissantes à l'action de agents atmosphériques.

Quand on parcourt ainsi une contrée dans un but industriel tous renseignements sont bons à recueillir auprès des géologues du voisinage, auprès des puisatiers du pays et des hommes spé-

ciaux familiarisés avec la connaissance des terrains que l'on explore. Les tranchées, les carrières sont à visiter; enfin les roches recueillies dans le lit des torrents fourniront des indications précieuses sur les terrains situés en amont de la région qu'on parcourt.

Parmi ces roches, il en est quelques-unes, telles que le quartz, la baryte sulfatée, la chaux carbonatée, le spath-fluor, les pyrites, etc., qui sont les compagnes ordinaires de certains minerais et qui sont, par conséquent, dignes d'une attention particulière. Les sources minérales donnent souvent aussi d'utiles indications et doivent éveiller, tout au moins, l'attention de l'explorateur.

Quant aux vestiges d'anciens travaux de mines, ils doivent être l'objet d'un examen attentif et les résultats des investigations auxquelles ils donnent lieu, soigneusement rapprochés des renseignements que fournit la tradition. Un explorateur sagace et consciencieux ne négligera à cet égard aucune observation; celles qui, au premier abord, paraîtraient futiles ont souvent une importance significative : c'est ainsi que bien des ruisseaux et des villages ont emprunté leur nom au souvenir d'une ancienne exploitation ou d'une industrie disparue. Par contre, il ne faut jamais se borner à enregistrer sans contrôle les indications que procure la tradition : on ne saurait trop se mettre en garde contre les récits légendaires ou simplement exagérés.

52. Quand on consulte ainsi la tradition ou les traces d'une ancienne industrie, il faut aussi tenir compte des conditions économiques dans lesquelles cette industrie a pu jadis s'exercer et ne pas conclure, à première vue, qu'un gisement autrefois exploité en partie peut être aujourd'hui l'objet d'une reprise d'exploitation dans des conditions favorables. Le contraire a malheureusement lieu dans un grand nombre de cas. Tel minerais dont les anciens ont pu tirer parti à cause d'un prix élevé obtenu pour la vente du métal, ou du bas prix de la main-d'œuvre, peut, dans les conditions différentes où l'on se trouve aujourd'hui,

d'hui, n'avoir aucune valeur industrielle. Il arrive, par contre, que la découverte de procédés métallurgiques perfectionnés, la création de voies de communications faciles, ou la construction d'usines métallurgiques dans le voisinage, permettent d'utiliser actuellement des minerais dont nos devanciers n'auraient pu tirer un parti avantageux. Il importe, en un mot, que l'explorateur qui rencontre un gisement, entamé par d'anciens travaux, se rende un juste compte des causes de son abandon et des conditions économiques qui seraient faites aujourd'hui à une nouvelle exploitation.

## § 2. — *Travaux de recherche.*

### Fouilles superficielles, fendues, puits et galeries.

**53.** Pour apprécier sûrement la valeur industrielle d'un gisement, sa richesse, ses facilités d'exploitation, il faut généralement compléter, par des *travaux de recherche*, les premières investigations sommairement indiquées à l'article précédent; l'État n'accorde, du reste, à un explorateur la concession d'une mine que lorsqu'il est démontré, par un ensemble de travaux suffisants, que ce gisement est susceptible d'une exploitation avantageuse.

**54.** Lorsque le gîte affleure, la première constatation à faire consiste à opérer des fouilles superficielles qui mettent les roches à nu et permettent de juger de la structure et de l'allure du gîte. S'il s'agit, par exemple, d'un filon, on pratiquera une série de tranchées transversales (fig. 30, pl. III), qui permettront de reconnaître le gîte sur un certain nombre de points, de jalonner sa direction et de juger de son étendue.

La figure 30 représente une des fouilles que j'ai fait exécuter dans les environs de Segré (Maine-et-Loire), sur les affleurements de filons de fer oxydulé et de fer oligiste enclavés dans des bancs de quartzites qui traversent les schistes ardoisiers.

**55.** Après cette première reconnaissance, par des tranchées transversales exécutées sur les affleurements, on procédera à des recherches complémentaires pour juger si le gisement se maintient en profondeur dans des conditions favorables. A cet effet, on peut, si l'on se trouve en pays accidenté, recouper le gisement par une *galerie à travers bancs*, et l'explorer ensuite en direction par une *galerie d'allongement*; on peut encore descendre dans le gîte par une voie inclinée ou *fendue* jusqu'au point où l'on juge à propos de faire une exploration en direction; on obtient ainsi des indications précises sur la manière dont le gisement se comporte dans le sens de l'inclinaison; ce dernier moyen est du reste commandé quand on doit traverser, pour atteindre le gîte vierge, de vieux travaux dont on ignore la profondeur. Enfin, on peut aussi atteindre par un puits vertical la profondeur à laquelle on désire explorer le gîte et le rejoindre par une galerie horizontale ouverte au bas du puits. Il va sans dire qu'on pourra, suivant les circonstances, combiner ces différents modes d'attaque dont le choix est lié à la nature du terrain à traverser, à l'économie du travail, à sa durée, aux difficultés d'aérage ou d'épuisement, etc., etc.

La figure 51, planche III, représente, en coupe, une recherche exécutée dans les filons de la Boitellerie, près de Segré (Maine-et-Loire), sur un point où le minerai de fer oxydulé que renferment ces filons a été exploité en partie à l'époque de l'occupation romaine, comme l'attestent les médailles ainsi que les poteries romaines et gauloises recueillies dans les vieux travaux.

**56.** Lorsque la tête du gîte est recouverte par des morts-terrains d'une épaisseur assez considérable, ou quand on veut explorer un gisement peu incliné à une certaine distance de son affleurement, on se décide quelquefois à l'atteindre directement par un puits si les terrains à traverser sont peu aquifères et si le creusement de ce puits peut se faire sans de grandes dépenses. Dans ce cas, la recherche aboutissant à une découverte sérieuse, le puits creusé pourra servir à l'exploitation ultérieure. Mais, en

général, on a recours à l'emploi préalable de la sonde : c'est un moyen économique et expéditif d'obtenir des notions assez précises sur l'épaisseur et la nature des morts-terrains, sur la puissance des filons et des couches et même, jusqu'à un certain point, sur le sens et l'importance de leur pendage. C'est le procédé de recherche que vous verrez employer partout dans les bassins carbonifères du Nord et du Pas-de-Calais où les assises à traverser pour atteindre le terrain houiller sont très-aquifères et opposent des difficultés qui rendent le fonçage des puits fort long et très-couteux.

#### SONDAGES.

Ce qu'on entend par un sondage. — Sondages par percussion, à tiges rigides ou à la corde. — Sondages par rodage.

**57.** L'art du sondeur, art que les ingénieurs attachés aux exploitations de mines sont appelés à appliquer dans le cours de leur carrière, et qu'ils doivent par conséquent posséder, consiste à forer à travers les terrains superposés aux gisements recherchés, un puits d'un petit diamètre, au moyen d'appareils qui agissent par percussion ou par rodage, et qui s'ajustent à l'extrémité d'une série de tiges, de longueur uniforme, vissées les unes aux autres et plus rarement assemblées par enfourchement.

Les détritiques provenant du battage ou du rodage sont extraits, soit par des outils cureurs spéciaux, soit au moyen d'un entraînement obtenu par un courant d'eau ascendant. Dans le premier cas, les appareils de curage s'ajustent à la place des outils perceurs ou rodeurs, ce qui nécessite le dévissage et le revissage de toutes les tiges, opération toujours longue quand il s'agit d'un sondage profond.

Une variante de ce procédé consiste dans la substitution d'une corde aux tiges, soit pour le battage, soit pour le curage. Ce système, applicable à des terrains solides et peu inclinés, est connu sous les noms de *sondage à la corde* ou de *procédé chinois*.



Dans les terrains ébouleux, le trou de sonde doit être armé d'un tubage formé de tuyaux en tôle de fer ou de zinc ou même en cuivre rouge. Quand le tubage est provisoire, on fait usage de tuyaux en tôle mince de 2 à 5 millimètres d'épaisseur auxquels on donne le nom de *tuyaux de retenue*; quand le tubage est définitif, ce qui a toujours lieu, par exemple, pour les puits artésiens, on emploie des tuyaux en tôle forte de 4 à 10 millimètres d'épaisseur suivant les diamètres, et souvent on a recours à la tôle de zinc ou au cuivre rouge.

Des appareils spéciaux, de forme variée, servent à retirer en cas d'accident, de rupture d'outils ou de tiges, de détérioration ou de déformation de tuyaux, les pièces qui entravent la poursuite du forage.

### § 3. — 1<sup>o</sup> Sondages par percussion.

#### Tiges et accessoires.

33. Les tiges sont, ou bien en fer carré de bonne qualité, de 27 à 34 millimètres de côté, et de 5 à 10 mètres de longueur, ou bien en bois de sapin de 6 à 10 centimètres d'équarrissage et au-dessus et de 10 à 12 mètres de longueur; on réserve les tiges en bois pour les grandes profondeurs.

Les figures 33, 34 et 35, planche IV, représentent les différents modes d'assemblage des tiges.

La figure 33 montre comment se fait l'emmanchement des tiges en fer par *enfourement*, au moyen d'un tenon saisi entre les deux branches d'une fourchette à laquelle il est lié par deux ou trois boulons. L'assemblage à vis représenté figure 34 est préféré; chaque tige se termine à sa partie supérieure par une embase surmontée d'une partie cylindrique portant six ou sept pas de vis à filet triangulaire, et à la partie inférieure par un renfoncement et une cavité taraudée destinée à recevoir la partie

filetée de la tige suivante. La figure 35 montre comment s'assemblent les tiges en bois.

Une *clef de retenue* (fig. 36) sert à saisir successivement chaque tige par son embase, au moment où cette embase se présente au niveau du sol, et maintient ainsi la colonne pendant l'opération du vissage et du dévissage des tiges; cette dernière opération s'exécute à l'aide d'une clef ordinaire à long manche (fig. 37), qui embrasse la partie carrée de ces tiges.

Chaque tige, au moment où on l'assemble ou la désassemble avec celle que maintient la clef de retenue, est suspendue à un câble par une *fausse-tête* (fig. 38), ou par un *piéd-de-bœuf* (fig. 39).

Pendant le battage, un mouvement de rotation est imprimé aux tiges par la *manivelle* (fig. 40) que l'on manœuvre à bras avec beaucoup d'attention.

La première tige se termine au jour par une *tête* qui sert à la suspendre au levier de battage ou au câble de remonte; cette tête doit pouvoir tourner sans tordre le câble ou la chaîne de suspension. La figure 41 représente une tête simple munie d'un anneau tournant. Les figures 42 et 43 représentent des têtes à vis permettant de racheter constamment l'importance de l'approfondissement du trou de sonde pendant la durée du battage.

#### Appareils à chute libre.

59. L'emploi des tiges en fer pour les sondages qui s'exécutent à de grandes profondeurs, donnerait lieu à un poids considérable qui fatiguerait, outre mesure, les tiges inférieures et les outils perceurs ou trépan. Le sondeur Kind, à qui l'on doit de remarquables perfectionnements dans le matériel de forage, a écarté cette difficulté en intercalant entre l'outil de percussion et les tiges, un appareil à coulisse représenté (fig. 44, 45 et 46) permettant au trépan de se détacher spontanément des tiges à un moment donné et de retomber librement au fond du trou avec

la vitesse due à la hauteur de sa chute. Le disque *a* formé de trois rondelles de cuir fixées entre deux platines de tôle, et les débordant un peu, a sensiblement le diamètre du trou de sonde et subit de la part de l'eau qui remplit ce trou de sonde une poussée de bas en haut quand il descend et un effort en sens inverse quand il remonte. Il actionne les deux branches *bb* d'un dé clic qui peut retenir ou laisser échapper le bouton *c* par lequel se termine le porte-outil. Pendant la remonte des tiges, la pression exercée par l'eau de haut en bas s'oppose à l'ouverture des branches inférieures du dé clic, mais dès que les tiges redescendent, le disque retardé dans sa descente par la pression que l'eau exerce alors de bas en haut, agit sur les branches du dé clic qui fonctionne et abandonne à sa libre chute l'appareil de percussion.

D'autres dispositions ont été imaginées pour remplir le même but par M. Esche, MM. Degousée et Laurent et M. Dru; j'y reviendrai lorsque je traiterai la question du forage des puits de mine, c'est-à-dire des trous de grand diamètre.

Pour prévenir le fouettement des tiges, on les munit d'un système de *guides* à claire-voie (fig. 47) ou composés de cylindres en bois évidés, n'offrant au passage de l'eau qu'une faible résistance, et l'on fixe à la partie inférieure de la tige un guide spécial, appelé *parachute* (fig. 48), formé d'une sorte de chapeau de cuir et destiné à ralentir la chute d'une longueur de tige ainsi armée qui viendrait à se détacher accidentellement.

#### Tréfans.

●●. Les outils percussés ou *tréfans* affectent les différentes formes représentées (fig. 49 à 54) appropriées à la nature et à la dureté des terrains à entailler, comme aussi au diamètre du trou de sonde. La figure 52 montre une disposition applicable aux trous de sonde commencés à un diamètre de 0<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,60; ces dimensions exigent que le tranchant de l'outil soit composé de

plusieurs assemblages faciles à réparer et à remplacer par des pièces de rechange.

Le *trépan rubané* (fig. 53) qui agit par rotation sert à désagréger les sables et à préparer le curage.

Le *bonnet carré* ou casse-pierre (fig. 54) est employé pour briser ou pour refouler dans les parois les corps durs tombés au fond du trou de sonde.

#### Aléseurs et élargisseurs.

61. L'action des outils indiqués au numéro précédent est complétée par celle des appareils aléseurs et élargisseurs. Les figures 55 et 56 représentent deux *alésours*. Les figures 57 et 58 montrent comment fonctionnent les *élargisseurs de Kind*, dans le cas où il s'agit de forer au-dessous d'une partie déjà tubée un trou d'un diamètre supérieur au diamètre intérieur du tube; l'un de ces outils fonctionne en battant de haut en bas, l'autre (fig. 57) agit de bas en haut pour abattre l'anneau circulaire formant la saillie sur laquelle repose la base du tubage.

#### Outils servant au curage des trous de sonde et à la prise des témoins.

62. Les débris accumulés au fond du trou de sonde sont retirés, après chaque battage, par des appareils de curage qui se rangent en deux classes. Dans la première, on opère par rotation et l'on se sert de *tarrières* ou *cuillères*. La figure 59 représente la tarrière ordinaire. La tarrière représentée (fig. 60) convient également pour entailler le terrain dans les argiles; elle porte le nom de *cuillère à glaize*; la (fig. 61) montre une disposition qui est applicable aussi à l'entaillage et au curage des matières légèrement arénacées; elle est connue sous le nom de *trépan rubané*.

La seconde classe d'outils cureurs comprend la *cloche à boulet* et la *cloche à soupape* (fig. 62, 63 et 64); ces appareils s'em-

ploient comme les trépan en *battant* et peuvent être descendus à la corde au fond du trou de sonde, ce qui évite les pertes de temps dues au vissage et au dévissage des tiges.

L'appareil que représente la figure 65 porte le nom de *vérificateur*; il permet d'obtenir, après coup, un échantillon des terrains traversés à une hauteur quelconque, au moyen d'un système de griffes *gg* qui grattent les parois du trou de sonde et enlèvent des débris qui s'accumulent dans une cloche inférieure.

Enfin, on peut, à l'aide d'un *trépan annulaire* ou *découpeur* (fig. 66 et 67), isoler une carotte cylindrique du terrain et la couper avec une sorte d'emporte-pièce (fig. 68), qui la détache, par suite de la pression latérale qu'exerce un coin dont l'enfoncement est produit par le poids des tiges. Si l'on a eu soin, tout d'abord, de repérer ce témoin par quelques coups battus avec un trépan ordinaire, on pourra l'orienter lorsqu'il arrivera au jour et obtenir ainsi des indications précises sur la direction et l'inclinaison du terrain traversé.

#### Outils qui servent en cas d'accidents.

63. Les instruments qui servent ordinairement en cas d'accidents sont les suivants :

1° La *caracole* (fig. 69) qui saisit au-dessous du renflement une tige brisée dans le trou de sonde, et permet de la remonter au jour.

2° La *cloche à écrou* (fig. 70) qui coiffe la tige lorsqu'elle a été brisée un peu au-dessous de l'emmanchement; cet appareil porte un écrou conique dont les filets mordent sur la tige à retirer.

3° Le *tire-bourre* (fig. 71) qui agit comme la cloche à écrou et permet aussi de retirer les corps durs tombés au fond du trou.

4° L'*accrocheur à pinces* (fig. 72) qui remplace la cloche à écrou lorsque la tige à retirer n'est pas retenue par un outil engagé au fond et qu'elle tourne ainsi trop facilement.

5° La *navette de Kind* (fig. 73) et l'*arrache-tuyaux à coins d'Alberti* (fig. 74), qui servent à l'extraction des tubes détériorés ou déformés.

Le premier de ces appareils se compose d'un bloc de bois de forme ovale qu'on descend en même temps qu'un tuyau cylindrique dont ce bloc ferme l'extrémité inférieure. Le tuyau est rempli de sable graveleux; en le soulevant, le sable s'écoule et se coince entre la navette et le tube à arracher. Dans le second système, le serrage contre le tube à ramener au jour est obtenu au moyen d'un manchon formé de douves minces taillées en forme de coins, qu'écarte un tampon conique.

#### Tubage des trous de sonde.

64. Les tuyaux destinés au tubage des trous de sonde ont 2 mètres de longueur; chaque tuyau porte à sa partie supérieure une frette dans laquelle on fait entrer l'extrémité inférieure du tube suivant où elle se fixe par une double rangée de boulons qu'on mate après avoir coupé les queues. L'assemblage des tubes se fait au jour, au fur et à mesure de la descente. Les boulons d'assemblage sont descendus à l'intérieur du tuyau supérieur par une ficelle que l'on attire extérieurement avec un crochet passé par les trous destinés à les recevoir (\*). Les tuyaux à descendre sont saisis extérieurement et manœuvrés à l'aide d'un collier par lequel ils sont suspendus; ce *collier de manœuvre* se démonte en deux parties et porte des poignées qui permettent de diriger convenablement à la main les opérations.

On peut, s'il en est besoin, favoriser la descente des tubes soit

---

(\*) On peut également fixer les tubes avec des rivets. Dans ce cas, l'opération est facilitée par l'introduction de deux coins en fonte, suspendus à des tiges; ces coins se calent à l'endroit de la rivure.

à l'aide d'un mouton frappant un bloc de bois armé de frettes en fer, qui coiffe le tuyau supérieur, soit au moyen d'une pression exercée d'une manière continue. Mais la colonne tubulaire, loin de toujours présenter une grande résistance à l'enfoncement, nécessite souvent un effort de retenue qui exige l'emploi de tirants de suspension ; c'est ce qui a lieu notamment pour les forages de grands diamètres.

#### Engins, chèvres et baraques.

65. On peut commencer les forages profonds à bras et les terminer au moyen de la vapeur, mais il y a presque toujours avantage à recourir à l'emploi de la vapeur dès le début, car le personnel du sondage qui se compose, dans le cas du forage à vapeur, du contre-maitre et de 3 ou 4 manœuvres, s'accroît d'un homme tous les 20 ou 25 mètres dans le cas d'un sondage à bras.

66. La chaîne à laquelle est attachée la tête de la sonde est actionnée pour le battage par un *levier à secteur*. On imprime à cet organe intermédiaire le mouvement qui détermine l'élévation de l'outil percuteur, soit à bras si le sondage ne doit pas dépasser 100 mètres de profondeur, soit lorsqu'il s'agit de sondages plus importants au moyen d'un cylindre à vapeur.

67. La manœuvre des tiges s'exécute, pour les petits sondages, avec un treuil à bras, mais pour les forages d'une certaine importance, on préfère l'emploi d'un treuil à vapeur. Une machine fixe, à un ou à deux cylindres, ou une machine locomobile de quelques chevaux, rendent de grands services dans les forages que l'on veut pousser activement à d'assez grandes profondeurs.

68. Les abords du forage sont entourés par un bâtiment simple construit en bois, *la baraque*.

L'engin principal qu'abrite la partie élevée de ce bâtiment est une *chèvre* dont l'importance et la hauteur dépendent de la profondeur que le sondage doit atteindre ; pour de très-petits forages,

une chèvre analogue à celle dont se servent les maçons peut à la rigueur suffire; pour des sondages plus profonds et plus importants, on établit des chèvres plus solides, à quatre montants et on leur donne une grande élévation de 8 à 22 mètres; la distance des poulies que supporte la chèvre à l'origine du trou de sonde, doit être du reste calculée de manière à laisser une hauteur utile qui soit un multiple de la longueur adoptée pour les tiges.

Dans les forages exécutés récemment par la Compagnie des mines de Nœux et Vicoigne, on a fait usage d'une chèvre de 11<sup>m</sup>,75 de hauteur; le prix de cette chèvre et de la baraque dont la planche V indique la construction, peut s'élever à environ 4.500 francs. Cette installation s'applique à des sondages qui peuvent aller jusqu'à 300 ou 400 mètres de profondeur.

Voici le devis de la construction et de l'installation soignée d'une chèvre de 13 mètres de hauteur et de la baraque correspondante; ce devis a été dressé par MM. Lippmann et C<sup>o</sup> pour des sondages pouvant atteindre jusqu'à 700 mètres de profondeur.

#### CHÈVRE.

Fouilles, 15 <sup>m</sup> à 1 <sup>f</sup> . . . . .	fr.	15	»
Drainage du sol et pilonnage de la terre . . . . .		15	»
Bois de sapin (fourniture), 9 <sup>m</sup> ,70 à 90 <sup>f</sup> . . . . .		875	»
Bois de chêne (fourniture), 1 <sup>m</sup> ,50 à 90 <sup>f</sup> . . . . .		155	»
Transport du bois à pied d'œuvre . . . . .		100	»
Façon et montage de charpente, 11 <sup>m</sup> ,20 à 30 <sup>f</sup> . . . . .		556	»
Boulons d'assemblage, 100 kil. à 1 <sup>f</sup> . . . . .		100	»
Déplacement d'ouvriers, 60 jours à 2 <sup>f</sup> ,50. . . . .		150	»
	Fr.	1.724	»
Plats-bords et imprévu. . . . .		176	»
<b>TOTAL DE LA CHÈVRE. . . . .</b>	<b>fr.</b>	<b>1.900</b>	<b>»</b>
		<b>1.900</b>	<b>»</b>
<b>A REPORTER . . . . .</b>	<b>fr.</b>	<b>1.900</b>	<b>»</b>



REPORT. . . . . fr. 1.900 ,

**BARAQUE.**

Fouilles, 5 <sup>m</sup> à 4 <sup>f</sup> . . . . .	fr.	5	»
Drainage du sol et pilonnage de la terre . . . . .		5	»
Bois de sapin (fourniture), 26 <sup>m</sup> ,20 à 80 <sup>f</sup> . . . . .		2.096	»
Façon et montage de 26 <sup>m</sup> ,20 de charpente à 30 <sup>f</sup> . . . . .		786	»
Couverture, 682 <sup>m</sup> à 1 <sup>f</sup> ,25 (fourniture) . . . . .		852,50	
— (pose), 682 <sup>m</sup> à 0 <sup>f</sup> ,50 . . . . .		341	»
Boulons d'assemblage, 60 kil. à 1 <sup>f</sup> . . . . .		60	»
Pointes, 150 kil. à 0 <sup>f</sup> ,50 . . . . .		75	»
Transp <sup>t</sup> à pied d'œuvre des bois et planches.		200	»
Déplacement des ouvriers, 150 jours à 2 <sup>f</sup> ,50.		575	»
Fenêtres, 7 à 20 <sup>f</sup> . . . . .		140	»
Portes, 2 à 25 <sup>f</sup> . . . . .		50	»
Cloisons, plancher, plafond du bureau et magasin. . . . .		60	»
Chevrons de la couverture, 140 <sup>m</sup> à 0 <sup>f</sup> ,75. . . . .		105	»
	Fr.	5.150,50	
Imprévu . . . . .		549,50	
<b>TOTAL DE LA BARAQUE.</b> . . . fr.		<u>5.700</u>	»
<b>TOTAL GÉNÉRAL DE LA CHÈVRE ET DE LA BARAQUE.</b> fr.		<u>7.600</u>	»

4<sup>e</sup> Leçon.

## Prix de l'outillage et du matériel de sondage.

69. Le prix d'achat de l'outillage du sondeur varie nécessairement avec le cours des métaux. Les prix suivants ont été relevés dans le tarif de la maison Lechevallier-Tilloy de Béthune, daté du 20 novembre 1877.

## TARIF GÉNÉRAL.

Trépan de 0 <sup>m</sup> ,40 à 0 <sup>m</sup> ,30 de larg <sup>r</sup> avec emmanchements, de 1 <sup>m</sup> ,20 de long <sup>r</sup> environ, non compris le filetage du mâle, les 100 kil. . . . .	Fr. C.	190
Trépan de 0 <sup>m</sup> ,29 à 0 <sup>m</sup> ,20 de larg <sup>r</sup> avec emmanchements, de 1 <sup>m</sup> ,20 de long <sup>r</sup> environ, non compris le filetage du mâle, les 100 kil. . . . .		205
Trépan de 0 <sup>m</sup> ,10 à 0 <sup>m</sup> ,15 de larg <sup>r</sup> avec emmanchements, de 1 <sup>m</sup> ,20 de long <sup>r</sup> environ, non compris le filetage du mâle, les 100 kil. . . . .		220
Les alies en acier à un trépan l'augmentent en prix de 10 fr. les 100 kil.		
Les trépan surpasant le poids de 120 kil. subiront une augmentation de 4 fr. les 100 kil. pour chaque kil. supplémentaire.		
Tiges de 0 <sup>m</sup> ,100 à 0 <sup>m</sup> ,080 d'épais <sup>s</sup> , ayant une long <sup>r</sup> de 6 <sup>m</sup> avec emmanchem <sup>ts</sup> , les 100 k.		95
Id. 0 <sup>m</sup> ,079 à 0 <sup>m</sup> ,060 id. id. id. id.		85
Id. 0 <sup>m</sup> ,059 à 0 <sup>m</sup> ,040 id. id. id. id.		80
Id. 0 <sup>m</sup> ,039 à 0 <sup>m</sup> ,025 id. id. id. id.		75
Tiges d'allonges de toute épais <sup>s</sup> , d'une long <sup>r</sup> de 0 <sup>m</sup> ,50 à 0 <sup>m</sup> ,99 avec emmanch <sup>ts</sup> , les 100 k.		245
Id. id. id. 1 <sup>m</sup> ,00 à 1 <sup>m</sup> ,49 id. id.		225
Id. id. id. 1 <sup>m</sup> ,50 à 1 <sup>m</sup> ,99 id. id.		210
Id. id. id. 2 <sup>m</sup> ,00 à 2 <sup>m</sup> ,49 id. id.		185
Id. id. id. 2 <sup>m</sup> ,50 à 2 <sup>m</sup> ,99 id. id.		165
Id. id. id. 3 <sup>m</sup> ,00 à 3 <sup>m</sup> ,49 id. id.		145
Id. id. id. 3 <sup>m</sup> ,50 à 4 <sup>m</sup> ,00 id. id.		125
Emmanchements pour tiges de 0 <sup>m</sup> ,100 à 0 <sup>m</sup> ,080 d'épaisseur, les 100 kil. . . . .		195
Id. id. 0 <sup>m</sup> ,079 à 0 <sup>m</sup> ,060 id. id. . . . .		215
Id. id. 0 <sup>m</sup> ,059 à 0 <sup>m</sup> ,040 id. id. . . . .		235
Id. id. 0 <sup>m</sup> ,039 à 0 <sup>m</sup> ,025 id. id. . . . .		245
Les emmanchements goupillés subiront une augmentation de 3 fr. les 100 kil.		

	Fr.	C.
Tubes de 0 <sup>m</sup> ,40 à 0 <sup>m</sup> ,30 de diamètre intérieur, les 100 kil. . . . .	48	»
Id. 0 <sup>m</sup> ,39 à 0 <sup>m</sup> ,25 id. id. . . . .	58	»
Id. 0 <sup>m</sup> ,24 à 0 <sup>m</sup> ,18 id. id. . . . .	62	»
Id. 0 <sup>m</sup> ,17 à 0 <sup>m</sup> ,15 id. id. . . . .	72	»
Id. 0 <sup>m</sup> ,14 à 0 <sup>m</sup> ,13 id. id. . . . .	100	»
Rivoirs en fonte, tiges en fer, pour tubes de 0 <sup>m</sup> ,40 à 0 <sup>m</sup> ,18, les 100 kil. . . . .	35	»
Id. id. 0 <sup>m</sup> ,17 à 0 <sup>m</sup> ,13 id. . . . .	45	»
Soupapes de 0 <sup>m</sup> ,30 à 0 <sup>m</sup> ,23 de diamètre extérieur, les 100 kil. . . . .	135	»
Id. 0 <sup>m</sup> ,27 à 0 <sup>m</sup> ,25 id. id. . . . .	145	»
Id. 0 <sup>m</sup> ,24 à 0 <sup>m</sup> ,22 id. id. . . . .	155	»
Id. 0 <sup>m</sup> ,21 à 0 <sup>m</sup> ,19 id. id. . . . .	160	»
Id. 0 <sup>m</sup> ,18 à 0 <sup>m</sup> ,15 id. id. . . . .	170	»
Cloche à vis, diamètre extérieur du bas de 0 <sup>m</sup> ,40 à 0 <sup>m</sup> ,13, les 100 kil. . . de 400 à	500	»
Id. id. 0 <sup>m</sup> ,14 à 0 <sup>m</sup> ,17 id. . . . .	375	»
Id. id. 0 <sup>m</sup> ,18 à 0 <sup>m</sup> ,21 id. . . . .	380	»
Tête de sonde, les 400 kil. . . . .	250	»
Glissière, les 100 kil. (selon la forme.) . . . . .	175	»
Cliquet de glissière de rechange, la pièce. . . . .	12	»
Dragonne, les 400 kil. . . . .	80	»
Pied-de-bœuf, id. . . . .	190	»
Clef de retenue, id. . . . .	140	»
Clef de serrage, id. . . . .	110	»
Vis de rappel, id. . . . .	250	»
Poulie avec arbre, palier, chaises et coussinets en cuivre, les 400 kil. . . . .	80	»
Grand treuil complet avec accessoires, pour être monté sur un bâtis en bois (non compris le bâtis), les 400 kil. . . . .	70	»
Petit treuil complet avec accessoires, avec gros tambour, pour cordes en fil de fer non compris le bâtis), les 400 kil. . . . .	70	»
Outil à carotte tourné, avec lames en acier ajustées avec vis sur le corps de l'outil, les 400 kil. . . . .	350	»
Boulons de tubes, le cent . . . . .	43	»

Les outils spéciaux, tels qu'outils à échantillons, raccrocheurs, vérificateur, garnioles, etc., etc., seront traités de gré à gré.

70. Voici, d'un autre côté, l'état du matériel et de l'outillage dont la Compagnie des mines de Nœux et Vicoigne a fait usage dans les sondages auxquels se rapporte l'installation représentée planche V, figures 75 à 85. Cet état indique en même temps les

prix d'inventaire, attribuant une valeur de service à chaque élément de ce matériel.

## INVENTAIRE

### DU MATÉRIEL ET DE L'OUTILLAGE D'UN SONDAGE

EXÉCUTÉ PAR LA C<sup>e</sup> DES MINES DE NOËUX ET VICOIGNE.

(Valeur en service.)

DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	POIDS.	PRIX.	Somme.
1 treuil et engin complet . . . . .	KIL.	Fr. C.	Fr. C.
Emmanchements neufs 60 X 90 . . . . .	150	1 »	150 »
1 injecteur Giffard (pour machine de sondage). . . . .	»	»	303 »
Clefs de sondage. . . . . 40	130	0,70	91 »
Colliers pour tuyaux de sondage . . . . . 90			
6 petits segments pour machine de sondage . . . . .	»	2 »	12 »
1 tourne-à-gauche . . . . .	27	0,60	16,20
7 poulies de sondage . . . . .	431	35 %	150,85
1 poupée . . . . .	96	30 %	28,80
Pignons d'engrenage et contre-poids . . . . .	36	»	11,40
1 maltresse-tige . . . . .	100	0,40	40 »
27 tiges de sondage et 1 allonge . . . . .	761	»	304,40
6 trépan . . . . .	360 $\frac{1}{2}$	0,75	270,57
1 trépan à 4 lames . . . . .	25	»	18,75
5 clefs de sondage ordinaires . . . . .	80	0,60	48 »
4 caracoles. . . . .	38	1 »	38 »
2 glissières. . . . .	113 $\frac{1}{2}$	0,90	102,15
1 sonde avec guides. . . . .	53 $\frac{1}{2}$	0,50	26,75
5 têtes de sonde . . . . .	113 $\frac{1}{2}$	0,75	85,12
4 tarières ouvertes . . . . .	135	0,95	128,25
2 — fermées . . . . .	213	»	203,55
Emmanchements de sondage . . . . .	230	1,45	333,50
1 tourne-à-gauche en bois. . . . .	»	»	32,30
1 — en fer . . . . .	20	»	11,40
3 outils emporte-pièces . . . . .	86	0,75	64,50
1 langue de serpent . . . . .	34	»	25,50
A REPORTER. . . . .			4 633,80

DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	POIDS.		PRIX.		Somme.
	Kil.	Fr. C.	Fr.	C.	Fr. C.
REPORT. . . . .					4.659,46
3 cloches . . . . .	64	0,75	48	»	
2 pieds de-bœuf . . . . .	41	1 »	41	»	
5 anses et 1 bout de chaîne . . . . .	37	0,50	18,50		
1 arrache-tuyaux. . . . .	26	0,75	19,50		
1 élargisseur . . . . .	38	0,80	30,40		
4 colliers de tubes . . . . .	56	0,60	33,60		
1 porte-lame avec lame en acier . . . . .	48	0,45	21,60		
2 vis de penderie. . . . .	41	1,50	61,50		
45 tubes anciens en tôle . . . . .	3,220	0,62	1.996,40		
20 — en tôle . . . . .	5,040	0,75	3.780 »		
104 <sup>m</sup> de tuyaux de 18 et 30 <sup>mm</sup> de diamètre. . . . .	2,955	»	1.527,90		
2 sommiers en bois blanc 40/so. . . . .	»	»	172,80		
Dragonne en bois (levier de battage). . . . . 50	180	1 »	180 »		
Heurtoirs . . . . . 80					
Chevalet de dragonne . . . . . 50					
2 supports de guide en bois . . . . .	»	»	40 »		
1 châssis pour le trou de sondage. . . . .	»	»	80 »		
1 coffre en bois . . . . .	»	»	4 »		
1 tourne-à-gauche, fer et bois . . . . .	»	»	15 »		
2 poulies de sondage . . . . .	154	0,35	53,90		
1 poulie avec monture. . . . .	45	0,40	6 »		
1 soupape à boulet . . . . .	96	0,45	43,20		
24 tiges de 25 <sup>mm</sup> . . . . . 888	1,298	0,40	519,20		
3 allonges de grosses et petites tiges . . . . . 44					
2 mattresses tiges guidées . . . . . 366	3 1/2	50 %	18,50		
2 paliers en fonte avec coussinets en cuivre . . . . .					
15 colliers en fer. . . . . 172	356	0,60	213,60		
17 clefs . . . . . 126					
4 clefs de retraite . . . . . 58					
2 1/2 tuyaux de sondage de 25 <sup>mm</sup> . . . . . 1,850	3,120	70 %	2.184 »		
7 — — 30 <sup>mm</sup> . . . . . 902					
1 — — 35 <sup>mm</sup> . . . . . 280					
1 arrache-tuyaux. . . . . 25					
1 outil avec tampon en bois au bout . . . . . 63	192	80 %	249,60		
2 tréfans . . . . .					
2 — à 2 branches . . . . . 120	46	75 %	83,25		
1 rongeur . . . . .					
2 langues de serpent . . . . . 65	169	95 %	160,55		
3 cuillères ouvertes. . . . .					
1 tête de sonde . . . . . 31	314	90 %	282,60		
4 glissières. . . . .					
1 crémaillère à vis . . . . . 43	43	1,50	64,50		
A REPORTER. . . . .				16.611,81	

DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	POIDS.		PRIX.		Somme.
	KIL.	Gr.	Fr.	C.	
REPORT. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	46.644,81
2 tampons en bois pour retenir les buses . . . . .	"	"	"	"	49 "
3 soupapes ou tarières. . . . .	189				
1 cloche à clapet. . . . .	14				
6 caracoles. . . . .	130				
2 pieds-de-bœuf . . . . .	17				
1 outil vérificateur avec 3 godets . . . . .	449		609	1 "	609 "
1 — à carottes. . . . .	50				
1 — en forme de soupape pour retirer les outils. . . . .	84				
6 oreilles pour outils vérificateurs. . . . .	6				
5 emmanchements à vis de sondage petits neufs. . . . .	34		4,80		61,20
2 — — — moyens . . . . .	60		4,60		96 "
3 — — — gros . . . . .	101		1,25		126,25
2 cordes rondes en cours de durée . . . . .	83		0,75		62,25
1 câble en fil de fer. . . . .	208				225,00
1 cylindre à battre avec son piston . . . . .	"		"		680,55
1 trépan. . . . .	93		0,80		74,40
1 lame de trépan. . . . .	43		0,80		34,40
TOTAL. . . . .					48.696,41

n. m. Il faut ajouter à cet inventaire une petite machine de 5 à 6 chevaux et son générateur, pour actionner le treuil de manœuvre des tiges et des soupapes.

#### § 4. — Exécution des sondages.

##### Choix d'un emplacement.

71. Lorsqu'on s'est décidé à vérifier, par un sondage, des prévisions géologiques dans un but industriel, soit en vue de l'obtention d'une concession de mines, soit simplement pour jeter la lumière, sur une région concédée dans laquelle, en cas de succès, on se propose d'étendre les travaux d'exploitation, la première préoccupation doit consister dans la recherche d'un emplacement convenable.

Cet emplacement doit être, dans tous les cas, choisi à proximité d'un chemin qui facilite le transport de l'outillage et du maté-

riel; il doit assurer aussi l'eau nécessaire à l'alimentation de la chaudière si l'on se propose de faire usage de la vapeur. Il convient également de choisir cet emplacement de façon à ne pas s'exposer aux oppositions légales. La loi n'autorise aucune recherche à moins de 100 mètres des habitations ou des enclos murés, sans le consentement du propriétaire de ces habitations ou enclos.

#### Garantie des droits d'inventeur.

72. S'il s'agit d'une recherche qui doit précéder une demande de concession, l'explorateur devra, avant tout, garantir ses droits d'inventeur et prendre date en remplissant les formalités nécessaires auprès de la préfecture du département dans lequel la recherche doit s'exécuter. Il y a ici deux cas à considérer : ou bien l'explorateur aura pu préalablement s'assurer l'autorisation du propriétaire du sol, auquel cas il lui suffira de prévenir de ses intentions, par une lettre d'avis, le préfet du département, en précisant la date à laquelle commencera la recherche, le point sur lequel elle s'exécutera, et le but qu'elle poursuit; ou bien, au contraire, on n'aura pu parvenir à se mettre d'accord avec le propriétaire du sol. Dans ce dernier cas il est indispensable, avant de commencer le sondage, d'obtenir un *permis de recherches*. Dans ce but, on adressera à l'administration préfectorale une petition sur papier timbré, conçue à peu près dans les termes suivants :

« Monsieur le Préfet, le soussigné (noms, prénoms et profession) domicilié au lieu de . . . . , a l'honneur de vous demander l'autorisation de faire des recherches de mines de . . . . . sur divers terrains situés commune de . . . . . comprenant les parcelles cadastrales numéros . . . . . et appartenant aux sieurs (noms, prénoms et domiciles des propriétaires du sol).

» Les terrains sur lesquels il demande à exécuter des travaux de recherche contiennent une étendue de . . . . hectares.

» Il joint à la présente pétition un plan de surface, à l'échelle de 1 à 10,000, qui porte la désignation précise et cadastrale de ces terrains avec leur délimitation.

» Il joint également à sa demande . . . . extraits de rôles de contributions, constatant qu'il paye la somme totale de . . . . dans les communes de . . . . (Si c'est une Société qui forme la demande, mentionner le dépôt de l'acte de société).

» Il s'engage, avant de commencer les travaux, à acquitter aux propriétaires du sol les indemnités dues pour occupation de terrains et stipulées par l'article 10 de la loi du 21 avril 1810: à défaut d'accord entre les propriétaires et le soussigné, il acquittera ces indemnités telles qu'elles seront déterminées par qui de droit.

» Il prend l'engagement à l'avance de se conformer aux lois et règlements sur les mines ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par le préfet sur le rapport des ingénieurs pour tout ce qui concerne la sûreté du sol et celle des ouvriers.

» Il aura l'honneur de vous adresser prochainement la notification qu'il fera faire par acte extrajudiciaire de la présente aux sieurs . . . . propriétaires du sol. »

Généralement on évite les lenteurs qu'entraîne l'obtention d'un permis de recherches, en s'assurant l'autorisation des propriétaires.

#### Premières appropriations et commencement du sondage.

**73.** Les débuts d'un sondage se signalent par le fonçage d'un petit puits de quelques mètres de profondeur, qu'on boise ou qu'on muraille et dans lequel on fixe bien verticalement un tuyau-guide en bois ou en tôle d'un diamètre suffisant pour laisser passer les outils les plus larges. La naissance de ce tuyau est légèrement en contre-bas du niveau du plancher sur lequel devront se tenir les ouvriers pendant les manœuvres. Le plancher de manœuvre est



lui-même en contre-bas du sol extérieur. C'est après avoir achevé ces premières appropriations qu'on monte la chèvre, la baraque et les divers appareils précédemment décrits; on peut alors commencer les opérations courantes du forage.

**Travail en régie et travail à l'entreprise.**

**74.** Lorsqu'une compagnie de mines veut faire un sondage, elle peut, si elle possède le personnel et l'outillage nécessaires, l'exécuter en régie, comme on l'a fait récemment à Nœux, ou bien elle s'entend avec un entrepreneur dont elle a pu apprécier l'habileté dans ce genre de travail et qu'elle sait outillé pour mener rapidement le forage à bonne fin.

A côté des grands sondeurs tels que Lippmann et C<sup>ie</sup>, Dru et d'autres, dont on rencontre partout les installations et le matériel perfectionné et qui n'ont pas craint d'aborder les forages de grands diamètres, il existe, dans chaque région houillère, des entrepreneurs plus modestes, mais familiarisés avec les conditions locales auxquelles leur outillage est approprié.

On peut faire avec l'entrepreneur qu'on aura choisi quatre sortes d'arrangements :

1<sup>o</sup> On peut prendre *en location* son matériel et son personnel et diriger le travail dont il se désintéresse.

2<sup>o</sup> On peut aussi faire exécuter le sondage *à la journée* par l'entrepreneur dont on contrôle alors simplement le travail.

3<sup>o</sup> On peut encore lui marchander le sondage au mètre d'avancement en établissant une série de prix en rapport avec la nature des terrains à traverser et la profondeur à atteindre, ce qui exige, de part et d'autre, une connaissance parfaite de la constitution géologique de la contrée.

4<sup>o</sup> Enfin, tout en choisissant, dès le début, le mode de forage au mètre courant, on peut se réserver de faire établir, en fin de travail, le prix de revient d'après le second mode d'entreprise et de partager par moitié avec l'entrepreneur le bénéfice résultant

de l'économie qui aura été ainsi réalisée, mais sans être tenu de payer plus que le prix dû par le marchandage au mètre, si le travail coûtait plus cher par le mode à la journée.

Quand on traite à forfait avec un entrepreneur de sondages, on doit s'attendre à de grandes exigences, car il calcule les chances à courir avant de se lier par un contrat sévère et dans la série des opérations délicates que comporte une pareille entreprise, la prudence lui commande de faire une large part aux éventualités. C'est cette considération qui a souvent engagé les compagnies de mines à renoncer à ce genre de traité et à se borner à encourager l'entrepreneur et le personnel par une prime sur l'avancement journalier.

**Prix des sondages, avancement journalier.**

75. Dans le Pas-de-Calais où les terrains à traverser sont assez bien connus, on stipule dans les traités à forfait et pour des sondages au diamètre de 0<sup>m</sup>,20 à 0<sup>m</sup>,25 un prix fixe de 5.000 à 6.000 francs jusqu'au tourtia avec une entrée de 1<sup>m</sup>,50 dans ce terrain. Les prix varient ensuite de 10 mètres en 10 mètres, mais on peut compter sur une moyenne de 150 francs par mètre courant dans le terrain houiller.

Le sondage n° 8 de la Compagnie des mines de Ferfay a été commencé le 1<sup>er</sup> juin 1867 et terminé le 20 mars 1868; il a atteint la profondeur de 196<sup>m</sup>,50 et a coûté fr. 14.604,53 c. soit en moyenne par mètre courant fr. 74,50 c. Les sommes versées à l'entrepreneur du fonçage se sont élevées à fr. 12.658,53 c.

Voici la coupe des terrains traversés :

<i>Terrain supérieur</i> au terrain houiller, y compris	
2 mètres de tourtia . . . . .	mèt. 147 »
<i>Terrain houiller</i> , alternances de rocs, de quérelles	
et 2 veines de charbon de 1 <sup>m</sup> ,50 et 0 <sup>m</sup> ,70. . .	49,50
	<hr/>
PROFONDEUR TOTALE. . . . .	mèt. 196,50

Ce sondage a été poussé lentement, à un seul poste. Il a procuré un avancement moyen de 0<sup>m</sup>,67 par 12 heures, ce qui correspond à un avancement par 24 heures de 1<sup>m</sup>,34.

Comme avancement journalier, M. Callon cite les chiffres moyens suivants pour un travail à double poste, c'est-à-dire par journée de 24 heures.

Terrains tertiaires et crétacés assez difficiles jusqu'à 100 mètres. . . . .	mèt.	1,03
Terrains crétacés avec peu de silex, jusqu'à 200 et 500 mètres. . . . .		1,53
Terrains crétacés et siliceux jusqu'à 200 et 500 mètr.		0,83
Terrains durs et siliceux, grès bigarrés et grès des Vosges jusqu'à 150 à 200 mètres . . . . .		1,16
Même terrain . . . 650 — . . . . .		0,86
Terrain houiller facile, profondeur assez faible . .		1,78

76. Le tableau suivant résume les données relatives à un certain nombre de sondages exécutés dans le département du Gard, de l'année 1857 à l'année 1876.

SONDAGES	DATES		DURÉE
	du COMMENCEMENT des travaux.	de LA FIN des travaux.	
De Malbos . . . . .	Mai 1857. . . . .	30 septemb. 1860.	3 ans.
De Montalet . . . . .	Fin 1857. . . . .	Fin 1860. . . . .	3 ans.
De Moulinet . . . . .	20 février 1863. .	15 mai 1869. . . .	6 ans.
De Saint-Germain. . . . .	21 mai 1863. . . .	25 novembre 1865.	2 ans.
De Mages . . . . .	1 <sup>er</sup> octobre 1866. .	6 mars 1869. . . .	2 ans.
D'Avelas . . . . . (1 <sup>er</sup> sondage, outillage ancien.)	6 août 1873. . . .	30 juillet 1874. . .	1 an.
D'Avelas . . . . . (2 <sup>e</sup> sondage, outillage nouveau.)	13 mai 1875. . . .	8 octobre 1876 . .	17 m.
De Pigère . . . . . (1 <sup>re</sup> période, outillage ancien.)	22 mars 1875. . .	30 avril 1876 . . .	13 j.
De Pigère . . . . . (2 <sup>e</sup> période, outillage nouveau.)	10 juillet 1876 . .	30 novembre 1876.	3 m.
De Chibas . . . . .	1 <sup>er</sup> novemb. 1874.	27 juin 1876. . . .	1 an.

LIEUX A TRAVERSER.		Profondeur totale.	Avancem <sup>t</sup> moyen PAR MOIS.	Dépenses par MÈTRE COUR <sup>t</sup>	MODE D'EXÉCUTION et MAISONS DE SONDAGE.
RE.	ÉPAISSEUR.				
..... iller . . . . .	225 <sup>m</sup> » 145 »	370 <sup>m</sup> »	9 <sup>m</sup> 25	400 <sup>f</sup> »	En régie : Maison Degoussée et Ch. Laurent, M. Marcellat, ingénieur.
..... iller . . . . .	94 » 123 » 183 »	400 »	11 11	400 »	En régie : Maison Vendel et Kind, M. Najel, ingénieur.
tertiaire . ..... .....	213 » 189 08 49 »	481 »	6 10	228 »	En régie : Maison Mulet, aujourd'hui Dru Saint-Just, pour M. Emilien Dumas.
..... iller . . . . .	65 » 133 » 22 »	220 »	7 »	360 »	En régie : Maison Degoussée et Ch. Laurent, pour M. Emilien Dumas.
..... iller . . . . .	295 » 79 » 93 » 163 »	630 »	21 »	200 »	A l'entreprise : par MM. Becker et Deutscher, M. Vaillon aîné, ingénieur.
re, silex. .	67 »	67 »	5 64	400 »	Mode mixte : par MM. Doley et C <sup>ie</sup> , pour MM. Henri Merle et C <sup>ie</sup> .
re, silex. .	300 »	300 »	17 64	300 »	A l'entreprise : par MM. Glorieux et Deutscher, pour MM. Henri Merle et C <sup>ie</sup> .
s. . . . . lage . . . . .	122 22 122 78	245 »	9 »	374 »	En régie : Maison Dru Saint-Just, pour MM. Vaschalde et C <sup>ie</sup> .
.....	419 »	364 »	35 70	193 »	En régie : par MM. Glorieux et Deutscher, pour MM. Vaschalde et C <sup>ie</sup> .
mpacte de supérieur. arneux et l'oxfordien ..... .....	61 » 104 50 32 » 49 09	246 »	12 30	400 »	En régie : Maison Dru Saint-Just, pour M. Lafarge.

## Échantillons. Journal de sondage.

77. Des échantillons recueillis, chaque jour, doivent être étiquetés et rangés dans un casier; ils permettent de suivre les progrès du travail et d'établir l'historique du sondage ainsi que la coupe exacte des terrains traversés. Les renseignements que fournit cette collection sont complétés par la tenue régulière d'un *Journal de sondage*, où tous les incidents du forage sont constatés, à chaque poste, dans des colonnes disposées comme le montre le tableau suivant :

Année . . . . .  
Mois d. . . . .  
Directeur . . . . .

Département d. . . . .  
Commune d. . . . .  
Recherche d. . . . .

Entreprise de sondage d. . . . .

Nom du contre-maître.	DATES.		DÉSIGNATION des TERRAINS.	NOMBRE DE VOYAGES des outils employés dans la journée.						Forage de la journée.	Épaisseur des courbes.	Profondeur du sondage.	Niveau de l'eau au-dessous du sol.	Diamètre du sondage.	Profondeur tubée.	Obs- ervations.
	Le jour.	La nuit.		Tarières												
				trépan.	ouverture.	à cliquet.	américaines.	à bouilles et à cordes.								

## § 3. Sondages au diamant.

78. Les inconvénients que présentent les procédés ordinaires de sondage, surtout lorsqu'on atteint de grandes profondeurs, la difficulté de régler le mouvement alternatif de l'outil, le fouettement des tiges, les lenteurs qui résultent du vissage et du revisage de ces tiges et de la substitution des appareils de curage aux

appareils de percussion, ont attiré l'attention des hommes spéciaux sur l'emploi d'outils agissant par rotation et sur l'usage de tiges creuses dans lesquelles descend un courant d'eau qui entraîne et enlève les détritits à l'extérieur.

Dans un meeting de l'Institut du fer et de l'acier qui a eu lieu à Liège en août 1873, M. le major de Beaumont a excité la curiosité de son savant auditoire en faisant connaître les résultats obtenus en Angleterre et en Amérique dans des sondages exécutés à l'aide de ces nouveaux moyens par la *Diamond-Rock-Boring Company* qui en exploitait les brevets. Depuis cette époque deux notes sommaires ont paru sur le même sujet dans les *Annales des mines*, t. VII et t. VIII, 1875, et la Compagnie des forges de Châtillon et Commentry a fait exécuter dans le département de l'Allier plusieurs forages par ce système.

#### Description du système.

79. La perforation est obtenue par la rotation d'une pièce de bronze ou d'acier munie de diamants enchâssés dans le métal et formant de légères aspérités qui usent la roche au fond du trou de sonde. Les diamants employés pour cet usage sont de qualité inférieure, ils viennent en grande partie du Brésil; ils pèsent environ deux carats et valent 40 fr. le carat. Le nombre de diamants dont la couronne de l'outil perforant est garnie varie avec la dureté de la roche à forer; dans les roches de moyenne dureté, il est de 15 à 20. Des rainures pratiquées sur la face inférieure de l'outil permettent le passage de l'eau qui vient de l'intérieur et qui remonte à l'extérieur en entraînant les boues produites par l'usure de la roche. Lorsqu'on n'a pas besoin d'extraire des témoins, on peut employer un outil à face inférieure concave (fig. 86 et 87, pl. VI) qui laisse échapper l'eau par quatre trous; on se sert, au contraire, d'un outil annulaire (fig. 88 et 89) quand on veut retirer un témoin des terrains traversés; une pièce d'acier (fig. 89) logée dans un espace tronçonnique, se

coïnce lors du relevage de l'appareil et brise le témoin à sa base.

L'appareil le plus simple dont on s'est servi dans l'Allier pour retirer des témoins d'une certaine importance, consiste dans un long tube de 4 à 8 mètres suivant la nature plus ou moins friable du terrain. Ce tube a le même diamètre que la couronne, il se visse à cette couronne par l'une de ses extrémités tandis que l'autre est reliée à l'ensemble des tiges. Pour retenir et enlever la carotte produite par le forage annulaire.

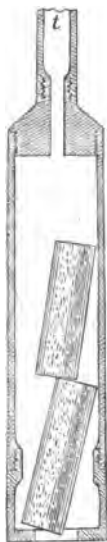


Fig. 8.  
Appareil pour retirer les témoins.

on la brise par un brusque mouvement de rotation en cherchant à lui donner la position indiquée dans la figure 8.

Quand on traverse des grès sableux, il est à craindre que l'eau ne pouvant entraîner facilement au jour les particules en suspension, celles-ci, pour peu que la venue d'eau subisse quelque variation, retombent dans le fond du trou et y coïncent l'appareil. Pour obvier à ce danger, on a recours au *tube à sable* (fig. 9). C'est une pièce pleine *A* au centre de laquelle on a fixé les tubes de la tige; au-dessous vient se visser le tube à carotte *T* et sa couronne de diamants; au-dessus un raccord *TT'* du même diamètre que la partie *T*, ménage un espace annulaire aux sables qui peuvent en tombant, s'y accumuler.



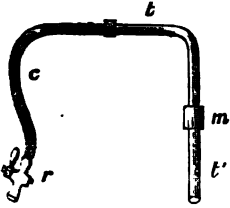
Fig. 9.  
Tube à sable.

Ces divers appareils se vissent à l'extrémité de la colonne formée par les tiges creuses qui ont un diamètre extérieur de 5 à 6 centimètres et une longueur de 2 mètres; ces tiges sont en acier. Elles sont assemblées à vis; on leur communique un mouvement de rotation qui varie de 90 à 100 tours par minute, suivant la nature des terrains à forer; pour un même terrain la vitesse de rotation doit du reste diminuer à mesure que la profondeur du sondage augmente.



80. La machine à forer qui a été employée dans l'Allier, comprend dans son ensemble les appareils suivants :

FIG. 10.



1° Deux pompes foulantes placées sur le bâti de la machine et fournissant l'eau destinée à entraîner les boues. Le courant descendait constamment dans la colonne tubulaire; l'eau arrivait en *r* (fig. 10) par un

robinet, traversait un tuyau en caoutchouc *c* et entraît dans les tubes *t'*. La partie *t'* seule était animée du mouvement de rotation imprimé à la colonne des tubes, ainsi qu'au manchon *m* vissé à la partie *t'* et indépendant de la partie supérieure *t*.

2° Un treuil à embrayage avec frein; il servait à la descente et à la remonte des tiges.

3° Une transmission; elle communiquait à la colonne tubulaire le mouvement qu'elle recevait d'une machine locomobile.

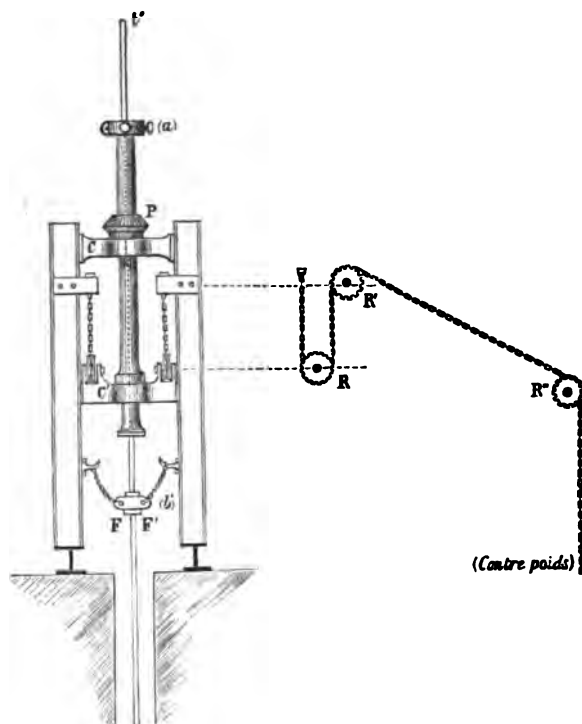
4° La *kuill* proprement dite (fig. 11); c'est une pièce cylindrique creuse dans laquelle passent les tiges et qui est rendue solidaire avec ces dernières, dans le haut, par trois vis *a* et dans le bas par trois griffes dentelées *b*. Cet organe intermédiaire reçoit son mouvement de rotation d'une roue d'angle engrenant avec le pignon *p*; ce dernier porte une clavette, il peut glisser verticalement le long d'une rainure et se déplacer pendant l'avancement du travail; la course ainsi réservée est égale à la demi-longueur de chaque bout de tige.

La *kuill* est maintenue par un palier fixe *c* qui ne sert en quelque sorte que de guide, et par un palier mobile *c'*, celui-ci supporte la *kuill*; son mouvement est réglé par un contre-poids dont la puissance est graduée d'après la longueur de tige à soutenir.

L'un des arbres qui portent les roues *RR'R''* est muni d'un frein pour la manœuvre du contre-poids et le remontage de la *kuill* après chaque battue. Pour cette manœuvre, on arrête la rotation, on suspend les tiges au treuil, on desserre les attaches

en *a* et en *b*, et l'on cède au frein qui permet au contre-poids d'agir pour remonter la kuill.

FIG. 11. — KULL.



Cette installation est complétée par un parachute à excentriques FF'.

#### Préparation d'un sondage par ce procédé

81. La première préoccupation dans une installation de ce genre, c'est de s'assurer le volume d'eau assez considérable que nécessite ce système, volume qu'on peut estimer à 40 ou 50 hectolitres à l'heure pour un sondage qui commence avec un diamètre de 15 à 16 centimètres.

On établit ensuite sur le lieu du forage un petit puits qui devra atteindre la roche solide; cette roche doit servir de point d'appui à un tubage en fonte destiné à guider l'outil au début du travail, puis dans la suite aux tubes de soulèvement. Dans tous les cas, la manœuvre du contre-poids exige que ce puits ait au moins 5 mètres de profondeur.

Une tour en charpente d'une élévation suffisante est ensuite établie; elle est munie d'une poulie à son sommet. Si les tiges de sondage ont 2 mètres de longueur, par exemple, il sera bon d'élever cette tour à une hauteur telle que l'on puisse diviser dans les manœuvres la colonne tubulaire en séries de 8 mètres.

#### Application au fonçage des puits.

82. Les ingénieurs américains très-hardis dans leurs conceptions, n'ont pas hésité à appliquer ce système au fonçage des puits, en forant un nombre suffisant de trous verticaux à la profondeur de 75 à 90 mètres et en les remplissant de gros sable qu'on enlevait ensuite à l'aide d'une pompe sur une hauteur de 1<sup>m</sup>,00 à 1<sup>m</sup>,20 et sur lesquels on bourrait un tampon d'argile. On chargeait les trous avec une poudre à base de nitroglycérine et l'on procédait à l'abatage de la roche. On faisait ainsi sauter les rocs perforés, en procédant par tranches successives. Deux puits ont été creusés par ce système à Potts-Wille (Pensylvanie) par la *Pensylvania-Diamond-Drill Company*, sous la direction de l'ingénieur Pleasants, et c'est M. Shelly, ancien directeur de la houillère de William Penn (comté de Schnylkill) qui le premier a eu l'idée de cette curieuse application.

#### Données d'expériences et résultats économiques.

83. Les expériences faites jusqu'à ce jour montrent que le système que je viens de décrire, peut s'appliquer facilement jusqu'à la profondeur de 500 mètres. On a même poussé cette application jusqu'à une profondeur de 700 mètres.

L'avantage que présente ce procédé est la rapidité du forage; on a cité à cet égard des chiffres prodigieux; ainsi on a foré à Walluff, en Suède, jusqu'à 93 mètres dans une semaine.

84. Le sondage de Röhmsch-Brod (Bohême) foncé au diamètre de 0<sup>m</sup>,18, beaucoup plus grand que celui des trous forés aux États-Unis, a procuré dans les grès et le poudingue granitique, un avancement moyen de 18<sup>m</sup>,30 par 24 heures et de 13<sup>m</sup>,30 dans les quartzites. L'eau était refoulée à une pression de 5 atmosphères, et la machine motrice était une locomobile de 18 chevaux. On a pu retirer des témoins qui avaient jusqu'à 4<sup>m</sup>,90 de hauteur. Ce forage qui a été poussé jusqu'à 700 mètres de profondeur a contribué à donner à ce procédé un certain retentissement en Europe. L'avancement moyen total jusqu'à la profondeur de 700 mètres a été de 4<sup>m</sup>,30 par jour; le prix de revient du sondage a légèrement dépassé, dit-on, celui qu'aurait procuré un sondage exécuté par les procédés ordinaires. A ce dernier point de vue, les sondages pratiqués récemment dans l'Allier, n'ont pas procuré, paraît-il, la même satisfaction.

85. Le sondage de Rheinfelden (Argovie) a été exécuté aux conditions générales de l'entreprise Schmidmam et C<sup>ie</sup>, de Leipsig. savoir :

de 1 à 400 mètres . . . . .	fr. 250 par mètre.
de 400 à 500 — . . . . .	425 —
de 500 à 600 — . . . . .	630 —
de 600 à 700 — . . . . .	753 —
de 700 à 800 — . . . . .	840 —

Il a été poussé à 433<sup>m</sup>,41 et exécuté en deux mois; le maximum d'avancement par 24 heures a été de 23<sup>m</sup>,37.

Voici la coupe des terrains traversés :

	Mètres.
Grès bigarrés . . . . .	86,87
Terrain permien . . . . .	279,80
Schistes micacés . . . . .	8,23
Diorites avec gneiss et quartzites. . . . .	36,69
Granite . . . . .	1,82

## CHAPITRE III.

5<sup>e</sup> Leçon.

## DES MOYENS EMPLOYÉS POUR L'ABATAGE DES ROCHES.

§ 1. — *Classification des excavations.*

## Excavations à ciel ouvert et excavations souterraines.

86. Les affleurements de certains gîtes réguliers et puissants peuvent être susceptibles d'une exploitation avantageuse à *ciel ouvert*, c'est-à-dire par des excavations qui commencent à la surface du sol et qui s'en éloignent de plus en plus par une série de gradins sur lesquels on opère l'écoulement des eaux et le roulage des déblais ou des produits. Les eaux se rendent à un puisard et sont élevées par des pompes ; quant aux produits et aux déblais embarrassants, ils gagnent soit un plan incliné par lequel on les élève au niveau de la surface du sol, soit un point desservi par un mécanisme qui permet d'en opérer verticalement l'extraction

Les carrières de pierre, les ardoisières, beaucoup de mines métalliques sont exploitées à ciel ouvert par de semblables moyens ; les houillères du Breuil à Firminy, de Bézenet dans l'Allier, ont été jadis l'objet d'une exploitation de ce genre qu'on retrouve encore appliquée de nos jours dans des mines de houille de l'Aveyron.

Mais la plupart des mines de charbon sont exploitées par *puits et galeries*, c'est-à-dire à l'aide d'*excavations souterraines*.

**Différentes formes de puits, bures ou beurtias,**

87. Dans les mines métalliques et surtout en Allemagne, on rencontre des puits à section quadrangulaire : la forme carrée ou rectangulaire s'impose pour ainsi dire à ces puits qui sont boisés : elle se prête, sans qu'il y ait d'espace perdu, à la division des puits en compartiments pour l'extraction, l'aérage, l'épuisement et la descente des ouvriers.

On a toujours soin d'orienter un puits rectangulaire de telle sorte que le maximum de la pression à laquelle donne lieu le terrain, s'exerce sur les petits côtés des cadres de boisage : cette condition exige que la direction de ces petits côtés soit parallèle à celle de la stratification.

88. La forme circulaire est celle qui est adoptée pour les puits de mines dans la majorité des cas, bien qu'elle conduise à une perte d'espace assez notable par la division de ces puits en compartiments. Cette forme circulaire oppose à la poussée des terrains une résistance égale en chaque point du périmètre ; elle se prête en outre au muraillement et elle permet d'établir dans les terrains aquifères un *cuvelage*, c'est-à-dire une paroi étanche dans des conditions de solidité satisfaisante.

89. Indépendamment des puits qui ont leur orifice à la surface du sol et qui desservent l'extraction en même temps que l'épuisement des eaux, l'aérage et la descente des ouvriers, on a fréquemment occasion d'établir des *puits intérieurs* auxquels on donne les noms de *beurtias* ou *bures* ; ils servent à mettre en communication directe deux étages de l'exploitation et peuvent recevoir *une balance* qui permet de descendre les produits d'un niveau supérieur à un niveau inférieur desservi par un *accrochage* du puits d'extraction.

**Différentes sortes de galeries.**

90. Les *galeries* sont des voies de communication souterraine sensiblement inclinées sur l'horizon ou bien presque horizon-

tales, dont la section est dictée par l'usage auquel on les destine et par diverses considérations que j'aurai ultérieurement occasion de développer.

L'ensemble des galeries d'une mine forme un réseau qui se rattache à plusieurs puits, ou qui, pour un même puits, relie plusieurs niveaux.

On distingue les *galeries de recherche*, les voies ou *galeries d'exploitation*, de *roulage d'écoulement* pour les eaux, d'*aérage*.

Les galeries d'exploitation ouvertes, dans une couche, suivant sa direction, se désignent sous les dénominations de *galeries en direction*, *galeries d'allongement*, *costeresses*, cette dernière expression appartient aux houillères belges.

Les galeries inclinées pratiquées dans une couche, suivant la ligne de plus grande pente, ou suivant une direction oblique, intermédiaire entre l'inclinaison et la direction de la couche, se nomment *montées*, lorsqu'elles servent à l'exploitation d'une tranche située en amont de la galerie de roulage, et *descenderies* ou *rallées*, quand elles doivent desservir au contraire une tranche inférieure dont les produits seront remontés au niveau de la voie de roulage. Quand les montées sont munies d'un mécanisme pour la descente des produits, on les appelle encore *plans inclinés* ou *treuils*.

Les galeries en direction affectées au roulage des produits d'une tranche supérieure en exploitation, se nomment *voies de fond*, *voies principales*, ou encore *maitresses-voies*. Les autres sont des *galeries secondaires*.

On distingue les galeries pratiquées dans le vif du gîte, des voies ménagées ou ouvertes à travers les remblais ou estappes, en appelant les premières *voies en ferme*.

Les galeries de recherche en direction normale à celle des veines à recouper se nomment *galeries à travers bancs* ou *galeries au rocher*; dans les bassins du Nord et du Pas-de-Calais, on les appelle des *bowettes*; les Belges leur donnent encore le nom de *bouveaux*. Quand elles ont pour but de permettre le

passage d'une veine à une autre, on désigne les galeries à travers bancs sous la dénomination de *recoupages*.

Les voies d'aérage par lesquelles s'opère le retour du courant d'air qui a alimenté les travaux d'exploitation, s'appellent *voies de retour*.

Enfin, les galeries de petite section ménagées entre les remblais et les massifs en exploitation pour assurer la circulation de l'air le long des fronts de taille, se nomment *châssis* ou *maillages*.

J'aurai occasion de revenir sur ces dénominations, en indiquant les dimensions ordinaires de ces diverses galeries, leur forme et leur mode de consolidation par des boisages, des perrés ou des revêtements en maçonnerie.

## § 2. — *Les outils du mineur.*

### Difficultés que présentent les roches à l'abatage.

❶. Les outils dont se sert le mineur pour pratiquer des excavations dans les roches utiles et dans les roches stériles, sont appropriés aux difficultés plus ou moins grandes que ces roches opposent à l'abatage. Je m'attacherai plus spécialement ici à décrire les outils d'abatage employés dans les bassins du Nord et du Pas-de-Calais, ainsi que ceux dont les mineurs de ces districts houillers font usage pour le boisage, le chargement du charbon abattu, le chargement des terres, etc.

Il existe des différences très-sensibles entre les diverses roches au point de vue des difficultés qu'elles présentent à l'entaillement; ces différences avaient autrefois conduit Werner à établir une classification aujourd'hui surannée.

J'ai déjà parlé de l'influence qu'exerce sur l'abatage des roches la direction et le nombre des clivages; les fissures du terrain ont aussi leur part d'influence, soit parce qu'elles favorisent l'introduction des outils et qu'elles créent des plans de disjonction, soit



parce qu'au contraire elles donnent naissance à des *soufflards* qui contrarient l'effet des coups de mine. Enfin, la dureté qui est liée à la composition et au mode de formation des roches, et que les appareils inventés jusqu'à ce jour sous le nom de *duromètres* ne permettent pas d'apprécier d'une façon suffisamment pratique, joue, on le comprend aisément, un rôle essentiel.

On pourrait peut-être classer les roches de la façon suivante au point de vue des difficultés qu'elles présentent à l'entaillement par suite de leur composition et de leur dureté :

- 1<sup>re</sup> CLASSE. — Roches compactes de dureté exceptionnelle : Eurites, arkoses, quartzites, granites à grains fins et serrés, certains minerais durs et certaines roches des stockwerks et des amas, quelques poudingues quartzeux et quelques roches du terrain houiller du centre de la France, etc., travail à la poudre et à la dynamite.
- 2<sup>me</sup> CLASSE. — Roches dures : Porphyres et granites ordinaires, minerais à gangue quartzeuse, grès, quérelles du terrain houiller du Nord de la France, etc., travail à la poudre et à la dynamite.
- 3<sup>me</sup> CLASSE. — Roches assez dures : Minerais à gangue barytique, calcaires, schistes durs, rocs du terrain houiller du Nord de la France, etc., travail à la poudre.
- 4<sup>me</sup> CLASSE. — Roches tendres : Minerais et schistes moins durs que les précédents, houille, craie, etc., roches se travaillant au pic.
- 5<sup>me</sup> CLASSE. — Roches ébouluses et désagrégées; minerais d'alluvion, roches se travaillant à la pioche.

#### Outils qui servent à l'entaillement des roches.

❶. La *pointerolle* est l'outil dont se servaient les anciens mineurs pour les roches des trois premières classes avant que l'usage de la poudre se soit répandu dans les mines; on s'en sert bien rarement aujourd'hui, dans certains chantiers infestés de grisou; mais l'intérêt historique qui s'attache à cet outil m'impose l'obligation d'en faire ici une courte description. La pointerolle

(fig. 90, pl. VI) est un ciseau aciéré à la pointe et à la tête, ou même tout entier en acier; elle s'adapte à l'extrémité d'un manche que l'ouvrier tient de la main gauche, tandis qu'il frappe la tête de l'outil avec une massette qu'il manœuvre de la main droite. Il se livre ainsi à un travail de ciselure sur la roche, et il va sans dire qu'il obtient un avancement excessivement lent. La massette pèse de 1<sup>k</sup>,500 à 3 kilogrammes, son manche a 0<sup>m</sup>,35 de longueur. Le mineur emporte dans la mine un jeu de pointes-rolles de différentes dimensions, au moyen d'un bout de chaîne ou de courroie passée dans l'œil des outils, comme le montre la figure 90.

93. Les *pics* affectent des formes et des dimensions en rapport avec la nature des roches à abattre (fig. 91 à 96); ces instruments doivent être solidement emmanchés, car non-seulement l'ouvrier s'en sert pour entailler et disjoindre les roches en les frappant à coups redoublés, mais encore il pèse sur le manche comme sur un levier pour détacher avec la pointe les fragments entaillés. Ce sont les outils ordinaires du mineur dans les houillères; chaque chantier en possède un certain nombre, les uns servent dans le charbon, les autres dans les parties stériles. La pointe du pic est aciérée sur une longueur de 5 à 6 centimètres. On distingue les pics à une pointe et les pics à deux pointes, les derniers sont d'un emploi général en Angleterre; en France, comme nous allons le voir, on les réserve à des usages spéciaux. En Angleterre, on semble tenir à donner aux pics des pointes droites, tandis qu'en France et en Belgique on donne à la pointe du pic une courbure plus ou moins prononcée, qui varie du reste avec la nature du travail et la hauteur du chantier. Le talon des pics à une pointe doit être suffisamment épais pour que l'ouvrier puisse s'en servir comme d'un marteau; le manche porte un renflement qui se fixe solidement dans l'œil du pic; ce manche doit être perpendiculaire au corps de l'outil. On préfère les manches en frêne; ils sont à la fois solides et tendres à la main. On fait usage dans le Pas-de-Calais des pics suivants :

1° Le *pic à la veine* (fig. 91), employé à l'abatage du charbon : l'ouvrier en a trois, en moyenne; chacun d'eux à une courbure différente; la courbure doit être peu prononcée pour les pics destinés à faire la *coupure* de chaque côté du front de taille, surtout dans les petites veines, à cause de la difficulté d'entailler la veine au sommet.

2° Le *pic au mur* (fig. 92); l'ouvrier s'en sert dans les roches stériles. Ce pic est plus fort que le précédent; il y a deux pics semblables par chantier ou taille occupant quatre ou cinq ouvriers; on adopte une seule courbure pour les pics au mur.

3° Le *gros pic de fonçage*; il a la même forme que le pic au mur, mais il est encore plus fort que ce dernier et surtout plus long afin d'atteindre la roche dans l'eau. On s'en sert dans le fonçage des puits.

4° Le *pic hoyau* (fig. 93), employé dans les avaleresses pour travailler dans les terrains tendres; c'est une sorte de pioche dont l'extrémité est taillée en biseau et élargie pour enlever facilement du terrain.

5° Le *pic à mousser* (fig. 94) qui sert aussi dans les avaleresses et dont l'usage sera ultérieurement précisé.

6° Le *marteau à pointes* (fig. 95); cet outil sert à faire un *havage* dans le charbon dur; on facilite l'abatage par cette entaille préparatoire qui dégage une surface supplémentaire. Le marteau à pointes est une sorte de pic à deux pointes; il doit être plus léger que le pic ordinaire, car ce dernier agit en entaillant et l'on s'en sert en frappant à grands coups, tandis que le premier se manœuvre à petits coups, en *grattant* la roche.

7° La *rivelaine* (fig. 96); c'est aussi un outil de havage dont le mineur se sert dans les filets stériles appelés *havries*; il exige une grande habitude pour être convenablement employé. C'est un outil à deux pointes, en fer plat, muni d'une douille en fer dans laquelle on fixe un manche en bois. On s'en sert aussi pour faire le havage dans le charbon.

Le tableau suivant fait connaître les poids et les prix (en 1877) des pics et rivelines :

	Poids des outils emmanchés.		Prix du fer.	Prix du manchon en fer.
	Kil.	Kil.	Les 100 kil. Fr.	La pièce Fr.
Pic à la veine . . . . .	0 850	1 560	73 »	0 20
Pic au mur . . . . .	1 180	1 800	Id.	Id.
Gros pic de fonçage . . . . .	2 400	3 »	Id.	Id.
Pic-hoyau . . . . .	2 120	2 612	Id.	Id.
Pic à mousser . . . . .	2 400	3 »	Id.	Id.
Marteau à pointes . . . . .	0 575	1 060	116 »	0 17
Riveline . . . . .	1 115	1 500	106 »	0 17

94. Les *pinces* ou *leviers* (fig. 97) sont des barres de fer rond ou octogonal, terminées à l'une de leurs extrémités en pied de biche, en pointe ou en ciseau. Elles servent à détacher les blocs ébranlés par la poudre.

Les *coins* (fig. 98) ont un usage analogue : on les introduit dans les fentes en les chassant au *marteau à tête* ou *masse*.

95. A cette série d'outils il convient d'ajouter ceux que le mineur emploie dans le travail à la poudre.

Les *fleurets*, *pistolets* ou *batrouilles* (fig. 99), sont des barres de fer rond ou octogonal, terminées en ciseau ; elles servent au forage des trous de mine. La forme du taillant présente une courbure d'autant plus prononcée que la roche à forer est moins dure ; ce taillant est aciéré. Les dimensions des fleurets varient avec la profondeur du trou à forer et le diamètre de ce trou. Le diamètre des fleurets est ordinairement compris entre 0<sup>m</sup>,025 et 0<sup>m</sup>,050. Le mineur emporte pour son poste un nombre de fleurets qui dépend de la dureté de la roche. Dans les bowettes de moyenne dureté, on peut compter sur 10 fleurets environ par homme et par poste. On débute dans le forage d'un trou de mine par un fleuret court de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,40, par exemple, et l'on prend

pour terminer un trou de 0<sup>m</sup>,50 de profondeur, un fleuret de 0<sup>m</sup>,65 à 0<sup>m</sup>,70 de longueur.

L'ouvrier frappe la tête du fleuret avec la *massette* (fig. 100) ou avec la *masse* (fig. 101) selon que le forage s'exécute à *un homme* ou à *deux hommes*. La massette pèse de 2 à 3,5 kilogrammes; la masse pèse de 4 à 5 kilogrammes environ. Ces outils sont aciérés des deux côtés. Pendant le battage on imprime au fleuret un mouvement de rotation qui amène, à chaque coup, un léger déplacement du taillant. On reproche aux barres octogonales d'impressionner la main de l'ouvrier pendant qu'il opère ce mouvement de rotation. On fait usage, dans beaucoup de mines, de batrouilles en acier; cet emploi n'est pas sans inconvénient, car ce métal tend quelquefois, sous l'action de la masse, à se désagréger au point qui reçoit le choc, et des copeaux d'acier se détachant de la tête du fleuret peuvent blesser l'ouvrier.

Le prix des batrouilles de 1 mètre de long et de 0<sup>m</sup>,025 de diamètre en fer n° 3, s'établit comme suit :

Fer 5 <sup>t</sup> ,800 à 20 francs les 100 kilogrammes . . . . .	fr. 0,78
Acier corroyé 0 <sup>t</sup> ,175 à 125 . . . . .	0,22
Main-d'œuvre . . . . .	0,12
Charbon et frais divers . . . . .	0,23
TOTAL . . . . .	fr. 1,33

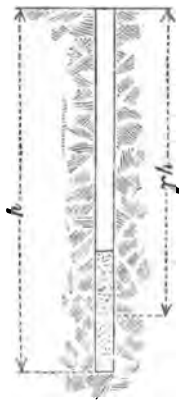
Le prix des batrouilles en acier de même longueur et de même diamètre peut également s'établir de la manière suivante :

Acier 5 <sup>t</sup> ,800 à 70 francs les 100 kilogrammes. . . . .	fr. 2,66
Façon. . . . .	0,05
Frais divers . . . . .	0,05
TOTAL . . . . .	fr. 2,76

Malgré le danger que j'ai indiqué plus haut, danger qui est singulièrement atténué d'ailleurs par l'emploi d'acier de qualité

tout à fait supérieure, l'usage des fleurets d'acier se serait certainement propagé dans toutes les exploitations, si de nombreux mécomptes n'avaient signalé les premiers essais qui en ont été faits ; ces mécomptes ont eu pour cause un emploi mal entendu. Il faut non-seulement employer de l'acier de première qualité, mais encore régler convenablement sa trempe sur le degré de dureté des roches à forer. « L'emploi bien entendu des outils en acier fondu, dit M. Havrez (<sup>1</sup>), permet 1° de retirer de l'ouvrier mineur un effet utile qui s'élève au double de celui obtenu avec les outils en fer; 2° de réduire des deux tiers les frais de réparation et de déchet. » Cet ingénieur explique ces résultats de la manière suivante : « De ce que les fleurets d'acier fondu très-fin sont plus résistants que ceux en fer, ils se détruisent moins que ceux-ci sous les coups répétés du marteau. Le tranchant d'acier fondu résistera aussi beaucoup mieux que celui en acier cémenté. La force motrice n'étant plus absorbée à un aussi haut degré pour la destruction des outils sera plus complètement utilisée; le temps consacré au forage sera plus long par suite des changements moins fréquents d'outils. »

••. L'avantage que présente l'acier dans la construction des batrouilles, c'est de permettre l'emploi d'un outil de plus faible diamètre pour une même résistance, et par suite de conduire à un diamètre plus petit pour les trous de mine. Cette diminution de diamètre a pour résultat d'augmenter l'effet utile de la poudre. En effet, soit  $d$  le diamètre et  $h$  la hauteur d'un trou de mine,  $\gamma h$  la profondeur à laquelle se trouve le centre de la cartouche dont la longueur est ainsi  $2(h - \gamma h)$  ou  $2h(1 - \gamma)$  la dépense de poudre est proportionnelle à  $2d^2h(1 - \gamma)$



(<sup>1</sup>) *Revue universelle des mines*, t. XXXIV, 5<sup>e</sup> livraison, 1876.

et la surface qui reçoit l'impression a  $2dh(1 - \gamma)$ ; l'expression de l'effet utile de la poudre est donc de la forme

$$\frac{2dh(1 - \gamma)}{2d^2h(1 - \gamma)} = \frac{1}{d}$$

c'est-à-dire qu'il est en raison inverse du diamètre du trou de mine.

97. Pour retirer les débris produits par le forage, l'ouvrier se sert d'une petite tringle en fer terminée à l'une de ses extrémités par une cuillère recourbée ou un disque (fig. 102) et à l'autre extrémité par une ouverture à laquelle on fixe un chiffon pour nettoyer le trou de mine avant de le charger; on donne à cet outil le nom de *curette*.

L'*épinglette* (fig. 103) est une tige pointue en fer ou en cuivre que l'on maintient dans la charge pendant l'opération du bourrage et qu'on retire ensuite pour ménager dans cette bourre le canal destiné à recevoir l'amorce.

Le *bourroir* (fig. 104) est une barre métallique, renflée vers le bas; elle sert à entasser la bourre sur la charge; elle porte dans sa partie renflée une cannelure qui permet de loger l'épinglette pendant le bourrage. Dans les roches siliceuses qui pourraient au contact du fer produire des étincelles et occasionner une explosion intempestive pendant le bourrage, on se sert d'un bourroir muni d'une bague en bronze. On a même quelquefois considéré ce dernier bourroir comme n'offrant pas une entière sécurité et on lui a, dans certains cas, substitué le bourroir en bois, comme nous le verrons plus loin.

#### Outils accessoires.

98. Les roches abattues sont relevées ou chargées à la pelle. La pelle ou *escoupe* se fait en tôle de fer ou d'acier. On préconise beaucoup aujourd'hui les pelles d'acier; c'est un genre de fabrication qu'on réussit fort bien aux usines d'Imphy (Nièvre).

La pelle sert à déblayer les chantiers, à reculer ou à charger le charbon et les terres. On se sert beaucoup dans le Nord et le Pas-de-Calais du type de pelle en acier connu sous le nom de pelle d'Anzin (fig. 105). On emploie trois dimensions de pelles établies sur ce type : la pelle de  $0^m,42 \times 0^m,42$ , celle de  $0^m,54 \times 0^m,54$  et celle de  $0^m,29 \times 0^m,29$ . La grande pelle sert au chargement du charbon, la pelle moyenne est employée pour le reculage de la houille et la petite pelle sert pour le remblai. Le prix de ces pelles d'acier est (en 1877) de 70 francs les 100 kilogrammes : les pelles en fer valent 50 francs les 100 kilogrammes. Les manches de pelles sont en frêne ; les longueurs respectives de ces manches sont  $1^m,50$ ,  $0^m,90$  et  $0^m,70$  et les prix correspondants sont 40, 26 et 20 francs le 100.

99. La *hache* (fig. 106) complète l'outillage du mineur. C'est avec cet outil qu'il prépare les bois de garnissage et de soutènement. Les haches valent 106 francs les 100 kilogrammes.

Les *raccomodeurs sur coupe* ou ouvriers chargés des réparations, se servent d'une hache spéciale ; elle porte une tête avec laquelle ils peuvent opérer le calage des rails dans les galeries.

## § 2. Tirage des coups de mine.

Données générales sur les matières explosives en usage dans les mines. —  
Poudre de mine.

100. La poudre de mine française a la composition suivante :

Nitrate de potasse. . . . .	65 parties
Soufre . . . . .	20 —
Charbon. . . . .	15 —
TOTAL. . . . .	100 parties

Cet agent explosif constitue une poudre dite *faible et lente*. par opposition avec les qualités *vives* et *brisantes* d'autres compositions explosibles telle que la nitroglycérine et la dynamite.



Les propriétés d'une matière explosive dépendent, 1° de son volume spécifique; 2° du volume des gaz produits par la déflagration; 3° de la température de ces gaz; 4° de la rapidité avec laquelle s'opère leur production et 5° enfin, de leur nature même: cette dernière condition a une importance capitale en raison des phénomènes de dissociation qui peuvent se manifester à une haute température. La dissociation des gaz produits réduit la température initiale; la réduction de température et de pression permet la reconstitution des combinaisons primitives qui amène une nouvelle production de chaleur. Il en résulte une décroissance de pression moins rapide que dans le cas où des combinaisons gazeuses définitives sont produites par l'explosion. Dans ce dernier cas, on a affaire à une matière explosive *vive et brisante*; dans le premier cas, l'agent explosible offre le caractère des poudres *faibles et lentes*.

L'emploi de la poudre de mine convient particulièrement lorsqu'on veut disjoindre les roches sans ébranler les parois des excavations et quand il faut procéder par petits coups de mine; il est encore dicté dans les charbons durs, alors qu'on a intérêt à produire peu de menu; il serait moins avantageux d'employer une autre poudre dans les roches tendres.

La poudre de mine était autrefois exclusivement livrée à l'industrie sous la forme de grains gros comme des pois. On emploie de préférence aujourd'hui la poudre comprimée qui est livrée, en cartouches, sous la forme de rondelles percées d'un trou central destiné à laisser passer l'amorce. Le poids de ces rondelles cylindriques varie comme suit pour les différents diamètres :

40 <sup>mm</sup> de diamètre	100 <sup>gr.</sup>	soit	10 cylindres	au kilogramme
55	—	62 1/2	—	16
50	—	50	—	20
25	—	55 1/2	—	50
22	—	25	—	40

La poudre comprimée est d'un emploi plus facile et moins

dangereux. Avec la poudre en grains il est à craindre que dans le chargement du trou de mine quelques grains ne restent adhérents aux parois et ne prennent feu pendant le bourrage, s'il vient à se produire accidentellement une étincelle; le chargement des trous de mine forés de bas en haut présente aussi des difficultés avec cette poudre. Ces inconvénients n'existent pas avec la poudre comprimée qui offre d'ailleurs de très-grandes facilités pour l'amorçage, ainsi que pour le transport et le manie-ment dans les chantiers.

La poudre en grains se vend fr. 2,25 c<sup>s</sup> le kilogramme prise à Béthune; la poudre comprimée coûte fr. 2,65 c<sup>s</sup>, plus fr. 1,50 c<sup>s</sup> les 100 kilogrammes pour l'emballage; mais malgré cette différence de prix, les mineurs trouvent une économie sensible dans l'emploi de la poudre comprimée et abandonnent de plus en plus l'usage de la poudre en grains.

#### Nitroglycérine.

**101.** La nitroglycérine a pour formule chimique :  $C^3H^5O^6$ .  $3AZO^6$ . Elle a été découverte en 1847 par A. Sobrero; mais elle est restée sans application sérieuse jusqu'en 1864, époque à laquelle un ingénieur suédois, M. Nobel, commença à l'utiliser industriellement. C'est un liquide huileux ayant une densité de 1,6, inodore, soluble dans l'éther et dans l'alcool méthylique ou esprit de bois. L'eau sépare la nitroglycérine de cette solution.

La nitroglycérine s'obtient par l'action d'un mélange d'acide sulfurique concentré et d'acide azotique fumant sur la glycérine.

Cette substance produit en détonant des effets prodigieux: la déflagration d'un litre de nitroglycérine (1<sup>l</sup>,60) dans une capacité complètement remplie, comme cela arrive dans un trou de mine, devrait théoriquement développer une pression de 470 000 atmosphères, c'est-à-dire huit ou dix fois la pression qu'exerce dans les mêmes circonstances le même volume de poudre. La chaleur dégagée étant de 38 000 000 de calories. le travail maximum s'élèverait à plus de 16 milliards de kilogram-

mètres, valeur quintuple de celle à laquelle correspond la déflagration d'un même volume de poudre (1). Les phénomènes de dissociation ne permettent pas d'atteindre, dans la pratique, les chiffres auxquels conduit le calcul; les éléments de l'eau et de l'acide carbonique doivent être séparés en partie dans les premiers moments, ce qui diminue la pression initiale.

La nitroglycérine a, dès le début de son application à l'industrie, occasionné des accidents graves et nombreux qui en ont fait proscrire l'emploi dans les mines. Elle détone facilement sous le choc et son transport offre de grands dangers; elle est toutefois d'une manipulation moins dangereuse quand elle est en dissolution dans l'alcool méthylique.

Son état liquide la rend d'un usage difficile.

Ce composé redoutable, qu'un choc vif fait détoner, présente cette curieuse particularité de ne pas s'enflammer au contact d'un corps incandescent ou tout au moins de brûler lentement et sans fumée, tandis qu'il fait explosion quand, renfermé dans une enveloppe résistante, on élève rapidement sa température à 190° ou 200°.

Les gaz produits par la nitroglycérine occasionnent des symptômes morbides qui exercent une pernicieuse influence sur la santé des ouvriers. Sa manipulation et sa préparation provoquent surtout, dans le début, des céphalalgies et des nausées.

La nitroglycérine peut s'employer gelée.

## 6<sup>e</sup> Leçon.

### *Tirage des coups de mine (suite).*

#### Dynamite.

103. L'usage de la nitroglycérine se trouvait proscrit dans presque tous les pays, lorsqu'en 1867, M. Nobel découvrit un moyen simple et ingénieux de dompter ce capricieux agent, en

---

(1) BERTHELOT, *Comptes rendus de l'Académie des sciences.*

le mélangeant, d'une manière aussi intime que possible, avec une variété de silice poreuse amenée à un état de division suffisant et ayant un pouvoir absorbant considérable. La nitroglycérine, placée ainsi entre les interstices d'un corps poreux, essentiellement mobile, et susceptible d'une certaine compression, se trouva à l'abri des chocs violents que pouvait faire naître la manutention et le transport.

Les essais de M. Nobel le conduisirent à différents mélanges de nitroglycérine avec des substances poreuses, *inertes* ou *actives*; ces différents mélanges portent le nom de *dynamite* (du grec δύναμις, force, puissance).

L'État s'empara bientôt du monopole de cette fabrication qui fut, en 1873, rendue à l'industrie privée. Mais à l'heure qu'il est, bien qu'une expérience de dix années ait montré que la dynamite peut se transporter sans danger, les chemins de fer français se refusent à faire ce transport qui s'effectue sur essieux par convois spéciaux, échelonnés à des intervalles éloignés.

La dynamite a un poids spécifique d'environ 1,6; elle résiste, sans détonation, à un choc violent, à moins qu'il ne soit produit sur une couche mince entre deux corps métalliques d'une grande dureté; comme la nitroglycérine, elle brûle tranquillement sur un feu à découvert; il n'y a aucun danger à mettre le feu à une cartouche de dynamite que l'on tient à la main.

On produit la détonation de la dynamite au moyen d'une capsule-amorce, ou d'une petite charge de poudre comprimée.

La dynamite ne peut longtemps séjourner dans l'eau sans que la nitroglycérine s'en sépare et soit remplacée par de l'eau.

**103.** La dynamite est livrée au commerce sous la forme de petites cartouches cylindriques, dont le diamètre est de 0<sup>m</sup>,025, à moins de commandes spéciales, et dont la longueur est de 0<sup>m</sup>,09 à 0<sup>m</sup>,10; la matière compacte est enfermée dans une simple enveloppe en papier parchemin. Les cartouches sont rangées dans des caisses pesant net, 20 à 25 kilogrammes. Le poids moyen d'une cartouche avec enveloppe est de 0<sup>l</sup>,075 et de 0<sup>l</sup>,067 sans

enveloppe. On peut admettre qu'il faut environ 15 de ces cartouches pour former un kilogramme de dynamite.

On emploie dans les mines trois variétés de dynamite : les nos 1 et 2 sont destinés à abattre les roches les plus dures, le n° 3 peut s'employer dans les roches de moyenne dureté. Le n° 1 est plus spécialement destiné aux travaux submergés ; il est moins sensible à l'humidité que les nos 2 et 3 qui doivent être conservés en lieux secs et dans des sacs ou des boîtes hermétiquement fermées. Dans les travaux hydrauliques, on fait aussi usage du n° 0 qui peut demeurer quelque temps sous l'eau sans perdre ses qualités.

La dynamite n° 1 se compose de 75 % de nitroglycérine et 25 % de silice poreuse, provenant d'infusoires dont on trouve un gisement dans le Hanovre. La dynamite n° 2 renferme un peu moins de nitroglycérine. Quant à la dynamite n° 3, elle a la composition suivante :

Nitrate de soude . . . . .	70
Charbon. . . . .	40
Nitroglycérine . . . . .	20
	<hr/>
TOTAL. . . . .	100

C'est une dynamite à *base active*, qui donne lieu à des effets de dissociation considérables, tandis que la dynamite n° 2, à *base nerte*, ne produit ces effets de dissociation que dans une mesure très-restreinte. La chaleur d'explosion de la dynamite n° 1 est à celle de la dynamite n° 3 comme 991 : 740 et les volumes respectifs de gaz dégagés par ces deux variétés sont entre eux comme 354 : 370. Les variétés nos 1, 2 et 3 se vendent dans les dépôts aux prix suivants :

N° 1 . . . . .	fr. 7,50 c <sup>t</sup> le kilogramme
N° 2 . . . . .	6 » —
N° 3 . . . . .	3 » —

Ces prix comportent l'impôt de 2 francs par kilogramme, et l'emballage, papier des cartouches, sacs en caoutchouc et caisses. Toutes les dynamites gèlent et perdent leur plasticité à une température assez élevée, 7 à 8 degrés centigrades. Lorsque la dynamite a été gelée, il convient avant de s'en servir de la faire dégeler dans un seau spécial formé de deux cylindres concentriques (fig. 111, pl. VI), dans lequel on verse de l'eau à 50 ou 60°; la dynamite est renfermée dans le compartiment du milieu.

104. Je reviendrai plus loin sur le mode d'emploi de cet agent qui rend de très-grands services dans les exploitations minières, surtout dans les terrains très-durs et aquifères quand il s'agit de faire sauter de fortes mines soulevantes, dégagées sur une grande surface, mais les ouvriers préfèrent encore l'emploi de la poudre ordinaire dans les terrains tendres et très-secs, pour les petites mines destinées à compléter ou à régler le premier travail de dégagement.

Le prix élevé de la dynamite, la mauvaise qualité de certaines dynamites qui ont été fournies par l'État à l'époque où il s'était réservé le monopole de cette fabrication, et enfin la nature des fumées qui incommode les ouvriers qui ne sont pas habitués à s'en servir, surtout dans les chantiers qui ne sont pas parfaitement aérés, ont apporté quelques obstacles à sa propagation; néanmoins, on peut la considérer aujourd'hui comme d'un usage courant dans la plupart des exploitations.

A la suite d'expériences suivies faites en 1872 aux mines d'Anzin, on a pu résumer comme suit les avantages et les inconvénients que présente l'emploi de la dynamite.

#### *Avantages :*

1° On peut faire des trous de mine sur un faible diamètre; en leur donnant 0<sup>m</sup>,03 au lieu de 0<sup>m</sup>,04 on peut forer environ 6 trous au lieu de 5 dans le même temps.

2° Il n'y a aucune perte de temps pour étancher et pour bourrer les mines dans les terrains aquifères.

3° Le bourrage est plus facile et plus court.

4° On peut retourner de suite sur une mine ratée quand on a entendu l'explosion de la capsule.

5° On peut faire jouer une mine ratée en utilisant la poudre restée dans le trou ; avec la poudre ordinaire, les cartouches sont perdues, et de plus, il faut forer une autre mine.

6° On peut prendre des charges de terrain beaucoup plus fortes qu'avec la poudre ordinaire ; de là moins de trous à forer et avancement plus rapide.

*Inconvénients :*

1° Les fumées sont beaucoup plus mauvaises à respirer que celles de la poudre ordinaire ; au début, les ouvriers éprouvent de violents maux de tête.

2° Le nombre des mines ratées est plus considérable.

3° Nécessité de tenir les capsules et les cartouches dans des endroits secs, sinon ces matières se décomposent.

4° Nécessité d'avoir une ventilation plus puissante qu'avec la poudre ordinaire.

Compositions plus lentes que la poudre de mine, poudre au nitrate, lithofracteurs.

105. De nombreuses tentatives ont été faites pour substituer à la poudre de mine des compositions plus lentes ; c'est à cet ordre d'idées qu'il faut rattacher la poudre au nitrate de soude ; ces tentatives n'ont pas réussi.

Le lithofacteur, sorte de dynamite additionnée de 20 % de poudre très-riche en charbon, n'a pas eu plus de succès dans l'exploitation des mines.

Disposition à donner aux coups de mine.

106. La disposition la plus convenable à donner aux trous de mine ne peut être en réalité l'objet d'aucune théorie, car pour la

formuler il faudrait tenir compte d'éléments très-complexes. La théorie ne peut donc suppléer ici à la pratique du mineur, et cette pratique est assez longue à acquérir.

Autant que possible, il faut chercher à obtenir le plus grand nombre de faces dégagées, ce qu'on réalise, soit en pratiquant un havage dans les parties les moins dures, comme nous l'avons déjà vu, soit dans le cas où la roche est compacte et homogène sur toute l'étendue du front de taille, en créant par de petits coups de mine préparatoires, des cavités qui suppléent à l'impossibilité du havage. La charge doit être proportionnée aux difficultés que la roche présente à l'arrachement et à la *ligne de moindre résistance*, c'est-à-dire, à l'expression de la distance la plus courte de la charge à la face dégagée qui a déterminé la direction du coup de mine. Le problème se pose ainsi au mineur qui paye sa poudre : *avancer le plus rapidement possible dans la direction précise imposée, en donnant à l'excavation les dimensions réglementaires et sans consommation exagérée*. Il aura égard, en plaçant ses coups de mine, aux saillies, aux cavités, en un mot aux irrégularités que présente la surface de la roche, de même qu'il tiendra compte de la direction et de l'importance des fissures naturelles.

L'emploi de l'électricité permet de faire partir en même temps plusieurs coups de mine; cette méthode est utilisée dans le forage des puits avec le tirage à la dynamite, mais elle n'est pas toujours avantageuse dans les galeries à travers bancs, ainsi que l'ont démontré les expériences faites par M. Baure dans les travaux de perforation mécanique de Bézenet (Allier). Dans ces expériences, on a fait partir jusqu'à 12 coups de mine à la fois, mais on a observé que les coups se calaient mutuellement et que l'on n'obtenait l'effet voulu qu'avec une plus grande consommation de dynamite. Au contraire, l'allumage d'un grand nombre de coups de mine avec des mèches ordinaires disposées de façon à faire partir les coups de mine successivement, a permis d'opérer le sautage dans de meilleures conditions.



**Forage des coups de mine, curage, chargement, bourrage.**

**107.** Après avoir, par quelques coups de pic, préparé la roche à recevoir sans glissement de l'outil le choc du fleuret, le mineur commencera son trou de mine. Il prendra d'abord le fleuret le plus court et changera d'outil au fur et à mesure que les taillants s'émousseront; si le trou est pratiqué de haut en bas, il le maintiendra plein d'eau pour prévenir l'empâtement et l'échauffement de l'outil. De temps en temps, il opérera avec la curette le nettoyage du trou; après le dernier curage il l'asséchera avec des étoupes ou des chiffons et si la roche fissurée fournit de l'eau, il cherchera à rendre les parois du trou étanches en les glaisant avec de l'argile; toutefois, cette dernière précaution n'est pas nécessaire quand on emploie la dynamite n° 1. Cela fait, il procédera au chargement, puis au bourrage pour lequel il emploiera des fragments de schistes tendres exempts de quartz, des dièves, de la brique pilée, etc.

Voici les règles qui sont indiquées pour les charges de dynamite :

1° L'importance de la charge sera, suivant les roches, comprise entre le  $\frac{1}{3}$ , et les  $\frac{2}{3}$ , de la charge qu'on aurait mise en poudre de mine, et la longueur de cette charge sera pour les roches très-compactes, du  $\frac{1}{4}$ , de la longueur du trou et pour les cas les plus favorables, du  $\frac{1}{6}$ , au  $\frac{1}{3}$ , de cette longueur. On peut se servir, pour calculer les charges de dynamite, de la formule :

$$P = \frac{2}{3} C.m^3$$

P étant la charge cherchée en kilogramme,  $m$  la ligne de moindre résistance en mètres, et C un coefficient qui varie de la manière suivante :

Pour les grès durs . . . . .	C = 0,70
Pour les grès tendres . . . . .	C = 0,45
Pour les roches moins résistantes.	C = 0,36.

Avec des faces bien dégagées, la charge peut être réduite à  $P = \frac{1}{2} C m^2$ .

La longueur des trous de mine varie d'une fois et demie à deux fois la longueur de la ligne de moindre résistance.

#### Procédés d'amorçage dans le tirage à la poudre.

**108.** Avant l'introduction, dans le tirage à la poudre, des étoupilles, ou mèches de sûreté, on ne connaissait d'autre amorçage que l'emploi d'une canette ou d'un fêtu de paille plein de poudre fine, qu'on introduisait dans le trou ménagé par l'épinglette à travers la bourre, et qu'on surmontait d'une mèche soufrée. Cet usage qui n'est pas complètement perdu, offre à la fois moins de facilité et de sécurité que l'emploi des étoupilles de Bickford qui se sont aujourd'hui répandues partout. Les mèches de sûreté sont vendues par rouleaux de 10 mètres et par barils de 250 rouleaux pesant de 50 à 60 kilogrammes. Ce sont des cordelettes ayant au centre une âme en poudre fine. Les *mèches blanches* et *jaunes* donnent peu de fumée en brûlant, elles conviennent pour les travaux secs en galeries; les *mèches goudronnées* s'utilisent dans les carrières ou les travaux bien aérés, les *mèches à ruban* et les *mèches imperméables brevetées* pour les travaux très-humides. enfin, les *mèches en gutta-percha* servent pour les travaux dans l'eau. Ces différentes mèches de sûreté brûlent avec une vitesse de 0<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,60 par minute. L'ouvrier les coupe à la longueur voulue au moment de s'en servir, il introduit l'une des extrémités de l'étoupille dans la poudre de la cartouche, puis il bourre en ayant soin de ne pas couper la mèche avec le bourroir qui porte une rainure destinée à lui ménager un passage sur le côté du trou de mine. La figure 109 (pl. VI) montre comment se fait le chargement, le bourrage et l'amorçage à l'aide des étoupilles, dans le cas de l'emploi de la poudre comprimée; des incisions longitudinales *aa'*, sont pratiquées dans la mèche vers son

extrémité recourbée et coïncée, elles ont pour but de permettre a sortie du feu et d'assurer l'inflammation de la charge.

Voici les prix des différentes mèches de sûreté :

Mèches blanches et jaune doubles, le rouleau 10 <sup>m</sup> . . . fr.	0,55
Mèches goudronnées. . . . .	0,55
Mèches en gutta-percha. . . . .	1,50
Mèches blanches et goudronnées à ruban. . . . .	0,85

**Procédé ordinaire d'amorçage dans le tirage à la dynamite.**

**100.** L'explosion de la dynamite se produit au moyen d'une capsule fortement chargée, les figures 113 à 115 représentent en grandeur naturelle la *capsule simple*, et la *capsule triple* d'une efficacité beaucoup plus certaine. Les capsules pour dynamite se vendent aux prix suivants :

Charge simple, prix le cent. . . fr.	3,50	haut' 16 <sup>mm</sup>
— double . . . . .	5,60	18
— moyenne . . . . .	6,25	21
— triple . . . . .	7,70	26

Voici les recommandations qui sont données par les fournisseurs aux exploitants pour l'emploi des capsules et le chargement des coups de mine :

« 1<sup>o</sup> Au bout d'une mèche de sûreté ordinaire nettement coupée, on fixe une capsule comme le montre la figure 110, la mèche doit pénétrer jusqu'au fond. Ensuite on serre fortement la partie supérieure de la capsule avec une pince en *aa'*, de façon à lier entièrement la mèche à la capsule. Cette opération est essentielle, car les capsules non serrées ne produisent pas toujours l'explosion de la dynamite.

2<sup>o</sup> On ouvre, d'un bout, la cartouche; on y enferme toute la

longueur de la capsule munie de la mèche, et on attache solidement avec une ficelle la mèche à la cartouche (fig. 112).

3° Dans le trou de mine, on place, sans les ouvrir, une ou plusieurs cartouches, suivant la hauteur de charge voulue, et l'on a soin de serrer avec un bourroir *en bois*, chaque cartouche séparément. La dynamite étant pâteuse, remplit exactement le trou de mine, ce qui rend son action beaucoup plus efficace.

4° On introduit ensuite la cartouche portant mèche et capsule. Cette cartouche doit toucher à la charge antérieure, mais il ne faut pas trop la serrer afin de ne pas déranger la position de la capsule.

5° On remplit enfin le trou de mine, soit de sable, soit d'argile, mais sans bourrer au marteau comme cela se pratique avec la poudre ordinaire. Quand on emploie la dynamite n° 1, on peut bourrer à l'eau.

Dans les travaux submergés, il faut éviter que l'eau ne mouille le fulminate de la capsule; on garnit soigneusement de poix, de cire ou de glaise, le joint de cette dernière et de la mèche; on la plonge ensuite dans la dynamite de la cartouche-amorce, et on fait la ligature comme d'habitude. Dans le trou plein d'eau, on fait glisser une à une les cartouches de dynamite n° 1; on les serre de manière à assurer leur contact, et on place la cartouche portant l'amorce par-dessus. »

#### Tirage des coups de mine par l'électricité.

110. L'idée d'appliquer l'électricité au tirage des coups de mine, remonte à 1767, époque à laquelle le docteur Priestley faisait les premiers essais d'inflammation avec une machine à plateau de verre et une bouteille de Leyde; Gillot en 1805, Winter, Warentrop et Golzmann de 1825 à 1830, l'Américain Moses Shaw en 1831, puis en France, de 1832 à 1857, MM. Fabien et Bauchetet, MM. Dumas et Castel, et enfin, MM. Mcreau et Du Moncel, se sont occupés de cette question qui

fut également étudiée en Angleterre par MM. Weatstone et Abel. L'Exposition de Vienne a fait ressortir les progrès récents obtenus dans cette intéressante application de l'électricité au tirage des mines (').

**Générateurs électriques, exploseur Bréguet, machine Bornhardt.**

111. On peut employer l'électricité dynamique, au moyen de piles ou de courants d'induction obtenus par la bobine de Ruhmkorff, ou bien on peut recourir à l'électricité statique par l'usage de machines électriques. L'inflammation de la matière explosive s'obtient, soit au moyen d'un fil de platine porté au rouge par l'action d'un courant, soit au moyen d'une étincelle. Ce dernier système se prête plus facilement à l'explosion simultanée d'un grand nombre de coups de mine.

Les appareils d'induction ne se sont pas répandus beaucoup dans les mines parce qu'ils produisent une faible tension, ils ne se prêtent qu'au tirage d'un petit nombre de coups de mine. *L'exploseur Bréguet* ou *coup de poing* appartient à cette classe d'appareils; il est très-simple, fort léger, malheureusement il n'est pas suffisant pour enflammer plus d'une amorce. Si l'on veut tirer simultanément 5 ou 6 mines, il faut produire un extra-courant en rompant le circuit où passe le courant induit. L'exploseur Bréguet (fig. 126 et 127, pl. VII) se compose d'un aimant permanent sur les extrémités duquel sont vissés deux cylindres de fer doux portant des bobines d'induction. Un ressort maintient une pièce de fer doux en contact avec les extrémités de l'aimant; cette pièce pivote autour d'un axe et se sépare de l'aimant, lorsqu'on frappe du poing sur le bouton qui fait saillie au-devant de l'appareil. Au moment de cette séparation, il se produit un courant

---

(') Voir le mémoire publié par M. Habets dans la *Revue universelle des mines*, année 1874.

induit; un second courant se produit de même au moment où le fer doux se rapproche du pôle.

Un verrou de sûreté empêche l'appareil de fonctionner tant qu'il n'est pas tiré, et prévient ainsi les accidents que l'imprévoyance pourrait provoquer.

L'exploseur Bréguet est employé aux mines de Ferfay et aux houillères de Marles. M. Bréguet fabrique plusieurs modèles d'exploseur : le modèle le plus faible pèse 7,50 et coûte 100 francs; avec des modèles plus forts coûtant 200 à 300 francs, on peut obtenir de 8 à 10 départs simultanés.

112. Parmi les générateurs électriques basés sur l'emploi de l'électricité statique, dans lesquels l'électricité est en général développée par le frottement de plateaux en verre ou en caoutchouc vulcanisé contre des peaux de chat, on doit citer la machine d'Elsner et celle de Bornhardt. La première peut faire partir 100 amorces et produit des effets plus considérables que ceux qui sont nécessaires dans les mines; elle coûte 250 francs.

La machine de M. Bornhardt de Brunswick (fig. 121 à 124. pl. VI) paraît, au contraire, réunir les conditions nécessaires et suffisantes pour le tirage des coups de mine dans les exploitations et notamment dans le fonçage des puits. Elle a récemment donné de bons résultats aux mines de Montchanin, où elle a été employée par M. Ollier (1) et aux houillères de Bézenet où M. Baure en a fait usage. *F* est un disque, soit simple, soit double, en caoutchouc durci qui reçoit, par un pignon calé sur son axe, un mouvement de rotation que lui communique une roue dentée, mue par une manivelle. Une pièce de fourrure *R* formant frottoir est poussée contre les deux faces du disque par un léger ressort double *H*. L'électricité négative est appelée par les bagues *J* et conduite par les conducteurs *g* dans un condensateur *L*, qui n'est autre qu'une bouteille de Leyde en verre très

---

(1) *Comptes rendus des réunions mensuelles de la Société de l'Industrie minière*. Juillet 1877.

pais. En pressant sur le bouton *K*, on amène l'excitateur *G* en contact avec le bouton du condenseur et l'on provoque la écharge, la bague *D* restant en communication avec l'extérieur et la bouteille, tandis que la bague *C* communique avec l'excitateur. Une chaîne d'épreuve *X* sert à montrer si la machine est en bon état, auquel cas l'étincelle produite par 15 ou 20 rotations peut sauter d'un maillon à l'autre. L'appareil est contenu dans une boîte en zinc fermée hermétiquement; elle contient des tubes remplis de substances hygroscopiques pour éviter l'action de l'humidité. M. Bornhardt livre deux types de machines électriques : une petite machine à un disque du poids de 12 kilogrammes,  $0^m,50 \times 0^m,18 \times 0^m,34$ , elle procure des étincelles de 45 à 60 millimètres de longueur, elle coûte 170 francs.

La grande machine à deux disques de  $0^m,30$  de diamètre et deux condenseurs, donne des étincelles de 70 à 90 millimètres; ses dimensions sont  $0^m,54 \times 0^m,27 \times 0^m,40$ , elle pèse 19 kilogrammes et coûte 240 francs.

#### Fils conducteurs.

113. Dans les galeries sèches, les fils conducteurs principaux peuvent être en fil de fer n° 10 à n° 15; mais dans les chantiers humides et notamment dans les puits, on doit faire usage de fils de cuivre n° 15 à n° 18 recouverts de gutta-percha; leur conductibilité est du reste 6 fois plus grande que celle des fils de fer. La jonction de ces fils s'opère au moyen d'une ligature brasée avec soin et recouverte d'une pâte et d'une bande en caoutchouc. Aux mines de Montchanin, on a deux conducteurs principaux; cette disposition vaut mieux que celle qui consiste à fermer le circuit avec la terre; on peut encore faire usage pour conducteur principal, d'un câble à deux conducteurs. Les conducteurs intermédiaires exposés à une rapide destruction, sont, à Montchanin, des fils de cuivre n° 1 entourés de gutta-percha; ils coûtent 2 centimes le mètre courant, tandis que les conducteurs prin-

cipaux en fil de cuivre de 0<sup>m</sup>,002 à 0<sup>m</sup>,024 coûtent de 60 à 75 centimes par mètre courant. Les fils d'accouplement qui réunissent les diverses amorces peuvent être en fer de 1 à 2 millimètres de diamètre, mais dans les endroits humides il vaut mieux employer des fils de laiton.

La réunion des fils auxiliaires aux conducteurs principaux et aux attaches des fusées électriques doit se faire avec beaucoup de soin, en mettant à nu avec un couteau le fil métallique sur une longueur de 0<sup>m</sup>,05 environ et en tordant les deux fils ensemble, comme le montre la figure 117; on s'expose, au contraire, à des *ratés* occasionnés par des pertes d'électricité quand on projette en l'air la pointe d'un des fils réunis, comme on le voit (fig. 118); les fils tordus sont comprimés à plat avec une pince et les extrémités en sont coupées. Dans les endroits humides on passe sur les fils de jonction un petit tube en caoutchouc, qu'on a glissé sur l'un des fils avant la ligature (fig. 119); on le fixe ensuite avec une ficelle sur les parties du conducteur recouvertes de gutta-percha (fig. 120).

#### Amorces électriques.

114. On distingue les *amorces à fil de platine*, basées sur l'ignition d'un fil de platine sous l'influence d'un courant galvanique, et les *amorces* ou *fusées électro-magnétiques*, basées sur la décharge qui se produit au sein d'une matière inflammable entre deux fils de cuivre dont les deux pointes sont maintenues à une petite distance. Ces dernières amorces sont applicables au cas où l'on fait usage de l'exploseur Bréguet ou des machines à électricité statique. Il faut encore distinguer les amorces destinées à enflammer la poudre ordinaire de celles qui doivent provoquer l'explosion de la dynamite; ces dernières doivent en effet être munies d'une capsule au fulminate, inutile dans le cas de la poudre. Les amorces d'Abel, dont on se sert avec l'exploseur Bréguet, se composent de deux petits fils de cuivre distants d'un



demi-millimètre et fixés dans un petit cylindre en gutta-percha qu'ils dépassent d'environ un millimètre. Ce petit cylindre est lui-même enfermé dans un tube rempli d'une poudre spéciale, le tout est fermé et préservé par un vernis siccatif; l'amorce d'Abel est fixée dans une capsule au fulminate quand on doit faire usage de la dynamite.

**Avantages que présente l'emploi de l'électricité.**

**115.** Comme je l'ai déjà dit, l'électricité appliquée au sautage des roches, offre l'avantage de permettre le tir simultané d'un grand nombre de coups de mine; elle facilite aussi singulièrement le tirage sous l'eau. Mais les expériences faites jusqu'à ce jour et confirmées par les essais de Montchanin, montrent qu'en ce qui concerne l'économie du tir proprement dit, l'électricité ne présente aucun avantage direct sur l'emploi des étoupilles de Bichkfort. Au point de vue de la sécurité, l'avantage est tout entier au tir électrique qui permet sans inconvénient aux ouvriers de retourner sur les coups de mine qui n'ont pas éclaté, sans crainte d'explosion tardive; de plus, avec l'électricité, on est toujours maître de provoquer l'explosion au moment favorable, et l'on n'a pas à craindre, comme avec les autres procédés, les conséquences d'un retard de quelques secondes dans la retraite des ouvriers chargés de l'allumage, circonstance qui s'est fréquemment produite dans le fonçage des puits.

**Accidents qui peuvent survenir dans le tirage des coups de mine, leurs causes, précautions à prendre pour les éviter.**

**116.** Le tirage des coups de mine peut donner lieu à une série d'accidents dont il importe de préciser ici les causes les plus fréquentes.

1° Pendant le bourrage, l'explosion de la charge peut être prématurément provoquée par une étincelle. On évitera cet

accident en choisissant convenablement la bourre de manière qu'elle ne contienne pas de particules siliceuses, en évitant qu'il reste de la poudre adhérente aux parois du trou de mine dans la région où le bourrage doit s'effectuer, en employant l'épinglette en cuivre, ou mieux en proscrivant les anciennes méthodes d'amorçage (canette ou fétu), enfin, en faisant usage de bourroirs à bague de bronze, ou ce qui est encore préférable, de bourroirs en bois.

2° Un coup de mine peut aussi tarder à partir, par suite d'un défaut de soin dans le chargement ou dans l'amorçage, ou bien parce que l'étoupille s'est brisée pendant le bourrage; il éclatera ensuite tardivement lorsque l'ouvrier revenu sur son chantier tentera de débourrer ce coup de mine.

On évitera cet accident malheureusement trop fréquent, en prenant les soins les plus minutieux dans le chargement et l'amorçage, en attendant un laps de temps assez considérable avant de regagner un chantier où un *raté* s'est produit, et en ne débourrant jamais une mine qui n'a pas éclaté.

3° L'expérience a démontré que la plupart des accidents occasionnés par le grisou, sont provoqués par l'explosion des coups de mine dans une atmosphère contaminée par ce gaz; la présence de poussières charbonneuses en quantité notable dans les chantiers ainsi infestés, augmente encore le danger.

On devra, par une réglementation sévère et une surveillance attentive, proscrire le tirage des coups de mine dans un chantier, toutes les fois que la présence du grisou y est constatée. Je reviendrai sur cette réglementation quand je traiterai de l'aérage des mines.

**7<sup>e</sup> Leçon.***Tirage des coups de mine (suite).*

Comparaison du forage à un homme et du forage à deux hommes.

117. L'opinion d'un grand nombre d'ingénieurs des bassins de Mons et de Charleroi, c'est que le forage à la *massette*, ou à un homme, présente une incontestable supériorité sur le forage à la *masse* ou à deux hommes, pour l'ouverture des galeries de mine. D'après ces praticiens, le premier système, comparé au second, procure une économie de temps et d'argent de 25 % en moyenne; cette économie qui atteint un maximum de 30 % dans les schistes, diminue de plus en plus à mesure que les roches deviennent plus dures. Il s'ensuivrait que pour les voies souterraines de section ordinaire ouvertes à travers bancs dans les *rocs* ou les *quérelles* de moyenne dureté du Nord de la France, il conviendrait d'adopter le forage à la *massette*, le second procédé pouvant être réservé pour les galeries en *quérelles très-dures* et pour les avancements en grande section, par exemple pour le percement des tunnels.

A fortiori, on peut dire qu'en général le travail à la *massette* est à recommander dans le coupage des voies, un seul mineur aidé d'un hiercheur ou d'un remblayeur pouvant ouvrir le plus souvent, par ce moyen, une galerie en veine aussi bien que peuvent le faire avec l'aide d'un remblayeur, deux mineurs travaillant à la *masse*.

Il existe pourtant des mines dans le Nord et le Pas-de-Calais où le travail à la *masse* est exclusivement employé dans les *bowettes*, les mineurs sachant peu se servir de la *massette* ou obéissant à un préjugé auquel ils ont pu être conduits par l'emploi de *massettes* dont le poids n'était pas en rapport avec le poids moyen des *fleurets* dont on faisait usage; un calcul simple

montre, en effet, que plus la masse du fleuret est faible par rapport à celle du marteau, plus est élevé le rendement du travail que l'homme développe dans la percussion; ce rendement est proportionnel à  $\frac{2m'}{m+m'}$ , ( $m$  désignant la masse du fleuret et  $m'$  celle de la massette).

M. Havrez a confirmé par l'analyse les faits que la pratique

*Calcul du travail mécanique développé dans*

	1 <sup>re</sup> EXPÉRIENCE			2 <sup>de</sup> EXPÉRIENCE		
	faite au charbonnage de DOUBIER.			faite au charbonnage de PORT.		
	Massette.	Masse.	Massette.	Massette.	Masse.	Massette.
P Poids de la massette ou de la masse . . . . .	1k,35	2k,80	1k,67			
P' Poids moyen des fleurets . . . . .	1k,52	2k,35	1k,34			
E Amplitude de la course du marteau. . . . .	0m,88	1m,30	0m,71			
N Nombre moyen de coups de marteau . . . . .	77	53	78			
t Durée de la course d'avant = $\frac{1}{3} \times \frac{m}{N}$ dans les schistes et $\frac{2}{3} \times \frac{m}{N}$ dans les grès durs. . . . .	0",259	0",3773	0",266			
V Vitesse du marteau au moment où il choque le fleuret $V=2\frac{E}{t}$ . . . . .	6m,79	6m,36	5m,21			
T Puissance vive du marteau = $\frac{P \cdot V^2}{g}$ . . . . .	3km,47	5km,78	2km,12			
NT Travail moteur par minute. . . . .	244km,09	306km,34	234km,7			
u Vitesse commune du marteau et du fleuret après le choc = $\frac{PV}{P+P'}$ . . . . .	3m,49	3m,456	3m,177			
T' Puissance vive du marteau et du fleuret = $\frac{u^2}{g} \cdot \frac{P+P'}{2}$ . . . . .	1km,49	3km,13	1km,11			
T'' Puissance vive par centimètre de tranchant de fleuret . . . . .	0km,48	0km,86	0km,56			
L Avancement par minute du fleuret . . . . .	24mm	22mm,2	22mm,1			
NT' Travail effectif développé par minute . . . . .	144km,72	165km,85	113km,1			
$\frac{NT'}{NT}$ Rapport du travail effectif au travail moteur. . . . .	0,47	0,54	0,46			
N' Nombre d'hommes employés au forage . . . . .	1	2	1			
$\frac{NT'}{N'}$ Travail effectif développé par homme et par minute . . . . .	144km,73	82km,99	113km,1			
C Cube de roche pulvérisé par minute dans les deux systèmes de forage . . . . .	15m,88	23m,24	16m,7			
$\frac{NT'}{C}$ Travail effectif dépensé pour pulvériser un centimètre cube de roche. . . . .	7km,22	7km,4	6km,9			

(\*) Le poids de la masse et des fleurets a été exceptionnellement exagéré dans cette expérience.

avait révélés et il a publié dans la *Revue universelle des mines* (tome XXXIX, 3<sup>e</sup> livraison, 1876), une étude comparative des plus intéressantes sur les deux modes de forage. Le tableau suivant résume les chiffres auxquels il a été conduit, dans cette étude, par une série d'expériences faites dans les roches tendres, moyennement dures et très-dures.

*de mine à la massette et à la masse.*

RENDEMENT en mètre de O.U.P.	ROCHES DE MOYENNE DURETÉ.				ROCHES TRÈS-DURES.			
	4 <sup>ME</sup> EXPÉRIENCE faite au charbonnage de PORT-DE-LOUP.		5 <sup>ME</sup> EXPÉRIENCE faite au charbonnage de PORT-DE-LOUP.		6 <sup>ME</sup> EXPÉRIENCE faite au charbonnage de PORT-DE-LOUP.		7 <sup>ME</sup> EXPÉRIENCE faite au charbonnage de BOUBIER.	
	Massette.	Masse.	Massette	Masse.	Massette.	Masse.	Massette	Masse.
2 <sup>m</sup> ,78	1 <sup>k</sup> ,75	3 <sup>k</sup> ,66	1 <sup>k</sup> ,5	2 <sup>k</sup> ,55	1 <sup>k</sup> ,67	2 <sup>k</sup> ,78	2 <sup>k</sup>	3 <sup>k</sup>
2 <sup>k</sup> ,39	1 <sup>k</sup> ,84	4 <sup>k</sup> ,52 (?)	1 <sup>k</sup> ,3	1 <sup>k</sup> ,82	1 <sup>k</sup> ,37	1 <sup>k</sup> ,72	1 <sup>k</sup> ,35	2 <sup>k</sup> ,80
1 <sup>m</sup> ,45	0 <sup>m</sup> ,75	1 <sup>m</sup> ,10	0 <sup>m</sup> ,80	1 <sup>m</sup> ,20	0 <sup>m</sup> ,76	1 <sup>m</sup> ,20	0 <sup>m</sup> ,75	1 <sup>m</sup> ,30
48	75	50	72	50	80	54	75	52
0'',4375	0'',267	0'',40	0'',278	0'',40	0'',30	0'',444	0'',32	0'',461
6 <sup>m</sup> ,68	5 <sup>m</sup> ,6	5 <sup>m</sup> ,5	5 <sup>m</sup> ,75	6 <sup>m</sup> ,00	5 <sup>m</sup> ,06	5 <sup>m</sup> ,04	1 <sup>m</sup> ,68	5 <sup>m</sup> ,64
6 <sup>km</sup> ,32	2 <sup>km</sup> ,79	5 <sup>km</sup> ,64	2 <sup>km</sup> ,52	4 <sup>km</sup> ,68	2 <sup>km</sup> ,199	4 <sup>km</sup> ,13	2 <sup>km</sup> ,23	4 <sup>km</sup> ,86
03 <sup>km</sup> ,36	209 <sup>km</sup> ,25	222 <sup>km</sup>	181 <sup>km</sup> ,44	234 <sup>km</sup>	175 <sup>km</sup> ,92	1333 <sup>km</sup> ,02	167 <sup>km</sup> ,25	252 <sup>km</sup> ,72
3 <sup>m</sup> ,40	2 <sup>m</sup> ,73	2 <sup>m</sup> ,46	3 <sup>m</sup> ,08	3 <sup>m</sup> ,50	2 <sup>m</sup> ,78	3 <sup>m</sup> ,33	2 <sup>m</sup> ,79	2 <sup>m</sup> ,91
3 <sup>km</sup> ,046	1 <sup>km</sup> ,36	2 <sup>km</sup> ,52	1 <sup>km</sup> ,35	2 <sup>km</sup> ,72	1 <sup>km</sup> ,21	2 <sup>km</sup> ,27	1 <sup>km</sup> ,33	2 <sup>km</sup> ,50
0 <sup>km</sup> 841	0 <sup>km</sup> ,461	0 <sup>km</sup> ,72	0 <sup>km</sup> ,50	0 <sup>km</sup> ,85	0 <sup>km</sup> ,431	0 <sup>km</sup> ,65	0 <sup>km</sup> ,44	0 <sup>km</sup> ,68
32 <sup>mm</sup> ,86	9 <sup>mm</sup> ,6	10 <sup>mm</sup> ,4	8 <sup>mm</sup> ,9	11 <sup>mm</sup>	5 <sup>mm</sup>	5 <sup>mm</sup> ,26	2 <sup>mm</sup> ,05	2 <sup>mm</sup> ,78
146 <sup>km</sup> 21	102 <sup>km</sup>	128 <sup>km</sup> ,7	97 <sup>km</sup> ,20	136 <sup>km</sup>	96 <sup>km</sup> ,8	122 <sup>km</sup> ,66	99 <sup>km</sup> ,75	130 <sup>km</sup>
0,536	0,48	0,45	0,53	0,58	0,55	0,55	0,59	0,51
2	1	2	1	2	1	2	1	2
13 <sup>km</sup> ,15	102 <sup>km</sup>	63 <sup>km</sup>	97 <sup>km</sup> ,20	68 <sup>km</sup>	96 <sup>km</sup> ,8	61 <sup>km</sup> ,33	108 <sup>km</sup>	65 <sup>km</sup>
3 <sup>km</sup> 38	6 <sup>m</sup> 4716	10 <sup>m</sup> ,07	5 <sup>m</sup> ,668	9 <sup>m</sup> ,068	3 <sup>m</sup> ,30	5 <sup>m</sup> ,06	1 <sup>m</sup> ,452	2 <sup>m</sup> ,56
4 <sup>km</sup> ,35	15 <sup>km</sup> ,7	12 <sup>km</sup> ,7	17 <sup>km</sup> ,1	15 <sup>km</sup> ,00	29 <sup>km</sup> ,3	24 <sup>km</sup> ,2	68 <sup>km</sup>	50 <sup>km</sup> ,8

Ce tableau a permis à l'auteur du mémoire dont ces chiffres sont extraits, de tirer les conclusions suivantes :

« 1° Dans le forage à la masse, comme dans le forage à la massette, les fleurets absorbent de 46 à 54 % du travail total développé par l'ouvrier; il est donc important de régler convenablement le poids des outils par rapport au poids de la masse ou de la massette et à la force de l'ouvrier, puisqu'on peut réduire ainsi de 10 % cette perte de travail.

2° Les mêmes ouvriers peuvent développer un travail mécanique de 144<sup>m</sup>,6 à 96<sup>m</sup>,8 dans le forage à la massette et seulement de 77<sup>m</sup>,22 à 61<sup>m</sup>,53 dans le forage à la masse, c'est-à-dire un travail de 1,7 à 1,5 fois plus grand dans le premier mode de battage que dans le second. On comprend ainsi pourquoi ils peuvent ouvrir à la massette un cube de trou de mine plus grand qu'à la masse et pourquoi aussi, la fatigue plus grande qu'occasionne le battage à la massette, les porte à adopter, de préférence, le battage à la masse, surtout quand le travail doit se prolonger pendant plusieurs heures, comme c'est le cas pour les fourneaux de mine dans les grès très-durs.

3° Malgré l'efficacité que le travail à la massette puise dans la solidarité des mouvements de battage et de rotation du fleuret, le travail mécanique employé à la pulvérisation d'un centimètre cube de roche est toujours plus grand dans le battage à la massette que dans le battage à la masse. Le creusement des trous de mine, comme celui des grandes excavations, paraît donc exiger moins de travail pour l'ouverture d'un même cube de roche quand la grandeur du trou augmente. En outre on voit que la différence existant entre le travail mécanique dépensé dans les deux modes de battage, de faible qu'elle est dans les roches tendres, devient de plus en plus grande dans les roches de plus en plus dures. »

118. Le temps employé pour les diverses opérations que comporte le creusement, en terrain houiller, de 1 mètre de bowette aux dimensions ordinaires dans les roches tendres, les roches de

moyenne dureté et les roches très-dures peut se résumer par les chiffres moyens suivants :

	Roches tendres.		Roches de moyenne dureté.		Roches dures.	
	Massette.	Masse.	Massette.	Masse.	Massette.	Masse.
Nombre de trous de mine par mètre d'avancement . . . . .	30	25	38	30	58	42
Temps employé au forage de 2 coups de mine à la massette et de 1 coup de mine à la masse . . . . .	20' $\frac{1}{2}$	22'	67'	60'5"	300' à 310'	240'
Temps employé au chargement et à l'amorçage de 2 coups de mine à la massette et de 1 coup de mine à la masse . . . . .	15'	10'	15'	10'	25' à 15'	10'
Temps employé au déblai des roches et au déblai des débris de 2 coups de mine à la massette et de 1 coup de mine à la masse.	30'	20'	15'	10'	15'	10'
Temps total employé utilement . . . . .	65' $\frac{1}{2}$	52'	97'	80'5"	340'	260'
Temps rapporté au temps dépensé.	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$
Temps total dépensé . . . . .	75'	59'	111'	92'	389'	297'
Volume de mines que chaque ouvrier ou le groupe d'ouvriers peut faire sauter par un coup de 8 heures . . . . .	6.4	8	4.35	5.25	2.5	1.61
Volume de mines sautées par semaine par un ouvrier ou par quinze jours.	15 <sup>m</sup> ,30	11 <sup>m</sup> ,50	8 <sup>m</sup>	6 <sup>m</sup> ,20	1 <sup>m</sup> ,53	1 <sup>m</sup> ,38
Volume total correspondant à un avancement de 1 mètre . . . . .	1125'	1500'	2166'	2760'	11,281'	12,474'
Coût de la main-d'œuvre dépensée . . . . .	59.434 <sup>km</sup>	72.005 <sup>km</sup>	123.633 <sup>km</sup>	203.455 <sup>km</sup>	1.114.574 <sup>km</sup>	917.235 <sup>km</sup>

Données économiques concernant l'abatage des roches à la main et applications diverses.

**119.** En se reportant à la classification établie n° 91 pour les facilités plus ou moins grandes que présentent les différentes roches à l'entaillement, on peut dire que les avancements mensuels qu'il est possible d'obtenir dans le travail à la main en gale-

rie souterraine de section ordinaire, sont compris dans les limites suivantes :

1 <sup>re</sup> CLASSE, roches très-dures . . . . .	2 à 3 mètres
2 <sup>me</sup> CLASSE, roches dures (les quérelles très-dures sont comprises dans cette catégorie).	3 à 7 —
3 <sup>me</sup> CLASSE, roches assez dures (les rocs sont compris dans cette catégorie) . . . . .	7 à 15 —
4 <sup>me</sup> CLASSE, roches tendres (avancement en veine de houille, emploi du pic) . . . . .	20 à 30 —

Quelques exemples compléteront les indications qui précèdent; mais tout d'abord je dois faire observer qu'il n'est possible de comparer entre eux divers chantiers d'abatage ouverts dans des roches plus ou moins difficiles à entailler qu'à la condition que les chantiers seront identiques quant à la section des excavations, aux facilités de l'aérage et de l'enlèvement des déblais, à l'abondance des eaux, etc., etc. Il n'est pas possible, non plus, de fixer un lien commun entre une galerie en direction, un montage, une vallée, un beurtia pris en montant ou en descendant, ou bien enfin, un puits creusé à surface libre ou un fonçage sous stot, etc., etc. Quelques auteurs ont bien essayé d'établir des *modules de transition* pour passer de l'estimation d'un travail courant en galerie souterraine de section ordinaire, à celle d'un travail exécuté dans les différents cas qui peuvent se présenter, mais ces coefficients comportent, entre le maximum et le minimum applicables à chaque série d'ouvrage, un écart qui en rend l'usage peu pratique, et encore ne peut-on sérieusement admettre les limites extrêmes assignées à la valeur de ces modules. Il se présente, dans l'exploitation des mines, bien des circonstances où la théorie reste muette et désarmée et où l'ingénieur ne trouve de guide que dans la pratique qu'il a pu acquérir.



**Premier exemple.** — *Galeries de mine pratiquées aux fosses Thiers, l'Enclos et Haveluy de la C<sup>ie</sup> d'Ansin, à travers les rocs et les quérelles du terrain houiller.*

	fosse Thiers.	fosse l'Enclos.	fosse Haveluy.
Section en mètres carrés. . . . .	4 <sup>m</sup> ,20	3 <sup>m</sup> ,60	3 <sup>m</sup> ,96
Proportion des quérelles. . . . .	24 %	100 %	52 %
Avancement mensuel. . . . .	9 <sup>m</sup> ,84	5 <sup>m</sup> ,52	10 <sup>m</sup> ,56
Main-d'œuvre par mètre courant, enlèvement des dé- blais compris. . . . .	francs. 32,38	francs. 110,22	francs. 73 »
Poudre et fusée dépensées par mètre courant. . . . .	7,86	16,61	14,60
Entretien des outils . . . . .	1,36	5,27	1,40
Prix de revient total par mètre courant. . . . .	41,60	132,10	89 »
Prix de revient par mètre cube excavé . . . . .	9,90	36,70	22 »

**3<sup>me</sup> Exemple.** — *Recoupage vers la veine St-Joseph, à l'étage de 243<sup>m</sup> (Fosse Druon à Ferfay) (6 ouvriers) dimensions de la boulette  $\frac{4^m,80}{1^m,80}$ .*

Longueur en rocs . . . . .	37 <sup>m</sup> ,85
— en quérelles . . . . .	74 <sup>m</sup> ,75
	LONGUEUR TOTALE. . . . . 112 <sup>m</sup> ,60
Avancement mensuel. . . . .	7 <sup>m</sup> ,50
Prix moyen fait aux ouvriers (poudre comprise), en rocs . . fr.	44,13
— — — en quérelles. . . . .	87,66
Poudre consommée par mètre courant. . . . .	18,91
Total des descentes d'ouvriers. . . . .	1465
Prix moyen de la descente (poudre déduite) . . . . . fr.	4,39
Nombre moyen d'heures par descente . . . . .	9 <sup>h</sup> »
Consommation d'huile par descente. . . . .	0 <sup>h</sup> ,15
Réparations d'outils par mètre courant en rocs . . . . . fr.	3 »
— — — en quérelles . . . . .	6,75
<b>J.</b>	<b>7</b>

## RÉSUMÉ.

	Rocs.	Quérelles.
Prix moyen du mètr. d'avancement payé aux ouvriers, poudre comprise.	francs. 41,43	francs. 87,60
Consommation d'huile . . . . .	4 »	2 »
Réparation d'outils . . . . .	3 »	6,75
<b>PRIX DE REVIENT TOTAL PAR MÈTRE COURANT. . . . .</b>	<b>45,13</b>	<b>96,35</b>

**3<sup>me</sup> Exemple.** — Bowette sud à l'étage de 363<sup>m</sup>. (Fosse n° 1 de Ferfay) dimensions 1<sup>m</sup>,80 × 1<sup>m</sup>80, et bowette sud à l'étage de 420<sup>m</sup> fosse n° 2 (mêmes dimensions de galerie).

Ces travaux ont été poussés à la fosse n° 1 par 6 ouvriers et à la fosse n° 2 par 4 ouvriers ; dans les deux cas, le roulage des terres à une distance de 250 mètres était fait par les mineurs.

	Fosse n° 1. — BOWETTE SUD à 363 mètres. 6 ouvriers.	Fosse n° 2. — BOWETTE SUD à 420 mètres. 4 ouvriers.
Avancement mensuel dans les rocs . . . . .	7 <sup>m</sup> ,65	»
— — — les quérelles . . . . .	»	7 <sup>m</sup> ,40
Prix du mètre courant payé aux ouvriers, poudre comprise. . . . .	francs. 36 »	francs. 95 »
Nombre de descentes par mètre d'avancement . . . . .	9	15
Nombre d'heures par descente. . . . .	9h »	9h »
Prix de la descente de 9 heures (poudre déduite) . . . . .	francs. 3,58	francs. 4,30
Poudre consommée par mètre d'avancement. . . . .	3,75	21,40
Consommation d'huile par descente de 9 heures . . . . .	litres. 0,40	litres. 0,10
Réparation et usure d'outils par mètre d'avancement . . . . .	francs. 2 »	francs. 7 »

**résumé.**

	Fosse n° 1. — BOUYETTE SUP à 363 mètres. 6 ouvriers.	Fosse n° 2. — BOUYETTE SUP à 405 mètres. 4 ouvriers.
Prix par mètre d'avancement payé aux ouvriers, poudre comprise . . . . .	36 »	95 »
Consommation d'huile . . . . .	0 99	1,65
Réparation d'outils. . . . .	2 »	7 »
<b>PRIX DE REVIENT TOTAL. . . . .</b>	<b>38,99</b>	<b>103,65</b>

**4<sup>me</sup> Exemple.** — *Beurtia latéral mettant en communication les étages de 363<sup>m</sup> à 405<sup>m</sup>. (Fosse n° 1 de Ferfay.)*

	En francs.	En quadrilles.
Diamètre de beurtia . . . . .	3 <sup>m</sup> »	3 <sup>m</sup> »
Avancement mensuel. . . . .	8,50	2,65
Prix payé aux ouvriers par mètre courant (poudre comprise) . . . . .	63 <sup>fr</sup> »	150 <sup>fr</sup> »
Descente par mètre d'avancement. . . . .	11 »	26 »
Nombre d'heures par descente. . . . .	9 <sup>h</sup> »	9 <sup>h</sup> »
Prix à la descente de 9 heures. . . . .	4 <sup>fr</sup> 65	3 <sup>fr</sup> 77
Poudre consommée par mètre d'avancement . . . . .	13,75	52,10
Consommation d'huile par descente de 9 heures . . . . .	0 <sup>lit</sup> 40	0 <sup>lit</sup> 40
Réparation d'outils par mètre d'avancement . . . . .	3 <sup>fr</sup> »	7 <sup>fr</sup> 50
<b>résumé.</b>		
Prix par mètre d'avancement payé aux ouvriers (poudre comprise) . . . . .	63 <sup>fr</sup> »	150 <sup>fr</sup> »
Consommation d'huile . . . . .	1,21	2,86
Réparation d'outils. . . . .	3 »	7,50
<b>PRIX DE REVIENT TOTAL. . . . .</b>	<b>69<sup>fr</sup> 21</b>	<b>160<sup>fr</sup> 36</b>

**5<sup>me</sup> Exemple. — Travail de l'abatage dans les puits.**

La Compagnie des mines d'Auchy-au-Bois a foncé sa fosse n° 3 sur un diamètre de 3<sup>m</sup>,75; le terrain houiller a été rencontré à 140 mètres. A partir de cette cote le prix moyen de l'abatage par mètre d'avancement a été de 187 francs. Une autre Compagnie houillère du Pas-de-Calais a fait exécuter en 1876 dans des conditions difficiles, l'approfondissement sous stot d'un puits de 5 mètres de diamètre : elle a payé aux ouvriers pour le mètre d'avancement en rocs 175 francs et pour le creusement en quérelles fr. 262,50 c. J'aurai l'occasion de revenir, dans un autre chapitre, sur les frais qu'occasionne le fonçage des puits.

**Organisation du travail de l'abatage en galerie. — Entreprises.**

**120.** Les dimensions ordinaires des galeries de roulage permettent de forer à la massette deux coups de mine à la fois; on peut même forer simultanément trois coups de mine dans les galeries destinées à recevoir une double voie pour le roulage. Au contraire, on donne souvent aux voies qui doivent servir uniquement à l'aérage, des dimensions restreintes qui ne permettent pas le forage simultanément de deux trous de mine; ces voies étroites ne peuvent donc recevoir que la moitié du personnel affecté au percement des galeries de roulage.

La rapidité plus ou moins grande avec laquelle on désire pousser le travail indique si l'on doit organiser le chantier à deux ou à trois postes; dans ce dernier cas, une première brigade descendue à 6 heures du matin cédera la place à 2 heures de l'après-midi à une seconde brigade qui sera à son tour remplacée à 10 heures du soir. On trouvera souvent un très-grand avantage, au point de vue de la rapidité du travail, à prolonger d'une heure ou deux le séjour des ouvriers sous terre, ce qui n'empêche pas l'organisation du travail à trois postes; dans ce cas les ouvriers

du poste remplacé au front de taille peuvent utiliser la durée supplémentaire de leur séjour souterrain en travaillant en arrière de ce front de taille au règlement de la galerie ébauchée qu'ils amèneront à ses dimensions définitives ; quand les ouvriers organisent de cette façon leur travail, on dit qu'ils se *recoutellent*.

■ ■ ■. Le creusement des puits comme le percement des galeries se donnent toujours à l'entreprise ; c'est là une nécessité qu'entraîne la difficulté de la surveillance intérieure surtout dans les travaux étendus et disséminés. Les chantiers en veine se donnent également à l'entreprise, mais dans ce dernier cas, l'ouvrier n'est généralement pas lié pour une longue durée, à moins qu'il ne s'agisse d'une voie de fond ou d'une taille de fond et l'on ne s'attache pas à faire avec lui une convention écrite, comme il convient toujours de le faire quand il est question d'un travail au rocher. Dans une galerie à travers-bancs, si le mineur n'était point tenu par un marché écrit, et par une caution qui devient, en cas de rupture d'engagement, la propriété de la Compagnie qui l'occupe, il ne manquerait pas d'abandonner le travail commencé, le jour où, à des bancs faciles, succéderaient des bancs plus difficiles à abattre.

Dans certains districts miniers on procède à ces sortes d'entreprises par voie d'adjudication ; dans d'autres, au contraire, on préfère choisir les ouvriers à qui l'on doit confier un travail déterminé.

Tous les marchés sont inscrits sur un registre spécial qui reste entre les mains des ingénieurs ; on indique clairement dans ces marchés l'altitude et la direction de la galerie à pousser, ses dimensions, la longueur de galerie que comporte l'entreprise, l'inclinaison à lui donner, le point de départ de l'entreprise, les conditions générales et particulières du travail ; on relate, par exemple, si les ouvriers seront chargés de la pose du boisage, des tuyaux d'aérage et de la voie ferrée, du chargement des déblais et de leur roulage jusqu'à un point déterminé ou de leur placement dans des excavations voisines. On fixe également le prix

du mètre d'avancement dans les différentes roches à traverser, en indiquant si ce prix comprend la poudre, les fusées et l'huile, fournitures que les mineurs achètent à la Compagnie. On indique encore si le travail doit être poussé à deux ou à trois postes, s'il est nécessaire de travailler dimanches et fêtes; enfin on précise l'amende dont les entrepreneurs seront passibles en cas de chômage. Quant à la caution, elle peut être fournie, par exemple, par la retenue d'une somme fixe sur le montant de la première quinzaine, et si cela ne semble pas suffisant, par une retenue supplémentaire de 10 à 15 % sur les dix ou quinze premiers mètres.

Je me bornerai pour le moment aux indications qui précèdent sur la disposition et l'organisation du travail de l'abatage dans les excavations souterraines; je reviendrai sur cette importante question, lorsque je décrirai les méthodes d'exploitation; je m'attacherais alors à montrer comment on dispose les chantiers d'abatage, dans les filons et dans les veines et quel est le rôle que joue chaque ouvrier dans une *taille* en exploitation.

§ 4. — *Procédés employés pour l'entaillement des roches dans les chantiers où des conditions particulières doivent exclure l'usage des matières explosives.*

**Emploi des aiguilles-coins.**

122. J'ai déjà parlé de la pointerolle (n° 91) et j'ai dit que cet outil, bien qu'ayant rendu autrefois de grands services, n'offrait pour ainsi dire plus de nos jours qu'un intérêt historique; il a été remplacé par l'action plus rapide des matières explosives. Mais il existe des cas où le tirage des coups de mine ne peut se pratiquer, c'est ce qui a lieu, par exemple, dans les excavations où la présence continue du grisou constitue un danger permanent, ou bien dans celles où l'on redoute la rupture d'une

machine, d'une pompe ou d'un guidage par la projection des éclats que produit la déflagration de la poudre ou de la dynamite.

Dans ces cas particuliers, on a depuis longtemps recours, principalement dans le bassin de Liège, aux *aiguilles-coins* qui ont été importées des mines de Hartz, où l'origine de leur emploi remonte à une date assez reculée; les mineurs du pays de Liège les appellent *aiguilles infernales*; elles sont surtout employées dans ce bassin houiller pour le *bosseusement* ou agrandissement des galeries en veine dans les régions grisouteuses. Cet appareil, d'une grande simplicité (fig. 156, pl. VII), se compose de deux plaques ou aiguilles en fer *aa* que l'on introduit dans un trou de mine, et entre lesquelles on chasse, à la masse, un coin en acier *b*. Les dimensions de ces différentes pièces sont en rapport avec la nature et la dureté des roches à abattre; l'augmentation du diamètre qui résulte du chassage à fond du coin entre les aiguilles doit être en effet d'autant plus faible que la roche est plus dure. On donne à ces aiguilles une longueur de 0<sup>m</sup>,30 dans les galeries au rocher, tandis que pour le coupage des voies on se sert d'aiguilles d'une longueur double. Chaque brigade d'ouvriers emporte du reste dans la mine plusieurs *jeux* d'aiguilles de dimensions différentes. L'usage de ces aiguilles exige une certaine habitude de la part des mineurs.

**Aiguilles-coins perfectionnées de M. Ch. Demanet.**

**133.** M. Ch. Demanet, ingénieur à Seraing, a perfectionné cet appareil, comme le montrent les figures 128 à 155, planche VII. Ce perfectionnement consiste à développer un effort plus considérable au fond du trou de mine au moyen de mâchoires en plusieurs pièces articulées, qui se déplient au fur et à mesure que le coin avance, ce qui permet de donner aux lames de fond un plus grand écartement; une première disposition représentée, fig. 128 à 151, réalise cet effet qui est obtenu d'une façon plus efficace encore par l'emploi d'un coin intérieur, à charnière, logé dans une cavité

pratiquée dans les lames de foud (fig. 132 à 135) : dans cette dernière disposition, le coin principal *a* est en acier ; il est terminé par une partie plus aiguë *b* et par un épaulement. Les lignes pointillées de la figure 135 correspondent à l'ouverture des mâchoires à leur maximum d'écartement. Ces deux types d'appareils, employés aux charbonnages de l'Espérance à Seraing, figuraient en 1876 à l'Exposition d'hygiène et de sauvetage de Bruxelles ; ils ont été décrits par M. Habets (1).

Aiguilles-coins à vis de M. Degheye. — Appareils hydrauliques de M. Chubb et de MM. Ridder et J. Jones, système de M. J.-G. Jones.

134. M. Degheye, ancien chef-mineur de l'une des fosses de l'Espérance à Seraing, a construit, en 1865, des aiguilles-coins dans lesquelles une vis terminée par une partie carrée qui reçoit une clef de manœuvre, agit sur un coin introduit préalablement au fond du trou de mine et qu'elle tend à ramener en occasionnant ainsi un serrage énergique contre des lames mobiles. L'avantage de cette disposition était de concentrer l'effort au fond du trou de mine, comme dans les aiguilles perfectionnées de M. Demanet.

135. En Angleterre, on a repris, il y a quelques années, l'idée des aiguilles infernales en construisant divers appareils hydrauliques qu'on a appliqués à l'abatage des houilles dures et qui agissent dans des trous forés mécaniquement. Cette idée d'employer la pression hydraulique pour faire éclater les roches, n'est pas neuve, du reste, et depuis longtemps, elle avait été proposée en Angleterre, par M. Georges Helliot, et en Belgique par M. Guibal.

136. Le système de M. Chubb (fig. 137 à 140, pl. VII) se compose d'une pompe de compression *b* mobile autour d'un tuyau d'acier *c* et à laquelle s'adapte, en *h*, un tuyau d'aspiration en caoutchouc ; cette pompe est mue par une manivelle *i* ; elle porte en *g* un tuyau d'écoulement. En *a* se trouve un réservoir en

(1) *Revue universelle des Mines.*



acier. La pression exercée par la pompe se transmet par le tuyau *c* à huit pistons *p* qui agissent sur les joues mobiles *f*; des écrous *d* permettent de retirer ces pistons lorsque cela est nécessaire. La pression sur chacun des pistons est d'environ 15 tonnes.

137. MM. S. Bidder et J. Jones ont construit sur le type représenté (fig. 141 à 146) des machines hydrauliques de diverses dimensions. Ces machines se composent 1° d'une presse hydraulique agissant par l'intermédiaire d'une pièce *f* sur un coin *dd*, en deux parties, entre lesquelles on introduit un second coin semblable; un troisième coin peut être introduit de même si cela est nécessaire. Une pièce de tête *b* embrassée par une fourche d'acier *z* occupe le fond du trou; l'effort du premier coin est transmis aux parois de la roche par les joues *cc*.

Les essais faits avec cette machine à *Hurecastle Colliery*, pour pratiquer un havage dans un banc de houille très-dur de 1<sup>m</sup>,52 ont donné lieu à des frais de main-d'œuvre un peu plus élevés que dans l'emploi de la poudre, mais la proportion de gros obtenue a procuré une économie définitive sur l'ancien mode d'abatage.

138. Les figures 147 à 154 représentent une machine plus perfectionnée construite par M. J. Grafton Jones. — Cet appareil qui offre d'abord sur la machine précédente l'avantage de répartir les efforts sur toute la surface des joues mobiles, se compose d'un corps de pompe *a* rempli d'eau ou d'huile dans lequel se meut, au moyen d'une vis *d*, un piston *p*. La pression se transmet par l'intermédiaire d'un second piston *p'* à un coin *v* poussé par une pièce *r*. La dépression s'obtient lorsque la vis est arrivée à fond de course au moyen d'un robinet qui établit la communication entre le corps de pompe et le réservoir *P*. Le piston *p'* a une surface double de celle du piston *p*; l'effort transmis normalement aux parois du coin est par conséquent égal à

$$\frac{2F2\pi R}{e} \frac{l}{a}$$

*F* étant l'effort exercé sur la manivelle du rayon  $R = 0^m,60$ ,

$e$  étant le pas de la vis,  $= 0^m,005$ ,  $a = 0^m,09$  la largeur de la tête du coin, et  $l = 0^m,36$  la longueur de sa paroi inclinée. Si l'on suppose que la manivelle exerce un effort de 50 kilogrammes. l'effort correspondant exercé normalement aux parois du coin sera de 3 tonnes.

#### Appareil hydraulique de M. Levet.

130. M. Levet, ancien chef de la perforation mécanique aux mines de Blanzay, a récemment inventé un appareil hydraulique qui paraît à la fois plus simple et plus pratique que les appareils anglais que je viens de signaler. Cet appareil, comme l'aiguille-coin de Deghy, a été exposé au Champ de Mars en 1878; il agit *par traction* sur le coin qui écarte des mâchoires ou plates-bandes contre les parois d'un trou pratiqué dans la roche à abattre; il est représenté (fig. 155 à 157);  $A$  est un cylindre de bronze phosphoreux formant réservoir hydraulique et communiquant par les ouvertures  $H$  et  $G$  avec le récipient  $A'$ . Dans ce cylindre se meut un piston  $B$  garni de cuirs emboutis et fileté sur une tige d'acier  $C$  terminée à son extrémité par un coin de serrage  $C'$  qui agit sur les deux plates-bandes cannelées  $D$  et  $D'$ . Le piston  $B$  est soumis à l'action d'une pompe à forte pression  $E$ , mue par un levier  $F$  qui peut être manœuvré à distance au moyen d'une tringle suffisamment longue. L'effort transmis par le piston au coin de serrage est d'environ 30 tonnes dans l'appareil du plus petit modèle. Lorsque le piston arrive à l'extrémité de sa course, la communication qui s'établit entre le cylindre et le récipient par le conduit  $G$  limite son action. En dévissant la vis  $H$  qui est placée sur le côté de l'appareil, on met l'avant du cylindre en communication avec le réservoir d'eau et l'on peut ainsi ramener le piston en sens inverse. Une barre télescopique fixée à la couronne de la galerie et formée d'un tuyau de 35 millimètres de diamètre, dans lequel coulisse une barre de fer pouvant s'allonger

ivant la largeur de l'excavation, permet de prévenir la chute e l'appareil et de le soutenir à une hauteur convenable.

M. Fournier, constructeur à G nelard (Saône-et-Loire), con-ruit les appareils Levet suivant trois types dont les dimensions l les prix sont fixés dans le tableau suivant :

Numeros.	�quivant � UNE CHARGE de poudre de	DIAMÈTRE des cylindres.	DIAMÈTRE des trous.	COURSE.	MATIÈRES.	OUTILS à deux taillants.	ALLONGES de	POIDS.	PRIX.
1	250 gr.	millim. 75	millim. 60			60 et 30mm		40	550
2	350 »	95	70	280 millimètres.	Acier Martin et bronze phosphoreux.	70 et 30mm	240 et 480	50	600
3	450 »	110	80			80 et 30mm		65	650

M. Mathet, ingénieur en chef des mines de Blanzly, a expéri-ent  dans la houille les appareils Levet du 13 octobre 1877 au 9 janvier 1878; il a résumé de la manière suivante les résultats btenus dans une série de neuf essais.

« 1  L'appareil n  2 peut suffire dans la plupart des cas; son aniquement est beaucoup plus simple que celui de l'appareil n  3 pompe indépendante qui conviendrait dans les galeries au rocher à il se dégage du grisou.

2  La plus grande difficulté dans l'emploi de cet appareil est : fonçage des gros trous de 0<sup>m</sup>,08 de diamètre qu'il faut forer arfaitement cylindrique jusqu'au fond du havage. Le perfora-ur Lisbet pourrait être utilisé avec succès.

3  Il est nécessaire d'avoir plusieurs jeux d'aiguilles de rechange.

4  Il paraît utile d'augmenter légèrement l'angle des faces du oin. L'appareil n  2 peut résister à 5 ou 600 atmosphères.

5  La production de gros est considérable.

6  Le prix de revient d'abatage au coin hydraulique ne peut

être établi sur ces essais isolés, mais il doit être plus élevé que celui de l'abatage par la poudre. Néanmoins dans les mines à grisou où l'usage de la poudre est absolument interdit, le coin hydraulique Levet est un appareil pratique pour l'abatage (\*).

Les appareils que je viens de décrire (n° 122 et suivants) devaient naturellement trouver place dans un cours d'exploitation des mines, mais il ne faut pas se dissimuler que l'emploi de ces divers moyens d'abatage ne saurait se généraliser et qu'il restera toujours forcément restreint à des cas particuliers.

---

## CHAPITRE IV.

### 8° Leçon.

#### APPLICATION DES MOYENS MÉCANIQUES A L'ENTAILLEMENT ET A LA PERFORATION DES ROCHES.

---

#### § 1. — *Perforation à la main.*

**130.** Le jour où les ingénieurs se sont décidés à considérer l'air comprimé comme un moyen facile de transmettre, dans les diverses régions d'une exploitation souterraine, la force motrice engendrée à la surface du sol, la perforation mécanique est entrée dans le domaine de la pratique, et le génie des inventeurs a multiplié le nombre des appareils destinés à procurer un avancement rapide dans l'entaillement des roches.

---

(\*) Comptes rendus mensuels des séances de la Société de l'Industrie minière, district du Centre.

Mais avant cette période qui marque une des plus glorieuses étapes de l'exploitation des mines, des appareils simples, manœuvrés à la main, avaient été proposés pour remplacer, par la rotation d'outils perforants, le forage à la masse ou à la massette, procédé barbare, si on ne le considère qu'au point de vue purement mécanique. C'est à cette catégorie d'appareils que se rattache le perforateur Lisbet, dont on se sert encore aujourd'hui dans beaucoup de mines, en France et en Belgique, et qui a trouvé chez les inventeurs anglais quelques imitateurs. Le perforateur Leschot dans lequel l'outil perforant est un cylindre en fer creux fileté sur une partie de sa longueur et terminé par une bague munie de diamants noirs est peu répandu; je ne le cite ici que pour rendre hommage à l'inventeur qui, en appliquant, le premier, le diamant au percement des roches, a ouvert la voie aux ingénieux procédés de forage des trous de sonde que j'ai décrits dans le chapitre II.

#### Perforateur Lisbet.

**131.** Le perforateur Lisbet date d'une vingtaine d'années; il a été employé pour la première fois au charbonnage de Crachet-Piquery, par M. Vinchent; il est représenté (fig. 158 et 159, pl. VII). L'outil perforant est une tarière hélicoïdale en acier, fixée dans une longue vis creuse qui se meut dans un écrou porté par un coulisseau qui glisse le long d'un bâti ou affût. L'orientation de l'écrou est susceptible de varier par rapport à l'axe du bâti. La tige de la tarière traverse entièrement la vis jusqu'au point où se fixe le cliquet ou la manivelle qui communique à l'outil un mouvement de rotation; un léger déplacement de la manivelle ou du cliquet, suivant l'axe de la tige, permet d'assurer la solidarité de cette tige avec la vis ou de rendre ces deux organes indépendants. L'affût porte des pointes et une vis qui permettent de l'assujettir solidement contre les parois des excavations.

**133.** M. A. Sobier, directeur des travaux du charbonnage de la Louvière et de la Paix, s'exprimait ainsi en janvier 1875, à l'égard du perforateur Lisbet : « Dans un bouveau de 1<sup>m</sup>,90 de haut sur 2 mètres de large dans le boisage, exigeant, par conséquent, une surface enlevée de 2<sup>m</sup>,10 de largeur moyenne sur 2<sup>m</sup>,25 de hauteur, soit 4<sup>m</sup>,72 en roches tendres que nous faisons boiser au fur et à mesure par les entrepreneurs, nous avons obtenu un avancement de 0<sup>m</sup>,40 par poste de deux hommes travaillant 8 heures, soit un avancement journalier de 1<sup>m</sup>,20 pour trois postes de deux hommes en 24 heures, les entrepreneurs chargeant eux-mêmes les déblais et les conduisant à 256 mètres de longueur. »

« Les deux ouvriers mettent ensemble l'appareil en place, puis l'un d'eux fore pendant que l'autre s'occupe des déblais. Pour faire jouer une mine de 60 à 70 centimètres de profondeur, il faut en moyenne 25 minutes, le prix du bouveau étant de 60 francs au mètre, le prix de la journée est de fr. 14 35 c. déduction de la poudre et y compris le boisage à gros bois. »

« En quérelles, dans le même bouveau, il faut 50 minutes pour percer un trou de 0<sup>m</sup>,40 de profondeur qui demanderait une heure et demie par les moyens ordinaires, et l'avancement journalier est de 0<sup>m</sup>,22 par poste de 8 heures, soit 0<sup>m</sup>,66 par 24 heures. »

M. Sobier ajoutait que, selon lui, on peut, avec l'emploi de l'appareil Lisbet, supprimer un des deux mineurs et le remplacer par un fort manœuvre.

Les deux tableaux suivants font ressortir les résultats d'expériences faites avec le perforateur Lisbet, aux mines de Montchanin, par M. Poizat, et à la fosse Villars de la Compagnie d'Anzin, par M. Dumont.

1° *Expériences faites aux mines de MONTCHANIN*

NUMÉROS des expériences.	NATURE DE LA ROCHE.	TEMPS		Avancement.	nombre de change- ment d'outils.	Observations.
		de la pose et du travail.	de travail.			
1	Schistes noirs passant au grès tendre . . . . .	minutes 6	minutes »	mètres. 0.83	1	
2	Schistes noirs tendres. . . . .	»	2 1/2	0.54	1	
3	Idem. . . . .	9	»	0.94	3	Forage vertical.
4	Grès tendre fin micacé . . . . .	5	»	0.73	3	Le sceur ne s'échauffe pas.
5	Grès extrêmement dur. . . . .	7 1/2	»	0.14	»	L'outil s'échauffe un peu.
6	Idem. . . . .	13 1/2	»	0.18	»	

N. B. L'outil doit être d'autant plus aigu que la roche est plus tendre.

° FOSSE VILLARS. — *Travail du perforateur dans la galerie du sud (niveau de 111 m.).*  
— *Percement de roches assez dures et mélangées de pyrites.*

JUILLET 1864.	NOMBRE d'ouvriers occupés.	LONGUEUR des trous forés.	TEMPS pour la pose du perforateur.	TEMPS employé au forage.
Journée du 15 pendant 9h15m . . . . .	2	9m,93	1h 6'30''	3h21'30''
Journée du 16 pendant 9h10m . . . . .	2	9m,71	1h15'	3h52'30''
18h25m	»	19m,64	2h21'30''	7h14'00''

Temps employé au déblai . . . . . 11h11'00''  
Somme égale pour le temps des 15 et 16 juillet . . . 18h25'00''  
Hauteur de la galerie . . . . . 1m,90  
Largeur id. . . . . 1m,60  
L'avancement de la galerie a été de . . . . . 2m,40

NOTA. — La galerie étant payée au prix de 30 francs le mètre,  
les 2m,40 équivalent à . . . . . fr. 63 »  
A déduire pour poudre et fusées. . . . . 18,80

RESTE A PAYER . . . fr. 44,20

Soit fr. 41,08 c<sup>s</sup> par journée de travail et par homme.

D'après la méthode ancienne, sur un travail de 5 mois, les ouvriers gagnaient 62 centimes par heure et par homme; par le perforateur l'ouvrier gagne par heure et par homme fr. 4,46 c<sup>s</sup>.

M. Von Balzberg a exposé à Vienne en 1875 une modification du perforateur Lisbet ; cette modification a été opérée surtout en vue de faciliter l'application de la perforation à la main à des roches salifères peu homogènes et de dureté extrêmement variable que l'on exploite dans le pays de Salzburg ; elle est représentée (fig. 160). La vis creuse  $V$  porte un collier  $a$ , et la tige de la tarière une pièce  $p$  munie de deux écrous qui s'appuient sur la pièce  $c$  ; celle-ci glisse sur cette tige ; elle est poussée contre le collier  $a$  par un ressort qui exerce sur elle une pression constante. En tournant la manivelle, on fait pénétrer l'outil dans la roche jusqu'au moment où la pression augmentant sur le collier détermine la rotation de la vis et le mouvement d'avancement qui s'opère ainsi lorsque cela est devenu nécessaire.

## § 2. — *Emploi de l'air comprimé. Perforation mécanique.*

Considérations sur l'emploi de l'air comprimé dans les mines. —  
Rendement théorique.

**133.** L'emploi de la vapeur à l'extérieur des mines est commandé par la facilité de placer les moteurs à côté des générateurs, et d'obtenir un rendement élevé et une marche économique grâce aux perfectionnements apportés dans la construction des chaudières et des machines motrices. Mais il n'en est pas de même à l'intérieur des mines ; les applications de la vapeur y sont rares dans les exploitations du continent ; elles sont un peu plus fréquentes en Angleterre.

D'un côté, l'établissement de chaudières à vapeur dans le fond des mines présente de grandes difficultés et souvent même de sérieux dangers ; d'un autre côté, si l'on se résigne à prendre la vapeur au jour pour l'utiliser sur des moteurs souterrains qui nécessitent de grandes excavations et des frais d'installation considérables, il faut en passer par des déperditions de chaleur et



par des pertes de pression notables, quels que soient d'ailleurs les soins que l'on prenne pour envelopper d'un enduit peu conducteur de la chaleur, les conduites dont le diamètre prend ainsi des proportions encombrantes. Enfin, la circulation de la vapeur dans les conduites souterraines augmente la température de l'air dans les galeries où elles sont installées.

Les moteurs hydrauliques n'ont dans les mines que de rares applications; ils offrent l'inconvénient d'introduire dans les travaux de l'eau qu'il faut ensuite remonter au jour.

L'air comprimé est, au contraire, comme je l'ai dit n° 130, l'agent de transmission le plus commode pour porter, sur les points les plus éloignés d'une exploitation souterraine, la force motrice engendrée à la surface. Il n'exige que des conduites de faible diamètre, et, loin de contrarier comme la vapeur la ventilation des travaux, il vient en aide à l'aérage. C'est ce qui explique les applications multipliées que cet agent a reçues, depuis dix ans surtout, dans l'exploitation des mines où nous le verrons employé à l'alimentation des haveuses et des perforatrices, à la desserte des appareils de traction mécanique, etc. Ces applications diverses justifient les efforts que les ingénieurs ont faits et font encore pour améliorer les conditions d'installation et de marche des machines à air comprimé.

L'inconvénient grave que l'on reproche à l'air comprimé, c'est d'exiger, pour le produire, des installations coûteuses, de ne pas être employé jusqu'ici dans des machines utilisant la détente et d'exiger une grande déperdition de travail pour amener l'air à la tension exigée.

M. Trasenster a fixé les idées sur le maximum de rendement à attendre des machines à air comprimé (1); il a montré que le travail restitué arrive rapidement à une limite qu'on ne peut dépasser, quels que soient la tension de l'air ou le travail dépensé.

---

(1) *Revue universelle des mines*, t. XXIII, p. 413.

Le *maximum de travail restitué*, dit-il (en poussant la compression à l'infini, et sans tenir compte de l'élévation de température due à cette compression), a pour limite le travail qu'on donnerait le volume d'air engendré par le piston du cylindre soufflant, agissant avec une pression effective d'une atmosphère.

Soit  $p$  la pression atmosphérique = 10333 kilog. par mètre carré,  $P$  la tension de l'air comprimé,  $V$  et  $v$  les volumes correspondants, et  $P = np$  ou  $V = nv$  le travail théorique que cet air peut restituer à pleine pression est

$$T_r = (P - p)v = Pv - pv$$

comme

$$Pv = pV \quad \text{et} \quad v = \frac{V}{n}$$

$$Pv - pv = p(V - v) = pV \left(1 - \frac{1}{n}\right).$$

Ainsi donc, quelle que soit la pression à laquelle il a été comprimé, un mètre cube d'air ne pourra restituer qu'un travail inférieur à

$$p \times 1, \quad \text{ou} \quad 10333 \text{ kilogrammètres.}$$

Il ne pourrait donner un travail égal à 10333 kilogrammètres que si l'on avait  $\frac{1}{n} = 0$  ou  $n$  égal à l'infini. Ce mètre cube d'air comprimé seulement à 2 atmosphères, restitue un travail

$$T_r = 10333 \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{10333}{2}.$$

Il en résulte que le travail que peut donner sans détente un mètre cube d'air comprimé à des milliers d'atmosphères, ne peut jamais être double de celui que donne la même quantité d'air comprimé à 2 atmosphères. L'air comprimé à 4 atmosphères donnera un effet proportionnel à  $1 - \frac{1}{4}$  ou  $\frac{3}{4}$ , tandis qu'il faut une compression infiniment grande pour obtenir un effet égal à 1.

D'un autre côté, le travail dépensé est exprimé par la formule logarithmique

$$T_d = pV \log . \text{nep. } n,$$

c'est-à-dire qu'il croît comme les puissances de  $n$ , tandis que le travail restitué ne peut jamais atteindre l'unité.

L'effet utile  $E$ , c'est-à-dire le rapport du travail restitué au travail dépensé est donc

$$E = \frac{T_r}{T_d} = \frac{pV \left(1 - \frac{1}{n}\right)}{pV 2,305 \log . n} = \frac{1 - \frac{1}{n}}{2,305 \log . n}.$$

En écrivant  $n^x$  au lieu de  $n$  on aura

$$E = \frac{1 - \frac{1}{n^x}}{2,305 \times \log . n}$$

En donnant à  $x$  des valeurs croissantes depuis 1 jusqu'à 6 et  $n$  la valeur 2, on trouve pour  $E$  les valeurs suivantes :

Pour	2 atmosphères ou	$x = 1$	$E = 0,72$
»	4	2	0,54
»	8	3	0,42
»	16	4	0,34
»	32	5	0,28
»	64	6	0,25

On remarquera qu'en portant la pression de 32 à 64 atmosphères, le travail de l'air comprimé n'augmente que dans le rapport de 63 à 64.

Ces résultats sont exprimés par le tracé graphique (fig. 161, l. VIII), dans lequel le travail dépensé est représenté par une ligne droite fortement inclinée par rapport à l'axe des pressions et le travail restitué par une courbe asymptotique (hyperbole).

Les pressions élevées n'ont d'autre avantage que de diminuer la résistance dans les longues conduites, mais pour des distances

ordinaires, on voit qu'il faudrait éviter de comprimer l'air à des pressions dépassant 2, 3 et au plus 4 atmosphères sauf à augmenter un peu, le cas échéant, le diamètre des conduites qui distribuent l'air aux différents récepteurs que comportent les besoins d'une exploitation souterraine. Nous verrons plus loin qu'en pratique on accepte fréquemment des pressions plus élevées.

Rendement pratique : effet utile partiel, effet utile total.

134. A côté de ces considérations théoriques, il convient de signaler les résultats pratiquement obtenus. Les expériences faites jusqu'à ce jour, montrent que le rendement des machines à comprimer l'air, c'est-à-dire *le rapport du travail effectivement transmis par l'air dépensé au travail théorique contenu dans cet air dépensé*, descend dans les machines à travail variable et inégal à 50 ou 55 %, et atteint de 70 à 75 % dans les machines parfaitement construites et avec des installations bien entendues. Les compresseurs perfectionnés du système Colladon, analogues à ceux qui ont été récemment établis aux mines de Lens, ont même permis d'obtenir un effet utile de 85 % à une pression absolue de 5 atmosphères. Il est à remarquer que le rendement ainsi exprimé n'est qu'un *rendement partiel*; il convient de se préoccuper du *rendement total*, c'est-à-dire qu'il faut rapporter le travail définitivement obtenu au travail de la vapeur employé à comprimer l'air, si l'on fait usage d'un moteur à vapeur, ce qui est le cas le plus général. En cherchant *la fraction du travail dépensé par la force motrice primitive que l'on retrouve disponible sur l'arbre de la machine à air comprimé*, on a trouvé en pratique un effet utile moyen de 20 à 25 % en marchant à pression élevée, et de 35 à 40 % en marchant à basse pression. Ces indications sommaires montrent que si l'air comprimé est un agent de transmission commode, c'est aussi un intermédiaire coûteux; il est d'autant moins économique que la plupart des appareils récepteurs utilisant, en dernier ressort, l'air

comprimé produit par les compresseurs, sont en général pourvus d'une distribution imparfaite et donnent lieu à des consommations d'air relativement exagérées.

**Influence de l'échauffement de l'air  
pendant sa compression sur le rendement pratique des compresseurs.**

**135.** On peut admettre que dans les machines les mieux construites, on arrive à réduire à environ 5 % les pertes de rendement dues aux espaces nuisibles et à la résistance présentée par les clapets d'aspiration (<sup>1</sup>); il reste donc dans le cas du maximum de rendement obtenu jusqu'à ce jour (compresseur Colladon, type de Lens, par exemple), une perte d'environ 15 % qui s'explique par l'échauffement de l'air pendant sa compression.

La température finale que l'air sec, pris à une température initiale de 20° centigrades, acquiert par la compression entre 2 et 8 atmosphères, est donnée par le tableau suivant :

PRESSION en atmosphères.	TEMPÉRATURE finale en degrés centi- grades
2	85°
3	129,9
4	164,9
5	194,2
6	219,6
7	242,1
8	262,4

A 10 atmosphères, la température finale serait de 298°,3; à 15 atmosphères, elle s'élèverait à 369°,5; on voit qu'elle croit

---

(<sup>1</sup>) A. Pernolet, *L'air comprimé et ses applications*. Cet ouvrage contient d'excellents et de nombreux renseignements, nous en recommandons la lecture à ceux qu'intéressent les applications de l'air comprimé.

rapidement avec la pression. En employant de l'air humide, on peut comprimer l'air un peu au-dessus de 7 atmosphères sans que la température finale s'élève à plus de 90° centigrades, mais pour obtenir cet abaissement considérable de la température finale, il faut introduire dans le cylindre compresseur une quantité d'eau suffisante pour maintenir la saturation de l'air pendant la compression.

Le diagramme représenté (fig. 162, pl. VIII) a été relevé par M. J. François, au moyen d'un indicateur placé sur un compresseur à piston hydraulique du système Sommelier. Dans ce diagramme, le travail développé pour comprimer l'air est représenté par la surface *ABCD*; *BE* est la courbe théorique qui serait obtenue si la compression se produisait sans échauffement en suivant la loi de Mariotte; *BF* est au contraire la courbe qui serait théoriquement obtenue, si l'on n'avait recours à aucun artifice pour combattre l'élévation de la température de l'air pendant sa compression. On voit que la partie du travail de compression qui se transforme en chaleur, c'est-à-dire la perte de travail due à l'échauffement est représentée dans ce diagramme par la surface comprise entre les deux courbes *BC* et *BE*. Cette question de l'influence de l'échauffement de l'air pendant la compression sur le rendement des compresseurs, a été traitée avec beaucoup de sagacité par un ingénieur belge très-distingué, M. Cornet (<sup>1</sup>). Cet ingénieur a montré que déjà, à 5 atmosphères effectives, l'échauffement dû à la compression transforme en chaleur près du quart du travail total et que cet excès de travail croît avec la pression. L'expansion de l'air produit inversement un abaissement de température; il en résulte pendant la détente une absorption de travail qui s'ajoute à la perte due à l'échauffement pendant la compression. M. Cornet a établi que la perte d'effet utile due à ces deux causes est de 60 % à 65 % avec un système de machine

---

(<sup>1</sup>) *Considérations sur l'emploi et la production de l'air comprimé dans les travaux d'exploitation des mines.*

employant de l'air comprimé à une pression de 5 à 8 atmosphères absolues.

**Moyens employés pour combattre l'échauffement de l'air pendant la compression:**

**136.** Les constructeurs de machines à air comprimé préviennent et combattent l'échauffement dû à la compression de l'air par un refroidissement opéré avec de l'eau. Tantôt on se contente de refroidir extérieurement par un courant d'eau les parois de l'appareil de compression, tantôt le refroidissement est obtenu par l'emploi d'un matelas d'eau formant piston hydraulique, artifice qui caractérise les compresseurs du système Sommelier; tantôt enfin et c'est là le moyen le plus efficace, indépendamment d'une circulation d'eau autour des cylindres compresseurs, ainsi qu'à l'intérieur des pistons et de leurs tiges creuses, on injecte de l'eau pulvérisée au milieu de la masse d'air pendant qu'on la comprime. C'est ce dernier procédé qui est en usage dans le système de compresseur imaginé par le professeur Colladon de Genève; les expériences faites au Saint-Gothard avec des compresseurs à injection d'eau pulvérisée comprimant l'air à 7 ou 8 atmosphères, ont montré qu'il suffit d'injecter un volume d'eau représentant le  $\frac{1}{1200}$  du volume d'air aspiré pour réduire à 12 ou 13° l'excès de température que l'air sortant du compresseur présente sur celle de l'air aspiré, celle-ci étant de 4 à 5° supérieure à la température de l'eau injectée. Dans les appareils à piston hydraulique, au contraire, l'élévation de température de l'eau à sa sortie est d'au moins 48 degrés et ce système imparfait de refroidissement ne permet de réduire la perte de travail due à l'échauffement de l'air par la compression que de 21 à 17 % du travail total à développer effectivement dans les deux cas. Quant au refroidissement purement extérieur des parois des appareils, c'est un moyen absolument insuffisant lorsqu'on dépasse une pression de deux à trois atmosphères.

**Distinction des divers appareils que comporte la perforation mécanique**

**137.** D'après les explications contenues dans les nos 135 à 136, on a pu comprendre que dans l'application de l'air comprimé à la perforation mécanique il faut distinguer 1° *le moteur* qui peut être dépendant ou indépendant du compresseur; 2° *l'appareil compresseur* proprement dit; 3° *l'appareil récepteur* composé des *perforateurs* et de *l'affût* sur lequel ils sont fixés dans des conditions telles qu'on puisse donner à l'outil perforant des directions variables; 4° la *conduite* et les divers accessoires qui complètent l'installation.

Je vais passer en revue ces divers appareils.

**Les moteurs.**

**138.** Dans le percement des tunnels à travers les massifs montagneux, on a pu recourir à des moteurs hydrauliques et utiliser ainsi les hauteurs de chutes que les conditions locales fournissaient. C'est ainsi que pour le percement du mont Cenis, on a pu commander directement à Modane des compresseurs Somme-lier par des roues hydrauliques, à couronne de fonte et à augets en tôle; ces roues recevaient chacune 1<sup>m</sup>5 d'eau par seconde et marchaient à une vitesse de 6 tours par minute; elles avaient un diamètre extérieur de 5<sup>m</sup>,540 et une largeur intérieure de 4<sup>m</sup>,200. Chaque roue était placée entre deux compresseurs qu'elle commandait par des bielles et des manivelles calées à 90°. La hauteur de chute était de 5<sup>m</sup>,540. A Airolo, pour le percement du Saint-Gothard, on a installé sur une même ligne douze compresseurs Colladon, divisés en quatre groupes s'attelant directement par des bielles sur les arbres moteurs, commandés par quatre turbines de 200 chevaux utilisant l'eau d'un des bras du Tessin sous une hauteur de chute de 180 mètres et faisant de



300 à 400 tours par minute. Les turbines transmettaient par engrenages, aux arbres d'attelage des compresseurs, une vitesse de 80 à 100 tours par minute.

Dans les mines, le moteur est généralement une machine à vapeur disposée sur un bâti spécial ou sur le même bâti que les appareils compresseurs.

Aux houillères de Ronchamp (fig. 163), le moteur à vapeur est une ancienne machine de ventilateur à un seul cylindre horizontal placée entre les cylindres compresseurs, elle commande un arbre coudé portant d'un côté un volant de 2<sup>m</sup>,50 de diamètre et de l'autre un pignon qui commande une roue dentée calée sur l'arbre des compresseurs.

Au puits d'Haveluy à Anzin, on a commandé, de même, les compresseurs par une machine horizontale à cylindre unique; mais ce moteur est placé sur le côté et en avant des compresseurs (fig. 164). Le mouvement est également transmis par engrenages à l'appareil de compression.

Avec les petits compresseurs de montagne de MM. Sautter et Lemonnier, appareils qui seront décrits plus loin, on peut faire usage de machines locomobiles qui commandent les compresseurs par courroies et poulies.

Dans la plupart des installations de notre région industrielle, deux cylindres compresseurs sont commandés directement par deux cylindres à vapeur conjugués placés sur des bâtis communs. C'est le type des installations faites par la Société John Cockerill de Seraing (fig. 177 et 178, pl. VII); c'est aussi celui des installations étudiées par MM. Sautter et Lemonnier et par M. Andry de Boussu et dont on trouve un bel exemple à la fosse n° 6 de Lens (fig. 174 à 176).

139. Quel que soit le moteur auquel on s'arrête, un constructeur dans une installation du genre de celles qui nous occupent ici, devra toujours combiner ses dispositions de façon à faire marcher le compresseur et le moteur dans les conditions les plus favorables pour chacun d'eux. « D'une manière générale, dit

M. Pernolet (1), il faut prendre, dans chaque cas, la machine motrice la mieux appropriée à la force à employer et le compresseur le mieux combiné pour la pression et le volume d'air à produire, quitte à les relier par une transmission étudiée en vue de laisser aux deux appareils les vitesses qui correspondent au meilleur rendement de chacun d'eux. »

Lorsque, dans le cas d'une commande par vapeur, on voudra utiliser la détente (et c'est là une condition économique à ne pas négliger), il faudra ou bien adopter un volant puissant ou bien recourir à l'accouplement de deux machines dont les manivelles seront calées à 90° comme dans les types d'installation de la Société John Cockerill, car avec une commande directe, c'est au moment où, en fin de course, la détente a réduit la puissance motrice de la vapeur, que se présente, dans le cylindre compresseur, la plus grande résistance à vaincre.

### 9<sup>e</sup> Leçon.

#### *Emploi de l'air comprimé. Perforation mécanique (suite).*

##### Les compresseurs.

**140.** Les compresseurs qui alimentent, dans les mines, les appareils de perforation, ont souvent à desservir d'autres récepteurs souterrains tels que les treuils à air comprimé servant au trainage mécanique et à l'extraction en vallée ou encore les machines à haver peu répandues sur le continent, mais appliquées en Angleterre. Les compresseurs propres à ces divers usages sont installés à la surface; ils produisent de l'air comprimé à une pression absolue ordinairement comprise entre 4 et 7

---

(1) *L'air comprimé et ses applications.*

atmosphères; cet air est débité par les récepteurs souterrains à une pression correspondante de 3 à 6 atmosphères.

On a vu (n° 136) que différents moyens sont employés pour atténuer l'échauffement dû à la compression de l'air; ces divers modes de refroidissement caractérisent les différents systèmes de compresseurs et facilitent leur classification. Nous distinguerons :

- 1° Les compresseurs à refroidissement nul;
- 2° Les compresseurs à refroidissement extérieur;
- 3° Les compresseurs à mince couche d'eau dans les cylindres;
- 4° Les compresseurs à pistons hydrauliques;
- 5° Les compresseurs à injection d'eau dans les cylindres;
- 6° Les compresseurs à injection d'eau pulvérisée et à circulation multiple.

**1<sup>re</sup> CLASSE. — Compresseurs à refroidissement nul.**

**141.** Les machines à comprimer l'air, dans lesquelles on n'a recours à aucun moyen de refroidissement, sont condamnées à ne produire qu'une faible pression ou à marcher à une vitesse assez réduite pour que la chaleur développée par la compression ait le temps de se dissiper au fur et à mesure de sa production. Ce genre de compresseur est peu répandu; on en a fait usage à la Vieille-Montagne où l'on a obtenu, par minute, un volume d'air de 1<sup>m</sup>,355 comprimé à 3 atmosphères avec une vitesse de piston de 1<sup>m</sup>,380 par seconde.

**2<sup>me</sup> CLASSE. — Compresseurs à refroidissement extérieur.**

**142.** Dans les machines de la seconde classe, le refroidissement est opéré par une bûche à eau où se trouve installé le cylindre compresseur, ou bien par une enveloppe dont ce cylindre est entouré, et dans laquelle circule un courant d'eau froide. Comme je l'ai déjà dit (n° 136), ce mode de refroidissement est peu efficace : cela tient, d'une part, à la vitesse avec laquelle l'air tra-

verse le cylindre, d'autre part à ce que, ainsi qu'on l'a vu, la compression développe une chaleur qui croit avec la pression. Aussi ne fait-on pas fonctionner ces machines à une pression supérieure à 4 atmosphères absolues, et obtient-on un rendement peu élevé et un entretien onéreux par suite de la prompte détérioration des garnitures.

Il existe en Angleterre différents types de compresseurs se rattachant à cette classe d'appareils; il semble que les constructeurs de ces machines se soient surtout attachés à la simplicité et à l'économie dans la construction, avantages qu'on n'a souvent obtenus qu'au prix de graves inconvénients, et dont on ne peut réellement profiter que dans des installations ayant un caractère provisoire.

Toutefois, on peut citer, dans cette classe de compresseurs, la machine à air comprimé de Sars-Lonchamps comme un type bien étudié qui a produit d'assez bons résultats; elle a été combinée par M. Cornet, et installée en 1865 pour desservir une exploitation en vallée, par un trainage mécanique. C'est un compresseur horizontal à double effet (fig. 165 et 166, pl. VIII) noyé dans une bûche à eau et commandé directement par une machine à vapeur, également horizontale, placée parallèlement à ce compresseur. L'aspiration et le refoulement de l'air se produisent par des clapets en caoutchouc qui battent contre des plaques de fonte dans lesquelles on a ménagé des ouvertures rectangulaires. L'eau de la bûche n'atteint pas une température supérieure à 40° et celle de l'air peut être d'environ 60 à 70°. M. Pernolet donne au sujet de cette machine les indications numériques suivantes :

MACHINE MOTRICE A DÉTENTE (Système Farco).	}	Pression absolue de l'air. . . . .	4 at., 5
		Volume d'air fourni à cette pression. . . . .	5 <sup>m</sup> ,655
		Diamètre du piston . . . . .	0 <sup>m</sup> ,90
		Course du piston . . . . .	1 <sup>m</sup> ,50
		Poids du volant de 5 <sup>m</sup> ,50 de diamètre . . . . .	5645 k.
		Pression normale de la vapeur. . . . .	5 at., <sup>3</sup> / <sub>4</sub>

COMPRESSEUR A DOUBLE EFFET.	}	Diamètre du piston . . . . .	0 <sup>m</sup> ,600
		Surface du piston . . . . .	0 <sup>m²</sup> ,2827
		Course du piston . . . . .	1 <sup>m</sup> ,500
		Volume utile du cylindre . . . . .	0 <sup>m³</sup> ,424
		Nombre de tour par minute . . . . .	50
		Vitesse du piston par seconde . . . . .	1 <sup>m</sup> ,50
		Volume théorique engendré par minute.	25 <sup>m³</sup> ,440

M. A. Burat a reproché à la machine à comprimer l'air de Sars-Lonchamps, les inconvénients qui résultent de la difficulté des réparations et des démontages qu'entraînent la visite du piston et le changement des clapets.

5<sup>me</sup> CLASSE. — Compresseurs à mince couche d'eau sur le piston.

**143.** A cette classe appartiennent le compresseur dont M. Triger fit usage en 1845 pour actionner une machine d'extraction établie au fond d'une mine, le compresseur Ericsson et le petit compresseur de montagne de MM. Sautter et Lemonnier, représenté (fig. 168 et 169). Ce dernier appareil a été établi en vue des travaux provisoires et peu importants; on peut l'actionner au moyen de courroies par un moteur d'une force de 10 chevaux environ. Les cylindres (fig. 168) sont ouverts à la partie supérieure et intérieurement refroidis par un léger courant d'eau qui s'échappe d'une rainure circulaire et vient charger le piston et de là passe dans le fond du cylindre par les soupapes d'aspiration pour y refroidir l'air pendant sa compression. Le compresseur est muni d'un réservoir cylindrique, mais MM. Sautter et Lemonnier construisent des compresseurs plus simples encore; ces derniers n'ont pas de réservoir, ils débitent de 125 à 500 litres d'air comprimé à 5 atmosphères et peuvent se démonter en pièces facilement transportables à dos de mulet dans les hautes montagnes; ils coûtent de 2.000 à 3.500 francs.

**4<sup>me</sup> Classe. — Compresseurs à pistons hydrauliques.**

**144.** Dans les compresseurs du 4<sup>me</sup> groupe, le piston n'agit plus directement sur l'air, comme cela a lieu dans les trois premiers systèmes; noyé dans un cylindre horizontal intermédiaire, il communique un mouvement de va-et-vient à une masse liquide formant elle-même piston dans deux cylindres compresseurs qui surmontent verticalement le premier et qui se terminent, chacun, à la partie supérieure, par une boîte à soupapes.

L'emploi d'une masse liquide agissant comme piston limite à une faible vitesse la marche de ces machines auxquelles on est, par conséquent, obligé de donner des dimensions considérables: les frais d'installation que nécessitent ces appareils sont donc élevés.

C'est M. Sommelier qui a fait au mont Cenis la première application sérieuse des compresseurs à pistons hydrauliques. En 1868, la Société John Cockerill appropriant le système Sommelier au service général des mines, construisit pour le charbonnage de Marihaye un compresseur double, à double effet, commandé au moyen d'engrenages par une machine à vapeur horizontale à deux cylindres ayant servi spécialement comme machine d'extraction et munie de deux légers volants; ce moteur était placé dans le prolongement des appareils compresseurs.

Nous avons vu (n° 138) l'exemple de deux autres dispositifs adoptés, l'un aux houillères de Ronchamp (Haute-Saône), l'autre à la fosse d'Haveluy à Anzin, avec des compresseurs du même système.

Aujourd'hui, la Société John Cockerill s'est arrêtée aux dispositions générales représentées (pl. VIII, fig. 179 et 180, pl. X). Une machine à vapeur à deux cylindres horizontaux conjugués commande directement deux compresseurs à double effet du système Sommelier; la machine est à détente Mayer, variable à la main.

elle est munie d'un volant puissant. Les pistons à vapeur  $a$  sont placés sur le prolongement des tiges qui commandent les pistons  $b$ , noyés dans l'eau qui remplit les cylindres intermédiaires  $C$ . Le fonctionnement des compresseurs est facile à comprendre par l'examen de la figure 179. Dans le cylindre horizontal  $C$ , se meut, au milieu de la masse liquide, le piston  $b$  qui fait alternativement monter et descendre l'eau dans les cylindres verticaux  $P$  et  $P'$ . Quand, par la marche en avant du piston, l'eau descend dans le cylindre  $P$ , le clapet d'aspiration  $S$  s'ouvre et donne passage à l'air qui s'introduit dans le cylindre; lorsque le piston revient en arrière, l'air se comprime, s'échappe par la soupape de refoulement  $S'$  et se rend dans des réservoirs par le tuyau  $T$ . Les clapets masquent, dans chaque cylindre vertical, une ouverture rectangulaire par laquelle ce cylindre communique avec une bêche. L'eau que l'air comprimé entraîne à chaque impulsion, est remplacée dans cette bêche par un jet continu qu'y amène un tuyau recourbé, et que règle un robinet. Le piston  $b$  a un diamètre de  $0^m,450$  et  $1^m,20$  de course; il est en bronze et sa tige est elle-même garnie d'une enveloppe de bronze afin de résister à l'action corrosive de l'eau chargée d'air; les clapets sont en bronze avec garniture en cuir. Aux deux tiers environ de la hauteur de la bêche s'élève verticalement un tuyau de trop plein pour l'évacuation de l'eau qui arrive en excès. Le piston à vapeur a un diamètre de  $0^m,500$ .

Les machines construites sur ce type se sont répandues dans beaucoup de mines en Belgique et en France; elles ne doivent jamais dépasser une vitesse de 15 à 16 tours, il convient même de la maintenir plutôt à 12 ou 14 tours, en ne comprimant l'air qu'à des pressions effectives comprises entre 2, 3 et 4 kilogrammes; dans ces conditions, la quantité d'air comprimé livrée est de  $3^m^3$  à  $2^m^3,5$  par minute. Dès que l'on a l'emploi d'un volume d'air plus considérable, l'application du système Sommelier conduirait à des dimensions exagérées; il vaut mieux recourir à des compresseurs agissant directement sur l'air, appareils dont la

vitesse peut varier, suivant les besoins, dans des limites étendues et qui permettent d'obtenir un rendement supérieur, par suite de l'efficacité plus grande que présente le système de refroidissement employé.

3<sup>me</sup> Classe. — Compresseurs à injection d'eau dans les cylindres.

145. Le système Révollier (fig. 170, pl. VIII et 178, pl. IX) caractérise les compresseurs de la 3<sup>me</sup> classe; c'est ce type d'appareil qui a été choisi dans la dernière installation faite aux mines de Blanzv, où, lors de la première installation, on s'était arrêté au système Sommelier.

La Compagnie de Bully-Grenay a établi une machine à comprimer l'air, analogue à celle de Blanzv; cet appareil a été construit dans les ateliers de Fives-Lille.

Dans la machine Révollier, le moteur est à deux cylindres horizontaux conjugués, placés dans le prolongement des cylindres compresseurs dont les pistons ont leurs tiges reliées à celles des pistons à vapeur par un manchon à patins qui voyage dans des glissières. Les cylindres compresseurs (fig. 170) sont à double enveloppe avec circulation d'eau extérieure, mais à ce mode de refroidissement s'ajoute une injection d'eau qui, lancée sous forme de gerbe à l'intérieur et par le fond des cylindres, assure l'efficacité du refroidissement de l'air comprimé qu'elle maintient à l'état de saturation et dont elle abaisse la température finale à environ 50° pour une pression absolue de 4 atmosphères. Les clapets d'aspiration et de refoulement sont établis sur les fonds des cylindres, ils sont en fonte avec garniture en cuir gras, et ils battent sur des sièges en fonte bien dressés. Les clapets de refoulement débouchent dans deux chapelles à tubulures reliées par un tuyau ou réservoir d'air. Les pistons munis de trois ressorts sont en fonte. La course des pistons est de 1<sup>m</sup>,60, le diamètre des pistons moteurs de 0<sup>m</sup>,650 et celui des pistons compresseurs de 0<sup>m</sup>,552. La machine est munie d'un volant de 6 mètres de



diamètre, elle marche à 25 tours par minute, ce qui correspond à une vitesse de  $1^m,553$  par seconde pour les pistons; elle fournit par minute à cette vitesse,  $9^m^3,572$  d'air comprimé à 4 atmosphères absolues.

M. Maillet, constructeur à Anzin, établit pour des installations économiques des compresseurs très-simples, à double effet, se rattachant à la 5<sup>me</sup> classe. Les figures 171 et 172, planche VIII, et 173, planche IX, représentent l'une de ces machines qui a été livrée aux mines de Vialas pour alimenter une batterie de deux perforateurs du type Dubois et François, modifié par la Compagnie d'Anzin. Le compresseur de M. Maillet est monté sur un bâti Corliss. Il se compose d'un cylindre horizontal *A* dans lequel se meut un piston *B* commandé par une bielle *C*; ce cylindre communique vers ses extrémités avec deux chapelles latérales *EE* (fig. 173) reliées par un tuyau, renfermant chacune deux soupapes en cuivre, l'une supérieure pour le refoulement, l'autre inférieure pour l'aspiration. La levée de la soupape inférieure est guidée par une tige qui pénètre dans la soupape supérieure. Une soupape de sûreté *S* (fig. 172), réglée à la pression maximum de 4 kilogrammes, une soupape de retenue ou d'isolement *S'*, commandée par un volant, complètent, avec les cuvettes *TT'*, les organes servant à l'entrée et à la sortie de l'air. On remarquera que les espaces nuisibles sont très-restreints. L'orifice de refoulement se trouvant à la partie inférieure du cylindre, l'eau d'injection s'écoule d'elle-même et passe par la soupape de refoulement déjà levée bien avant que le piston arrive à fond de course, ce qui évite les chances de chocs. L'eau d'injection est fournie sous la pression du réservoir d'air par des busettes *aa* terminées en forme de pomme d'arrosoir et évasées à l'extérieur pour permettre de tirer facilement les matières pulvérulentes. Deux petits robinets envoient un filet d'eau fraîche dans les cuvettes en cuivre *TT'* pour achever de refroidir le cylindre; l'eau fournie par le réservoir revenant trop vite pourrait s'échauffer; il est bon du reste de changer cette eau de temps en temps parce qu'elle se

chargerait de rouille. La garniture du piston est autoclave, du système Giffard ; elle se compose de lanières en caoutchouc durci chassées dans des rainures en queue d'aronde pratiquées sur la surface du piston, l'air comprimé pénétrant sous ces garnitures par des trous de 6 à 7<sup>mm</sup> assure le serrage contre la paroi du cylindre. Ce système de garniture est très-efficace. Le piston a un diamètre de 0<sup>m</sup>,325 et 0<sup>m</sup>,70 de course. M. Maillet a construit en février 1878 une machine semblable, mais un peu plus forte pour la Compagnie des mines d'Aniche ; ce compresseur, qui a 0<sup>m</sup>,360 de diamètre et 0<sup>m</sup>,70 de course, a été établi pour alimenter quatre perforateurs.

La figure 174, planche IX, représente un diagramme relevé dans les ateliers de M. Maillet, sur la machine fournie à Vialas, par MM. les élèves de l'Institut industriel, le 9 février 1878.

6<sup>me</sup> Classe. — Compresseurs à injection d'eau pulvérisée  
et à circulation multiple.

**146.** Comme on l'a vu (n° 156) c'est à M. Colladon, professeur à Genève, qu'on doit le système de compresseur procurant le refroidissement le plus efficace ; ce refroidissement est obtenu 1° par une circulation d'eau dans les fonds et autour des cylindres, circulation provoquée et entretenue par une pompe ; 2° par une circulation d'eau que la même pompe entretient à l'intérieur du piston et de sa tige (1) ; 3° par une injection, à haute pression, d'eau que la pompe envoie dans les cylindres et qui se pulvérise à la sortie de deux busettes en bronze (fig. 175) par le choc de deux jets minces qui se rencontrent sous un angle presque droit.

Le brevet Colladon est exploité en France par MM. Sautter et Lemonnier, qui ont adopté pour les cylindres compresseurs de machines de mines, les dispositions représentées (fig. 176 et

---

(1) Il faut bien avouer pourtant que la circulation d'eau à l'intérieur du piston et de la tige est une complication que beaucoup de praticiens considèrent comme ajoutant peu à l'efficacité du refroidissement.

177) et pour les busettes à injection d'eau pulvérisée, la forme que représente la figure 167, planche VIII.

La tige des pistons compresseurs est en acier ; cette tige est creuse et elle reçoit un tube en cuivre autour duquel il reste un espace vide annulaire de quelques millimètres nécessaire pour la circulation de l'eau. C'est par ce tube qu'arrive l'eau injectée sous pression ; cette eau se rend à l'extrémité de la tige, revient extérieurement par l'espace vide annulaire dont il vient d'être question et pénètre dans l'intérieur du piston, comme le montrent les flèches de la figure 176 ; elle s'échappe ensuite par un tuyau en caoutchouc fixé à l'extrémité postérieure de la tige. Chaque fond de cylindre porte trois soupapes ; les deux soupapes supérieures servent à l'aspiration, la troisième au refoulement ; elles sont en acier embouti et portées sur une tige centrale munie d'un ressort à boudin.

La Société de construction de Boussu a établi, pour les mines de Lens, une machine à comprimer l'air, du système Colladon ; dont les cylindres compresseurs ont été fournis par MM. Sautter et Lemonnier ; cette machine a été étudiée dans son ensemble par M. A. Andry ; elle est représentée (fig. 177 à 179, pl. XI) ; elle peut fournir par minute 5<sup>m</sup> d'air comprimé à la pression effective de quatre atmosphères.

La machine motrice est horizontale, à deux cylindres conjugués de 0<sup>m</sup>,700 de diamètre et de 1 mètre de course, actionnant directement deux cylindres compresseurs placés derrière les cylindres à vapeur. Ce moteur est à haute pression et à détente variable sans condensation ; la distribution de la vapeur se fait par des soupapes à double siège mues par des cames à bossages différentiels dont on fait varier la position à la main. L'injection de l'eau est obtenue au moyen d'une pompe horizontale à double effet, mue par un excentrique collé sur l'arbre du volant.

Les cylindres compresseurs ont un diamètre de 0<sup>m</sup>,340 ; ils sont, ainsi que les cylindres moteurs, fixés sur de forts bâtis communs qui les réunissent d'une manière invariable ; ces bâtis

sont boulonnés sur les fondations. Chaque couvercle de cylindre porte deux soupapes d'aspiration et une de refoulement. plus trois petits tuyaux d'injection d'eau venant de la pompe ; l'air et l'eau injectée sont expulsés par les soupapes de refoulement et se rendent dans un réservoir d'air muni d'une soupape de sûreté, d'un indicateur de pression, d'un indicateur de niveau d'eau et d'un purgeur automatique mù par un flotteur pour l'expulsion de l'eau de trop plein.

Les cylindres à vapeur sont reliés à l'arbre du volant par des bâtis du genre Corliss, portant sous les paliers de fortes semelles boulonnées sur les fondations ; ces cylindres ont 0<sup>m</sup>,700 de diamètre. Dans la disposition des soupapes de distribution, on a cherché à réduire les espaces nuisibles autant que possible et les eaux de condensation sont évacuées naturellement par les soupapes de décharge placées sous les cylindres. Le mouvement des soupapes de distribution est obtenu par deux arbres à cames parallèles aux cylindres empruntant leur mouvement de rotation à l'arbre du volant au moyen d'engrenages coniques. Ces deux arbres portent, pour l'admission, des cames à bossages différentiels mobiles et par glissement, qui règlent l'introduction depuis 0 jusqu'à course entière, suivant la position qu'on leur fait occuper par rapport aux galets des leviers qui commandent les soupapes ; un système de tringles à vis aboutissant à un rond central de manœuvre permet de faire varier à volonté et à la main la position des dites cames et par conséquent la détente : les mêmes arbres portent des cames fixes pour la commande des soupapes d'échappement.

Un modérateur unique est placé entre les deux machines pour régler l'arrivée de la vapeur venant des générateurs. Les cylindres à vapeur sont revêtus d'une enveloppe en liège recouverte de tôle de laiton. Les tiges de pistons, boulons de douille et boutons de manivelles sont en acier ; l'arbre du volant, les manivelles, les bielles et les douilles sont en fer forgé ; le volant a 5<sup>m</sup>,07 de diamètre ; sa jante pèse 7200 kilogrammes.

La vitesse de la machine peut atteindre de 38 à 40 tours par minute ; la pression initiale de la vapeur étant de trois atmosphères, pour fournir par minute 5<sup>m</sup> d'air comprimé à quatre atmosphères, la vitesse n'est que de 33 tours et le travail moteur mesuré sur les tiges de pistons de la machine à vapeur est d'environ 180 chevaux obtenus avec  $\frac{5}{10}$  d'admission de vapeur.

**Prix de revient du mètre cube d'air comprimé et de la force d'un cheval utile, transmise à 1 kilomètre par l'air comprimé.**

147. Le tableau suivant résume, d'après M. Pernolet, les chiffres relatifs au prix de revient du mètre cube d'air comprimé produit dans quatre installations différentes :

PRESSION absolue de l'air comprimé.	DÉBIT par minute à cette pression.	Dépenses faites par mètre cube d'air comprimé.			
		AMORTISSEMENT et INTÉRÊT des frais de première installation	FRAIS de production, salaires, fournitures, entretien.	TOTAL.	
VIEILLE-MONTAGNE. Moteur hydraulique et faible pression . . . . .	3	1 <sup>m</sup> 3,355	0 <sup>r</sup> ,008 026	0 <sup>r</sup> ,000 972	0 <sup>r</sup> ,008 998
ALBERT-SCHACHT (Saarbrück). Moteur à vapeur affecté à un autre service. Haute pression . . . . .	5	3 <sup>m</sup> 3,234	0 <sup>r</sup> ,008 037	0 <sup>r</sup> ,007 040	0 <sup>r</sup> ,015 077
GEGEN-ORT-SCHACHT (Saarbrück). Moteur à vapeur spécial. Haute pression.	4	1 <sup>m</sup> 3,990	0 <sup>r</sup> ,009 290	0 <sup>r</sup> ,015 000	0 <sup>r</sup> ,024 290
PUITS D'ÉBOULET (mines de Ronchamp). Moteur à vapeur spécial. Haute pression. . . . .	5,5	1 <sup>m</sup> 3,560	0 <sup>r</sup> ,007 410	0 <sup>r</sup> ,017 000	0 <sup>r</sup> ,024 410

En rapportant à la force utile transmise les dépenses faites dans les quatre installations précédentes pour produire l'air comprimé, le même auteur a trouvé 1<sup>o</sup> que l'amortissement et l'intérêt engagé dans ces quatre installations représentent une dépense moyenne de 0<sup>r</sup>,09 par heure et par cheval utile disponible à l'extrémité d'une conduite de 1000 mètres ; 2<sup>o</sup> que les frais de production proprement dits varient de 0<sup>r</sup>,025 à 0<sup>r</sup>,050 par

BIBLIOTHÈQUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

cheval et par heure si l'on ne compte pas l'entretien et le service du moteur, c'est-à-dire si ce dernier n'est pas spécialement affecté à la compression, et qu'ils varient, au contraire, de 0<sup>fr</sup>,15 à 0<sup>fr</sup>,20 quand on compte le service et l'entretien des chaudières du moteur et des réservoirs. En définitive on voit que la dépense totale pour transmettre à 1 kilomètre une force de 1 cheval utile est de 0<sup>fr</sup>,25 à 0<sup>fr</sup>,30 par heure.

#### Les perforateurs. — Premiers essais.

**148.** En 1837, M. Sommelier proposait pour le percement du Mont-Cenis, un système de perforation à air comprimé qui fut adopté et qui, dans le cours de cette importante entreprise, subit un certain nombre de perfectionnements. Ce perforateur se composait d'un appareil de percussion voyageant dans un châssis à l'extrémité duquel était fixée une petite machine à air comprimé commandant la distribution de l'air au percuteur, l'avancement de celui-ci et la rotation du fleuret. Cet appareil lourd, volumineux et d'une grande complication d'organes, fut appliqué pour la première fois, en 1868, à la perforation mécanique dans les travaux de mine. C'est au charbonnage de Marihaye que cette application fut faite par M. Dubois qui bientôt après inventait de concert avec M. François, ingénieur de la Société John Cockerill, un perforateur rappelant, par sa disposition générale, l'appareil Sommelier, mais présentant d'importantes simplifications dans le mécanisme de la distribution et dans le mode de rotation du fleuret. Ce perforateur est aujourd'hui répandu dans beaucoup d'exploitations; il est représenté figures 181 à 184, planche X.

#### Perforation Dubois et François.

**149.** Dans un cylindre de bronze se meut le piston percuteur *B* dont la tige *A* est prolongée de façon à constituer le porte-fleuret. Ce cylindre communique par les conduits *mn*, avec une chambre de distribution dans laquelle se meut un

tiroir *T* relié à deux pistons *P* et *P'* de surface inégale. Le plus grand de ces deux pistons, le piston *P'*, est traversé par un conduit *ff*. A son entrée dans la chambre de distribution, l'air comprimé exerce sa pression sur ces deux pistons, mais en raison de l'excès de surface du piston *P'*, le tiroir est entraîné vers la droite et démasque la lumière *x*; le fleuret est ainsi lancé contre la roche. Mais bientôt l'air comprimé se répand par le conduit *ff* dans la chambre *O* et l'équilibre s'établit sur les deux faces du piston *P'*; la pression se porte donc tout entière sur le piston *P* qui ramène en arrière le tiroir *T*, la lumière *Z* est démasquée et le porte-outil est entraîné en arrière par le piston *B*. Sa tige *A* porte un bourrelet *C*; celui-ci, dans le mouvement de recul de la tige, soulève la pédale *h* qui ouvre la soupape *G* par laquelle s'échappe l'air comprimé contenu dans la chambre *O*. Le piston *P'* est aussi entraîné de nouveau vers la droite. Le but que se sont proposé les inventeurs et qui a été réalisé par cette ingénieuse disposition, est l'envoi instantané du fleuret contre la roche et la production d'un mouvement modéré pour le retour de l'outil.

La rotation du fleuret est obtenue par une roue à rochet *S* calée sur le porte-outil; le mouvement de rotation de cette roue est provoqué par un balancement alternatif communiqué à la tringle *K* par des cames sur lesquelles agissent deux petits pistons *H H'* en communication tantôt par les conduits *m* et *n*, avec l'air comprimé qui les soulève, tantôt avec l'échappement qui leur permet de s'abaisser.

L'avancement du cylindre percuteur, au fur et à mesure de l'approfondissement du trou de mine, se produit, aussi bien que son retrait, au moyen d'une vis que commande un volant par l'intermédiaire de deux roues d'angle et qui agit sur un écrou *M* fixé au-dessous du cylindre.

Tandis que dans le perforateur Sommelier, l'avancement progressif de l'outil s'opère d'une façon automatique, on voit que dans le perforateur Dubois et François, au contraire, il dépend

de la main de l'ouvrier, ce qui, dans la pratique, constitue un avantage incontestable en donnant toute facilité pour régler, suivant les besoins, la marche de la frappe, pour amorcer les coups, ou encore pour dégager les outils des poussières que produit la perforation.

Le tableau suivant, emprunté à un mémoire publié par M. Pernolet dans le Bulletin de la Société minérale, année 1876, résume les données numériques relatives aux perforateurs de MM. Dubois et François.

### 150. DONNÉES NUMÉRIQUES

RELATIVES AUX PERFORATEURS DE MM. DUBOIS ET FRANÇOIS.

<b>Dimensions extérieures.</b>		
Longueur totale, fleuret non compris . . . . .		2 <sup>m</sup> , 300
Largeur {	Maxima à la manette du volant d'avancement . . . . .	0,400
	Courante . . . . .	0,230
Hauteur {	Maxima, au milieu du cylindre percussur , . . . . .	0,400
	Courante . . . . .	0,320
<b>Appareil percussur proprement dit.</b>		
Diamètre du piston . . . . .		0,070
Longueur totale du piston . . . . .		0,108
Diamètre de la tige du piston . . . . .		0,050
Surface postérieure du piston . . . . .	centim. carrés.	38 <sup>cm</sup> , 48, 55
Surface antérieure, déduction faite de la tige . . . . .	id.	18,84,96
Longueur intérieure du cylindre . . . . .		0 <sup>m</sup> , 400
Course du piston {	Maxima . . . . .	0,292
	Moyenne . . . . .	0,250
Pression de l'air au perforateur dans les travaux . . . . .	atm. effectives.	2 $\frac{1}{2}$
Nombre de coups par minute, battus en marche normale . . . . .		100 à 150
		125 moyen
Vitesse du piston par seconde . . . . .		0 <sup>m</sup> , 521
<b>Mécanisme de la distribution, commandé directement par la tige percussur et un petit piston fixé sur la tige du tiroir.</b>		
Diamètre du piston du tiroir . . . . .		0 <sup>m</sup> , 050
Surface de ce piston . . . . .	centim carrés.	19 <sup>cm</sup> , 63, 49
Course constante . . . . .		0 <sup>m</sup> , 030



**Mécanisme de la rotation du fleuret. — Deux cylindres à simple effet placés de chaque côté du grand cylindre.**

Diamètre des pistons . . . . .	0 <sup>m</sup> ,035
Surface des pistons. . . . . centim. carrés.	9 <sup>cm</sup> ,62,11
Course constante . . . . .	0 <sup>m</sup> ,040
Nombre de dents de la roue à rochet. . . . .	18
Rotation angulaire du fleuret par coup . . . . .	90
Nombre de tours du fleuret par minute . . . . .	20

**Mécanisme de l'avancement. — Vis commandée par une manivelle.**

Longueur maxima dont peut avancer le cylindre percuteur sur son châssis. . . . .	0 <sup>m</sup> ,800
Pas de la vis d'avancement . . . . .	0,012

**Poids et prix.**

Poids de l'appareil complet sans le fleuret . . . . . kilogr.	220
Poids de la masse percutante (piston, tige, porte-outil et fleuret). . . . . id.	32
Prix d'un perforateur complet sans les fleurets. . . . . fr.	1800

**Volume d'air consommé par minute.**

Volume dépensé pendant la course en avant. . . . . litres.	0 <sup>l</sup> ,962,1125
Volume dépensé pendant la course en arrière . . . . . id.	0,471,240
Volume dépensé par la distribution. . . . . id.	0,058,904,7
Volume dépensé par la rotation du fleuret . . . . . id.	0,076,968,8
Volume total, dépensé par coup de fleuret, aller et retour . . . . . id.	1,569,226
Pertes d'air, $\frac{1}{4}$ du volume total . . . . . id.	0,392,306
Dépense totale par coup de fleuret. . . . . id.	1,961,532
Volume dépensé par minute à la vitesse moyenne de 125 coups . . . . . id.	245,191,500

**Puissance de l'appareil.**

Puissance d'impulsion (produit de la surface utile du piston en cent. <sup>2</sup> par la pression effective de l'air agissant sur lui au commencement de la course en avant) . . . . . kilogr.	99 <sup>kg</sup> ,367
Effort de recul (produit de la surface antérieure par la pression de l'air agissant sur lui pour faire reculer le fleuret). . . . . kilogr.	48,670
Intensité du choc du fleuret contre la roche. (Travail correspondant au choc du fleuret contre la roche, travail qui est représenté par $\frac{1}{2} m. V^2$ , formule dans laquelle $m$ est la masse de toutes les pièces projetées avec le fleuret et $V$ la vitesse moyenne du piston en marche normale.) . . . . . kilogrammètres.	0 <sup>kgm</sup> ,444

**10<sup>e</sup> Leçon.***Emploi de l'air comprimé; perforation mécanique (suite).*

**Modification apportée au perforateur Dubois et François,  
par M. Mercier.**

**151.** Diverses modifications ont été apportées au perforateur Dubois et François. La première est due à M. Mercier, chef des ateliers d'Airola: elle consiste dans l'allongement du cylindre et dans l'addition, à l'arrière, d'un tampon de choc (fig. 200. pl. XII) qui prévient la rupture du fond de ce cylindre, rupture que provoque le recul du piston batteur, lorsqu'on marche à une grande vitesse et à une pression élevée. Dans son mouvement de recul, le piston percussur vient heurter un téton en acier *T* terminé par un disque qui s'appuie sur un piston *P* garni de cuir embouti; ce dernier est mobile dans le cylindre *C* rempli d'air comprimé qui arrive en *a* par un trou de 4<sup>mm</sup> de diamètre. en communication avec la boîte du tiroir; l'air comprimé fait ainsi ressort et amortit le choc pendant le recul.

**Modifications nouvelles apportées au perforateur Dubois et François.  
— Appareil de la Compagnie de Nœux.**

**152.** Le mode de distribution auquel ont eu recours MM. Dubois et François, est certainement fort ingénieux; il devrait séduire beaucoup d'ingénieurs et il explique la préférence qui a été accordée dans un grand nombre d'exploitations au perforateur imaginé par ces inventeurs; il faut cependant convenir que cette distribution donne lieu à une dépense d'air assez considérable et qu'au point de vue économique il y avait une amélioration à chercher. D'un autre côté, les praticiens sont tous d'accord pour reconnaître que le système de rotation adopté par MM. Dubois et François est compliqué, qu'il détermine une

usure rapide et qu'il entraîne des frais d'entretien dispendieux. Jusqu'ici, dans la perforation mécanique par le procédé qui nous occupe, l'ajusteur a joué un rôle important. Il est donc naturel qu'on n'ait pas vu dans cet appareil, quelle que soit d'ailleurs sa supériorité sur beaucoup d'autres perforateurs, la forme la plus rationnelle des outils de perforation et qu'on ait cherché à s'affranchir des inconvénients de ce système.

La Compagnie des mines de Nœux s'est vivement préoccupé de cette question, et si elle n'a pas dit son dernier mot à ce sujet, du moins les résultats qu'elle a obtenus dans ses recherches sont-ils déjà fort importants. Je ne ferai pas ici l'historique complet des différentes tentatives que cette Société a faites pour modifier la distribution et le système de rotation du perforateur Dubois et François et pour réduire le nombre des pièces qui entrent dans la construction de cet appareil; je me contenterai d'indiquer les deux derniers essais qui ont été tentés et qui paraissent désigner la forme définitive que cette Compagnie donnera sans doute à cet appareil simplifié; ces simplifications font en réalité du perforateur de Nœux un perforateur nouveau.

Dans la construction du perforateur des mines de Nœux, M. Guenez, chef des ateliers de cette Compagnie, s'est proposé de conserver les deux longerons sur lesquels voyage le perforateur Dubois et François et son mode d'avancement à la main, dispositions qui ont été reconnues très-pratiques.

L'appareil n° 3 de Nœux, c'est-à-dire celui que caractérise la troisième modification essayée, est représenté figures 201 à 214, planche XII; la figure 201 donne une coupe en long du cylindre. On distingue dans ce cylindre trois parties, de diamètres différents, ayant un axe commun : 1° la cavité *ab* qui sert de boîte de distribution; 2° la partie *bc* qui constitue le cylindre percuteur proprement dit et dans laquelle se meut le piston batteur; et 3° la région *cd* qui renferme le mécanisme de rotation. L'air arrive en *P* dans le cylindre distributeur *ab*; un tiroir *ef* conduit cet air, soit à l'arrière, soit à l'avant du cylindre

percusseur par les orifices qu'il démasque en  $m$  et en  $n$ ; il envoie également à l'échappement, par l'orifice  $o$ , l'air comprimé dont l'action s'est produite. Deux pistons  $g$  et  $h$ , et un troisième  $i$  qui dépasse le cylindre d'une longueur égale à la course du tiroir, font corps avec ce dernier.

Dans la position indiquée par la figure 201, le tiroir démasquant l'orifice  $m$ , laisse entrer l'air comprimé en avant du piston percuteur  $q$ ; celui-ci, rappelé ainsi en arrière, va venir heurter l'extrémité de la tige du tiroir qu'il repoussera dans la position contraire. L'orifice  $n$ , à son tour découvert, permettra l'échappement de l'air contenu dans la région antérieure du cylindre percuteur; le piston  $q$  sera alors vivement projeté en avant et l'outil fixé à l'extrémité du porte-fleuret frappera la roche. Pendant que ces derniers effets s'accomplissent, l'air pénètre derrière le piston  $g$  du tiroir par un petit conduit  $k$  ménagé à travers ce piston; la pression s'établissant peu à peu, le tiroir est ramené dans sa position première; à ce moment, l'air accumulé derrière le tiroir s'échappe par un orifice  $l$  et permet à ce tiroir d'obéir de nouveau au mouvement de recul que lui imprimera le piston  $q$ . On remarquera en  $j$  un orifice d'échappement qui a pour but d'empêcher l'air de s'accumuler derrière le piston  $h$ . Enfin, le piston  $q$  porte en  $r$  un butoir derrière lequel un petit trou  $s$  conduit de l'air comprimé pendant que ce piston recule; le choc du piston percuteur contre la tige  $i$  du tiroir se trouve ainsi amorti comme avec le tampon de M. Mercier (n° 151).

Le mouvement de rotation est obtenu de la manière suivante: les deux bagues  $u$  et  $v$  sont maintenues l'une contre l'autre, d'un côté par le couvercle  $G$ , de l'autre par une bague fixe  $L$ ; une bague  $t$ , également fixe, est ajustée dans le manchon  $xy$  qui ne peut tourner; la bague  $u$  porte un ergot qui est engagé dans une rainure droite pratiquée sur la tige du piston batteur, tandis que la bague  $v$  est munie d'un ergot engagé dans une rainure hélicoïdale. Un conduit  $NN'$  mène l'air comprimé dans un espace annulaire  $MM'$  ménagé autour du manchon  $xy$ ; cet air vient

directement de la conduite et établit une pression constante sur la surface annulaire  $TT'$  du manchon. Cette surface  $TT'$  est la moitié de la surface annulaire  $VV'$  du même manchon. En vertu de cette différence entre ces deux surfaces, lorsque l'air arrive entre le piston et le manchon, celui-ci avance et la bague fixe  $t$  vient embrayer la bague  $v$ , l'ergot de cette dernière bague étant engagé dans la rainure hélicoïdale; le porte-outil tourne pendant que le piston recule. Quand la pression est supprimée entre le piston et le manchon, l'air comprimé n'agissant plus que sur la surface  $TT'$ , le manchon est poussé en arrière; la bague fixe  $t$  vient alors embrayer la bague  $u$ ; l'ergot de celle-ci étant engagé dans la rainure de droite, le piston est guidé par cette rainure quand il est projeté en avant.

Ce type de perforateur a fonctionné assez longtemps aux mines de Nœux, mais on a constaté que les bagues se polissaient rapidement et que l'adhérence devenait insuffisante; il arrivait que dans les terrains durs, l'outil se détournait en frappant la roche. L'expérience démontra ainsi que l'emploi d'un embrayage à friction créait une résistance insuffisante pour empêcher l'outil de se détourner au moment du choc; par contre, comme ce mouvement du fleuret ne se produisait jamais pendant la projection en avant du piston, la rainure droite n'avait aucune utilité réelle. Ces considérations amenèrent la Compagnie de Nœux à l'emploi d'une simple roue à rochet et d'une rainure hélicoïdale pour produire le mouvement de rotation; ce sont les principes qui ont été suivis dans la construction du type n° 4 (fig. 215 à 218).

Dans ce perforateur, que la Compagnie des mines de Nœux a fait figurer dans son intéressante exposition de 1878, le mouvement du tiroir est obtenu comme dans le type précédent, seulement l'air arrive directement en avant du piston par une conduite  $mm'$ . De cette façon la pression est constante en avant du piston; le tiroir distribue l'air seulement en arrière du piston dont l'avancement est déterminé par la différence des surfaces de

l'arrière et de l'avant, différence qui a été calculée égale à la surface totale des pistons du perforateur précédent; il recule naturellement aussitôt que l'échappement se produit à l'arrière. On a adopté cette nouvelle disposition pour obtenir une dépense d'air toujours proportionnelle à la course du piston.

Quant au mécanisme de rotation, il a été reporté à l'extrémité des longerons; il se compose simplement d'un rochet portant un ergot qui s'engage dans une rainure hélicoïdale. Ce rochet est maintenu fixe par un doigt à ressort pendant le recul du piston; c'est à ce moment qu'a lieu la rotation du fleuret.

**Modifications apportées au perforateur de MM. Dubois et François  
par la Compagnie d'Anzin.**

**133.** La Compagnie des mines d'Anzin a été amenée, comme la Compagnie des mines de Nœux, et même avant cette dernière Société, à modifier le perforateur de MM. Dubois et François: elle a introduit un tampon de choc à l'arrière du porte-outil, changé le système d'attache du fleuret, ainsi que les garnitures des pistons et perfectionné le mode de rotation. Ces perfectionnements sont représentés figures 219 à 224, planche XIII.

Les pistons secondaires et la roue à rochet ont été supprimés à Anzin; cette suppression a entraîné celle de 27 pièces; par conséquent, elle a apporté une grande simplification dans les organes du perforateur et une diminution importante dans les frais d'entretien.

Le porte-outil est en acier Bessemer; il porte un renflement cylindrique de 220<sup>mm</sup> de longueur sur 95<sup>mm</sup> de diamètre; sur ce renflement sont laissées, à 5<sup>mm</sup> de profondeur, quatorze rainures hélicoïdales de 0<sup>m</sup>,24 de longueur (fig. 221 à 224). Ces rainures sont inclinées de telle sorte qu'une génératrice du cylindre rencontre quatre de ces hélices. Dans les rainures s'engage un petit taquet en acier (fig. 224) maintenu dans un trou rectangulaire pratiqué dans le support du perforateur; il est

terminé par une queue cylindrique autour de laquelle est enroulé un ressort à boudin qui presse la partie antérieure du taquet contre le porte-outil. Ce ressort s'appuie d'ailleurs contre une petite plaque en fer maintenue sur le support du perforateur par deux vis.

Quand le mouvement en avant a lieu, le taquet est poussé contre le ressort; à la fin du mouvement, le taquet échappe et vient se loger dans la dent suivante; alors commence le mouvement de retour; mais le taquet, enfermé dans la cavité carrée, recevant une pression de haut en bas, reste nécessairement fixe lorsque la dent du rochet s'appuie sur sa partie supérieure. Le cylindre sur lequel agit le taquet étant hélicoïdal, le piston ou porte-fleuret doit tourner.

En ce qui concerne les garnitures des pistons, on les a modifiées aussi à Anzin. Autrefois on devait remplacer ces garnitures après deux ou trois perforations; aujourd'hui on substitue aux anciennes rondelles en chanvre les garnitures Giffard qui peuvent, sans être remplacées, résister à quarante perforations.

Enfin, la Compagnie d'Anzin a apporté un changement dans le système d'attache du fleuret. Elle a emmanché au porte-outil un anneau en fer dans lequel passent deux vis de pression. La vis inférieure s'appuie sur le porte-outil, afin de maintenir la bague, et la vis supérieure vient s'appuyer sur un petit taquet en acier logé dans une cavité pratiquée dans le porte-outil. La face inférieure de ce taquet porte des stries qui empêchent le fleuret de tourner.

La Compagnie des mines d'Anzin a exposé en 1878 son perforateur au Champ de Mars, dans l'annexe de la porte Rapp, à côté des modèles de ses remarquables installations.

La plupart des modifications qui caractérisent ce perforateur sont dues à M. Daumont, ingénieur-directeur des travaux du fond de la division d'Hérin, elles ont été brevetées au profit de la Compagnie d'Anzin qui, moyennant licence, a confié la construction de cet appareil à M. Maillet, constructeur à Anzin; ce

dernier a apporté au perforateur de M. Daumont la modification des garnitures Giffard et il a fait la tige de distribution d'une seule pièce, afin de rendre toutes les parties concentriques et par suite ses manœuvres plus libres, ce qui était fort difficile auparavant. le châssis et l'un des côtés de la tige devant s'assembler par un clavetage contrariant toujours un peu les axes.

**Autres systèmes de perforateurs. — Système Darlington-Blanzy, Sach, Ferroux, Mac-Kean. — Perforateur Schram.**

**154.** Je serais entraîné fort loin si je devais donner la description de tous les perforateurs qui ont été proposés ou essayés depuis quelques années; il serait du reste superflu de s'occuper ici de ceux de ces appareils qui n'ont donné que de mauvais résultats, ou de ceux qui n'ont que médiocrement réussi. Le perforateur Dubois et François, plus ou moins modifié, est certainement celui qui, à l'heure qu'il est, se trouve le plus répandu dans les houillères. A côté de ce système on peut citer le perforateur Darlington, heureusement modifié par la Compagnie des mines de Blanzy (cet appareil figure cette année à l'Exposition universelle) (1); le perforateur Sach, à haute pression, et complètement automatique qu'on rencontre surtout dans le bassin de la Sarre et en Silésie, le perforateur Ferroux et le perforateur Mac Kean, employés tous les deux au percement du St-Gothard.

Ces différents perforateurs sont plus compliqués que le perfo-

---

(1) Le perforateur Darlington-Blanzy est maniable et léger; il ne pèse que 65 kilogr. Son action est rapide, sa construction comprend un nombre de pièces assez réduit. Établi sur un affût en bois, de construction fort simple, il permet de donner aux coups de mine des positions avantageuses. Mais, à ces avantages, on peut opposer son défaut de stabilité; de plus, comme dans tous les systèmes où le mouvement du tiroir dépend complètement de celui du piston, on constate qu'avec le perforateur Darlington-Blanzy, un grand nombre de coups ne portent pas sur la roche, et que cet appareil bat dans le vide s'il n'est pas à une distance constante du fond du trou. Ces défauts ont empêché la Compagnie des mines de Nœux de s'arrêter au choix de ce perforateur.



rateur Dubois et François. Le perforateur Ferroux, qui rappelle le système Sommelier, a été approprié au creusement des galeries de mine par M. B. Roy et C<sup>ie</sup>, mais jusqu'ici il ne s'est pas répandu beaucoup. Cependant il vient d'être appliqué avec succès au charbonnage du Levant du Flénu où il procure, dit-on, un avancement excessivement rapide. Le perforateur Mac Kean ne paraît convenir que pour de grandes installations et quand il s'agit de perforer des roches très-dures. C'est un appareil à grande vitesse qui agit sur les roches dures en les désagrégeant par des coups répétés; il procure des avancements rapides, mais sa complication le rend d'un entretien plus dispendieux que le perforateur Dubois et François.

Il faut encore indiquer parmi les nombreux systèmes appliqués jusqu'à ce jour, le perforateur Schram qui se recommande par sa légèreté, ses faibles dimensions et la simplicité de ses organes. Cet appareil a d'abord été construit en Autriche où son emploi paraît avoir pris de l'extension; il s'est répandu ensuite en Suède, en Angleterre et en Allemagne. La Société anonyme des ateliers de la Meuse, à Liège, dirigée par M. A. Stévant, exploite, en commun avec J.-P. Gérard et C<sup>ie</sup> de Liège, le brevet de M. Schram.

Le modèle ordinaire de Schram a un diamètre de piston de 0<sup>m</sup>,072 et une course de 0<sup>m</sup>,03 à 0<sup>m</sup>,10. Il pèse 93 kilogrammes; sa longueur est de 0<sup>m</sup>,83 et sa section de 0<sup>m</sup>,17 à 0<sup>m</sup>,16. Il donne 400 coups par minute consommant à cette vitesse  $\frac{1}{4}$  de mètre cube d'air à deux atmosphères, et il permet de forer des trous de 0<sup>m</sup>,02 à 0<sup>m</sup>,03 de diamètre et de 0<sup>m</sup>,30 à 3 ou 4 mètres de profondeur.

#### Fleurets.

**155.** Les fleurets employés dans la perforation mécanique sont en acier Bessemer, de 25 à 30 millimètres; ils sont fixés par une douille et une clavette dans la tige du piston; leur lon-

gueur varie depuis 0<sup>m</sup>,50 jusqu'à 2<sup>m</sup>,50 et même 3 mètres; on donne au diamant une forme en rapport avec les roches à perforer et un diamètre variant de 30 à 40<sup>mm</sup>; la forme en *Z* est la plus répandue<sup>(1)</sup>; dans les roches très-dures le tranchant affecte la forme d'un trépan à deux lames se croisant à angle droit; la lame doit, du reste, avoir des dimensions telles, qu'elle laisse autour de la tige un dégagement de 5 à 6<sup>mm</sup> pour favoriser l'expulsion des poussières. Les figures 188, 189, 191, 192 et 193, planche X et planche XI, représentent les différentes formes de fleurets employés à Marihaye.

#### Affût.

**156.** Les perforateurs se fixent sur un affût ou bâti métallique. L'affût de Marihaye, étudié par MM. Dubois et François, paraît fort convenable toutes les fois qu'on n'emploie que deux à quatre perforateurs; il est représenté (fig. 185 et 190, pl. X et XI). Cet affût laisse une grande facilité d'accès autour des appareils et sa stabilité est suffisante dans la plupart des cas. *A* est un châssis en fonte portant deux roues *R*; deux bandes de fer *B'B'* sont boulonnées à ce châssis; elles forment timon; entre ces deux bandes peut glisser une pièce de fer *CC* qui porte quatre petites roues *rr* et qui est mobile autour d'une cheville ouvrière *a*: la partie inférieure de ce châssis-support, ainsi disposée, permet de faire passer l'affût dans les courbes de petit rayon. Deux grosses vis *VV* fixées verticalement à l'arrière, et deux autres vis *V'V'* placées à l'avant, servent de curseurs aux écrous *EE*: elles sont reliées entre elles, à la partie supérieure, par les pièces *BB'*. Les écrous d'arrière portent des anneaux *D*, auxquels s'articule le bâti du perforateur; les écrous d'avant servent d'appui à des pièces en fonte *FF* que portent des fourches *GG*

---

(<sup>1</sup>) A la fosse d'Haveluy à Anzin, on a renoncé aux fleurets avec diamants en forme de *Z* qui sont supérieurs aux fleurets ordinaires, mais qui exigeaient pour leur confection une dépense d'au moins 250 francs par mois.

sur lesquelles repose la partie antérieure du perforateur; ces fourches glissent dans des rainures *nn'*. Enfin des crochets *ee'* vissés sous ces fourches servent à supporter les perforateurs quand il s'agit de forer des trous vers le sol de la galerie. Un tuyau de fonte *TT* est boulonné à l'arrière de l'affût; il porte quatre embranchements munis de robinets : les robinets *HH'* communiquent avec la chambre de distribution des perforateurs au moyen de tuyaux en caoutchouc, les autres amènent l'air comprimé; on ferme l'un de ces derniers et l'autre communique avec la conduite par l'intermédiaire d'un tuyau télescopique. Cet affût est établi pour deux perforateurs, on en établit de semblables pour desservir trois ou quatre appareils. Lorsqu'on doit faire usage d'un plus grand nombre de perforateurs, six, huit ou dix, par exemple, comme cela se présente dans de grands travaux, on est amené à se servir d'un affût beaucoup plus stable. Au mont Cenis, on a fait usage d'une grande cage en fer de 1<sup>m</sup>,75 de hauteur au-dessus du rail, de 0<sup>m</sup>,800 de largeur et 10<sup>m</sup>,500 de longueur, portée sur quatre roues en fonte de 0<sup>m</sup>,600 de diamètre. Un jeu d'engrenages commandait la première paire de roues au moyen d'un volant qui permettait à deux hommes de faire avancer ou reculer l'affût.

Les figures 232 à 235, planche XIV, représentent un affût très-simple et fort commode que M. Maillet construit pour les petites installations économiques; cet affût est à recommander.

Parmi les affûts exposés au Champ de Mars en 1878, il faut citer comme une nouveauté assez curieuse un affût hydraulique construit par M. Sultzer pour les applications de la perforation mécanique au creusement des tunnels. Cet affût consistait en une colonne portant un perforateur et terminée par des pointeaux qu'une pression hydraulique calait fortement contre les parois opposées de la galerie. Je ne pense pas que cette idée ait reçu jusqu'ici d'application sérieuse dans les mines.

## Distribution de l'air comprimé.

**157.** La distribution de l'air comprimé dans les travaux de mines se fait par des tuyaux en fer étiré de 0<sup>m</sup>,05 à 0<sup>m</sup>,10 de diamètre et de 5 mètres de longueur assemblés par des collets plats tournés entre lesquels on interpose une bague en caoutchouc et que l'on serre avec des boulons. Le dernier kilomètre peut être composé de tuyaux de 0<sup>m</sup>,05, les 1,000 à 2,000 mètres qui composent la partie moyenne peuvent avoir un diamètre de 0<sup>m</sup>,075, et l'on donne 0<sup>m</sup>,10, par exemple, à la conduite principale. Au delà de 4 à 5 kilomètres, il faudrait aborder des diamètres de conduite de 0<sup>m</sup>,15 à 0<sup>m</sup>,25, ce qui a lieu pour les tunnels; mais lorsqu'on dépasse le diamètre de 0<sup>m</sup>,10, on renonce au fer étiré pour recourir à la fonte. On installe la tuyauterie, soit sur le sol et dans un des angles de la galerie, soit en suspendant les tuyaux par des crampons fixés aux parois. On prévient les effets de la dilatation dans les conduites placées au jour ou fixes dans les puits, en intercalant tous les 100 mètres un tuyau recourbé en cuivre. Enfin on facilite l'allongement de la tuyauterie au fur et à mesure de l'avancement, en la terminant par un tuyau en caoutchouc qu'on enroule à l'arrière de l'affût.

## Réservoirs.

**158.** On a été porté, dans le principe, à exagérer la capacité des réservoirs que l'on doit intercaler entre les compresseurs et l'origine de la conduite générale d'air comprimé. Au mont Cenis pour dix compresseurs Sommelier fournissant par minute un volume d'air comprimé de 6<sup>m</sup><sup>3</sup>,785, on avait installé comme réservoirs, quatorze chaudières en tôle d'une capacité totale de 798 mètres cubes, soit 118 mètres cubes de réservoir par mètre cube d'air comprimé fourni par les compresseurs.

A Marihaye, pour un volume d'air comprimé de 0<sup>m</sup><sup>3</sup>,765

fourni par minute par deux compresseurs *Sommelier*, on avait six chaudières en tôle formant un réservoir d'une capacité totale de  $120\text{m}^3$ , soit par mètre cube d'air fourni  $139\text{m}^3$  de réservoir. Au contraire, à Ronchamp, l'air comprimé fourni par deux compresseurs *Sommelier* à raison de  $1\text{m}^3,908$  par minute était reçu dans un réservoir de  $23\text{m}^3$  de capacité formé par une vieille chaudière en tôle. Enfin à Anzin, deux chaudières en tôle d'une capacité totale de  $40\text{m}^3$  ont suffi pour une production d'air comprimé de  $2\text{m}^3,573$  par minute. C'est pour Ronchamp environ  $13\text{m}^3$  de réservoir par mètre cube d'air comprimé fourni par minute, et pour Anzin,  $17\text{m}^3$ . On se sert généralement, pour former les réservoirs d'air comprimé, de vieilles chaudières que l'on place près des compresseurs et en dehors du bâtiment qui abrite les machines.

#### Accessoires.

**139.** Outre les appareils décrits précédemment, la perforation mécanique nécessite un complément d'outillage dont l'indication sommaire doit trouver place ici. Tout d'abord il faut assurer un approvisionnement d'eau suffisant pour le curage des trous pendant un poste entier, ce qui exige la disposition d'un réservoir placé derrière l'affût. Les figures 194 à 196, planche XI, représentent le réservoir dont on a fait usage à la houillère Marie près de Seraing. C'est un tonneau en tôle porté sur un chariot et muni à la partie supérieure d'un trou d'homme formé par une plaque en caoutchouc *dd* de  $6\text{mm}$  d'épaisseur. Un tuyau en cuivre ou en fer étiré *C* plonge dans ce réservoir; il est relié par l'ajutage *f* et le tuyau en caoutchouc *t* à la conduite d'air comprimé. Un autre ajutage *e* taraudé sur le couvercle est relié à une clarinette en laiton *h* fixée à l'affût et portant deux robinets *rr'* qui permettent de fournir de l'eau sous pression aux lances *ss'* au moyen de tuyaux en caoutchouc *KK'*. On remplit ce réservoir, sans démonter le couvercle, grâce à une ouverture taraudée *O*

qu'on ferme ensuite au moyen d'une vis. La quantité d'eau à injecter est au maximum de 40 litres par mètre de trou foré.

Il est nécessaire, pour éviter les pertes de temps, d'avoir sous la main un certain nombre de pièces de rechange telles que boulons, clavettes, raccords, tuyaux en caoutchouc, cuirs emboutis pour pistons, un cric hydraulique et même un perforateur de réserve. Ces divers objets peuvent se placer dans un petit magasin fermant à clef, construit au fond de la mine, et muni d'un établi, d'un étau et de quelques outils. Parfois, le perforateur de rechange et les outils nécessaires au travail se placent sur un wagon plate-forme, à proximité de la main des ouvriers qui sont appelés à s'en servir.

L'affût et le perforateur sont protégés au moment de l'explosion par un bouclier qui évite des déplacements considérables. Le bouclier le plus simple consiste en madriers reliés par des traverses horizontales dont les saillies s'appuient contre les montants des cadres de boisage.

#### Prix des installations.

180. M. Pernolet, se basant sur un certain nombre d'installations faites jusqu'à la fin de 1874, estimait, à cette dernière date, que d'une manière générale, avec les appareils perfectionnés dont on disposait, il fallait compter pour installer une perforation mécanique complète avec toutes ses dépendances sur une dépense de 75.000 francs environ pour une seule attaque et 125.000 francs pour deux attaques. Au delà de deux attaques dit cet ingénieur, chaque attaque exige un accroissement de dépense d'environ 25.000 francs pour l'acquisition de tout son matériel spécial et pour l'augmentation de dépense à laquelle elle entraîne dans le reste de l'installation (1). D'un autre côté.

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minière*, tome III, 4<sup>e</sup> livraison.

M. Mathet, ingénieur principal des mines de Ronchamp, a résumé dans le tableau suivant les dépenses d'installation de la perforation mécanique au puits d'Éboulet :

MOTEUR A VAPEUR.	}	Réparation à la machine motrice et transmission. . . fr.	2.892,20	}	7.126,30
		Construction des massifs et installation de la même . . .	1.282,10		
		Transport et installation de deux vieilles chaudières . . .	2.952 »		
COMPRESSEURS.	}	Fournitures métalliques . . . . .	14.774,45	}	48.576,15
		Droits d'entrée et transport . . . . .	1.841,40		
		Installation, montage . . . . .	1.963,60		
RÉSERVOIRS D'AIR.	}	Réservoir principal d'une capacité de 25 <sup>m</sup> ³ . . . . .	4.720,80	}	5.181,30
		3 réservoirs pour injection d'eau . . . . .	460,50		
CONDUITES D'AIR.	}	Conduite principale en tôle de 8 cent. de diam. et 60 <sup>m</sup> long.	8.673,40	}	40.823,60
		Conduite pour galerie de 3 cent. de diam. et 300 <sup>m</sup> long.	1.035,30		
		id. en fonte de 8 id. 50 <sup>m</sup> . . . . .	512,95		
		id. en cuivre de 8 id. id. . . . .	602,25		
PERFORATION.	}	8 perforateurs . . . . .	13.000 »	}	18.239,50
		Affût et accessoires. . . . .	4.920 »		
		Tuyaux en caoutchouc. . . . .	319,50		
OUTILS.	}	Acier en fleurets { acier 1606 kil. à fr. 4 50 } . . . . .	3.560 »	}	3.560 »
		et outils divers. { fer fin 1327 kil. à fr. 0 45 } . . . . .			
		Sa part pour la construction d'une cheminée . . . . .	2.922,40		6.792,50
		Bâtiment pour le local des chaudières. . . . .	2.345,15		
		Voyage et séjour de l'inventeur . . . . .	300 »		
		id. de l'ouvrier monteur. . . . .	1.225,25		
		(1) TOTAL . . . fr.	70.299,35		

161. On voit, par ce qui précède, que lorsqu'il s'agit d'alimenter un certain nombre de points d'attaque, on est entraîné à des dépenses de premier établissement considérables; c'est ce qui arrive lorsque l'on concentre, par exemple, à une seule fosse, la production de l'air comprimé par des machines puissantes et perfectionnées, et qu'on relie les différentes fosses d'une même exploitation à ce point central par de longues conduites. C'est là le genre d'installation qui a prévalu jusqu'ici dans les grandes Compagnies houillères de notre région industrielle, où il semble

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minière*, tome II, 5<sup>e</sup> livraison.

que tout a été sacrifié au désir d'obtenir des compresseurs une marche aussi satisfaisante que possible et un minimum de frais d'entretien. Peut-être y a-t-il eu une exagération réelle dans cette préoccupation dominante, dont on est tenté de s'affranchir, quand on réfléchit à ce que devient le rendement définitif de l'air comprimé, dans la comparaison du travail effectivement obtenu des perforateurs au travail théorique de la vapeur employée à comprimer l'air. On se demande si, en présence d'un pareil résultat final, on doit réellement s'attacher autant à gagner quelques unités sur le rendement partiel des compresseurs, au prix de grands frais de premier établissement. A ce point de vue, l'installation économique dont la Compagnie des mines d'Aniche vient de remettre la commande à M. Maillot, constructeur à Anzin, présente un grand intérêt; elle pourrait bien être le signal d'un revirement dans les idées admises jusqu'ici. D'après les indications qui m'ont été données, le devis complet de cette installation ne dépasserait pas 30.000 francs.

Indépendamment du prix élevé que coûte l'installation des grands compresseurs décrits aux nos 144, 145 et 146, et de la dépense qu'entraîne l'établissement de conduites de très-grande longueur, on est amené, avec ces longs parcours, à augmenter la pression, et nous connaissons les inconvénients qui résultent des pressions élevées; de plus, on multiplie les pertes, et en fait nous pourrions citer des exploitations où, en fin de compte, après de grandes dépenses de premier établissement, on est arrivé à manquer d'air comprimé; cette insuffisance d'alimentation des perforateurs est certainement de nature à faire regretter aujourd'hui, cette concentration coûteuse, alors qu'avec moins de frais, on aurait pu multiplier les installations, par l'emploi de compresseurs plus simples et en sacrifiant un peu sur les frais d'entretien. C'est dans cet ordre d'idées, et en donnant à son installation un caractère plus provisoire que s'est placée la Compagnie des mines d'Aniche.

J'ai étudié pour la fosse n° 3 de Ferfay une installation



analogue à celle d'Aniche, en utilisant comme moteur la machine d'un ventilateur Fabry réformé et conservé seulement comme ventilateur de secours. Voici le devis de cette installation destinée à desservir simultanément quatre perforateurs du type Dubois et François modifié par Anzin :

Compresseur Maillet et mise en état du moteur . . . . .	fr.	3.150	»
Fondation du compresseur et montage. . . . .		1.000	»
Affût pour le perforateur . . . . .		2.500	»
5 perforateurs (dont un de rechange) à fr. 1.150. . . . .		5.750	»
Réservoir d'air (une chaudière à disposition). . . . .		mémoire	
Réparation et mise en état du dit . . . . .	fr.	1.000	»
Conduite d'air comprimé . . . . .		7.000	»
Pose de la dite . . . . .		300	»
Robinetterie . . . . .		1.500	»
Caoutchouc, boulons et divers . . . . .		1.500	»
Organisation d'un petit atelier . . . . .		800	»
Aspirateur Körting . . . . .		500	»
			<hr/>
TOTAL. . . . .	fr.	25.000	»

Soit 26.000 francs environ.

Si l'emploi des compresseurs à bon marché se généralisait, il est bien certain que la perforation mécanique entrerait de plus en plus dans nos mœurs industrielles et que beaucoup de Compagnies de mines, qui n'hésitent ou ne s'arrêtent que devant le prix élevé des installations en usage dans les mines voisines, se décideraient à activer leurs travaux préparatoires par les moyens mécaniques, devenus ainsi à la portée de tous les budgets. Il n'est même pas téméraire de présumer qu'il se formerait, en dehors des Compagnies houillères, des entreprises pour le percement des bowettes par l'air comprimé; les charbonnages qui voudraient se décharger du prix d'acquisition du matériel et des embarras résultant de l'éducation d'un personnel étranger à son

fonctionnement, marchanderaient leurs bowettes à ces sociétés foreuses qui, munies d'un outillage approprié au caractère provisoire de ces travaux et d'un personnel spécial exercé, entreprendraient les percements souterrains comme les sondeurs entreprennent à forfait les forages profonds.

162. Je ne terminerai pas ces considérations sur les installations simples, sans faire remarquer que les inventeurs ne se sont pas seulement attachés, dans ces dernières années, à la construction de compresseurs à bon marché; ils ont cherché aussi à simplifier les perforateurs. J'ai signalé (nos 151 à 154) les modifications apportées au perforateur Dubois et François par M. Mercier, par la Compagnie des mines de Nœux et par la Compagnie des mines d'Anzin; ces tentatives ne sont pas isolées, on peut même dire que presque toutes les Compagnies minières qui ont fait usage de la perforation mécanique, se sont livrées à des recherches du même genre, comme on a pu s'en rendre compte par l'examen des nombreux spécimens de perforateurs figurant à l'Exposition universelle de 1878.

En novembre 1877, M. Chansselle a communiqué, dans une réunion des membres de la Société de l'industrie minière, à St-Étienne, les résultats intéressants obtenus en Allemagne avec le perforateur Trautz, des ateliers de construction Humboldt, à Kalk, près Cologne. Ce perforateur représenté (fig. 238 et 242, pl. XV) agit par rotation comme l'appareil Lisbet; il peut marcher à l'air comprimé ou à l'eau sous pression. Il se compose d'une pièce cylindrique en fer forgé avec deux cylindres oscil-lants de 0<sup>m</sup>65 de diamètre et deux pistons qui, par le moyen d'un arbre coudé et de deux séries de roues d'engrenages, produisent le mouvement de rotation et le mouvement d'avancement de l'outil. Le porte-fleuret est fileté; il porte en avant une douille qui reçoit l'outil. Toutes les pièces sont en acier, en bronze ou en fer forgé. La vitesse de rotation et celle de l'avancement du fleuret peuvent varier suivant la dureté des roches. L'appareil, qui pèse 52 kilogrammes environ, est fixé sur une tige-support

ou affût, dont le poids est de 39 kilogrammes. Avec de l'air comprimé à une pression de 3 à 6 atmosphères, on a foré en 1 heure 52 minutes, 15 trous de 1<sup>m</sup>,10 dans du sel gemme. Dans ce laps de temps, la mise en place de l'appareil a pris 53 minutes, le changement d'outils 7 minutes, diverses autres causes accidentelles 3 minutes et la perforation proprement dite 49 minutes. Le perforateur Trautz paraît convenir principalement dans les roches de moyenne dureté, comme le sel gemme, la houille et le schiste.

M. J. Dron, ingénieur des mines de Bully-Grenay, gendre de M. Lisbet, a récemment réalisé la même idée que celle qui a guidé M. Trautz. Il a été amené dans cette voie par l'extension qui a été donnée aux mines de Bully-Grenay à l'usage du perforateur Lisbet.

Le perforateur de M. Dron est représenté figures 225 à 231, planche XIV. Cet appareil est à rotation; il consiste en un cylindre *A* dans lequel se meut un piston-came *E*, lequel est rendu solidaire avec le boulon-genouillère *I* qui tourne sur la boîte à tiroir *CD* fixée sur le cylindre par les quatre boulons *H*. Le cylindre est divisé en deux compartiments par une cloison fixe et par une cloison mobile se réunissant, suivant l'axe du cylindre, autour duquel la cloison mobile peut tourner. Le fluide moteur arrive en *B*; il est distribué par le tiroir *F* qui reçoit son mouvement du piston lui-même à l'aide des tiges *G*; le mouvement circulaire alternatif du piston-came est transformé en mouvement circulaire intermittent par un rocher *K*, un ressort *L* et une roue dentée *J* fixée sur le porte-outil *M*. La pression sur l'outil se produit à l'aide d'une vis creuse *N* traversant un écrou *O* maintenu dans un palier *P* dans lequel on peut le faire tourner au moyen d'une roue *Q*. Le cylindre peut glisser dans les coulisseaux *B* portant deux tourillons de suspension *U* qui servent à fixer tout le système sur un affût analogue à celui dont on fait usage dans les appareils ordinaires de M. Lisbet qui fonctionnent à la main. M. Dron estime que pour un tour entier de l'outil, la

dépense en air comprimé est de 8 litres, soit 8 mètres cubes par mètre d'avancement; il affirme qu'on peut produire un avancement de 12 mètres à l'heure dans les rocs quérelleux et 3 mètres dans les quérelles dures. Dans les grès de dureté exceptionnelle, on ne produirait plus qu'un mètre à l'heure. Ces chiffres comprennent le temps nécessaire au changement des forets.

Après la description des appareils Trautz et Dron, je crois devoir ajouter que le vrai rôle de la perforation mécanique ne me paraît pas consister dans l'emploi de perforateurs isolés remplaçant simplement le travail ordinaire à la main, mais il réside bien plutôt dans l'emploi simultané de perforateurs multiples, comme on le verra dans la prochaine leçon.

#### 11<sup>e</sup> Leçon.

##### *Emploi de l'air comprimé; perforation mécanique (suite).*

###### Organisation et conduite du travail.

**103.** Nous avons vu (n° 106) que dans le travail à la main, l'emplacement et la direction à donner à chaque coup de mine jouent un rôle capital; il en est encore ainsi lorsque, dans la perforation mécanique, on fait usage de perforateurs isolés, comme cela a lieu avec le système Trautz (fig. 238 à 242, pl. XV) et en général avec les appareils à trépied que livre la maison Humboldt pour les applications au fonçage des puits (fig. 237). Dans ce cas, peu favorable à la rapidité de l'avancement, à cause des pertes de temps qu'entraînent la mise en place et le déplacement de l'appareil, on cherche, avant tout, à réaliser le plus grand effet utile possible de la matière explosive employée.

Mais dans les applications plus complètes de la perforation mécanique et lorsqu'on s'est installé à grands frais pour alimenter d'air comprimé des appareils multipliés, la marche la plus rapide

est celle que l'on préfère suivre en général ; elle s'obtient au prix d'une grande consommation de poudre ou de dynamite, en criblant le front de taille de trous légèrement divergents par rapport à l'axe de la galerie, et en forant au tiers ou à moitié de la hauteur un gros trou ou plutôt trois ou quatre trous convergents, qui sont considérés comme trous de déchaussement ou de havage et qui servent à dégager la roche pour augmenter l'effet des mines voisines.

L'excavation est délimitée par des trous de périmètre forés à 0<sup>m</sup>,20 du massif. L'espace compris entre ces deux séries de mines est garni de trous secondaires répartis plus ou moins régulièrement, à raison de 0<sup>m</sup>,15 à 0<sup>m</sup>,25 par trou en moyenne, suivant que le sautage ultérieur doit s'opérer en une seule fois ou bien par fractionnement. M. Pernolet estime que pour avoir des déblais très-maniables et des mines qui ne fassent pas canon, il faut forer environ huit trous par mètre carré, mais on peut très-bien, ajoute-t-il, réduire ce nombre à quatre si on ne leur donne qu'une profondeur de 0<sup>m</sup>,90 à 1<sup>m</sup>,10.

En général on donne aux perforateurs, dans les roches du terrain houiller de notre région industrielle, une vitesse de 200 à 300 coups par minute; cette vitesse atteint 400 coups dans le granite (\*).

Les opérations se divisent en trois périodes: 1<sup>o</sup> le forage; 2<sup>o</sup> le chargement et le sautage des mines; 3<sup>o</sup> l'enlèvement des déblais. On peut opérer ces trois opérations en un, deux ou trois postes différents; le dernier système est le plus coûteux, mais c'est le plus rapide. Le chargement et le sautage des mines constituent l'opération la plus délicate, ils exigent des ouvriers habiles; les cartouches et les autres éléments du chargement

---

(\*) A la fosse d'Haveluy à Anzin, on donne aux perforateurs une vitesse moyenne de 230 coups par minute avec une course de 0<sup>m</sup>,10 à 0<sup>m</sup>,12 et une intensité de choc de 100 kilogrammes, obtenue avec 3 atmosphères  $\frac{1}{3}$  effectives.

doivent être préparés à l'avance, de façon à éviter les pertes de temps <sup>(1)</sup>.

L'emploi de la dynamite accompagne, le plus souvent, la perforation mécanique; cependant on préfère dans quelques exploitations la poudre comprimée. A Ronchamp, les deux substances explosives sont employées simultanément. On a remarqué que dans les travaux au rocher exécutés à la dynamite, la roche est plus profondément ébranlée par l'effet de l'explosion, et que cet ébranlement plus considérable détermine dans l'avenir un surcroît de frais d'entretien. Dans les travaux où les terrains sont naturellement difficiles à maintenir, cette considération a une grande importance, et il peut être convenable de restreindre l'emploi de la dynamite.

Les trous de déchaussement exigent une charge plus forte; on fait sauter avant les autres les mines qui doivent dégager le front d'attaque.

L'évacuation des fumées, avec un tir aussi important que celui que comporte la perforation mécanique, exige une ventilation énergique et des précautions particulières. L'air frais est envoyé au front de taille par des gaines en bois ou en tôle, à raison d'au moins 100 litres par seconde et par perforateur.

A Ronchamp, indépendamment de l'air débité par quatre perforateurs, soit un volume de 136 litres par seconde, ramené à la pression ordinaire, M. Mathet avait installé un petit ventilateur intérieur fournissant environ 260 litres par seconde, dont le quart environ était réellement utilisé. Ces moyens d'aérage ayant été insuffisants, on fut amené, pour dissiper les fumées, à lancer de l'air comprimé, à l'avancement, après chaque explo-

---

(1) A Anzin, on exécute le travail par trois postes de huit heures ainsi composés :

1 mineur chef de poste.

2 hiercheurs de 20 ans.

2 id. de 15 à 16 ans.

1 ajusteur qui fait la visite des appareils et leur réparation.

tion ; c'est là un moyen coûteux qu'on doit, autant que possible, chercher à éviter.

A Trelys, un petit ventilateur spécial donnant  $1\text{m}^3$  d'air par seconde fut installé dans la mine et actionné par une petite machine de deux à trois chevaux marchant à l'air comprimé.

A la fosse Thiers de la Compagnie d'Anzin l'aérage est activé par un appareil Kœrting, qui éloigne rapidement les fumées après le tirage ; cet appareil est représenté figure 236, planche XIV ; c'est un moyen de ventilation simple, commode et efficace qui s'est du reste répandu dans beaucoup d'exploitations où fonctionne la perforation mécanique.

La perforation mécanique conduit à donner aux galeries de mine une section légèrement supérieure à celle des galeries que l'on perce à la main, et cela, à cause de l'espace qu'il faut ménager entre l'affût et la paroi pour le passage des déblais et du matériel et pour la circulation du personnel ; cet espace doit être au moins de  $0\text{m},30$ . On donne à ces galeries une hauteur de  $1\text{m},80$  à  $2\text{m},20$ , et une largeur de  $2\text{m},20$  à  $2\text{m},50$  ; il faut compter sur une section d'environ  $5\text{m}^2$ .

Quant au nombre de perforateurs qu'il est possible de placer sur l'affût, on ne peut songer à mettre plus d'un perforateur par mètre carré de galerie.

#### Résultats généraux obtenus par la perforation mécanique.

**164.** La perforation mécanique, je l'ai dit déjà, conduit à une dépense de poudre plus considérable que celle à laquelle donne lieu la perforation à la main ; elle comporte des trous à la fois plus profonds et plus nombreux, mais elle permet, en général, d'aller trois ou quatre fois plus vite. Quant aux prix comparatifs du mètre d'avancement obtenus par le travail à la main et par l'air comprimé, on cite certainement beaucoup d'exemples où l'on a réalisé une économie par l'emploi de la perforation mécanique ;

mais par contre, on en cite un plus grand nombre peut-être où cette application a donné lieu à une augmentation de prix assez sensible.

Dans tous les cas, lorsqu'il s'agit de grands travaux préparatoires dont l'achèvement doit signaler une augmentation dans la production d'une mine et un abaissement dans le prix de revient général, on consent volontiers à payer un peu plus cher le percement de ces grandes artères pour atteindre plus rapidement le double but que l'on poursuit.

**Applications. — Données numériques. — Prix de revient.**

**165.** La galerie St-Hippolyte a été poussée, aux mines de Tréllys (Gard), par les moyens mécaniques; cette galerie, commencée le 15 avril 1874, devait atteindre une longueur de 1200 mètres et recouper les couches du niveau supérieur; elle a traversé sur les 711 premiers mètres les terrains suivants :

	<small>mètres.</small>
Grès durs et compactes, environ . . . . .	25
Grès avec de petits bancs intercalés de schistes, environ . . . . .	210
Schistes avec de petits bancs intercalés de grès, environ . . . . .	216
Schistes noirs mélangés de rognons de minerai de fer, environ . . . . .	160
Schistes durs et compactes . . . . .	100
<b>TOTAL.</b> . . . .	<b>711</b>



Voici les données numériques relatives au travail exécuté dans cette galerie, avec le perforateur du système Dubois et François, en 1874, 1875 et 1876.

AVANCEMENT.	MAIN- D'ŒUVRE.	PRODUCTION d'air comprimé.		ENTRETIEN des perforateurs.		APPOINTAGE des Secrets.	POUDRE.	ÉCLAIRAGE.	TOTAUX.	PRIX par mètre.	AVANCEMENT MENSUEL.
		Main- d'œuvre.	Fourni- tures.	Main- d'œuvre.	Fourni- tures.						
mét.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	mét.
50,90	17.484,18	3.557,39	4.444,71	2.619,23	3.957,06	3.381,01	10.871,57	334,95	46.349,80	184,73	34,59
52,10	20.929,82	3.589,39	3.572,10	4.469 »	5.265,91	3.673,57	15.918,50	375,04	57.563,53	163,43	39,30
53,60	15.749,96	2.443,48	2.835,25	4.062,43	3.223,16	2.052,75	15.370,87	936,10	46.725,98	148,03	42,60
58,60	54.183,96	9.360,46	10.702,04	11.150,66	12.448,13	9.107,33	41.860,74	1.846,09	130.639,41	»	»
1.00	58,96	10,19	11,65	12,14	13,55	9,91	45,36	3,01	163,97	163,97	38,70

La galerie St-Jules, percée à la main dans les mêmes roches à un niveau supérieur sur une longueur de 821<sup>m</sup>,80, a exigé 18 mois de travail, soit un avancement moyen mensuel de 3<sup>m</sup>,585, soit par an 100<sup>m</sup>,620; elle a coûté fr. 84,31 c<sup>s</sup> par mètre l'avancement. On voit que si l'avancement a été plus rapide par les procédés mécaniques, le prix du mètre courant de galerie a doublé. Le forage s'est exécuté avec 4 perforateurs et à raison de 20 à 50 trous par avancée.

**166.** Les deux tableaux suivants résument les données relatives aux travaux de perforation mécanique exécutés en 1876 et 1877 au puits de Brissac, de la Compagnie de Bessèges (Gard). Dans la galerie *A*, les grès durs et compacts forment les 86 % des roches traversées, tandis qu'ils n'entrent que pour 17 % dans les roches de la galerie *B*.

## GALERIE A.

AVANCEMENT.		DÉPENSES ET PRIX DE REVIENT										COMPARAISON avec le travail à la main.		
MOIS.	Journées de travail.	Salaires d'œuvre à l'avancement.	Production de l'air comprimé.	Entrées des perforateurs.	Appointage des fleuris.	Poudre.	Eclairage.	TOTAUX.	Prix de revient du mètre.	Prix estimé à la main.	Rapport des prix.	Avancement estimé à la main.	Report des avances.	
	mètres.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	mètres.	mètres.	
Janvier 1876 . . .	22,00	949,50	892,95	539,25	228,00	4.683,75	20,85	4.334,30	180,80	84,22	2,43	8,77	2,74	
Février . . .	24,50	1.046,00	983,95	681,50	379,10	4.775,10	22,10	4.767,75	176,88	118,75	4,69	7,21	3,75	
Mars . . .	26,50	1.183,25	790,30	839,75	352,10	2.569,10	26,55	5.761,05	188,88	118,75	1,59	7,80	3,91	
Avril . . .	24,25	1.125,25	607,15	865,30	226,00	4.737,00	25,30	4.616,10	430,86	86,64	4,51	9,52	3,70	
Mai . . .	26,00	1.116,50	931,85	892,60	404,00	2.375,55	27,10	5.777,60	191,31	118,75	4,61	7,65	3,95	
Juin . . .	5,00	224,25	142,85	161,00	79,65	347,25	5,20	963,20	137,60	67,50	2,04	2,72	2,85	
TOTAUX . . .	128,25	5.044,85	4.359,05	3.192,40	1.588,85	10.197,75	127,10	20.210,00	»	»	»	»	»	
MOYENNE par mètre de galerie . . .		39,305	24,322	25,094	10,32	68,21	0,94	170,31	170,31	103,78	1,04	43,67	3,82	

AVANCEMENT.		DÉPENSES ET PRIX DE REVIENT							COMPARAISON avec le travail à la main.				
MOIS.	Journées de travail.	Maçon-œuvre à l'avancement.	Production de l'air comprimé.	Entretien des perforateurs.	Appoinçage des boueuses.	Poudres.	Éclairage.	TOTAUX.	Prix de revient du mètre.	Pris estimé à la main.	Rapport des prix.	Avancement estimé à la main.	Rapport des avances.
Décembre 1876 .	17	francs. 703,00	francs. 788,60	francs. 589,85	francs. 287,25	francs. 1.422,70	francs. 49,95	francs. 3.811,35	francs. 173,34	francs. 79,31	francs. 2,18	mètres. 7,24	mètres. 3,04
Janvier 1877 . .	36	1.362,50	835,45	743,85	308,05	2.177,40	29,25	8.483,50	125,37	66,63	1,88	12,96	3,25
Février . . .	24	1.251,25	944,65	737,70	227,10	1.879,70	25,45	4.765,85	112,93	47,85	2,36	15,60	2,70
Mars . . .	13	548,00	350,70	389,30	136,00	1.186,35	13,70	2.834,05	136,25	49,05	2,78	8,81	2,36
TOTAUX . . .	86	3.864,75	3.119,40	2.470,70	938,40	6.368,15	86,35	16.864,75	»	»	»	»	»
MOYENNE par mètre courant. . .		30,07	24,28	49,23	7,46	49,54	0,67	131,25	131,25	59,79	2,20	44,61	2,88

**167.** Aux mines de Cessous, on a creusé avec les perforateurs Dubois et François une galerie qui a été commencée le **22** décembre 1876 et terminée **93** jours après, soit le **27** mars 1877 : sa longueur a été de **223<sup>m</sup>,30**, le terrain traversé était composé de **35** % de schistes durs et **65** % de schistes tendres. Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus :

MOIS.	Avancem <sup>t</sup> de la galerie.	Main- d'œuvre.	AIR COMPRIMÉ.		Appoin- tage des fleurets.	ENTRETIEN des perforateurs.		Poudre.	Éclair- rage.	TOTAL.	Pri m re
			Main- d'œuvre.	Four- nitures.		Main- d'œuvre.	Four- nitures.				
Déc. 1876.	mètres. 18,30	francs. 548,35	francs. 61,50	francs. 524,35	francs. 61,95	francs. 180,10	francs. 1.402,05	francs. 1.363,80	francs. 23,25	francs. 3.870,35	francs. 211,00
Janvier 1877.	68,00	2.134,20	331,45	1.604,80	206,55	610,75	595,95	2.163,95	93,65	3.491,30	124,00
Février —	73,00	2.116,95	261,50	1.598,30	261,90	511,05	107,95	2.405,20	84,90	7.347,75	100,00
Mars —	64,00	2.376,35	265,85	1.638,45	253,65	439,45	245,60	1.820,90	78,25	7.418,50	111,00
TOTAUX . .	223,30	7.175,85	920,30	5.365,90	784,05	1.744,35	2.054,55	8.203,85	285,05	26.527,90	118,00
Détail du prix de revient.		32,14	4,12	24,03	3,51	7,80	9,19	36,73	1,27		118,00

L'avancement moyen a été de **72<sup>m</sup>,03**, les frais d'aérage se sont élevés à fr. **18,08** c<sup>s</sup> par mètre. A la main, l'avancement mensuel n'eût été que de **18<sup>m</sup>** et le prix moyen de **60** francs ; mais ce prix de **60** francs ne tenant pas compte des frais d'aérage de la galerie, il convient de déduire du prix de fr. **118,79** c<sup>s</sup> le chiffre de fr. **18,08** c<sup>s</sup> pour avoir des prix comparables dans les deux cas. On obtient en définitive :

- 1° Pour le rapport des prix. . . . .  $\frac{100-71}{60} = \text{fr. } 1,67$   
 2° Pour le rapport des avancements. . . . .  $\frac{72-03}{18} = 4$

Ainsi donc la vitesse a été quadruple par la perforation mécanique, mais le prix a été 1,67 fois plus élevé.

**168.** M. Brice, ingénieur en chef des mines de Nœux, a communiqué en décembre 1876 les renseignements suivants dans une réunion des membres de la Société de l'Industrie minérale, faisant partie du district du Nord; ces renseignements se rapportent à deux galeries à travers bancs de 2<sup>m</sup>,40 de largeur et de 2 mètres de hauteur, soit une section moyenne de 4<sup>m</sup>,80 :

Nombre de trous forés . . . . .	13.003
Profondeur moyenne . . . . .	1 <sup>m</sup> ,59
Nombre de mines . . . . .	10.950
Nombre de trous perdus . . . . .	2.073
Longueur totale de galerie. . . . .	738 <sup>m</sup> ,20

se décomposant en :

Schistes . . . . .	461 <sup>m</sup> ,50
Grès. . . . .	276 <sup>m</sup> ,30
Durée de la perforation en heures . . . . .	4.568
Durée du tir et du déblai — . . . . .	6.148
Durée totale . . . . .	10.716

« La durée de la perforation est à celle du tir comme 1 : 1,34.

» 16 % environ des trous ont été inutiles ou perdus par suite de l'impossibilité de leur donner la meilleure direction réclamée par les joints et délits du terrain. Cet inconvénient est très-faible en comparaison de celui qui résulterait de l'économie inintelligente de deux ou trois trous par perforation. (On perce en moyenne 25 trous par avancée.) Il faut aussi considérer que le personnel doit faire un apprentissage assez long et surmonter les préventions suscitées par un procédé qui change totalement les habitudes et qui rend le travail plus pénible.

» **Détail du prix de revient du mètre d'avancement :**

Main-d'œuvre : mineurs, fr. 57,58; ajusteurs, fr. 5,28; forgerons, fr. 4,76 . . . . .	fr.	47,42
Tir : dynamite, fr. 15,99; poudre comprimée, fr. 13,68; amorces, fr. 1,40 . . . . .		29,07
Perforateurs : graisses, fr. 1,44; réparations, fr. 8,09; fleurets, fr. 2,49. . . . .		11,99
Compresseurs : machinistes et chauffeurs, fr. 4,12; graisses et divers, fr. 1,81; charbon, fr. 12,52. . .		18,25
<b>TOTAL. . . fr.</b>		<b>106,75</b>

» **Le prix du mètre cube de roche revient à fr. 22,23 c<sup>s</sup>.**

» **Un relevé du travail à la main correspondant à 1270 mètres de galerie nous a donné :**

Main-d'œuvre . . . . .	fr.	71,17
Consommation. . . . .		13,30
<b>TOTAL. . . fr.</b>		<b>84,47</b>

» **En ajoutant à ce chiffre une dépense pour réparations et usure d'outils, sensiblement égale à celle qui concerne les fleurets de la perforation mécanique, on arrive au total de fr. 91,72 c<sup>s</sup> comme prix de revient du mètre d'avancement.**

» **Les galeries percées à la main n'ayant que 2<sup>m</sup>,20 de largeur sur 1<sup>m</sup>,80 de hauteur et par suite une section moyenne de 5<sup>m</sup>96. le prix du mètre cube de roche revient à fr. 23,16 c<sup>s</sup>.**

» **Ainsi par la perforation mécanique il y a une économie de fr. 0,93 c<sup>s</sup> par mètre cube de roche abattue, mais il y a une augmentation de fr. 15,01 c<sup>s</sup> par mètre d'avancement de galerie. les dimensions étant forcément majorées pour faciliter la manœuvre des appareils.**

» **L'étude des différents éléments du prix de revient nous permet d'espérer des réductions assez importantes lorsque nous aurons un personnel plus expérimenté et surtout plus nombreux.**

» En main-d'œuvre, l'économie sera de 5 francs environ. Les consommations pour le tir seront diminuées dans la même proportion. La dépense pour les perforateurs comprenant les sommes de fr. 5,28 c<sup>s</sup> et fr. 8,09 c<sup>s</sup> (en main-d'œuvre et consommations), sera réduite de près de moitié par l'emploi d'un perforateur plus simple et construit avec plus de soins. Enfin la dépense du compresseur est actuellement beaucoup trop élevée par suite de l'utilisation incomplète du moteur qui, jusqu'à ce jour, n'a desservi que deux attaques, tandis qu'il doit aller progressivement à six, réparties sur trois points différents.

» En résumé, nous pensons arriver à un prix de revient égal à celui du travail à la main, en ne tenant pas compte de l'amortissement des appareils qui est largement compensé par les avantages résultant de la rapidité des percements et les facilités de l'aménagement et de l'exploitation d'un gisement aussi accidenté que le nôtre. »

Depuis que M. Brice a fait connaître ces résultats, la Compagnie de Nœux a réalisé des progrès dans ses travaux de perforation mécanique et réduit les frais d'entretien des perforateurs dont elle a, comme nous l'avons vu (n<sup>o</sup> 152), simplifié la construction et diminué le nombre des organes.

**169.** Aux mines de Bézenet (Allier), M. Baure a creusé, par la perforation mécanique, 616<sup>m</sup>,25 de galerie au rocher, du 13 octobre 1874 au commencement de décembre 1875. Dans un premier travers-bancs creusé dans des conglomérats et des poudingues à galets de quartz, roches excessivement dures, il a fait 1<sup>m</sup>,06 d'avancement moyen par journée de travail et dépensé, par mètre courant de galerie, fr. 258,73 c<sup>s</sup>; le creusement à la main eût donné lieu à un avancement cinq fois moins rapide et à un prix de revient de fr. 292,50 c<sup>s</sup>, c'est-à-dire supérieur de fr. 33,57 c<sup>s</sup> à celui qui a été réalisé.

Dans un second travers-bancs établi dans des grès quartzeux, l'économie obtenue par la perforation mécanique s'est élevée à fr. 52,71 c<sup>s</sup> par mètre courant. Enfin dans un troisième travers-

bancs établi dans des grès de dureté moyenne, l'avancement mensuel a atteint 63 mètres, tandis qu'à la main on n'aurait obtenu que 10 mètres, et le prix de revient s'est élevé par mètre courant à 215 francs, tandis qu'il eût été de fr. 222,82 c<sup>s</sup> si l'on avait employé des moyens ordinaires. Dans ces calculs comparatifs, M. Baure n'a pas tenu compte de l'intérêt du capital engagé ni de la dépréciation des appareils qui eussent élevé, de 22 francs environ, le prix de revient du mètre courant de galerie. En ajoutant cette dernière somme aux chiffres qui précèdent, on voit qu'à Bézenet la perforation mécanique a donné lieu à une légère économie dans les conglomérats très-durs, mais que dans les grès durs et moyennement durs, le prix de revient du mètre courant de galerie a subi une augmentation par l'emploi de ces moyens rapides.

### § 3. — *Perforation mécanique verticale.*

**170.** L'application de la perforation mécanique au fonçage des puits, présente des difficultés particulières qu'on est parvenu à surmonter, mais sans obtenir pourtant un avancement comparable à celui qu'on a réalisé dans le percement des galeries au rocher. L'abondance des eaux est souvent un obstacle et la mise en place des appareils donne lieu à de grandes pertes de temps. En 1872, M. Chansselle publiait dans la *Revue universelle des mines* les résultats obtenus avec la perforation mécanique dans l'approfondissement du puits Genenort à Sulzbach-Altenwald (1). Cette application, qu'on peut regarder comme un simple essai, n'avait procuré qu'un avancement de 5 mètres par mois pour une section de 16<sup>m</sup>²,72. On avait fait d'abord usage du perforateur Sachs, porté par un trépied à contre-poids construit par M. Sievers, et l'on en était venu, par suite de l'instabilité de l'ap-

---

(1) Cette application a été décrite aussi dans le *Zeitschrift für Berg-Hütten und Salinenwesen*.



pareil, à supprimer cet affût et à faire manœuvrer le perforateur par deux hommes qui le tenaient à la main et le maintenaient avec la poitrine, pour lui donner plus de fixité. On avait également renoncé à l'emploi simultané de plusieurs perforateurs mécaniques pour n'employer qu'un seul appareil. Sur les quatre mineurs qui composaient une brigade pendant un poste de huit heures, deux desservaient le perforateur Sachs, un troisième travaillait à la massette par le procédé ordinaire et le quatrième était occupé au chargement de l'eau et des déblais. En comparant le travail mixte ainsi exécuté au travail ordinaire à la main, M. Chansselle concluait qu'au point de vue de l'avancement, l'avantage obtenu dans les schistes avait été très-faible et qu'il s'était manifesté, dans les poudingues, par une vitesse double; quant à l'économie obtenue par l'emploi de la perforation, elle avait été insignifiante.

**171.** L'avaleresse de Rossitz (Moravie), dont le modèle figurait à l'Exposition de Vienne, a été forée jusqu'à 66<sup>m</sup>,50 par le procédé ordinaire dans des grès fissurés du terrain permien et achevée par la perforation mécanique; l'air comprimé à 2 atmosphères  $\frac{1}{2}$  par des pompes à piston liquide et plongeur, se rendait, par des conduites en fer étiré, à 3<sup>m</sup>,80 du fond du puits; de là il était conduit aux perforatrices par des tuyaux en caoutchouc. L'affût employé était le trépied Humbold surmonté par deux manettes que l'ouvrier saisit à la main et dont la stabilité augmente par des poids suspendus à une chaîne.

Les perforateurs étaient du système Sachs; ils marchaient à une vitesse de 400 à 440 coups par minute dans les grès permien, procurant, dans le même laps de temps, un avancement de 37<sup>mm</sup>, alors qu'à la main et dans les mêmes roches, l'avancement n'est que de 5 à 6<sup>mm</sup>. Les parois et le fond du puits étaient égalisés par des trous peu profonds forés à la main. On forait à la perforatrice 4 trous, soit 4<sup>m</sup>,29 de longueur totale contre 14 trous pratiqués à la main et faisant une longueur totale de 9<sup>m</sup>,88. En définitive, on forait à la machine 22 trous sur 100,

soit en longueur 50 %. En comparant les résultats obtenus à ceux qui avaient signalé, en 1856-1857, le fonçage d'un puits creusé par les moyens ordinaires dans des conditions identiques, on a mis en regard les chiffres suivants :

	Ancien procédé.	Nouveau procédé.
Approfondissement mensuel . . . . .	1 <sup>m</sup> ,70	12 <sup>m</sup> ,85
Nombre de postes par mètre d'approfon-		
dissement . . . . .	84	40
Consommation de poudre . . . . .	15	•
Consommation de dynamite . . . . .	•	7,95
L'installation complète avait coûté. . . . .	fr. 32.571,50	
Le prix du fonçage par mètre courant s'est élevé à . . . . .		900,90

Dans ce prix le travail du creusement proprement dit a été de fr. 397,20 c<sup>s</sup>; le montant total des salaires s'est élevé à fr. 530,70 c<sup>s</sup> et les fournitures à fr. 370,20 c<sup>s</sup>.

172. Le perforateur Burleigh a été employé avec assez de succès au fonçage des puits, aux mines de Drybroot (forêt de Dean, Angleterre); ici l'usage de la perforation mécanique a été exclusif. Après avoir employé le trépied Humboldt, comme à Rossitz, on l'abandonna pour l'affût de M. Brain (fig. 259, pl. XV) qui permet de forer auprès des parois et de faire, d'une paroi à l'autre, deux rangées parallèles de trous sans changer la position de l'affût.

173. La Société anonyme de Wérister près de Liège a appliqué la perforation mécanique au fonçage de deux puits jumeaux de 200 mètres chacun et de 3 mètres de diamètre intérieur. Elle s'est servi de perforateurs Dubois et François suspendus à l'affût représenté fig. 240 et 241, pl. XV). Cet affût se compose d'un cadre en bois et en fer et de deux colonnes verticales en fer rond de 0<sup>m</sup>,10 de diamètre portant chacune une vis horizontale qui peut décrire une demi-circonférence. Sur chaque vis se meut un écrou auquel est suspendu un perforateur. Un support horizontal placé au bas de chaque colonne permet de fixer le bâti du perforateur dans une position plus ou moins inclinée. L'affût et ses deux per-

orateurs pèsent 2.000 kilogrammes; on le relève à 5 mètres au-dessus du fond du puits au moment du tir (fig. 240). Le nombre de trous forés sur la surface de chaque puits a été de 15 à 28 suivant la nature du terrain; on leur a donné de 1<sup>m</sup>,80 à 1<sup>m</sup>,20 de profondeur. Pendant les 168 premiers jours de travail, on a fait 74 attaques complètes, soit en moyenne 55 heures par attaque dont 16 pour la perforation et 37 pour le tir, le déblai et le boitage. L'avancement pendant ce temps a été de 96 mètres, soit 1<sup>m</sup>,30 par attaque et 0<sup>m</sup>,60 par jour. La venue d'eau a varié de 30<sup>m</sup>³ à 121<sup>m</sup>³ par jour. La dépense par mètre courant a été à peu près ce qu'elle eût été par l'ancien procédé, mais on a eu l'avantage d'une marche beaucoup plus rapide.

#### § 4. — *Haveuses mécaniques.*

174. Le havage dans les tailles ou dans les dépilages est un travail difficile et presque toujours pénible; il s'exécute, le plus souvent, à la base de la veine sur une assez grande profondeur, mais sur une hauteur très-faible afin de réduire, autant que possible, la proportion de menu. Ces conditions obligent le mineur à travailler dans une position fatigante. Dans les houilles dures, le havage exige quelquefois l'emploi de la poudre et nous avons vu (127) qu'en Angleterre on a eu, dans certains cas, recours à des appareils hydrauliques dont la construction est basée sur l'idée des aiguilles-coins. C'est également en Angleterre que l'on a appliqué, dans un certain nombre d'exploitations, les haveuses mécaniques, appareils dont l'emploi, disons-le de suite, n'a pu se généraliser et s'est localisé, au contraire, dans des mines dont les conditions de gisement et d'exploitation se prêtaient particulièrement à cette application hardie.

Parmi les différents systèmes de machines à haver qui ont été proposées, on peut citer la haveuse de MM. William Baird et C<sup>ie</sup> (fig. 243 à 246, pl. XVI), qui travaille à Coatbrige (Écosse), et la

haveuse de MM. Winstanley et Barkers (fig. 248 à 249), qui fonctionne dans les environs de Manchester.

Ces deux appareils ont été essayés aux mines de Blanzv, par M. Petitjean; ils n'ont pas donné, dans cette exploitation, des résultats comparables à ceux que cet ingénieur avait pu constater dans les houillères anglaises qu'il a visitées. Les haveuses de ces deux systèmes fonctionnent à l'air comprimé; elles ont été décrites dans une communication faite le 8 juin 1876 par M. Petitjean au congrès de Douai.

175. Dans la machine W. Baird, le havage est fait par une chaîne de Galle armée de couteaux d'acier et portée par un bras en tôle d'acier qui fait saillie sur le bâti de 0<sup>m</sup>,90, profondeur de l'entaille; ce bras est composé de deux parties qu'une vis *A* permet d'éloigner l'une de l'autre. Le cylindre moteur utilise l'air comprimé à une pression de 3 kilogrammes. La bielle attaque un arbre coudé *B* qui porte un volant et l'excentrique du tiroir; le mouvement est transmis à la chaîne coupeuse par les jeux d'engrenages *EF* et *GH*; cette chaîne marche à une vitesse de 0<sup>m</sup>,50 par seconde. Le bâti de la machine repose sur quatre roues que des rails mobiles dirigent parallèlement au front de taille; ce mouvement s'exécute d'une façon automatique au moyen d'un tambour *O* sur lequel s'enroule une chaîne attachée à un point fixe, tambour que commande l'excentrique *M* par l'intermédiaire d'une roue à rochet *H*.

La machine Baird pèse 2 <sup>1</sup>/<sub>4</sub> tonnes. Avant d'en faire l'essai à Blanzv, dans une grande couche et dans un charbon dont la nature se prêtait mal à cette application, M. Petitjean l'avait vue fonctionner en Écosse dans une couche de 1 mètre de puissance, inclinée de 12°, d'allure régulière et possédant un toit solide; cette couche était exploitée par longues tailles. Dans ces conditions extrêmement favorables au havage mécanique, la machine Baird, conduite par quatre hommes, coupait dans un charbon homogène et résistant 1<sup>m</sup>,20 par minute sur 0<sup>m</sup>,80 de profondeur, et 0<sup>m</sup>,07 de hauteur, et sur un front de taille de 120 mè-

res. La force réellement utilisée par cette machine était de 7 à 8 chevaux, ce qui exigeait une force correspondante de 45 à 50 chevaux déployée par la machine à vapeur qui était placée au jour à 800 mètres environ du point où la haveuse fonctionnait.

La machine Baird, achetée pour les mines de Blanzy, a coûté 5.000 francs rendue à destination.

**176.** La haveuse de MM. Winstanley et Barkers se compose d'un fort bâti en fer forgé ayant 2<sup>m</sup>,10 de longueur sur 0<sup>m</sup>,80 de largeur, porté sur des roues à gorge circulant sur une voie ferrée (fig. 247 à 249). La hauteur de l'appareil au-dessus du rail est de 0<sup>m</sup>,55; deux petits cylindres oscillants communiquent un mouvement de rotation à l'arbre moteur; cet arbre est coudé, il est placé, à peu près, au centre du châssis; il porte à son extrémité inférieure un pignon engrenant avec une roue dentée armée de couteaux en acier de formes différentes. C'est cette roue qui pratique le havage sur une profondeur de 0<sup>m</sup>,90; son axe est porté par un bras formé de deux flasques en tôle d'acier, qui peut recevoir, autour d'un point fixe adapté au châssis, un mouvement de rotation commandé par une couronne dentée et une vis sans fin qu'un petit volant permet de manœuvrer à la main. La machine de MM. Winstanley et Barkers pèse de 1.800 à 2.000 kilogrammes; on produit le mouvement d'avancement sur les rails au moyen d'un petit treuil manœuvré à distance et d'une chaîne fixée au bâti; cette machine, achetée pour les mines de Blanzy, a coûté 5.000 francs rendue à destination; elle fait 80 tours par minute, en marche normale, avec de l'air comprimé à 2<sup>a</sup>. ou 2<sup>a</sup>,50.

**177.** Pas plus que la machine Baird, la haveuse Winstanley n'a donné à Blanzy les résultats satisfaisants constatés en Angleterre; on eût cependant donné la préférence à la machine Baird si les conditions de gisement et d'exploitation des mines de Blanzy se fussent mieux prêtées à l'application de havage mécanique, si, au lieu d'opérer sur des piliers de 10 à 20 mètres de

longueur, on avait pu, comme en Angleterre, opérer sur des piliers de 80 à 100 mètres, si enfin on n'avait pas eu à combattre les affaissements qui se produisaient presque immédiatement dans les parties remblayées, menaçant les hommes et la machine et provoquant l'écrasement des parties voisines non défilées.

§ 3. — *Bosseyeuse mécanique.*

**178.** Je ne dirai qu'un mot de la Bosseyeuse mécanique que MM. Dubois et François avaient exposée à l'Exposition d'hygiène et de sauvetage de Bruxelles en 1876, et qui a été disposée pour opérer le coupage des voies sans le secours de la poudre. Cet appareil se compose d'un perforateur Dubois et François, de grandes dimensions, installé sur un affût spécial dont la pièce principale est une caisse creuse en fonte qui sert de réservoir d'air. Ce perforateur se meut sur une vis de fort calibre et peut, grâce à un dispositif emprunté aux grues, opérer le forage des trous obliques ou horizontaux, au toit, au mur ou contre les parois. Ces trous ont 1 diamètre de 8 à 10 centimètres et une profondeur de 0<sup>m</sup>,70. On y introduit une aiguille-coin sur laquelle on agit à l'aide d'un mouton de 30 à 40 kilogrammes qu'on substitue au fleuret du perforateur. Le volume de cet appareil est peut-être de nature à restreindre son emploi, basé sur l'application de l'aiguille-coin qui, nous l'avons vu, est elle-même peu répandue.

---

## CHAPITRE V.

12<sup>e</sup> Leçon.

## SOUTÈNEMENT DES EXCAVATIONS.

## De la nécessité du soutènement dans les excavations.

**179.** Il existe des excavations souterraines qui ont pu se maintenir pendant un grand nombre d'années sans exiger aucune précaution pour leur soutènement, aucun moyen de consolidation. J'ai pénétré moi-même dans des galeries de mines, pratiquées à une époque très-reculée dans des roches résistantes, pour ainsi dire inaltérables ; le profil de ces voies souterraines qu'aucune maçonnerie ne soutenait, n'avait subi pendant des siècles aucune variation sensible ; les parois s'étaient pourtant, au contact de sources intérieures, tapissées de formations minéralogiques qui témoignaient d'une ancienne origine. Mais ce sont là des exceptions, et dans la généralité des cas, les excavations exigent, tout au moins dans les roches assez friables de notre région industrielle, l'application sur des points isolés, ou sur toute leur étendue, de moyens propres à prévenir l'éboulement des parois.

L'altération des roches fissiles au contact de l'air ou sous l'influence des eaux qui les pénètre, altération qui se localise souvent dans des bancs ou des sillons qui se délitent, provoque un mouvement continu dans les masses découpées par des galeries à travers-bancs ; à cette première cause d'éboulement se joignent les tassements qui se produisent dans les travaux d'exploitation par suite d'un remblayage toujours incomplet, tassements dont l'effet se fait sentir dans les galeries situées en dehors du plan

des couches et qui, malgré une épaisseur souvent considérable de morts-terrains, lézardent les constructions de la surface. D'autres causes telles que les trépidations produites par le roulage et par la circulation permanente des hommes, des chevaux et des produits, affectent à un moindre degré la solidité des excavations souterraines.

Les dislocations géologiques qui ont détruit l'homogénéité des terrains, fissuré et désagrégé les masses ont fréquemment préparé les obstacles que rencontre le mineur dans le soutènement des excavations, obstacles qui lui imposent parfois l'emploi de moyens de consolidation fort coûteux.

Quant aux terrains aquifères, les difficultés qu'ils opposent à leur traversée et à leur soutènement sont telles que nous aurons à nous occuper d'une façon toute spéciale des moyens de les combattre; les houillères du Nord de la France, de la Belgique et de la Westphalie, nous procureront des exemples d'avaleresse foncées à travers ces terrains difficiles, et heureusement terminées au prix des plus énergiques efforts.

Les galeries principales, en veine, sont naturellement celles qui sont davantage affectées par les tassements que provoque l'exploitation, puisqu'elles se trouvent dans le plan même des travaux; elles n'ont généralement qu'une durée limitée par le dépilage d'une tranche ou d'un étage en exploitation; elles peuvent toutefois servir ensuite de voies de retour d'air. Le plus souvent on se contente de les boiser, sauf à remplacer plusieurs fois le boisage et à exécuter, au fur et à mesure que les affaissements se produisent, des *rauchages* successifs; il arrive pourtant qu'on les muraille, surtout quand par ces voies on tient à se ménager, pour l'avenir, un retour d'air facile et qu'elles doivent servir au roulage des produits exploités dans plusieurs veines rapprochées.

Dans certaines exploitations, comme à Blanzky, on renonce à placer dans la couche les voies de roulage d'une certaine durée, et l'on échappe à des frais d'entretien dispendieux en plaçant les



galeries dans le mur et en rejoignant la couche, de distance en distance, par des recoupages. C'est l'importance donnée à ces galeries au rocher, qui explique le développement accordé par la Compagnie des mines de Blanzky aux travaux de perforation mécanique.

Enfin, dans certaines exploitations, on ménage le long des voies en veine dont on veut prolonger la durée, des piliers intacts, de même qu'on assure la sécurité des puits par un *stot* cylindrique de 100 mètres de diamètre, au delà duquel commencent seulement les traçages, et qu'on préserve, par exemple, dans le Pas-de-Calais et le Nord, les travaux souterrains des eaux, que pourrait amener la dislocation des terrains supérieurs en laissant entre les parties exploitées et le *tourtia*, une zone de 15 à 50 mètres d'épaisseur qui isole l'exploitation.

### § 1. — *De l'emploi des bois dans les mines.*

Avant d'aborder la question du boisage des excavations, je crois utile de donner ici quelques indications sur les essences de bois employées dans les mines, sur la destination de ces différentes espèces de bois, sur l'importance des approvisionnements à faire et sur les règles à suivre pour apporter l'ordre et l'économie dans cette branche importante du service.

#### Essences diverses, leurs usages.

**180.** Le chêne blanc qui pèse de 643 à 1.015 kilogrammes par mètre cube, constitue le bois de charpente par excellence, il sert aussi, comme nous le verrons dans un autre chapitre, à faire les pièces de cuvelage dans la traversée verticale des zones aquifères. Il importe, en conséquence, d'avoir toujours en magasin un approvisionnement de chêne d'une certaine importance, en bois de diverses grosseurs; les bois de guidage se scient dans des

chénaux que les mines de notre région trouvent intérêt à se procurer dans le pays; il n'en est pas de même des gros bois qu'elles vont souvent chercher à de grandes distances.

Quelques exploitations ont donné de l'extension à l'usage du chêne d'Amérique dont le prix est relativement peu élevé, mais ce n'est pas un bois à recommander dans les constructions sérieuses.

Le chêne est d'un excellent emploi dans le boisage des galeries de mine, il présente une grande solidité et il se conserve aussi bien dans l'humidité que dans une atmosphère sèche, abstraction faite de l'aubier dont la décomposition est, au contraire, très-rapide. Malheureusement son prix est fort élevé et dans beaucoup de localités éloignées des lieux de production on éprouve des difficultés à se procurer des perches ou des rondins de chêne en quantité suffisante.

Le chêne vert qui pèse de 930 à 1.220 kilogrammes se trouve dans le Midi de la France; il sert aussi dans le boisage courant: on en fait des manches d'outils.

Le châtaigner est un bois souple qui s'exploite surtout à l'état de taillis; il craint le mauvais air, mais il résiste bien sous l'eau. Il est estimé des mineurs comme bois de soutènement; on en fait des manches d'outils, les branches peuvent servir à faire des paniers de mine; il pèse de 683 à 1.100 kilogrammes.

L'orme sert dans la construction des traverses de mine, de cadres pour châssis et portes d'aérage, on en fait aussi des moyeux de roues et même des jantes; il pèse de 743 à 942 kilogrammes.

Le hêtre est un bois plein et dur qui peut souvent remplacer le chêne, il convient surtout pour les pièces qui doivent prendre une certaine courbure; sous l'eau il résiste bien, mais il est cassant à sec et on ne l'admet pas, en France, dans le boisage courant des mines; on se montre un peu moins rigoureux à l'égard de cette essence dans les houillères belges; son poids par mètre cube varie de 750 à 852 kilogrammes.

Le frêne, qui pèse environ 783 kilogrammes, donne d'excel-

lents manches d'outils; il sert à faire des rais de voiture ainsi que des flèches et des brancards. Il est admis dans les livraisons de perches destinées au boisage souterrain; il est d'ailleurs fort, fibreux et se conserve bien dans les galeries. Tous les bois qui précèdent rentrent dans la catégorie des *bois durs*.

Les *bois résineux* trouvent en général leur emploi dans les charpentes légères ou à grande portée, ainsi que dans la menuiserie grossière. Le pin, qui pèse de 814 à 828 kilogrammes, est d'un usage courant pour le boisage souterrain dans beaucoup de mines où l'air n'est ni chaud ni vicié et où, au contraire, il règne une humidité constante. Le mélèze, dont le poids est de 657 kilogrammes, conviendrait également, mais il est plus rare. Quant au sapin, il est assez employé dans le boisage courant en Allemagne, où il abonde du reste et où il est de meilleure qualité que dans nos contrées; on en fait une assez grande consommation aux mines d'Anzin, mais en général on en fait un usage modéré dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, surtout dans les mauvais terrains où il ne peut guère servir que comme boisage provisoire, c'est-à-dire comme premier boisage qui se remplace ensuite par le chêne après que les effets de tassement se sont manifestés. Aux mines de Ferfay, la proscription du sapin a donné lieu à une économie notable. Le sapin pèse de 460 à 657 kilogrammes par mètre cube.

Les bois blancs sont employés sous forme de planches pour faire des canards ou caisses d'aérage, des caisses de wagonnets ou de brouettes, etc., des *planches de denne* qui servent dans les tailles à la séparation du charbon et des terres; ces dernières sont en peuplier blanc et tendre qui pèse de 371 à 414 kilogrammes; les autres sont en peuplier plus dur et plus serré. Comme boisage courant dans les mines, le peuplier ne convient pas. Il en est de même du tilleul. On admet par contre dans les livraisons de perches de mines le saule, l'aulne et le tremble qu'on désigne plus particulièrement avec le frêne sous le nom de *bois gris*. Le saule et l'aulne sont légers, maniables et en même temps fibreux et résistants, ils se conservent bien dans

un milieu chaud et humide. L'acacia est assez rare dans le Nord de la France, il a fort bien réussi dans le boisage souterrain. surtout dans les régions sèches où la température est élevée et où la ventilation est imparfaite. Le charme est généralement réservé pour le travail du tour auquel se prête la finesse de son grain; on en fait des modèles, des chapes de poulies, etc., il pèse 756 kilogrammes, l'acacia pèse de 717 à 820 kilogrammes.

Le charme est admis avec une certaine réserve dans les fournitures d'étais de mines, il est fibreux et résistant, mais il s'altère avec une extrême rapidité lorsqu'il est mis en dépôt sur un terrain frais, il devient alors d'une grande fragilité. Le bouleau, moins fibreux que le charme, s'altère, comme ce dernier, dans les dépôts et sur le parterre des coupes; son emploi est plus dangereux encore parce que sa décomposition est masquée par une écorce lisse et saine.

Je ne ferai que signaler les bois fins tels que le buis, le cormier, le mérisier, le pommier et le poirier qui ne servent qu'au travail du tour pour former les pièces frottantes des machines, des coussinets de tourillons et des dents d'engrenages.

En résumé, pour le boisage courant des excavations, on se sert surtout, dans le Nord de la France et en Belgique, du chêne blanc mélangé d'un peu d'essences plus tendres; on se sert aussi du sapin en moindre quantité; dans le Midi et dans le Centre, on a surtout recours au pin et au chêne vert.

#### Classification des bois employés dans le boisage courant.

##### Mode d'achat.

**181.** Les bois destinés au soutènement des travaux souterrains sont achetés sous la forme de perches ou encore de rondins ou étauçons sciés suivant des longueurs déterminées. Dans le Nord et le Pas-de-Calais, les perches en chêne ou en bois gris (frêne, aulne, tremble. etc.) se rangent en quatre catégories : les

*petites, les moyennes, les grosses et les grandes*; cette classification est basée sur la longueur des perches et leur circonférence mesurée au petit bout et à 1<sup>m</sup>,60 du pied. Ces quatre catégories se divisent elles-mêmes en six classes qu'on désigne par le nombre de coups de marteau ou de marques que reçoivent les perches lors de leur réception. Le tableau suivant indique pour chaque classe la longueur moyenne, la circonférence moyenne, le cube moyen, le nombre de perches au mètre cube, le prix moyen aux cent pièces et le prix correspondant du mètre cube; ces prix s'entendent des perches rendues à la mine, reconnues, triées et dressées par classes séparées, contre une charpente grossière qu'on appelle *gibel* :

CATEGORIES.	CIRCONFÉRENCES		Pro- gression par mètre	Circonfé- rence au pied.	DIMENSIONS moyennes		CUBE d'une perche.	QUANTITÉ au mètre cube.	PRIX du 100.	PRIX de revient du mètre cube
	au petit bout.	à 1 <sup>m</sup> ,60 du pied.			en circonfé- rence.	en longueur.				
S.D.	9	16	1.43	18.28	13.64	6.50	0,009.670	103.40	francs. 25 »	francs. 25,85
1	11,5	21	1.70	23.72	17.35	7.50	0,0179.85	55.60	45 »	25,02
2	14	26 <sup>5</sup>	1.81	29.39	21.70	8.50	0,031.851	31.40	75 »	23,55
3	18	32 <sup>5</sup>	1.83	33.42	26.71	9.50	0,053.933	18.54	145 »	26,88
4	23	40	2.15	43.44	33.22	9.50	0,083.422	11.98	230 »	27,55
5	29	49 <sup>5</sup>	2.44	53.42	41.20	10.00	0,135.075	7.40	360 »	26,64
6	35	60 <sup>5</sup>	3.03	65.35	50.175	10.00	0,200.340	4.991	550 »	27,45

Les prix des perches varient d'une année à l'autre; ils sont aussi essentiellement variables suivant les lieux de provenance, l'importance des demandes, les difficultés de réception, de transport, etc.

Le tableau suivant établit la relation qui existe entre le prix des perches à la pièce et le prix de ces mêmes perches au mètre cube :

S. D.	A la pièce . .	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	•
	Au mètre cube.	24,80	25,85	26,88	27,94	28,95	29,98	31,02	•
1 c.	A la pièce . .	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	•
	Au mètre cube.	22,24	25,02	27,80	30,58	33,36	36,14	38,92	•
2 c.	A la pièce . .	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	•
	Au mètre cube.	21,98	23,55	25,12	26,69	28,26	29,83	31,40	•
3 c.	A la pièce . .	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	•
	Au mètre cube.	25,98	26,88	27,84	28,73	29,66	30,59	31,56	•
4 c.	A la pièce . .	2,20	2,30	2,40	2,50	2,55	2,60	2,65	2,70
	Au mètre cube.	26,35	27,55	28,75	29,95	30,40	31,44	31,74	32,34
5 c.	A la pièce . .	3,50	3,60	3,70	3,75	3,80	3,90	4,00	4,05
	Au mètre cube.	25,90	26,64	27,38	27,75	28,12	28,86	29,60	30,00
6 c.	A la pièce . .	5,40	5,50	5,60	5,70	5,75	5,80	5,90	6,00
	Au mètre cube.	26,95	27,45	27,95	28,44	28,70	28,93	29,42	29,91

La proportion dans laquelle les bois de chaque catégorie figurent dans un lot de perches fourni par une coupe varie suivant les circonstances qui influent sur la végétation et suivant les essences, l'âge et la consistance des bois exploités. Voici les résultats relevés par M. Thélou, sous-inspecteur des eaux et forêts (1), pour une forêt du Bas-Boulonnais, traitée en taillis sous futaie et exploitée à la révolution de 30 ans sans éclaircie ni nettoyage pratiqué dans le cours de la révolution.

(1) Exposition universelle de 1878. Notice publiée par M. Thélou, sous-inspecteur des eaux et forêts.

DÉSIGNATION des perches.	NOMBRE de trunks fournaies.	VOLUME de l'une des perches		VOLUME de l'ensemble des perches par catégorie		PROPORTION P. %.	
		en stère.	en mètre cube.	en stère.	en mètre cube.	en mètre cube.	en mètre cube.
6 coups . . .	1	0.220	0.195	0.220	0.195	0.032	0.040
5 — . . .	3	0.170	0.130	0.510	0.390	0.075	0.084
4 — . . .	15	0.139	0.085	2.085	1.275	0.307	0.278
3 — . . .	28	0.073	0.053	2.100	1.484	0.310	0.323
2 — . . .	26	0.050	0.033	1.300	0.858	0.190	0.187
1 — . . .	20	0.031	0.017	0.496	0.340	0.073	0.074
S. D. . . .	7	0.021	0.009	0.084	0.063	0.013	0.014
	100			6.795	4.605	1.000	1.000

Les perches s'achètent vers le mois de novembre, et les mines s'assurent en général leur approvisionnement par des marchés à livraisons échelonnées; voici le modèle d'un de ces marchés :

BOUILLÈRE

## MARCHÉ DE PERCHES

avec M. \_\_\_\_\_  
de \_\_\_\_\_  
pour \_\_\_\_\_

Entre M. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ d'une part ;

et M. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ d'autre part ;

il a été convenu ce qui suit :

## ARTICLE PREMIER.

Le \_\_\_\_\_ sieur \_\_\_\_\_ vend \_\_\_\_\_ et s'oblige \_\_\_\_\_ à  
fournir, livrer et rendre à \_\_\_\_\_ frais et dépens la présente fourniture

dans le terme de \_\_\_\_\_ mois, sous peine de tous dommages-intérêts à encourir de plein droit par le vendeur; par la seule échéance du terme et sans qu'il soit besoin d'aucune mise en demeure, la quantité de \_\_\_\_\_, provenant de \_\_\_\_\_, dans les espèces et aux prix ci-après désignés, savoir :

Perches.		Dimensions.				COUPS DE MARTEAU à donner par espèce.	Prix du cent ou chiffres.		surplusant de transport.	Prix de cent par espèce exprimé en lettres
ESPÈCES.	QUANTITÉS à livrer.	LONGUEUR	CIRCONFÉ- RENCES au petit bout.	SAISSONS ou CIRCONFÉRENCES à (1 <sup>re</sup> & 2 <sup>e</sup> ) du pied. Avec l'écorce.	Pelées.		fr.	¢		
Grosses . . .		mètres. 40	centimèt. 32 à 38	centimèt. 60 à 72	centimèt. 55 à 66	6				
Id. . . .		40	26 à 32	48 à 60	44 à 55	5				
Id. . . .		9,50	20 à 26	40 à 48	36 à 44	4				
Id. . . .		9 à 10	16 à 20	32 à 40	29 à 36	3				
Moyennes . .		8 à 9	12 à 16	26 à 32	24 à 29	2				
Petites, 1 <sup>re</sup> cl.		7 à 8	10 à 12	20 à 26	18 à 24	1				
Id. 2 <sup>e</sup> cl.		6 à 7	8 à 10	16 à 20	14 à 18	S. D.				
TOTAL. .										

## ART. 2.

Les dites perches seront choisies et marquées \_\_\_\_\_ par les employés de la Compagnie \_\_\_\_\_ et d'après les indications qui précèdent.

## ART. 3.

Elles ne pourront être raccourcies ni fendues et devront avoir une longueur de \_\_\_\_\_ au-dessous de la marque; elles seront pelées et dressées dès qu'elles auront reçu l'empreinte du marteau de la Compagnie; le tout aux frais du vendeur \_\_\_\_\_.

## ART. 4.

Les perches qui ne seraient pas régulièrement martelées ou qui n'auraient pas à leur arrivée à destination les conditions prescrites au tableau qui précède, resteront pour le compte du vendeur \_\_\_\_\_, ou seront rangées dans la classe à laquelle ils appartiennent, en raison de leur longueur et de leur circonférence, sans pour cela que le vendeur \_\_\_\_\_ soit dispensé de



compléter la quantité qu'il \_\_\_\_\_ engagé \_\_\_\_\_ à fournir, d'après les dispositions de l'article premier ci-dessus.

## ART. 5.

Les perches d'essence de charme et de hêtre ne seront point admises dans les \_\_\_\_\_.

## ART. 6.

Par dérogation à l'usage ordinaire et pour faciliter au \_\_\_\_\_ vendeur \_\_\_\_\_ l'expédition des perches, la Compagnie consent à ce qu'il \_\_\_\_\_ en fasse \_\_\_\_\_ raccourcir un certain nombre, mais seulement parmi les \_\_\_\_\_; les morceaux d'une même perche devront être rapportés les uns à côté des autres et le batelier devra les représenter au déchargement, le vendeur étant responsable de l'exécution de cette clause devant la Compagnie.

## ART. 7.

Les dites perches seront payées par la Compagnie, aux prix arrêtés à l'article premier à \_\_\_\_\_, ou au comptant avec escompte de trois pour cent, au choix de la Compagnie.

## ART. 8.

En cas de difficultés sur les clauses du présent marché, le \_\_\_\_\_ vendeur \_\_\_\_\_ déclare \_\_\_\_\_ se soumettre à la juridiction du tribunal de commerce de \_\_\_\_\_.

*Fait double, à \_\_\_\_\_.*

Les rondins ou étançons sont livrés aux dimensions d'emploi ; ces dimensions varient d'une mine à l'autre, suivant la puissance des veines exploitées et la nature des terrains. Les étançons sont employés soit comme *bois de voies*, c'est-à-dire pour former les montants des cadres de boisage, soit comme *billes* de voies pour former les chapeaux des mêmes cadres, soit comme étais ou *bois de taille*, soit enfin pour faire des *rallongues* qui soutiennent le toit parallèlement au front des tailles, ou même des *queues* auxquelles on donne aussi le nom d'*esclimbes* et qui

relient les lignes de rallongues les unes aux autres (ce sont des *bois de garnissage*). Tous ces bois s'achètent au mètre cube dans le Nord; le prix du mètre cube rendu à la mine est d'environ 57 à 58 francs pour le chêne et de 35 à 36 francs pour le bois gris.

Les sapins se livrent dans le commerce soit en perches, soit en rondins ou étauçons; le prix s'entend au mètre cube; il est d'environ 27 francs pour les perches et de 30 francs pour les étauçons.

Si les marchands de bois trouvaient aisément des bûcherons suffisamment habiles pour opérer en forêt, d'une façon avantageuse, la découpe des baliveaux propres à être débités en étauçons, ils accorderaient, en général, la préférence à la fourniture de bois débités, car, en comparant les deux sortes de livraisons pour 1000 baliveaux propres à faire 1000 perches de 4 coups, on trouve, en faveur du débit en étauçons, une augmentation de 4 % environ sur le prix de vente et d'environ 7 % sur le prix d'acquisition. Mais les fournisseurs éprouvent souvent de grandes difficultés pour vaincre les habitudes des bûcherons et pour trouver des ouvriers assez habiles et assez soigneux; aussi préfèrent-ils livrer des perches. Quant aux compagnies de mines, le calcul montre qu'au point de vue pécuniaire, les deux modes de livraison doivent leur être indifférents.

#### Consommation et approvisionnement.

**182.** La consommation de bois est fort variable d'une mine à l'autre; elle dépend de la nature des terrains. Aux mines d'Anzin où l'on emploie une assez grande quantité de sapins, elle est de 0<sup>m</sup>,049 par tonne de houille extraite <sup>(1)</sup>; aux mines de Montrambert, on compte par tonne de houille 2<sup>m</sup>,40 de butte de 0<sup>m</sup>,16 de

---

<sup>(1)</sup> La classification des perches à Anzin n'est pas tout à fait celle qui a été donnée n° 181 quant au volume des perches. Une perche de 2 coups cube à Anzin 0<sup>m</sup>,050; on compte par conséquent que l'on consomme en moyenne à Anzin, par tonne de houille extraite, la valeur d'une perche de 2 coups.

diamètre et 1<sup>m</sup>,50 de planches brutes. Dans une houillère du Pas-de-Calais qui a de fort mauvais terrains et dont la production annuelle est d'environ 160.000 tonnes, la consommation totale intérieure de bois a été la suivante en 1877 :

Perches S. D. . . perches.	27.145	} Dépense totale de bois. fr. 170.174,50 Production. . . . . 156.432,960 Dépense de bois par tonne de houille extraite. . fr. 1.068
id. 1 c . . . . .	36.339	
id. 2 c . . . . .	49.471	
id. 3 c . . . . .	45.143	
id. 4 c . . . . .	7.600	
id. 5 c . . . . .	3.373	
id. 6 c . . . . .	425	
Chêneaux . . . . . m <sup>3</sup>	396.920	
Étançons de chêne . . .	946.127	
Étançons de bois gris . .	248.423	
Sapins . . . . .	254.235	
Pins. . . . .	172.806	
Bois divers . . . . .	95.126	

A la fosse n° 3 de Bruay la consommation de bois en 1875 a été la suivante :

Perches S. D. . . . fr.	4.531,90	} Fr. 80.126,21, soit par tonne de houille extraite une dépense en bois de fr. 0.784.
id. 1 c . . . . .	8.026,24	
id. 2 c . . . . .	4.355,40	
id. 3 c . . . . .	46.108,24	
id. 4 c . . . . .	7.008,71	
id. 5 c . . . . .	4.689,89	
id. 6 c . . . . .	4.636	
Sapins . . . . .	32.869,15	
Bois divers. . . . .	3.880,68	

Enfin aux mines de Nœux, pour une extraction de 410.000 tonnes, on a dépensé, pendant l'exercice 1874-1875, pour 34.792 francs de bois de mine, soit 272.433 francs en perches et 162.359 francs en bois de voie, ce qui fait par tonne de houille extraite une dépense de bois de fr. 1,06 c<sup>s</sup>. En 1875 la consommation de bois a été en moyenne, pour les mines réunies du Nord et du Pas-de-Calais, de fr. 0,96 c<sup>s</sup> par tonne.

En 1876 la consommation d'états dans les houillères françaises, comparée à la production de la houille, a été la suivante pour les différents groupes de mines :

DÉSIGNATION des groupes.	Consommation d'étais.	Production en houille.	Consommation par TONNE de houille.
	stères.	tonnes.	stères.
Groupe du Nord . . .	310.000	6.627.000	0.047
— du Centre . . .	267.100	6.070.000	0.044
— du Midi . . .	408.100	3.097.487	0.035
Divers . . . . .	53.700	1.340.728	0.040
TOTAUX et MOYENNE.	738.900	17.133.470	0.043

La consommation de bois, par hectare de superficie souterraine déhouillée, est d'environ 240 stères pour les houillères du Nord et de 130 à 140 stères pour celles du Centre et du Midi.

On exploite en France environ 910.550 stères de bois de mines par an ou approximativement 580.000 mètres cubes.

**183.** Dans les houillères du Pas-de-Calais on calcule l'importance des marchés de bois à conclure, de façon à assurer l'approvisionnement, tant en bois à recevoir qu'en bois reçus et emmagasinés, pour un roulement de 15 à 18 mois.

Les bois de mine sont l'objet d'une première réception en forêt et d'une réception définitive sur les parcs où on les empile en tas réguliers par longueurs et diamètres si ce sont des étauçons, et où on les classe par catégories sur des gibets s'il s'agit de perches en chêne ou en bois gris. Les perches en sapin restent souvent couchées sur les dépôts. Tous les tas doivent porter des écriteaux et des numéros et l'on ne doit jamais entamer qu'un tas pour chaque catégorie; de cette façon on évite les erreurs et l'on obtient, à l'épuisement de chaque tas, une vérification de l'exactitude des écritures. Un bon moyen de contrôle de la situation des tas de perches consiste à séparer chaque millier de perches par un fil de fer.

Les bois en magasin sont délivrés tous les jours par des équipes

qui en opèrent le sciage à forfait; ces livraisons sont faites d'après des bons de commande émanant du service du fond; elles s'exécutent sous la surveillance du chef de carreau ou d'un agent spécial. Des registres d'entrée et de sortie, tenus sur chaque fosse, établissent la situation journalière de tous les tas de perches; il convient que cette situation soit également transmise tous les jours au service technique et au magasin central par des états dont le tableau suivant représente un modèle à recommander :

**Fosse n°** \_\_\_\_\_ **Compagnie houillère** **D**

**SITUATION JOURNALIÈRE.**

**Mouvement des bois de mine du** \_\_\_\_\_ **187** \_\_\_\_\_

DÉSIGNATION <small>DES</small> SITUATIONS PARTIELLES.	Perches.						Étrépages en chêne.						Étrépages en bois gris.															
	S. D.	1 c.	2 c.	3 c.	4 c.	5 c.	6 c.	Totaux.	1 <sup>er</sup> 30	1 <sup>er</sup> 40	1 <sup>er</sup> 50	1 <sup>er</sup> 60	2 <sup>er</sup> 30	2 <sup>er</sup> 40	2 <sup>er</sup> 50	2 <sup>er</sup> 60	Totaux.	1 <sup>er</sup> 30	1 <sup>er</sup> 40	1 <sup>er</sup> 50	1 <sup>er</sup> 60	2 <sup>er</sup> 30	2 <sup>er</sup> 40	2 <sup>er</sup> 50	2 <sup>er</sup> 60	Totaux.		
Stock au matin . . . . .																												
Entrées . . . . .																												
Totaux . . . . .																												
Sorties . . . . .																												
Reste au soir . . . . .																												
Observations.							Observations.						Observations.															

Le débit des perches en rondins, suivant les longueurs portées aux commandes des fosses, s'exécute à la scie; on paye les prix moyens suivants pour le sciage du cent de perches en chêne ou en bois gris :

S. D.	1 coup.	2 coups.	3 coups.	4 coups.	5 et 6 coups.
fr. 0,90	fr. 1,00	fr. 1,25	fr. 2,50	fr. 5,00	fr. 6,00

quant aux perches en sapin, le prix est d'environ fr. 0,05 c<sup>s</sup> la perche.

Les bois qui restent trop longtemps en magasin se dessèchent, ils peuvent *maigrir* au point d'exiger un déclassement qui constitue un déficit à l'inventaire; il y a donc un intérêt puissant à employer les bois de mine par ordre d'ancienneté, c'est-à-dire à n'entamer un tas de bois qu'après l'épuisement d'un autre tas plus ancien.

#### Altération du bois dans les mines.

**184.** Les bois s'altèrent dans les mines beaucoup plus vite qu'en plein air, surtout lorsqu'ils sont placés dans des voies de retour d'air ou sur des points où la ventilation est insuffisante. L'air vicié détermine une altération qu'on appelle la *carie sèche* et qui est due à une fermentation de la sève; elle se manifeste par des végétations soyeuses qui garnissent la surface, tandis que le corps du bois se laisse pénétrer aisément par la pointe d'un couteau. Cette altération des bois de mine a un caractère contagieux et se propage rapidement d'un cadre à un autre; elle est accompagnée d'une odeur caractéristique; on la prévient par une ventilation active.

Dans les terrains humides, le chêne et le pin acquièrent une longue durée. J'ai retrouvé dans d'anciens travaux exécutés dans des mines gauloises sous l'occupation romaine, des bois de chêne qui avaient acquis une dureté et une résistance extrêmes et qui

étaient devenus absolument noirs par suite d'un séjour prolongé sous l'eau qui avait envahi ces anciennes exploitations.

#### Descente et approchage des bois de mine.

**185.** Les bois de mine débités à la surface sont descendus dans les fosses à des heures réglementaires et conduits à destination sur des trucs ou wagonnets spéciaux. Dans beaucoup de mines, le mineur va lui-même chercher ses bois au puits, ou plutôt il les fait approcher par un aide; dans d'autres exploitations les bois sont livrés à pied d'œuvre aux ouvriers qui doivent les utiliser.

Aux mines de Mariemont, le service de distribution des bois a pu s'organiser d'une façon très-régulière: chaque mois l'ingénieur de la fosse s'entend avec les porions pour préciser quelle sera la consommation journalière de chaque taille. Il dresse un état dans lequel il indique le nom de la veine, l'étage auquel elle est exploitée, le numéro de la taille, le nombre de bois de taille qu'il faut par jour, celui des bois de voie, celui des *bêles* (rallongues) et celui des *lambordes* (queues). Ces bois confectionnés à l'atelier central par de vieux mineurs payés à la tâche sont placés dans des chariots spéciaux et dirigés sur la fosse par un trainage mécanique. Les bois placés à la partie supérieure du chariot, portent en chiffres romains le numéro de la taille à laquelle ils sont destinés. Quand le chariot arrive au fond, le *cageur* (chargeur d'accrochage) l'expédie dans la direction voulue, ce qui lui est facilité par un tableau affiché dans la chambre d'accrochage; ce tableau porte les numéros des tailles avec des flèches indiquant la direction correspondante.



## § 2. — *Boisage des tailles et des galeries.*

### Ouvriers, surveillance.

**186.** Le boisage dans les tailles se fait par les mineurs ou ouvriers à veine qui se servent de la hache, pour achever sur place la préparation des bois. Dans les galeries, il est exécuté par des boiseurs spéciaux, ou des raccommodeurs.

Les porions doivent veiller à ce que les ouvriers fassent un emploi judicieux des bois qui leur sont livrés, à ce qu'ils ne mettent pas des bois trop forts sur les points où des bois plus faibles pourraient convenir, à ce qu'ils ne raccourcissent pas inutilement des pièces de dimension utilisable pour remplacer des pièces de longueur convenable qu'ils auraient négligé de se procurer etc.. etc. Enfin, ils doivent veiller à ce que tous les bois soient placés dans les meilleures conditions de stabilité.

### Boisage des tailles.

**187.** Dans la plupart des méthodes d'exploitation, les mineurs, ainsi que nous le verrons dans un prochain chapitre, avancent avec des *tailles* plus ou moins larges; ils soutiennent le toit de ces excavations par un boisage approprié à la nature et au degré de résistance des épontes, tandis qu'ils laissent ébouler ce toit derrière eux ou qu'ils le remplissent avec des remblais au milieu desquels ils ménagent simplement les passages nécessaires à la circulation. Dans le cas le plus simple, c'est-à-dire lorsque le toit est assez bon, on se contente de le soutenir par de simples buttes, chandelles ou bois de taille, placés sur les points où l'adhérence des premiers lits paraît moins parfaite, ce dont le mineur s'assure par le son qu'il produit en frappant avec la tête de son pic, ces points douteux. Ces chandelles sont chas-

sées avec la tête de la hache et amenées dans une position normale à l'inclinaison de la couche; on fait au pic l'emplacement qui doit recevoir le pied du bois de taille et l'empêcher de glisser sur le mur, souvent très-lisse, ou bien on assure le serrage par un bout d'écoin au pied de la butte, comme on le fait également pour le sommet. L'écoin du bas peut reposer sur un petit tas de menu qui prévient tout glissement et facilite l'enlèvement des buttes, quand cet enlèvement est possible sans danger.

Les terrains se prêtent quelquefois au déboisement partiel ou total des tailles, ce qui conduit à employer plusieurs fois les mêmes buttes; c'est ce qui a permis dans certaines exploitations anglaises, la substitution de chandelles en fonte aux rondins ordinaires en bois. M. Dermoncourt, ingénieur de la Compagnie d'Anzin, a même proposé d'étauçonner les tailles avec un système de buttes creuses, munies d'une vis en fer; on les place pendant le jour et on les enlève la nuit pour exécuter le remblai des excavations. Les essais faits à Anzin, avec ces étauçons auxquels on donne le nom de *bottes*, n'ont pas procuré les résultats qu'on en attendait et ce système, qui ne serait d'ailleurs applicable que dans des couches très-peu inclinées et possédant un bon toit, ne s'est pas répandu.

Lorsque le soutènement du toit exige un boisage plus efficace et plus complet que les chandelles isolées, les bois de taille, au lieu de s'appuyer directement contre le toit, sont entaillés à la partie supérieure en gorge de loup et reliés par des *rallongues* disposées parallèlement à la taille, comme on le voit dans les figures 414 et 415, planche XXV, et dans les figures 264 et 265, planche XVII. Entre le toit et les rallongues on place des bois de garnissage ou *esclimbes*, dont on soutient provisoirement les extrémités dans des entailles pratiquées à la partie supérieure du front de taille en attendant qu'une nouvelle ligne de rallongue vienne former leur point d'appui. L'esclimbage peut se faire au toit ou au mur suivant la nature des épontes. La figure 264 montre la disposition du boisage d'une taille avec *esclimbage au*

*toit* ; la figure 265 représente une disposition analogue mais avec *esclimbage au mur*.

Lorsque les épontes sont extrêmement friables, comme cela se présente notamment dans le bassin de Seraing, l'esclimbage ordinaire devient parfois insuffisant; on est alors forcé de prévenir la chute des fragments de schistes, en tapissant le terrain de paillassons, ou de fagots faits avec de menus branchages et auxquels on donne le nom de *veloutes*. Il y a des mines en Belgique où la dépense de bois à laquelle conduit ce soutènement si complet s'élève à fr. 1,50 c<sup>s</sup> par tonne de houille extraite.

#### Boisage des galeries.

**188.** Le boisage d'une galerie souterraine peut être, lui aussi, plus ou moins compliqué; il s'opère à l'aide de *cadres* plus ou moins rapprochés qu'on relie les uns aux autres par des queues ou bois de garnissage. Un cadre ordinaire, complet (fig. 254, pl. XVII), se compose de deux montants ou *bois de voies*, d'un chapeau ou *bille* et d'une semelle. Dans le cas d'une galerie en veine, pratiquée en direction, on réserve principalement le nom de bois de voie au montant situé du côté de l'amont pendage et l'on désigne l'autre montant sous le nom de bois de fond.

Quand le mur présente une solidité suffisante, on supprime la semelle (fig. 253). Si la galerie est très-haute, la pression exercée sur les montants tend à les rapprocher, on maintient leur écartement par des tendards horizontaux (figure 255). On peut, dans le cas d'une galerie élevée, appuyer sur ces tendards une cloison qui ménage à la partie supérieure un compartiment d'aérage (fig. 256), de même qu'on peut, comme on le voit figures 257 et 258, isoler à la partie inférieure un compartiment ou un radier pour l'écoulement des eaux.

Les galeries ont des dimensions très variables qui dépendent surtout de l'usage auquel elles sont destinées; les galeries dans

lesquelles doivent circuler les chevaux, doivent avoir des dimensions telles qu'elles assurent toujours une largeur d'au moins 1<sup>m</sup>,20 et une hauteur d'au moins 1<sup>m</sup>,50 entre boisage. Dans les parties qui doivent recevoir un double roulage, c'est-à-dire une voie pour aller et une voie pour le retour des convois, l'excès de largeur que cette condition impose, oblige souvent à soutenir le milieu du chapeau par une chandelle verticale (fig. 252).

L'assemblage de chaque montant avec le chapeau se fait par l'une des trois dispositions représentées (fig. 266, 267 et 268), suivant le sens dans lequel s'exerce surtout la pression et la difficulté que présente le maintien de l'écartement des montants. Dans certains cas, on pourra réduire le boisage des galeries à des éléments plus simples (fig. 250 et 251). Dans d'autres circonstances, au contraire, la pression sera telle qu'il deviendra nécessaire d'ajouter au cadre ordinaire des poussards obliques (fig. 269).

Les figures 259 à 263 et 270 représentent divers cas particuliers de boisage en veines, dans les plateures ou dans les dressants; elles montrent également que le coupage des voies peut se faire tantôt dans le mur, tantôt dans le toit, tantôt dans les deux épontes. Il va sans dire que dans le choix de ces diverses dispositions pour le coupage des voies, on tient surtout compte de la facilité que ce coupage peut présenter.

### 13<sup>e</sup> Leçon.

#### *Boisage des galeries (suite).*

**Boisage des galeries dans les terrains où la résistance des cadres ordinaires devient insuffisante.**

**189.** Les dispositions simples décrites (n° 188) sont d'une application journalière dans les mines; elles conviennent aux terrains dont le soutènement ne présente aucune difficulté particulière, mais il y a des terrains dans lesquels ces moyens ordi-

naires deviennent tout à fait insuffisants. Dans ces terrains difficiles à maintenir, il faut, ou bien recourir au muraillement des galeries, ou bien avoir recours à des blindages plus résistants, c'est-à-dire à des revêtements métalliques ou à des boisages spéciaux.

Après des essais infructueux pour maintenir aux mines de Janon une galerie partant du puits de Belair, et revêtue d'un muraillement, formé de moellons de 0<sup>m</sup>,50 d'épaisseur, reposant sur un radier composé de poutres en chêne (fig. 273), M. Baure obtint d'heureux résultats en remplaçant la maçonnerie par des cadres en charpente dont la forme est représentée (fig. 271 et 272). Les pièces principales de ces cadres avaient 0<sup>m</sup>,35 à 0<sup>m</sup>,40 d'équarrissage ; ces boisages ont résisté pendant plusieurs années.

Depuis 1850 on emploie dans le bassin de la Loire et surtout à Rive-de-Gier, des *boisages armés*, auxquels on a donné le nom de *boisages anglais*, dénomination d'autant plus impropre que les mines anglaises possèdent, en général, de fort bons terrains, n'exigeant que peu de bois pour le soutènement des galeries. Ces boisages perfectionnés sont représentés (fig. 274, 275 et 276); ils consistent dans l'emploi d'une armature intérieure polygonale soutenant chaque cadre extérieur, et dans la jonction des cadres entre eux par des longerons horizontaux, placés le long des montants et des chapeaux. L'armature est faite en petits bois; elle diffère du reste selon les dimensions du cadre extérieur et suivant qu'il s'agit du boisage d'une galerie à voie unique ou d'une galerie à double voie. Les longerons qui ont 3 ou 4 mètres de longueur, par exemple, sont tout d'abord fixés à l'aide de fils de fer aux chapeaux et aux montants; on supporte ensuite chaque longeron par deux ou trois faux montants *a b*, puis on place de chaque côté deux ou trois des jambes de force *b c*. Lorsque l'ensemble est ainsi lié, on supprime les ligatures en fil de fer et l'on chasse à coups de masse les montants et les jambes de force qu'il reste à placer de façon à les amener à prendre une position normale aux longerons.

Les dimensions indiquées (fig. 275) se rapportent à un boisage armé, appliqué aux mines de la Malafolie; elles ont été relevées par M. Chansselle en 1874. D'après cet ingénieur, on avait, en armant les cadres, ramené à 0<sup>m</sup>,22 le diamètre moyen de leurs bois, tandis que dans les cadres ordinaires, ce diamètre était d'au moins 0<sup>m</sup>,25; on s'était contenté pour l'armature de bois de 0<sup>m</sup>,11 de diamètre, de telle sorte que dans les cadres ordinaires et les cadres armés, le cube du bois employé était resté à peu près le même. Aux mines de Villars et à Rive-de-Gier, la substitution des boisages armés aux boisages ordinaires, a donné lieu, au contraire, à l'emploi d'un plus grand cube de bois.

Dans les différentes exploitations où ce système de boisage a été appliqué à des voies horizontales ou inclinées, en dehors des dépilages et aux points où s'exercent des pressions inégales, on a pu prolonger d'une manière sensible la durée des bois. Aux mines de la Péronnière, cette durée a été triple de celle des bois employés dans le boisage ordinaire. Le seul inconvénient reproché aux boisages armés, c'est qu'ils rendent les réparations partielles plus difficiles.

**Prix de revient du boisage des galeries.**

**190.** Aux mines de Villars le cadre ordinaire, ayant 2 mètres de largeur et 2 mètres de hauteur, revient à fr. 8,30 c<sup>t</sup> ainsi répartis :

Bois du cadre . . . . .	fr.	5,10
Garnissage en écoins. . . . .		1,60
Main-d'œuvre . . . . .		1,60
		8,30
<b>TOTAL.</b> . . . .	<b>fr.</b>	<b>8,30</b>

Dans les galeries où les cadres simples ont été remplacés par des cadres armés, le prix de revient s'est élevé comme suit :

Bois des cadres (avec élevage de 0 <sup>m</sup> ,60 à 0 <sup>m</sup> ,80). fr.	6,10
Bois de l'armure . . . . .	5,50
Garnissage en écoins. . . . .	1,60
Main-d'œuvre { cadre . . . . .	1,60
armures . . . . .	1,25
TOTAL. . . . . fr.	<u>14,05</u>

Nous avons dit qu'aux mines de la Malafolie, le cube du bois est le même dans les cadres armés et dans les cadres non armés; ce cube est de 0<sup>m</sup>3,400 qui, au prix de fr. 30,50 c<sup>s</sup>, le mètre cube donne le chiffre élevé de fr. 12,20 c<sup>s</sup>, pour la dépense de bois.

Le cadre ordinaire coûte à la Malafolie,

Bois . . . . . fr.	12,20
Pose . . . . .	<u>2,50</u>
TOTAL. . . . . fr.	14,70

La pose de l'armature s'élevant à fr. 2,50 c<sup>s</sup>, les cadres armés reviennent à fr. 14,70 c<sup>s</sup> + fr. 2,50 c<sup>s</sup> = fr. 17,20 c<sup>s</sup>.

Voici comment ces prix comparatifs s'établissent aux mines de Ferfay :

1<sup>o</sup> Cadre ordinaire :

Chêne, 2 bois de 2 <sup>m</sup> ,20 de long. à fr. 1,48 la pièce fr.	2,96
1 chapeau de 1 <sup>m</sup> ,80 id. à 0,76 id.	0,76
Bois de garnissage sur une long. de 1 <sup>m</sup> ,250; comme les cadres sont distants de 0 <sup>m</sup> ,50, la valeur des bois de garnissage est de. . . . .	1,25
Pose du cadre . . . . .	<u>2,50</u>
	7,47

2<sup>o</sup> Armature dite à l'anglaise :

Sapins, 6 cadres pour une long. de 5 <sup>m</sup> donnent un cube de 0 <sup>m</sup> 3,297, soit au prix de 30 fr. le m <sup>3</sup> , fr. 8,91, soit pour un cadre . . . . .	1,48
Pose des 6 cadres = 18 fr., soit pour un . . . . .	<u>3 »</u>
	4,48
Prix de revient du cadre armé complet . . . . .	11,95

**Boisage des galeries dans les terrains ébouleux.**

**191.** Lorsqu'on doit avancer en galerie à travers un terrain *ébouleux*, il n'est pas possible de laisser sans protection, même pour un temps très-court, le pourtour de la galerie en avant du dernier cadre; le front lui-même doit être masqué par un blindage qu'on découvre par petites portions et qu'on maintient, le cas échéant, par des buttes appuyées contre des chandelles provisoires. On pousse successivement en avant chaque élément de cette cloison, après avoir gratté le terrain, en ne laissant jamais que de petites surfaces à découvert. En un mot, le travail du creusement et le travail du boisage qui s'exécutent successivement dans les terrains consistants, doivent être simultanés dans les terrains ébouleux. Les garnissages peuvent être faits, soit avec des esclimbés, soit avec des palplanches jointives selon la nature des terrains; on les enfonce en divergeant. Ce mode de boisage est représenté par les figures 286 et 287, planche XVII.

Quand les terrains sont *coulants*, c'est-à-dire arénacés et rendus fluides par la présence d'une certaine quantité d'eau, on peut encore opérer un picotage à l'avancement et sur la sole de la galerie; ces picots, enfoncés à coups de bélier, refoulent le terrain et augmentent la pression de telle sorte que des trous percés à la tarière dans la masse des picots, donne lieu ensuite à un véritable écoulement du terrain. Cette disposition est représentée figures 288 et 289. La méthode des palplanches jointives est employée d'une manière courante en Silésie; l'emploi des picots a été pratiqué avec succès en Belgique.

### § 3. — *Boisage des puits.*

#### **Boisage provisoire dans un puits circulaire.**

**192.** Les puits de mine qui établissent la communication entre la surface et les travaux du fond ont une importance et une durée qui excluent généralement l'emploi d'un boisage défi-



**nitif.** On se contente habituellement de maintenir les terrains par un boisage provisoire auquel succède immédiatement un revêtement en maçonnerie. Dans ce cas on donne aux puits une section circulaire ou elliptique.

Le creusement s'opère suivant un polygone circonscrit à un cercle ayant le diamètre définitif du puits augmenté de deux fois l'épaisseur de la maçonnerie. Le boisage est fait en rondins taillés en biseau à leurs extrémités et assemblés à mi-bois ; un garnissage plus ou moins complet soutient le terrain derrière les cadres polygonaux ; ceux-ci sont placés en descendant ; ils sont reliés par des écoins et suspendus à un cadre porteur dont les côtés prolongés prennent leur appui sur une assise solide. La figure 283 montre la disposition de ce boisage élémentaire.

#### Boisage définitif dans un puits rectangulaire.

**193.** Quand les puits doivent être boisés d'une façon définitive, on leur donne la forme rectangulaire que l'on rencontre dans certaines mines métalliques ; on les oriente dans ce cas comme cela a été indiqué (n° 87). Cette forme se prête sans perte d'espace à la division en compartiments. Les cadres sont faits, soit avec des rondins, soit avec des pièces équarries ; ils se composent de deux pièces longues et de deux petites ; ces cadres sont placés à l'aplomb les uns des autres et reliés par des montants verticaux placés dans les angles et arrêtés par des goussets cloués. Quand le terrain le permet, les cadres sont posés par reprises de bas en haut ; chaque série s'appuie sur un *cadre porteur* dont les côtés prolongés sont encastrés dans la roche ; on exécute derrière les cadres un garnissage en rapport avec la nature des terrains traversés ; ce boisage est ensuite complété par le cloisonnage des compartiments (fig. 281 et 282).

Quand on est obligé de poser le boisage de haut en bas, c'est-à-dire au fur et à mesure du creusement, les cadres sont reliés les uns aux autres par des écoins cloués, et la série des cadres

successifs est suspendue à un cadre porteur installé solidement à la partie supérieure.

**Boisage des puits rectangulaires dans les terrains inconsistants.**

**194.** Lorsque le terrain a peu de consistance et que les bois sont abondants, on peut former le boisage par une série de cadres contigus (fig. 277 et 278).

Enfin quand le terrain est tout à fait éboulé, on procède, comme pour les galeries, par avancement de garnissages divergents derrière les cadres et par le blindage du fond du puits, en fractionnant le travail du creusement; ce fractionnement est facilité par une petite excavation qui précède l'avancement de la section entière et qui forme en même temps un puisard dans lequel les eaux se réunissent (fig. 279 et 280).

Pour prévenir toute déviation dans la colonne du puits on peut installer dans les angles des pièces verticales solidement arc-boutées les unes contre les autres, comme on le voit dans la figure 290.

**Prix de revient du boisage des puits.**

**195.** M. Callon évalue comme il suit le prix du boisage d'un puits de 4 mètres sur 1<sup>m</sup>,30 dans œuvre divisée en deux compartiments d'extraction et un compartiment de retour d'air, en supposant par mètre un cadre formé de pièces équarries de 0<sup>m</sup>,20 de côté.

2 pièces de 4 <sup>m</sup> ,40	=	8 <sup>m</sup> ,80	
2 id. de 4 <sup>m</sup> ,70	=	3 <sup>m</sup> ,40	
2 id. de 4 <sup>m</sup> ,50	=	2 <sup>m</sup> ,60	
			<hr/>
		$14m,80 \times 0m,20^2 = 0m3,592$	à 80 fr. 47,56
Poteaux dans les angles pour relier les cadres 4 <sup>m</sup> à 4 fr.			4
Pour garnissage, 25 <sup>m</sup> courants à fr. 0 15			5,75
Coulantage des compartiments, 5 <sup>m</sup> à 3 fr.			15
			<hr/>
		TOTAL DES FOURNITURES.	70,11
Main-d'œuvre de pose et menus frais			10
			<hr/>
		TOTAL.	80,11

#### § 4. — *Muraillement des galeries.*

**196.** Bien que la dépense de premier établissement à laquelle donne lieu le muraillement d'une galerie, soit trois ou quatre fois plus élevée que le prix du boisage, on trouve fréquemment avantage à recourir à la maçonnerie, parce que quand elle est bien établie, elle n'exige pour ainsi dire point de frais d'entretien, tandis que les bois doivent être renouvelés plus ou moins souvent, soit parce qu'ils se brisent sous les efforts qui résultent de la poussée des terrains, soit qu'ils périssent par la carie sèche dans les régions où la ventilation est imparfaite. Il y a des exploitations dans lesquelles les bois doivent être redoublés ou remplacés plusieurs fois par an.

En général on réserve les muraillements pour les bowettes, les grandes galeries de retour d'air, les galeries d'écoulement, les abords des puits, en un mot pour les excavations de longue durée. On muraille quelquefois des voies de fond quand elles doivent servir au roulage d'une zone importante de l'exploitation. Mais le plus souvent ces voies secondaires sont simplement boisées.

**Maçonneries en pierre sèches, avec des morceaux pris dans les remblais.**

La maçonnerie la plus simple dans le cas d'une voie à maintenir au milieu des remblais, consiste à établir, de chaque côté de la galerie, des murs en pierre que l'on construit avec des matériaux choisis dans les remblais parmi les plus résistants; les vieux bois de mine trouvent leur place dans ces murs où ils sont employés comme parpaings. Cette maçonnerie élémentaire résiste bien quand elle est construite avec soin; elle sert d'appui à des billes en bois ou à des vieux rails quand le toit a besoin d'être soutenu sur la largeur de la galerie; elle n'est à proprement parler qu'un remblai particulièrement soigné.

**Matériaux ordinaires employés dans les maçonneries souterraines.**

**107.** Les matériaux employés régulièrement dans les maçonneries souterraines sont :

1° Les moellons bruts ou plus ou moins piqués provenant de roches calcaires, de grès, micaschistes, gneiss, etc., et affectant une forme plate, ce qui en facilite l'usage.

2° Les briques dont l'emploi plus commode encore, est répandu dans les districts houillers du Nord; on leur donne généralement les dimensions de 0<sup>m</sup>,22 × 0<sup>m</sup>,11 × 0<sup>m</sup>,06; la consommation de briques par mètre cube de maçonnerie est de 630, en y comprenant les déchets dus aux transports et aux manutentions et les rebuts faits lors de l'emploi. Elles doivent être bien cuites, sans pour cela être vitrifiées au point d'empêcher la prise du mortier.

On ne doit employer que de bonnes briques pour les maçonneries souterraines.

La fabrication des briques se fait en tas, par la méthode belge, dans le Nord de la France et en Belgique. Cette fabrication se donne à l'entreprise à un briquetier avec lequel on passe un traité pour une campagne. Voici le modèle de l'une des formes usitées pour les marchés de ce genre :

*Entre les soussignés,*

Monsieur \_\_\_\_\_, Directeur gérant de la Compagnie houillère de \_\_\_\_\_, demeurant à \_\_\_\_\_, agissant au nom et pour le compte de cette Société,

D'UNE PART;

et Monsieur \_\_\_\_\_, maître briquetier, demeurant à \_\_\_\_\_

D'AUTRE PART;

*A été convenu ce qui suit :*

Le sieur \_\_\_\_\_ s'engage à confectionner au moyen d'ouvriers capables fournis par lui, pour la dite Compagnie de \_\_\_\_\_, pendant la campagne de mil huit cent \_\_\_\_\_, sur des terrains situés à \_\_\_\_\_, la quantité de :

1° \_\_\_\_\_ briques faites à la main, et  
 2° \_\_\_\_\_ briques à la presse, au prix de \_\_\_\_\_ et aux conditions suivantes :

1° Toutes les briques seront de même échantillon et auront, une fois cuites, vingt-deux centimètres de longueur sur onze centimètres de largeur et six centimètres d'épaisseur.

2° La Compagnie fournira à l'entrepreneur la terre propre à la fabrication et le terrain nécessaire pour mouler et sécher; elle fournira également les hangars pour le séchage des briques à la presse.

3° La Compagnie de \_\_\_\_\_ s'engage à rendre sur les chantiers toute l'eau nécessaire pour la fabrication.

4° Le sieur \_\_\_\_\_ devra fournir tout ce qui est nécessaire, tels qu'outils, machines à presser, tables, baquets, raclours, moules, brouette, paille, perches, bois pour allumer les fourneaux, charbon pour cuire les briques, sable, baraque d'ouvriers, paillasons, en un mot tout ce qui concerne l'entière confection et cuisson des briques. Il est bien entendu que tous salaires d'ouvriers sont à la charge de l'entrepreneur.

5° Le sieur \_\_\_\_\_ sera responsable, envers les voisins, des dommages que pourrait occasionner le feu ou la fumée des briqueteries, à moins que l'agent de la Compagnie ne l'oblige impérieusement et par lettre, à enfourner à l'époque de la floraison des blés ou colzas et que dans ce cas il n'ait été prouvé que toutes les précautions ont été prises par l'entrepreneur.

6° En ce qui concerne les briques à la main, la terre devra être corroyée jusqu'à ce qu'elle forme une pâte homogène assez dure pour être pressée dans le moule et transportée ensuite sans que les angles soient froissés. Ces briques seront séchées avec les soins exigés et de manière qu'elles ne soient ni fendues ni gercées. On les ébarbera en les relevant et l'on observera dans leur cuisson qui devra être faite par un cuiseur agréé par la Compagnie, tout ce qui est nécessaire pour qu'elles soient bien cuites, bien dressées sur toutes les faces et sonores. Celles qui seraient trop tendres, scoriées ou coulées, sauf le pied du four à la hauteur de sept tas, seront décomptées à l'entrepreneur qui ne pourra prétendre à aucune excuse

résultant de la mauvaise qualité de la terre qu'il est admis à juger avant la fabrication.

7° L'entrepreneur ne pourra enfourner de briques cassées à moins qu'elles ne soient brisées par le milieu et dans ce cas même, il n'en sera reçu qu'un vingtième du cube total de la briqueterie.

8° Chaque fournée ou briqueterie devra avoir une hauteur d'au moins cinquante tas. Lorsque sur un emplacement quelconque, il aura déjà fait quelques fourneaux, la Compagnie fournira à l'entrepreneur les briques d'enveloppes avec lesquelles il devra former le pied de la briqueterie, ainsi que les angles jusqu'à la hauteur de dix à douze lits. Ces briques seront déduites du cube de la briqueterie et il sera payé deux francs au mille de briques pour les recuites.

9° Les briques seront comptées à la brouette; tout autre mode de compter devra être admis par l'entrepreneur à condition qu'il soit contradictoire.

10° La Compagnie s'oblige à payer à titre d'à-compte, pendant la fabrication, les deux tiers de l'ouvrage qui sera fait en fabricant et le dernier tiers restera à payer jusqu'à la vérification des briqueteries qui sera faite immédiatement après l'achèvement de la fabrication.

Si après paiement, on s'apercevait que l'intérieur contient des briques non convenables, la Compagnie aurait son recours contre l'entrepreneur, proportionnellement au nombre de briques hors de service.

11° Si la Compagnie exigeait que les briques fussent cuites sur un terrain autre que celui sur lequel elles auraient été moulées, il serait payé à l'entrepreneur, à moins que la Compagnie ne fit effectuer le transport à ses frais, cinq centimes du millier par chaque décamètre de distance au delà de soixante mètres, à compter en ligne droite depuis le milieu de chaque séchoir jusqu'au milieu du fourneau. A cette distance de soixante mètres et au-dessous, l'entrepreneur n'aurait droit à aucune indemnité.

12° L'entrepreneur devra se conformer aux ordres qui lui seront donnés par l'agent de la Compagnie, chargé de diriger et surveiller les travaux pour cuisson, moulage, etc.

15° L'entrepreneur devra être sur les lieux ou s'y faire représenter par un contre-maitre, chargé de surveiller les mouleurs et autres ouvriers.

14° La livraison des briques se fera dans les délais suivants :

1° La première moitié d'ici au 31 juillet 187 .

2° La deuxième moitié fin septembre 187 .

Dans les cas où l'entrepreneur ne livrerait pas les briques dans les délais rigoureux ci-dessus, la Compagnie se réserve le droit de prendre aux frais de l'entrepreneur, telles mesures qu'elle jugera convenables pour assurer, en temps utile, son approvisionnement.

Fait en double à \_\_\_\_\_ le mars 187 .

On doit employer de préférence, dans les mines, du mortier hydraulique qui doit être *gâché très-serré*. On compte que chaque mètre cube de maçonnerie exige 2 hectolitres de mortier, mais comme on ne doit laisser aucun vide au-dessus de la maçonnerie, la consommation de mortier est doublée souvent par les remplissages au-dessus des voûtes et derrière les piédroits.

**Dispositions diverses pour le muraillement des galeries.**

**198.** La figure 284, pl. XVII, montre la coupe transversale d'une galerie pratiquée dans d'assez bons terrains et dont la sole est assez ferme pour dispenser de faire un radier ; c'est une voûte en plein cintre à laquelle on donne une épaisseur de 0<sup>m</sup>,50, soit celle de deux briques, et qui repose sur deux piédroits dont la base entre de 0<sup>m</sup>,10 à 0<sup>m</sup>,20 dans la sole. On donne aux piédroits une épaisseur qui varie de 0<sup>m</sup>,50 à 1 mètre. La voûte se construit à l'aide de cintres formés chacun d'une barre de fer recourbée ; sur ces cintres reposent les douelles qui soutiennent l'intrados. Si la circulation dans la galerie ne doit pas être interrompue pendant qu'on travaille à la voûte, on munit ces cintres de talons qui reposent sur les piédroits.

La figure 285 représente la coupe transversale d'une galerie en maçonnerie, pratiquée dans des terrains difficiles à maintenir ; toutes les parois sont curvilignes et les piédroits s'appuient sur un radier de 0<sup>m</sup>,50.

Les figures 291 à 295, pl. XVIII, représentent différentes dispositions de maçonneries dans des galeries en veine, ces dispositions sont dictées par des conditions particulières pour chaque gisement, elles sont donc essentiellement variables, je ne les ai reproduites que pour faire ressortir l'esprit qui les a dictées.

### Muraillement des galeries dans les terrains ébouloux.

**199.** Dans les terrains tout à fait inconsistants, le muraillement doit suivre le creusement qui s'opère par un procédé analogue à celui qui a été décrit n° 191, c'est-à-dire en blindant le front de l'attaque et en opérant, par fractionnement, l'avancement successif des éléments de ce blindage. On maintient le pourtour de la galerie par des palplanches en fer que soutiennent des cadres de même métal; ces palplanches sont chassées de façon à être engagées dans le terrain en avant du front de taille, tandis qu'à l'arrière elles sont engagées derrière la maçonnerie. La disposition de ce travail est représentée figures 298 et 299, pl. XVIII. Les cadres sont en deux pièces, leurs nervures sont traversées par des tirants qui maintiennent leur parallélisme; l'avancement des palplanches est facilité par une série de trous dans lesquels les ouvriers engagent la pointe de leviers en fer.

### Prix du muraillement des galeries.

**200.** Le prix de revient du mètre courant de muraillement des galeries, varie avec la valeur d'achat des matériaux, leur provenance plus ou moins coûteuse, la distance du puits au chantier souterrain que l'on considère; pour une même section de galerie, il dépend encore de l'importance des vides à combler et des difficultés particulières du travail.

M. Callon estime à fr. 11,60 c<sup>e</sup> le prix moyen du mètre cube de maçonnerie en moellons pour piédroits et à 15 francs le prix moyen du mètre cube de maçonnerie en briques; il porte le dernier prix à 18 francs quand il s'agit d'une voûte. En partant de ces données, il calcule que le prix de revient du mètre courant de galerie ordinaire, formée de deux piédroits en moellons surmontés d'une voûte en briques, en plein cintre s'élève à environ 47 francs <sup>(1)</sup>.

(<sup>1</sup>) CALLON, *Cours d'exploitation des mines.*



Aux mines d'Auchy-au-Bois, les galeries principales établies en prolongement des accrochages, sont murillées aux dimensions intérieures de  $\frac{27,20}{4,30}$ ; les piédroits ont trois briques d'épaisseur, soit 0<sup>m</sup>,70; la voûte en plein cintre est faite en 4 rouleaux de 4 pouces, soit 0<sup>m</sup>,48 d'épaisseur; le cube de maçonnerie est d'environ 3<sup>m</sup><sup>3</sup>,50 par mètre courant. On paye aux maçons 10 francs par mètre courant, le service étant au compte de la Compagnie.

Aux mines de Lens, on compte que la maçonnerie ordinaire en bowettes absorbe, par mètre cube, environ 2 hectolitres de mortier, chiffre qui s'élève à 3 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> hectolitres par suite du remplissage des vides extérieurs avec un blocage au mortier flottant. On estime à 600 le nombre de briques, employées par mètre cube de maçonnerie; on paye un maçon et son aide à raison de 5 francs par mètre cube. D'après ces données, on pourrait établir comme suit le prix de revient du muraillement dans les conditions ordinaires :

600 briques à 13 francs le mille . . . fr.	7,80
3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> de mortier à fr. 0,75 . . . . .	2,62
Main-d'œuvre . . . . .	5 »
	————— 15,425
Soit par mètre d'avancement fr. 15,425 × 3 <sup>m</sup> <sup>3</sup> ,5 =	fr. 55,99

Dans les galeries elliptiques où toutes les faces sont courbes, le prix est naturellement plus élevé.

Voici le détail de la dépense par mètre courant qu'ont entraînée le déboisement et la maçonnerie simple, sans radier, d'une bowette aux dimensions de 2<sup>m</sup>,20 × 2<sup>m</sup>,20, dans une mine du Pas-de-Calais, où l'on compte sur l'emploi de 600 briques au mètre cube, déchets compris et de 3 hectolitres de mortier par mètre cube, soit 2 hectolitres pour la maçonnerie proprement dite et 1 hectolitre pour le remplissage des vides extérieurs :

1° Décomposition du prix d'un hectolitre de mortier fabriqué au manège :

Chaux hydraulique de Tournai . . fr.	0,50
Chaux grasse du pays . . . . .	0,25
Cendres . . . . .	mémoire
Main-d'œuvre. . . . .	0,15
Transport à pied d'œuvre. . . . .	0,10
<b>TOTAL. . . fr.</b>	<b>1 »</b>

l'hectolitre rendu au chantier; ce prix est fort élevé, surtout à cause de l'emploi de la chaux de Tournai;

2° Devis de la maçonnerie par mètre courant de bowette :

(Le cube de maçonnerie par mètre courant étant de 2<sup>m</sup>3,952).

Briques à raison de 600 par m <sup>3</sup> , 1771 à 12 fr. le mille. fr.	21,25
Mortier 5 <sup>n</sup> × 2 <sup>m</sup> 3,952 = 8 <sup>m</sup> 3,85 à 1 fr. . . . .	8,85
Main-d'œuvre, déboisage et servitude compris . . . . .	20 »
<b>TOTAL. . . fr.</b>	<b>50,10</b>

A la fosse n° 7 de Bully-Grenay la maçonnerie d'une bowette en plein cintre de 2<sup>m</sup>,50 de hauteur sur une largeur de 2<sup>m</sup>,10 en haut et 2<sup>m</sup>,20 en bas (dimensions intérieures) sans radier a coûté :

Main-d'œuvre	}	façon du mortier . . . . . fr.	0,86	15,86
		maçonnerie . . . . .	15 »	
Matériaux, 1500 briques à 16 fr. le mille . . . fr.		24 »		
— 7 hect. chaux à fr. 0,90 . . . . .		6,30		
— 7 — cendres à fr. 0,15 . . . . .		1,05		
— 4 — sables à fr. 0,55 . . . . .		1,40		
				52,75
<b>TOTAL. . . . . fr.</b>				<b>48,61</b>

Aux mines de Nœux, les bowettes sont murillées au moyen de deux piédroits surmontés d'une voûte en plein cintre: la hauteur des galeries est de 1<sup>m</sup>,80 sous clef et la largeur de

$0^m,80$ ; l'épaisseur de la maçonnerie est de  $0^m,33$ . On ne compte que 570 briques et  $2^h,30$  de mortier par mètre cube, c'est-à-dire 5 hectolitres par mètre d'avancement, soit  $4^h,46$  pour la maçonnerie proprement dite et  $1^h,54$  pour le blocage. La Compagnie fait elle-même sa chaux avec des moellons qu'elle extrait et qu'elle cuit avec de l'escaillage, c'est-à-dire avec du charbon sale; le mortier contient peu de sable, on emploie surtout des cendres passées à la claie. Quant aux maçons, ils ont fr. 7,70 c<sup>s</sup>. du mètre courant, le mortier et les briques leur étant livrés à pied d'œuvre. Dans ces conditions, le prix de revient du mètre courant de maçonnerie n'atteint pas 30 francs. On pratique, du reste, aux mines de Nœux, le muraillement des bowettes sur une assez grande échelle; on maçonne même quelquefois les voies de fond de  $\frac{1^m,80}{4^m,80}$ ; dans ce cas, le prix donné aux maçons se réduit à fr. 7,50 c<sup>s</sup>. par mètre courant de galerie.

### § 5. — Muraillement des puits.

#### Forme de la maçonnerie.

**201.** Les puits de mine de quelque importance doivent être muraillés dans toutes les parties où la roche n'est pas homogène et où elle ne résiste pas d'une façon absolue aux différentes causes d'altération. Les premiers mètres, à partir de la surface, sont d'ailleurs toujours muraillés, car ils se trouvent établis dans les terrains rapportés, provenant des déblais du fonçage.

Les surfaces courbes sont commandées pour le muraillement des puits; en Allemagne, on donne volontiers aux puits de mine, la forme générale d'un rectangle dont les côtés sont formés par des arcs de cercle à grands rayons; cette forme qui se prête à la division des compartiments sans perte notable d'espace, s'applique surtout dans les puits qui doivent en même temps servir à l'extraction, à l'épuisement, à l'aérage, etc. On rencontre dans les bassins houillers du Nord quelques puits elliptiques : c'est la

forme qui a été donnée à la fosse de la Réunion à Mariemont, mais en général, la forme circulaire est celle qui est adoptée en France, en Belgique et en Angleterre.

#### Diamètre intérieur des puits circulaires.

**202.** Dans le bassin de la Loire, on se contentait autrefois du diamètre de 2<sup>m</sup>,66; aujourd'hui on a adopté des diamètres compris entre 3<sup>m</sup>,50 et 4<sup>m</sup>,60; ce sont également les dimensions en usage dans le Nord et le Pas-de-Calais. La fosse n° 3 d'Auchy-au-Bois, dont le fonçage vient d'être achevé, a un diamètre de 3<sup>m</sup>,75, le puits n° 3 de Liévin (Fosse Ste-Pauline), en exploitation depuis le mois de mars 1876, a 3<sup>m</sup>,65 de diamètre utile entre les collets du cuvelage en fonte; les deux puits jumeaux de la fosse n° 5 de Nœux (Fosse Wallerand), commencés en 1872, ont un diamètre intérieur utile de 4 mètres, la fosse n° 5 de Lens, commencée également en 1872, a 4<sup>m</sup>,86 de diamètre intérieur; c'est le puits le plus grand des deux bassins du Nord et du Pas-de-Calais. Le puits Hugo (Bassin de la Ruhr) a été établi en 1874, au diamètre utile de 5 mètres.

#### Matériaux employés pour le muraillement des puits.

**203.** Les matériaux employés pour le muraillement des puits sont les briques et les moellons piqués; dans les parties aquifères, on a recours à des cloisons étanches, en bois ou en métal auxquelles on donne le nom de *cuvelage* et sur lesquelles nous aurons à nous étendre dans un chapitre spécial. Dans le bassin de la Loire, on fait usage de briques-moellons dont l'un des modèles les plus répandus a les dimensions suivantes :

Longueur . . . . .	296 millimètres.
Largeur au petit bout . . .	145 id.
id. au gros bout . . . .	170 id.
Épaisseur . . . . .	90 id.

Ces dimensions correspondent à un diamètre intérieur de 3<sup>m</sup>,50.

Ces briques trapézoïdales se payent de 100 à 120 francs le mille. Les briques sont moins résistantes que les moellons, leur emploi exige une forte proportion de mortier qui diminue encore la résistance de la maçonnerie; les moellons de grès de St-Étienne sont très-estimés, non-seulement à cause de leur grande résistance, mais encore parce qu'ils procurent un avancement plus rapide dans le muraillement des puits. Malheureusement leur prix est fort élevé si l'on veut des joints bien faits; ainsi, il faut compter sur 12 à 14 francs le mètre carré de parement, ce qui correspond à un prix de 41 à 44 francs le mètre cube pour des moellons ayant en moyenne 0<sup>m</sup>,27 de queue applicables à des puits de 3<sup>m</sup>,50 de diamètre utile.

204. M. Chansselle a cherché à conserver en partie les qualités du moellon en essayant l'emploi plus économique de moellons artificiels en béton moulé. Après avoir expérimenté l'usage du béton Coignet, il a eu recours à un béton composé d'un mortier de sable de la Loire et de ciment à prise lente de Virieu (Ain) englobant des cailloux de grès et de granit. Le béton Coignet n'a pas donné de fort bons résultats, mais les moellons en mortier de ciment ont eu, au contraire, beaucoup de succès et sont entrés dans la pratique à la suite d'expériences concluantes.

En ce qui concerne la résistance comparative des différents matériaux essayés, les expériences de M. Chansselle ont montré:

1<sup>o</sup> Que le grès houiller de St-Étienne, de bonne qualité, s'écrase sous une pression de 272 kilogrammes par centimètre carré.

2<sup>o</sup> Que la brique-moellon de St-Étienne s'écrase sous une pression de 58 kilogrammes.

3<sup>o</sup> Que les moellons ou bétons Coignet, après plus de quatre mois de fabrication, ont une résistance à l'écrasement de 94 kilogrammes.

4<sup>o</sup> Enfin, que les moellons en mortier de ciment fabriqués par MM. Bouillet et Moret, de St-Étienne, résistent après deux mois de fabrication, à une charge de 110 kilogrammes et qu'ils

ne s'écrasent, après six ou huit mois de fabrication, que sous une charge de 115 à 130 kilogrammes.

Quant aux prix comparatifs de ces différents matériaux, ce sont les suivants :

Moellons de grès à 12 fr. le mètre carré, le <sup>m<sup>3</sup></sup> . fr.	41,26
id. à 14 id. id. . . . .	48,15
Briques moellons . . . . .	20,26
Moellons en béton Coignet . . . . .	57,94
Moellons en mortier de ciment . . . . .	40 .

Dans les mines du Nord et du Pas-de-Calais, les muraillements se font toujours en briques.

#### Épaisseur de la maçonnerie dans le muraillement des puits.

**205.** L'épaisseur des muraillements dans le bassin de la Loire est de 0<sup>m</sup>,25 à 0<sup>m</sup>,30 en moellons, et de 0<sup>m</sup>,30 en briques, non compris un blocage en béton qui remplit les vides entre la maçonnerie et la roche. Dans le Nord et le Pas-de-Calais on donne aux revêtements ordinaires une épaisseur de deux briques, soit 0<sup>m</sup>,50 environ; cette épaisseur est naturellement augmentée dans le voisinage de la surface.

A la fosse n° 3 de Ferfay, les deux premiers mètres au jour sont maçonnés sur une épaisseur de 1<sup>m</sup>,20; à partir de là jusqu'aux assises supérieures du cuvelage, l'épaisseur de la maçonnerie est de 0<sup>m</sup>,50. A la fosse Rimbert (Compagnie de Marles), la maçonnerie supérieure, sur une hauteur de 7 mètres, a la forme d'un tronc de cône renversé; à la surface, l'épaisseur est de 1<sup>m</sup>,50 et elle se réduit à 0<sup>m</sup>,50 au bas de la tour conique qui repose sur un fort cadre en chêne entretoisé dans les angles et dont les côtés prolongés sont logés dans le terrain solide. Au lieu d'établir, comme à Rimbert, une maçonnerie conique à la partie supérieure du puits, on gagne souvent l'épaisseur définitive ou les premières assises du cuvelage par une série d'escaliers formés par des réductions successives dans l'épaisseur des assises.

**14<sup>e</sup> Leçon.*****Muraillement des puits (suite).*****Exécution du muraillement des puits.**

**206.** Dans les terrains qui présentent un peu de consistance, le travail ordinaire de muraillement s'exécute par une série de passes ou de *retraites*, en commençant par la retraite supérieure, chaque retraite étant d'ailleurs prise de *bas en haut*. Ces diverses passes sont séparées les unes des autres par des *roues* en bois sur lesquelles elles reposent et qui s'appuient elles-mêmes sur une corniche du terrain, dans une position parfaitement horizontale. Ces roues, auxquelles on donne aussi les noms de *rouets* et de *roulisses*, sont *colletées* comme une trousse de cuvelage, c'est-à-dire serrées fortement contre le terrain par des coins chassés sur le pourtour extérieur.

Les ouvriers qui travaillent au muraillement des puits peuvent se tenir dans un cuveau ou *benne de réparations*, ou bien sur un plancher volant qu'on relève suivant les besoins et qui repose sur des pièces de bois engagées dans des trous ménagés dans la maçonnerie. Pendant l'exécution d'une retraite, l'eau qui suinte dans la région qu'on occupe trouve son écoulement par des trous de tarière ménagés dans la roue et dans lesquels on enfonce des broches aussitôt que cette retraite est terminée. Si les suintements à travers la maçonnerie sont trop abondants, on peut les arrêter à une roue à gargouille communiquant par une manche ou par un tuyau avec un réservoir inférieur ou avec le puisard.

Quand la maçonnerie d'une retraite est arrivée à la hauteur de la corniche qui supporte la retraite supérieure, on abat cette corniche par fractions en soutenant la roue avec des *buttes* ou *guilles* qu'on remplace par de la maçonnerie au fur et à mesure qu'elle s'élève. La figure 300, planche XVII, montre un muraille-

ment en cours d'exécution par le procédé qui vient d'être décrit

Les roues porteuses doivent être d'autant plus rapprochées que le terrain est moins résistant; on peut, si le besoin s'en fait sentir, les relier les unes aux autres par des écoins cloués; on peut encore, si l'on ne trouve pas dans le terrain lui-même un point d'appui suffisant, suspendre les roues par des tirants en fer à des pièces de bois encastrées et faisant saillie dans la maçonnerie supérieure (fig. 311 et 312), ou à un cadre porteur établi solidement à la surface. Dans ce cas, les tirants doivent être filetés à leur extrémité supérieure et susceptibles de recevoir des allonges; à l'extrémité inférieure ils sont munis d'une partie recourbée qui s'engage dans la roue suspendue.

**207.** Lorsque le terrain est tout à fait ébouleux, il devient impossible de suivre, pour le muraillement, la marche que je viens d'indiquer; la maçonnerie, au lieu de s'exécuter par retraites successives, doit, dans ces mauvais terrains, s'exécuter de bas en haut en une seule fois et suivre le déboisage.

Le boisage a dû être fait d'après les principes indiqués précédemment (n° 192); il sera enlevé pièce par pièce et remplacé progressivement par la maçonnerie. Si, pour la facilité du fonçage, le puits a été ouvert et boisé sur une section trop faible pour qu'on y puisse inscrire le diamètre extérieur du muraillement, on repoussera une à une les palplanches après grattage du terrain et l'on procédera ainsi, de proche en proche, à l'élargissement du puits en faisant immédiatement suivre la maçonnerie.

**208.** Dans les terrains aquifères on a eu quelquefois recours à un procédé aussi hardi qu'ingénieux pour murailer les puits. Sur une roue armée d'un sabot tranchant, roue à laquelle on a donné le nom de *trousse coupante* et que l'on a appuyée d'abord sur le fond d'une première excavation de grand diamètre, on élève à la surface du sol une tour en maçonnerie dans laquelle on intercale, de distance en distance, des roues en bois reliées par des tirants en fer. Cette tour, garnie sur son pourtour extérieur



'une enveloppe de madriers, est descendue dans le puits en provoquant au besoin son enfoncement par des fouilles exécutées ar-dessous. Arrivée sur le terrain solide, cette tour peut servir de base à la maçonnerie supérieure.

C'est là un travail délicat sur lequel j'aurai occasion de revenir dans une prochaine leçon quand je parlerai du fonçage des valeresses; il a été pratiqué avec succès dans le bassin de la Ruhr et en Silésie.

**Prix de revient du muraillement des puits.**

**209.** Je n'examinerai ici que le prix de revient de la maçonnerie, exécutée dans les conditions ordinaires.

A St-Étienne, le prix du mètre carré de parement ou de maçonnerie en briques de 0<sup>m</sup>,296 s'établit comme suit :

Chaux demi-hydraulique de Sury . . . fr.	4,64	
Sable de cendres de houille . . . . .	0,46	
Briques 60 à fr. 0,41 l'une . . . . .	6,60	
		11,70
Main-d'œuvre extérieure . . . . .	3,12	
id. receveurs et manœuvres . . . . .	1,51	
		4,63
<b>TOTAL. . . fr.</b>	<b>16,33</b>	

Le prix de revient du mètre carré de parement ou de muraillement en moellons de grès de 0<sup>m</sup>,270 d'épaisseur est :

Chaux de Sury . . . . . fr.	3,84	
Sable de cendre de houille . . . . .	0,38	
Moellons . . . . .	12 »	
		16,22
Main-d'œuvre extérieure . . . . .	2,72	
Main-d'œuvre extérieure . . . . .	1,30	
		4,02
<b>TOTAL. . . fr.</b>	<b>20,24</b>	

La fosse n° 1 de Ferfay, dont le diamètre intérieur est de 4 mètres, a été murillée, dans un approfondissement de 100 mètres, en 1876; on a dépensé en moyenne par mètre courant pour 7<sup>m</sup>,065 de maçonnerie :

Briques, 600 × 7 <sup>m</sup> ,065 × 12 fr. le mille =	. fr.	66,75
Mortier 3 hectol. × 7 <sup>m</sup> ,065 × 1 fr.	=	. . 21,19
Main-d'œuvre . . . . .		40
<b>TOTAL.</b>		<b>. . fr. 112,05</b>

Le muraillement du puits *Ewald* (Westphalie) a été exécuté sur un diamètre intérieur de 5 mètres, en briques-moellons de 0<sup>m</sup>,260 de longueur, de 0<sup>m</sup>,144 de largeur au gros bout et de 0<sup>m</sup>,130 de largeur au petit bout; l'épaisseur était de 0<sup>m</sup>,080. Le prix de l'entreprise était de 375 francs le mètre courant; ce prix comprenait les fournitures et les hommes du fond et du jour sauf les machinistes et les chauffeurs.

### § 6. — *Essais et perfectionnements dans le revêtement des galeries et des puits.*

#### Revêtement des galeries en briques de bois.

210. Aux mines de Mariemont on a, depuis quelques années, appliqué un mode particulier de revêtement dans les galeries établies au milieu de terrains fort difficiles à maintenir, et dans lesquels, la maçonnerie n'ayant pas résisté, on avait inutilement tenté de substituer le fer au bois dans les cadres de soutènement. Ce mode de revêtement extrêmement coûteux, comme premier établissement, ne peut être considéré que comme un moyen héroïque, applicable seulement dans des circonstances exceptionnelles. Il consiste dans l'emploi d'un muraillement circulaire en briques de bois de 0<sup>m</sup>,30 de longueur et de 0<sup>m</sup>,20 de

l'auteur. Le bois employé à cet usage est du chêne de première qualité que la Compagnie achète, débité en longueurs telles qu'il n'y ait point de perte; ce chêne est payé à raison de 250 francs par mètre cube. Il en faut pour une galerie circulaire de 2<sup>m</sup>,20 de diamètre, 2<sup>m</sup>,555, soit une dépense de fr. 588,75 c<sup>t</sup> de bois par mètre courant. On commence la pose par le radier et l'on agit sur le pourtour de ce revêtement en bois un garnissage en maçonnerie au fur et à mesure que les parois s'élèvent.

Cette sorte de *cuvelage* horizontal forme un revêtement d'autant plus rigide, que chaque pièce est réunie à sa voisine par une clef longitudinale (fig. 310). A la fosse *Réunion* de Mariemont, ce système de muraillement en bois a été appliqué à des chambres d'accrochage auxquelles, par suite de l'emploi de cages à étages, on a dû donner une grande hauteur; cette condition particulière a fait écarter la forme circulaire, adoptée pour les galeries ordinaires; on a eu recours à la forme elliptique, comme on le voit sur les figures 314 et 315.

#### Revêtements métalliques dans les galeries.

211. Quelques spécimens de revêtement métalliques figuraient à l'Exposition universelle de 1867; ils se rapportaient à des essais faits en Autriche pour substituer le fer au bois dans les cadres de soutènement des galeries de mine.

Depuis cette époque, l'emploi du fer et particulièrement des vieux rails, s'est développé dans les travaux de soutènement, surtout en Allemagne. Quelques applications ont été faites dans le centre de la France; dans le Nord et le Pas-de-Calais, on a surtout fait usage des vieux rails pour soutenir le toit dans les chambres d'accrochage. En Belgique on se sert couramment du fer et de la fonte dans quelques exploitations pour remplacer le boisage ou la maçonnerie dans les galeries ouvertes au milieu de terrains difficiles à maintenir.

**Soutènement du toit par des vieux rails appuyés sur des piédroits en maçonnerie.**

**212.** L'application la plus simple des vieux rails consiste à les appuyer sur des piédroits en maçonnerie; ils remplacent alors les billes de bois destinées à soutenir le toit. La maçonnerie est tantôt droite, tantôt, comme à Lens, elle présente une courbure dont la flèche varie de  $\frac{1}{10}$  à  $\frac{1}{18}$ . Ce genre de soutènement est économique et il offre une longue durée; les murs sont la plupart du temps exécutés en pierres du fond; souvent on cintre légèrement les rails dont on augmente ainsi la résistance.

La figure 297 montre une disposition plus complète, appliquée avec de la maçonnerie soignée au soutènement d'une chambre d'accrochage aux mines de Ferfay.

**Boisage mixte du Creusot.**

**213.** M. de Biauzat a employé aux mines du Creusot un boisage mixte qui a fort bien réussi dans des galeries principales de longue durée superposées à des travaux d'exploitation très-rapprochés et continuellement sollicités par un mouvement général des terrains. Ce boisage mixte consiste dans l'emploi de cadres, formés de deux montants en chêne de 2<sup>m</sup>,16 de hauteur réunis à la partie supérieure par un chapeau métallique de 1<sup>m</sup>,50 de longueur coupé, dans un rail Vignole du type P. L. M. pesant 36 kilogrammes le mètre courant et provenant des rebuts de fabrications. Ce chapeau repose dans deux entailles pratiquées sur place, à la hache, par les boiseurs, en dix ou quinze minutes; la profondeur de ces entailles ne dépasse pas la moitié de l'épaisseur du bois. Les figures 330 et 331, planche XIX.

332 et 333, planche XX, montrent la disposition de ce mode de soutènement qui, après avoir été essayé dans une galerie de roulage de 300 mètres de longueur à l'étage de 153 mètres du puits Chaptal, a été étendu ensuite à d'autres travaux du même genre. Cette galerie de 300 mètres, pratiquée dans des terrains boueux, était primitivement boisée en forts cadres de chêne, entourés d'un garnissage en palplanches jointives. Ce boisage soigné ne revenait pas à moins de fr. 35,65 c<sup>s</sup>. par mètre courant; la pose exigeait des ouvriers d'élite; l'entretien de ces 300 mètres occupait constamment une équipe de quatre boiseurs qui opérait en huit mois le renouvellement de tous les cadres.

Le boisage mixte des 300 mètres de galerie a duré neuf mois et a coûté environ 14.000 francs, les rails coupés au jour, revenaient à 6 francs le mètre, la valeur d'un cadre était de fr. 32,90 c<sup>s</sup>., ce qui portait à 47 francs le prix de ce boisage mixte. Mais les mêmes chapeaux ayant pu resservir par la suite, la dépense du reboisage n'a plus été que de fr. 32,90 c<sup>s</sup> moins fr. 9,00 = 23,90 c<sup>s</sup> par cadre ou de fr. 34,14 c<sup>s</sup> par mètre, prix légèrement inférieur à celui du boisage en bois. L'entretien annuel qui autrefois s'élevait à 50 francs du mètre pour les 300 mètres de galerie s'est abaissé à 10 francs avec le nouveau système. Pour éviter que, sous l'influence des pressions latérales, les montants ne se fendent au point d'encastrement du chapeau, M. de Biauzat a souvent ajouté sous ce chapeau un poussart en bois; de plus, afin d'empêcher le déversement des cadres par la mise en place des palplanches ou par l'action de pressions obliques, il a réuni tous les cadres par des étrépillons T (fig. 333), placés parallèlement à la galerie, d'un rail à l'autre.

Après cette expérience décisive, M. de Biauzat n'a pas hésité à donner une grande extension à ce système de boisage; en juillet 1874, la houillère du Creuzot possédait 5 kilomètres de voie boisée par le système mixte; cette longueur de galerie représentait l'introduction dans la mine de 175 tonnes de vieux rails sous forme de chapeaux de cadres.

**Revêtement en fer des galeries de Commentry.**

**214.** Aux mines de Commentry, M. Fayol a substitué le fer au bois dans les galeries où les incendies sont à craindre, le long des barrages, par exemple, dans les écuries intérieures et aux abords de ces écuries. Les cadres sont faits avec des vieux rails pesant 14 kilogrammes (fig. 354) le mètre et provenant des voies extérieures; le garnissage est fait en rails plats provenant des voies souterraines. Les pièces des cadres sont un peu cintrées, et on donne aux montants une assise solide en recourbant le pied comme le montre la figure 355. Le devis d'un cadre de trois pièces s'établit comme il suit :

Vieux rails 6 <sup>m</sup> ,40 à 14 fr. le mètre = 87 <sup>m</sup> 600 à fr. 0,12 = fr.	10,75
Main-d'œuvre de forge . . . . .	2
Pose . . . . .	0,75
	<hr/>
TOTAL. . . fr.	13,50

Un cadre de même dimension en chêne de 0<sup>m</sup>,14 de diamètre coûte fr. 4,47 c<sup>s</sup>, soit :

Bois 6 <sup>m</sup> ,20 à fr. 0,60 . . . . .	fr. 3,72
Pose . . . . .	0,75
	<hr/>
TOTAL. . . fr.	4,47

**Cadres en fer et fonte employés au charbonnage du Bois-du-Luc.**

**215.** M. Bourg, directeur du charbonnage du Bois-du-Luc (Hainaut), se sert avec succès de cadres en fer de fonte dans des bowettes où la maçonnerie s'est trouvée insuffisante pour résister à la poussée des terrains. Les cadres se composent de deux colonnes creuses en fonte, réunies par un chapeau formé d'un morceau de vieux rail dont l'assiette, au point d'appui, sur le chapiteau de la colonne, est assurée par deux pièces en fonte boulonnées sur le rail, comme le montre la figure 308. Le prix

d'un cadre complet est d'environ 36 francs. La forme de la fourrure en fonte varie suivant le profil du rail dont on fait usage.

**Cadres complets en vieux rails éclissés de Ferfay.**

216. A la fosse n° 3 de Ferfay, on a pratiqué dans la veine *Élise* une galerie inclinée, de 1<sup>m</sup>,30 de hauteur, pour la circulation des deux brins d'une transmission funiculaire actionnant un trainage mécanique; cette galerie, qui aboutit au puits d'extraction, a été armée de cadres en vieux rails Vignoles (type du Nord), de 36 kilogrammes au mètre courant. Les rails sont courbés et assemblés par des éclisses, comme le montre la figure 315; le garnissage est fait en fer plat provenant de petits rails du fond. Depuis deux ans que ce mode de soutènement a été appliqué, cette galerie n'a pas exigé la plus petite réparation.

**Cadres circulaires de Mariemont.**

217. Aux mines de Mariemont, les revêtements en vieux rails Vignoles affectent la forme circulaire; ils se composent de trois arcs de cercle égaux, réunis solidement par des éclisses. Afin d'augmenter l'élasticité du système, on interpose entre chaque bout de rail un petit tasseau en bois de 0<sup>m</sup>,06 d'épaisseur; le garnissage est jointif; on le fait avec de petits rails du fond hors de service. On pose deux cadres par mètre. Voici quel est approximativement le prix de revient, au mètre courant, de ce genre de soutènement :

2 cadres pesant l'un 188 <sup>k</sup> ,56 à 8 fr. %.	. . . . . fr.	50,15
Petits rails, 300 kil. à 8 fr. %.	. . . . .	40 »
Main-d'œuvre au jour et au fond, et accessoire.	. . . . .	50 »
		<hr/>
TOTAL.	. . . . . fr.	100,15

La figure 305 représente un cadre de ce système. Ce revêtement est très-solide; néanmoins on a été amené, à Mariemont,

à supprimer les éclisses dont les boulons ne résistaient pas toujours au cisaillement produit par les mouvements de terrains et les pressions qui s'exercent sur le pourtour du cadre. On a préféré, en dernier ressort, maintenir les rails bout à bout, dans un fourreau en fonte de 0<sup>m</sup>,01 d'épaisseur, qui a 4 centimètre de jeu au patin et au champignon. Deux fortes cales en bois enfoncées à coups de masse contre l'âme du rail, en *a* et en *b* (fig. 309), assurent le serrage de ce rail contre le fourreau.

#### Revêtement métallique des galeries de Steierdorf.

**218.** La Compagnie autrichienne des chemins de fer de l'État avait exposé à Vienne, en 1873, plusieurs spécimens de revêtements métalliques adoptés pour les galeries dans les charbonnages de Kladna (Bohême) et de Steierdorf (Banat).

Il s'agit encore ici de l'utilisation des vieux rails. La figure 336, planche XX, représente le système en usage à Steierdorf dans le cas de très-fortes pressions. Les rails employés dans ces revêtements pèsent 25 kilogrammes le mètre courant; ils sont cintrés suivant un profil ovale et éclissés en haut et en bas. La galerie ayant été tout d'abord consolidée par un boisage provisoire de grande dimension qui est perdu, on pose sur la sole deux longrines sur lesquelles on appuie le cadre métallique; on assujettit ce dernier aussi bien que possible et on l'entoure d'un garnissage formé de pièces horizontales en bois obtenues dans des rondins de 0<sup>m</sup>,18 divisés par moitié; on a soin de remblayer complètement l'espace compris entre ce garnissage et le boisage perdu. L'écartement des cadres varie de 0<sup>m</sup>,60 à 1<sup>m</sup>,00.

Le prix de ce système de revêtement est de fr. 168,45 c<sup>s</sup> par mètre courant, tandis que le boisage coûte :

En bouleau. . . . .	fr. 16,85
En sapin . . . . .	16,85
En chêne . . . . .	19,40



**Revêtement provisoire du puits S-Adolphe à Strey (Bracquagnies).**

**219.** M. Delaroche, directeur gérant des charbonnages de Strey-Bracquagnies, a depuis longtemps déjà employé le fer pour le revêtement provisoire des puits de mine; c'est au puits S-Adolphe que cette application a été faite. Les retraites successives du muraillement avaient une hauteur de 20 à 25 mètres; le terrain était soutenu provisoirement par des couronnes en fer à double T, composées chacune de dix segments réunis par des éclisses en fer de 0<sup>m</sup>,02 d'épaisseur. Les couronnes étaient distantes de 0<sup>m</sup>,50 à 1 mètre; elles étaient réunies verticalement par des porteurs en fer méplat de 0<sup>m</sup>,01 sur 0<sup>m</sup>,06 dont les extrémités recourbées embrassaient les joues des fers à double T. Vingt porteurs réunissaient ainsi deux cadres consécutifs. Des coins en bois chassés entre les couronnes et le rocher maintenaient tout le système. Cette application a permis de réaliser une économie de temps et 8 % dans le soutènement provisoire.

**Revêtement métallique des puits de Fischbachtal et du puits Maria.**

**220.** On remarquait à l'Exposition de Vienne, un spécimen de revêtement des puits, présenté par la Société de Burbach, près de Saarbruck, et qui a été appliqué pour la première fois au charbonnage de Dudweiler. Les puits d'extraction de Fischbachtal ont un diamètre intérieur de 5<sup>m</sup>,186. Les figures 316 à 319 et 329, planche XIX, représentent comment ces puits sont divisés et comment est disposé le revêtement pour lequel on a fait usage de cercles en fer à U espacés, en général de 1 mètre environ, et composés de segments réunis par des éclisses à quatre boulons, coupées elles-mêmes dans des fers à U. Un coffrage formé de madriers jointifs en chêne de 0<sup>m</sup>,052 d'épaisseur constitue, derrière ces cercles, un revêtement continu. Les cercles sont réunis deux à deux par six porteurs verticaux.

Des pièces porteuses, qui ne sont pas figurées dans les dessins, soutiennent les cercles tous les 4 ou 5 mètres et répartissent la pression qu'exercerait tout le système sur le fond du puits.

**221.** Les figures 520 et 521 représentent un revêtement analogue au précédent qui a été appliqué au puits *Maria* (Société d'Aix-Höngen). Ce puits, qui est divisé en quatre compartiments d'extraction desservis par deux machines, a reçu un cerclage en fer en U pesant 28 kilogrammes le mètre ; les cercles sont espacés de 2 mètres et réunis par des porteurs verticaux en chêne. Chaque cercle est composé de trois segments réunis par des éclisses. Le revêtement continu est en maçonnerie légère.

Ces revêtements définitifs (nos 220 et 221) sont d'une installation économique ; ils offrent l'avantage d'une grande rapidité d'exécution, mais on ne peut y avoir recours que dans des terrains présentant une certaine solidité. Il ne faut pas perdre de vue, non plus, qu'un système de revêtement susceptible d'exiger de fréquentes réparations apporte, dans l'extraction, des entraves qui se traduisent toujours par des pertes d'argent considérables. Il faut autant que possible s'attacher à éviter cet écueil, même au prix d'une dépense de premier établissement plus grande et d'une exécution plus lente.

### § 7. — *Excavations de formes et de dimensions spéciales.* *Leur soutènement.*

#### **Embranchements et bifurcations de galeries.**

**222.** Les embranchements ou bifurcations de galeries n'offrent aucune particularité remarquable dans le boisage et dans le muraillement ; s'il s'agit de galeries boisées, on établit un fort cadre à l'entrée de chacune des branches, en soutenant, le cas échéant, le toit par des rallonges qui s'appuient sur les chapeaux

de deux cadres placés en regard. Lorsqu'il s'agit, au contraire, d'un muraillement, on peut suivre les principes appliqués dans les constructions de la surface au tracé des raccordements.

On simplifie beaucoup l'établissement de ces raccordements en soutenant le toit sur toute la largeur de l'embranchement avec de vieux rails coudés qui s'appuient eux-mêmes sur des sommiers formés par la réunion de plusieurs rails établis sur les piédroits de l'une des galeries, de chaque côté de l'embranchement.

#### Chambres d'accrochage.

**223.** Les *recettes* ou *chambres d'accrochage* sont des excavations débouchant sur le puits et réunies aux galeries de roulage par une gare où se font les manœuvres pour la réception des berlines vides qui reviennent du jour et leur expédition par convois vers les différents points de l'exploitation, et pour l'*emballage* des berlines pleines qui arrivent au puits, par trains complets, et qui sont envoyées, à la surface, aux culbuteurs desservant les trémies de chargement.

Les diverses manœuvres qui s'exécutent dans les chambres d'accrochage exigent qu'on donne à ces excavations une assez grande largeur; d'un autre côté, il convient que le soutènement de ces excavations soit fait avec un grand soin, tant à cause du trouble qu'apporterait dans l'extraction la réparation qu'elles pourraient exiger que de l'influence qu'exercerait leur affaissement sur la solidité du puits lui-même.

La voie est interrompue dans les chambres d'accrochage et le roulage s'exécute sur un dallage en fonte; des plaques à nervures guident les berlines pour l'entrée dans les cages d'extraction.

Les accrochages *simples* sont ceux dans lesquels l'*emballage* se fait d'un seul côté du puits, avec les accrochages doubles qui permettent d'emballer les berlines de deux côtés à la fois, au

nord et au midi, par exemple; les recettes sont placées en face l'une de l'autre et établies de façon qu'on puisse, sans avoir recours à une manœuvre de la machine, charger les berlines à deux étages de la cage. Dans un accrochage double les recettes opposées peuvent être au même niveau, comme le montrent les figures 296 et 297, planche XVIII, ou à un niveau différent, comme on le voit dans les figures 303 et 304.

Chaque recette peut, elle-même, être divisée en deux étages desservis par une balance (fig. 296 et 297) permettant de descendre à l'étage inférieur une ou deux berlines pleines dont le poids fait remonter, à l'étage supérieur, une ou deux berlines vides.

Dans le cas auquel se rapportent les figures 303 et 304, l'accrochage inférieur est en communication avec l'accrochage supérieur situé de l'autre côté du puits, par une *galerie de contour* présentant une pente d'environ 0<sup>m</sup>,05 par mètre; cette galerie permet d'amener à la recette inférieure la moitié des berlines pleines et d'en remonter un même nombre de vides; c'est la disposition adoptée à la fosse n° 4 de Courrières et à la fosse n° 3 de Ferfay. Je reviendrai sur ces diverses dispositions quand je traiterai les procédés relatifs à l'extraction des produits.

224. Les chambres d'accrochage sont ou boisées ou murillées. Les figures 301 et 302 montrent une disposition simple de recette double boisée.

La figure 303 donne la coupe en long d'une recette double murillée; la figure 307 indique la forme et les dimensions de la voûte qui est en briques, de 0<sup>m</sup>,50 d'épaisseur, avec un radier de 0<sup>m</sup>,35.

Dans les figures 296 et 297, la maçonnerie n'occupe que les piédroits et le radier; le plafond est soutenu par de vieux rails; c'est un revêtement simple et économique qui est à recommander pour ce genre de construction.

Les deux devis suivants s'appliquent à la maçonnerie de deux accrochages établis aux fosses n° 1 et n° 3 de Ferfay.

**1° Accrochage de la fosse n° 3. Cube de la maçonnerie en briques, 5<sup>m</sup>,26 :**

Briques, 600 × 5,26 × 12 fr. le mille. fr.	37,87
Mortier, 5 × 5,26 × 1 fr. . . . .	15,78
Main-d'œuvre, 5,26 × 8 fr. . . . .	42,08
TOTAL. . . fr.	95,73 le mètr. cour <sup>t</sup> .

**2° Accrochage de la fosse n° 1. Cube de la maçonnerie en briques, 7<sup>m</sup>,75 :**

Briques, 600 × 7,75 × 12 fr. le mille. fr.	55,80
Mortier, 5 × 7,75 × 1 fr. . . . .	23,25
Main-d'œuvre, 7,75 × 8 fr. . . . .	62
TOTAL. . . fr.	141,05 le mètr. cour <sup>t</sup> .

**Chambres pour machines.**

**225.** Je ne m'arrêterai pas au soutènement des excavations dans lesquelles on installe des manèges, des treuils à air comprimé, des chaudières, des machines à vapeur, etc.

On s'applique à munir ces excavations d'un revêtement en rapport avec leur importance, la durée qu'elles doivent avoir et la nature des terrains à soutenir; on a soin d'ailleurs de placer, autant que possible, ces excavations en terrain solide.

S'il s'agit d'un manège, on l'installera dans une chambre circulaire de 2<sup>m</sup>,50 à 3 mètres de rayon et d'une hauteur de 3 mètres au centre et de 4<sup>m</sup>,60 à la circonférence; une pareille excavation exigera généralement un muraillement au moins partiel.

On trouvera souvent plus simple d'inscrire l'espace circulaire que doit occuper le manège dans un carré ou un rectangle qu'on surmontera d'une simple voûte s'appuyant sur des piédroits rectilignes.

Les excavations dans lesquelles on aura à installer des chaudières ou des machines devront aussi, la plupart du temps,

recevoir un revêtement en maçonnerie. J'aurai du reste, par la suite, occasion de citer des exemples de constructions semblables et d'en donner les dessins.

#### Écuries souterraines.

**226.** Les chevaux qui travaillent dans les mines n'en sortent que quand ils sont devenus inutiles ou impropres au service; il faut donc les loger dans des écuries souterraines où les difficultés à vaincre et la nécessité d'éviter des constructions dispendieuses obligent à marchander l'espace; c'est une raison de plus pour apporter tout le soin possible à l'assainissement et à la ventilation de ces écuries dans lesquelles d'ailleurs le fumier ne séjourne pas.

Les écuries souterraines doivent être installées dans une partie salubre et bien aérée de la mine, à proximité du puits afin de ne jamais avoir un long transport pour les fourrages, l'eau et le fumier. On doit éviter les suintements qui peuvent rendre ces écuries humides et attacher une attention particulière à l'écoulement des urines, en donnant aux rigoles une pente suffisante. Les pieds des chevaux doivent être, dans les mines, surtout dans les mines sales et boueuses, l'objet d'une attention délicate.

**227.** Les figures 322, 323, 324 et 328, planche XIX, montrent la disposition d'une écurie boisée établie au troisième étage du puits St<sup>e</sup>-Barbe, à Bézenet; cette écurie a été placée dans le mur; deux montages placés aux extrémités de l'écurie aboutissent à une galerie supérieure et permettent le dégagement de l'air chaud. Les dimensions de cette écurie sont les suivantes:

Longueur . . . . .	21 <sup>m</sup> ,50
Largeur. . . . .	4 <sup>m</sup> ,00
Hauteur moyenne . . . .	2 <sup>m</sup> 40

La pente du béton placé sous les pieds des chevaux est de 0<sup>m</sup>,04 par mètre; cette écurie contient 13 chevaux.

Les figures 325, 326 et 327 représentent une écurie murillée placée entre deux voies de roulage au deuxième étage du puits de Barbe à Bézenet; elle est formée d'une voûte en maçonnerie ayant les dimensions suivantes :

Longueur . . . . .	22 <sup>m</sup> ,50
Largeur. . . . .	4 <sup>m</sup> ,00
Hauteur. . . . .	4 <sup>m</sup> ,00 sous clef.

Elle a renfermé accidentellement 18 chevaux, mais elle n'en contient ordinairement que 12. La largeur réservée à chaque cheval a donc été au minimum de 1<sup>m</sup>,25. Le sol de l'écurie est formé d'un béton dont la surface est inclinée de 0<sup>m</sup>,04 par mètre.

Les flèches du plan indiquent la direction du courant d'air.

J'ai dit qu'il fallait donner au sol des écuries une pente suffisante pour l'écoulement des urines; il ne faudrait pourtant pas exagérer la pente ménagée sous le cheval, car on reporterait une partie du poids de l'animal sur les membres postérieurs, ce qui pourrait fausser les aplombs et déterminer des tares.

---

## CHAPITRE VI.

### 15<sup>e</sup> Leçon.

#### DU FONÇAGE DES PUIITS DE MINE DANS LES TERRAINS AQUIFÈRES.

---

##### § 1. — *Considérations générales.*

Difficultés que peut présenter le fonçage des puits de mine.

228. Le fonçage des puits de mine, à travers des terrains consistants et peu aquifères, est un travail relativement facile qu'on peut exécuter avec un outillage simple et qui n'exige que du temps et des soins. C'est dans ces conditions favorables que

l'on a creusé la plupart des puits de mine du bassin de la Loire. où, dès le début d'un fonçage, on trouve les affleurements du terrain houiller.

Mais il en est tout autrement pour la traversée des terrains de recouvrement qui s'étendent au-dessus du terrain houiller dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, dans quelques parties du district de Newcastle, dans les environs de Mons, ainsi que dans les bassins de la Ruhr et de Sarre-et-Moselle. Dans ces régions moins favorisées, la traversée des *morts-terrains* est une opération délicate et difficile; l'ingénieur peut avoir à combattre la nature inconsistante des terrains et à extraire des quantités d'eau souvent considérables, qui l'obligent à faire appel à toutes les ressources de l'art. Les moyens auxquels on est forcé de recourir pour vaincre ces obstacles, absorbent parfois les ressources financières d'une Compagnie; on a vu des sociétés houillères, renoncer, après de grandes dépenses, à lutter davantage avec des difficultés qu'elles considéraient comme insurmontables, ou tout au moins comme hors de proportion avec les capitaux dont elles disposaient.

**Terrains de recouvrement des bassins houillers. — Quantité d'eau fournie par les zones aquifères.**

**229.** Le terrain houiller de Newcastle est en partie recouvert par le grès bigarré et le calcaire magnésien; dans le bassin de Saône-et-Loire, les terrains de recouvrement appartiennent au trias (grès bigarré et marnes irisées); les strates liasiques s'étendent sur la formation houillère d'Alais et de la Grand'Combe.

Dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, dans les environs de Mons, de même que dans les bassins de la Ruhr et de Sarre-et-Moselle, les morts-terrains se rattachent à la période crétacée; ils sont formés de couches alternatives de marne, de sable d'argile et de craie; c'est là qu'on a rencontré jusque ici les plus grandes difficultés pour le fonçage des puits. La formation



rétaquée du Nord renferme en effet, à sa partie supérieure, des bancs perméables, fissurés en tous sens, dont l'ensemble constitue les vastes réservoirs où s'accumulent les eaux pluviales.

Les *Dièves* ou bancs argileux forment, à la partie inférieure, une base plastique épaisse et imperméable, au-dessus de laquelle les eaux sont retenues; on a donné le nom de *niveaux* aux zones aquifères ainsi formées dans les morts-terrains.

Lorsque, par une excavation pratiquée à la surface, on pénètre dans ces bancs aquifères, l'eau s'y précipite et tend à reprendre son niveau hydrostatique.

C'est au milieu des bancs de craie dans lesquels se trouvent dispersés des rognons de silex pyromaques appelés *rabats* ou *cornus* par les mineurs du Nord, que se rencontrent ordinairement les sources les plus abondantes; les bancs fissurés de marne grise, appelés *fortes-toises*, alternant avec des argiles mêlées de calcaire et de marne, connus sous le nom de *bleus*, renferment aussi des niveaux importants; enfin sur les points où le *tourtia* ne repose pas directement sur le terrain houiller, on rencontre, à la base des morts-terrains, des dépôts arénacés très-aquifères; c'est à cette origine que se rattachent les sables inférieurs qui donnent naissance au *torrent* d'Anzin et la couche épaisse de sables fluides traversée au puits St-Alexandre de Strepv-Bracquagnies et à la fosse Bonne-Espérance de la Société de St-Vaast (Centre du Hainaut).

La quantité d'eau à épuiser dans la traversée des couches crétacées qui recouvrent le terrain houiller est essentiellement variable, non-seulement d'un point à un autre du même bassin, mais encore d'un point à un autre d'une même concession. La fosse n° 3 de Ferfay est située à une distance de 1100 mètres environ de la fosse n° 2; la première fosse n'a rencontré que des sources insignifiantes, tandis que la seconde avait fourni beaucoup plus d'eau.

A Carling, dans la Moselle, on a eu à épuiser, pendant le forage, 58 hectolitres d'eau par minute; à Falck on a rencontré

100 hectolitres; à Flemming et à Merleback la quantité d'eau extraite était de 105 hectolitres par minute. La fosse St-Pierre, près de Thivencelles, a fourni 150 hectolitres, tandis qu'à la fosse Thiers on a eu à épuiser 450 hectolitres. A la fosse n° 5 de Courrières la quantité maximum d'eau à extraire s'est élevée à 219 hectolitres. A l'Escarpelle, près de Douai, elle a atteint jusqu'à 600 hectolitres. A Havré (Belgique), M. Bourg n'a pas hésité à armer de quatorze chaudières et d'un ensemble de machines représentant une force de 1350 chevaux, trois puits foncés simultanément en vue de traverser les nappes aquifères. A Hetton (Northumberland), on a déployé une force de 1200 chevaux, répartis également sur trois puits voisins, pour traverser, à 148 mètres du jour, une couche de sables bouillants très-aquifères, de 10 à 11 mètres d'épaisseur. Le passage de cette couche de sables a duré neuf mois et a coûté 1.638.000 francs.

**Coup d'œil sur les formations géologiques des bassins houillers  
du Nord et du Pas-de-Calais.**

**230.** Avant d'aborder l'étude des différents procédés de fonçage à travers les terrains aquifères, il me semble utile de compléter les renseignements qui précèdent par quelques indications géologiques sur le terrain houiller du Nord et sur les diverses assises que recourent, dans cette région, les sondages et les puits.

La houille du Nord de la France a été formée à l'époque des sigillariées et des calamites; elle repose sur le calcaire carbonifère (*calcaire à productus, calcaire de Soignies, de Tournay et de Marquise*), sous lequel on trouve des grès dévoniens (*grès à spirifer Verneuilli*).

La houille est généralement intercalée entre deux bancs de schistes; le schiste du toit, régulièrement feuilleté, renferme des empreintes fossiles de feuilles et de tiges; le schiste du mur, dont la cassure est moins régulière, est traversé par des racines

et radicelles de stigmarées; M. Gosselet le considère comme « l'ancien sol de la forêt houillère. »

Les bancs de *quérelles* ou grès houiller se trouvent à une distance variable du toit des veines; cette distance est parfois très-faible; on n'en rencontre qu'accidentellement au mur des couches.

Les dépôts houillers ont été ultérieurement recouverts par les assises crétacées qui, sur quelques points isolés, comblèrent d'abord les bas-fonds de la surface avec des argiles qui paraissent appartenir au Gault supérieur, comme le font supposer les échantillons recueillis dans un sondage pratiqué dans la ville même de Valenciennes, à la Place Verte, et avec des grès et des sables appartenant au grès vert inférieur. C'est à cet horizon qu'il faut rattacher le grès dur désigné sous le nom de *Meule* (1), rencontré sous le *tourtia* dans les environs de Condé et de Thivencelles; c'est aussi l'horizon des sables salés du torrent d'Anzin.

Le *tourtia* qui recouvre les assises précédentes sur les points isolés où on les rencontre, repose partout ailleurs, sur le terrain houiller. C'est un poudingue composé avec des éléments empruntés au terrain plus ancien (houiller, carbonifère ou dévonien) cimenté par des marnes glauconifères ou de la glauconie presque pure; il se présente sous la forme d'une roche assez tenace quand elle n'est pas en contact avec l'eau, mais d'une facile désagrégation dans le cas contraire; la pâte est verte et ferrugineuse; on y trouve des galets; c'est l'horizon du *Pecten asper* (grès vert).

Au-dessus du *tourtia*, on rencontre à la base de l'étage de la craie, les *dièves*: ce sont des argiles marneuses blanches, bleues ou vertes. On y trouve l'*Inoceramus labiatus* et la *Rhyn-*

---

(1) M. Gosselet pense que la Meule inférieure est intermédiaire entre le Gault véritable et la craie glauconieuse; il la rattache à la craie des Ardennes à *Ammonites inflatus* et au Gault supérieur de Vissant à *Inoceramus sulcatus*. (*Bulletin de la Société géologique du Nord*, 1876-1877.)

*chonella Cuvieri*; ces dièves sont couronnées par des *marlettes* ou marnes à *Terebratulina gracilis* et à *Inoceramus Brongniarti*, que l'on mélange au charbon pour faire un combustible aggloméré employé dans les ménages. Au milieu des *marlettes* on trouve des bancs de craie dure et solide que les mineurs désignent sous les noms de *fortes-toises* et de *bleues*. Cet ensemble appartient à l'horizon de la craie marneuse.

Les assises de la *craie à silex* reposent sur la série précédente, et renferment de gros silex appelés *cornus* : à la base, elles sont représentées par des bancs durs (*Meule supérieure*, couches à *Micraster breviporus*), recouvertes par des bancs plus tendres fournissant de la pierre à bâtir et de la pierre à chaux (couches à *Micraster cortestudinarium*).

Cet ensemble créacé est couronné par la formation tertiaire<sup>(1)</sup>, ce sont d'abord les *sables et tuffeau glauconieux* (sables fins argileux contenant beaucoup de glauconie, ou argiles avec quelques silex rongés, couverts d'un enduit verdâtre), puis l'*argile à silex* et le *limon des plateaux* qui fournit de la terre à briques.

La série géologique que je viens d'indiquer se complète par les terrains quaternaires (*diluvium*, *alluvions anciennes*) et par les terrains récents (*graviers*, *tourbe* et *alluvions modernes*), le tout recouvert par la terre végétale.

231. Comme application de la classification précédente, voici deux coupes relevées par M. Gosselet, l'une relative aux terrains traversés par la fosse Saint-René à Guesnain près Douai, l'autre relative aux terrains qu'a traversé la fosse n° 3 de Carvin.

---

(<sup>1</sup>) Éocène.

Coupe de la fosse Saint-René.

DÉSIGNATION de la couche.	ÉPAISSEUR.	FOSSILES.	ACCIDENTS minéralogiques.
Argile brune (terre végétale) . . .	mét. 0,40		
Argile jaune (limon) . . . . .	2,40		
Argile verdâtre-brunâtre . . . .	0,80		
Argile jaune avec débris de marne.	1,30		
Sable verdâtre argileux . . . . .	1		
Tuffeau ( <i>Turc</i> ) . . . . .	2		
Craie très-divisée en fragments roulés . . . . .	9		Niveau d'eau des puits du pays.
Craie marneuse, blanche, divisée à la partie supérieure . . . . .	39	Inoceramus Lamarkii. Echinochorys gibbus. Bryozoaires.	
Craie grise, avec silex . . . . .	7		
Craie grise ( <i>Gris</i> ) . . . . .	4	Débris de poisson.	A 37 1/2 m., banc de silex de 0 <sup>m</sup> ,15.
Id. avec silex. . . . .	5	Pecten Dujardini? Micraster Leskei.	
Id. sans silex. . . . .	0,70	Rhynchonella plicatilis.	
Id. avec silex. . . . .	4,50	Terebratula semi-globosa? Bryozoaires.	A 61 mètres, banc de silex de 0 <sup>m</sup> ,17.
Id. sans silex. . . . .	3,80		
Craie compacte argileuse ( <i>Gris- bleu</i> ) . . . . .	5	Terebratulina gracilis. Terebratula semi-globosa.	
Craie grise . . . . .	2		
Craie compacte très-argileuse, se délitant à la gelée ( <i>Bleu</i> ) . . . .	13	Inoceramus labiatus. Ostrea. Terebratula. Terebratulina gracilis. Terebratulina striata (campa- niensis). Rhynchonella Cuvieri. Discoldea minima.	Marassite.
Craie compacte argileuse ( <i>Gris- bleu</i> ) . . . . .	3		
Argile presque plastique, bleue. .	7		
Calcaire fossilifère gris très-dur.	0,25	Corax, Ptychodus, coprolites. Serpula amphiscœna. Rhynchonella Cuvieri.	

## Coupe de la fosse Saint-René (suite).

PROFONDEUR.	DÉSIGNATION de la couche.	ÉPAISSEUR.	FOSSILES.	ACCÈS minéralog.
mét.		mét.		
104	Argile presque plastique bleue. . . Argile compacte bleue, se délitant à la pluie ( <i>Dièves</i> ) . . . . .	3,75 28	Belemnites plenus. Ammonites Cunningtoni ? Inoceramus labiatus. Rhynchonella Cuvieri.	Marconite.
132	Craie grise compacte. . . . .	17	Belemnites plenus. Ammonites Rhotomagensia. Plicatula.	Marconite.
149	Craie arénacée et argileuse, avec glauconie, dont la quantité aug- mente avec la profondeur. Les roches de la base sont noires au moment de l'extraction . . . . .	21	Pecten orbicularis. — asper.	
170	Argile sableuse très-glauconieuse avec nombreux cailloux roulés et fragments de charbon . . . . .	2,70	Pecten serratus. Pecten circularis. Ostrea conica, variété minor. Plicatula. Pleurotomaria perspectiva. — Brongniartiana.	A 145 <sup>m</sup> , on trouve de 60 centimètres qui plonge vers l' est du puits ? C'est un conglom- chiforme vert, i calcaire.
172,70	Schistes et grès houillers.			

## Coupe de la fosse n° 3 de Carvin.

PROFONDEUR.	DÉSIGNATION de la couche.	ÉPAISSEUR.	FOSSILES.	ACCÈS minéralog.
mét.		mét.		
	Terre végétale . . . . .	0,30		
	Limon (terre à briques) . . . . .	1,05		
	Limon mélangé de craie . . . . .	0,60		
1,95	Sable vert et argile . . . . .	1,35		
3,30	Craie tendre très-divisée . . . . .	4,40		Niveau d'eau des p. n° 30.
7,70	Craie blanche . . . . .	36,10	Inoceramus n° 9 (à 37 m.). Bois carbonisés (37 <sup>m</sup> , 70).	Cette masse de craie verte de petite dure bien stratifiée 17 <sup>m</sup> , 30, 33 <sup>m</sup> , 35, 36, 37, 38 <sup>m</sup> , 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100 m. : 24.000 m.

Coupe de la fosse n° 3 de Carrin (suite).

DÉSIGNATION de la couche.	ÉPAISSEUR.	FOSSILES.	ACCIDENTS minéralogiques.
Craie blanche avec silex. . . . .	mèt. 14,93	Corax (à 57 m.). Pleurotomaria (55 m.). Lima (55 m.). Inoceramus Lamarkii (46 m.). Inoceramus n° 4 (46 m.). Inoceramus n° 5 (46 m.). Inoceramus n° 6 (52 m.). Micraster cortestudinarium.	Marcassite (55 <sup>m</sup> , 5). Marcassite (45 <sup>m</sup> , 80). A 49 m. : 20.000 hect. d'eau. De 53 m. à 57 m. on rencontre une faille inclinée vers le S. de 53 à 5 m. Dans cette faille la venue d'eau est de 50.000 h. par jour. Dans le bas à par- tir de 55 <sup>m</sup> , 50 la craie con- tient des nodules de phos- phate de chaux roulés, usés, corrodés et verdâtres, pro- venant de la couche sous- jacente. A 59 m. : 500.000 h. d'eau. A 62 m. 10.000 h. d'eau.
Craie dure, siliceuse et alumineuse avec grains de glauconie et ro- gnons de phosphate de chaux. (Meule ou Tun).	3,50	Pleurotomaria. Turbo. Inoceramus Cuvieri. Inocéramus n° 10. Lima. Terebratula semiglobosa. Rhynchonella Cuvieri. Micraster breviporus. Micraster cortestudinarium. Echinoconus vulgaris. Echinocorys vulgaris. Cidaris.	
Craie marneuse; la quantité d'ar- gile augmente dans le bas. (Faux bleus) . . . . .	3,45	Terebratula semiglobosa (64). Terebratulina gracilis (80 m.) Spondylus spinosus (80 m.). Bois carbonisé (64 m.).	Marcassite.
(Bons bleus) . . . . .	11,58		
(Bleus ordinaires) . . . . .	5,44		
Marne dure plus ou moins argi- leuse, verte lorsqu'elle est hu- mide. (Dièves vertes) . . . . .	20,30	Inoceramus annulatus? (84 m.).	
Argile verte ou jaunâtre devenant bleue en se desséchant, se déli- tant à la pluie; certains bancs sont plastiques, d'autres plus durs. (Dièves vertes) . . . . .	9,40	Nautilus elegans (115 m.). Spondylus spinosus (120 m.). Inoceramus labiatus (119, 121, 123 m.).	Marcassite.
(Dièves jaunes) . . . . .	8,80	Terebratulina striata (120 m.?). Rhynchonella plicatilis (120 m.). Rhynchonella Cuvieri (120 m.).	
(Dièves très-jaunes) . . . . .	2,50		
0 Marne blanche dure. (Dièves blanches) . . . . .	4,60	Ammonites Mantelli? (125 m.). Rhynchonella plicatilis (125 m.).	
Argile bleue. (Dièves bleues) . . .	3,40	Ammonites Rothomagensis (136 m.).	Marcassite.
Marne blanche dure. (Dièves blanches) . . . . .	4,40	Ammonites sussexiensis (134 <sup>m</sup> 50 c.). Nautilus elegans? (136 m.).	
0 Conglomérat glauconifère avec ga- lets (tourtia) . . . . .	2,30	Ammonites varians (137 m.).	
10 Terrain houffler.			

**232.** Avant d'entreprendre les puits jumeaux de Saint-Saulve, la Compagnie d'Anzin a exécuté en 1837 un sondage qui a rencontré les assises indiquées dans la coupe suivante :

*Coupe des puits jumeaux de Saint-Saulve (Compagnie d'Anzin).*

N <sup>o</sup> d'ordre	DÉSIGNATION DES TERRAINS.	Profondeur.	Profondeur.	Observations.
1	Argile jaune. . . . .	mét. 1,35	mét. 1,35	Terre végétale.
2	Sable bleuâtre et gras. . . . .	1 »	2,35	Niveau de l'eau.
3	Sable mouvant . . . . .	1,90	3,55	
4	— avec tourbe et coquilles . . . . .	1,90	4,75	
5	Gravier sableux avec gros galets de silex . . . . .	0,15	4,90	
6	Sable mouvant bleuâtre et gras. . . . .	1,43	6,33	
7	Graviers semblables au n <sup>o</sup> 5 . . . . .	0,83	7,16	
8	Argile sablonneuse, bleue, compacte et imperméable. . . . .	2,56	9,72	
9	Craie verdâtre, grossière à grains noirs. . . . .	1,1	10,82	Ciel de marnes.
10	Argile plastique sablonneuse très-compacte et imperméable. . . . .	1 »	11,82	Fin du faux niveau
11	Craie blanche et pure (marnes). . . . .	31,45	43,27	Tendre jusqu'à 22 <sup>o</sup> d'oy
12	— dure avec parcelles de silex noir . . . . .	0,20	43,47	
13	— grossière rude et terne . . . . .	1,05	44,52	Grès.
14	— verdâtre à points noirs . . . . .	3 »	47,52	Vert.
15	— dure et blanche. . . . .	1,60	49,12	Bonne pierre.
16	Silex . . . . .	1,80	50,92	Cornus.
17	Craie rude, sableuse et bleuâtre . . . . .	0,60	51,52	
18	Silex . . . . .	2 »	53,52	Cornus.
19	Craie argileuse et sableuse bleue . . . . .	0,50	54,02	Faux bleus.
20	— dure sableuse et bleuâtre . . . . .	0,85	54,87	
21	— moins dure et moins bleue . . . . .	0,20	55,07	
22	— grisâtre . . . . .	0,20	55,27	
23	— argileuse bleue. . . . .	0,70	55,97	Faux bleus.
24	Silex . . . . .	3,58	59,55	Cornus.
25	Craie rude et dure d'un blanc pâle . . . . .	2,57	62,12	
26	Argile bleue peu sableuse . . . . .	0,48	62,60	Faux bleus.
27	— rude et dure blanche pâle . . . . .	3,02	65,62	
28	Craie argileuse bleue et dure . . . . .	2,65	68,27	1 <sup>ers</sup> bleus.
29	— rude, dure et bleuâtre. . . . .	1,90	70,17	Fortes-toises.
30	Argile calcaire bleue, très-collante . . . . .	0,45	70,62	2 <sup>mes</sup> bleus.
31	Craie rude très-blanche . . . . .	1,30	71,92	1 <sup>ers</sup> petits blancs.
32	Argile calcaire bleue, très-collante . . . . .	1,10	73,02	3 <sup>mes</sup> bleus.
33	Craie douce blanchâtre . . . . .	1,40	74,42	2 <sup>mes</sup> petits blancs.
34	Semblable au n <sup>o</sup> 32 . . . . .	1,80	76,22	4 <sup>mes</sup> bleus.
35	Craie très-rude, pyriteuse et grisâtre. . . . .	0,50	76,72	3 <sup>mes</sup> petits blancs.
	A REPORTER. . . . .	76,72	76,72	



*Coupe des puits jumeaux de Saint-Saulve. Compagnie d'Anzin (suite).*

Nos l'ordre	DÉSIGNATION DES TERRAINS.	Puissance.	Profon- peur.	Observations.
	REPORT. . . . .	mèt. 76,72	mèt. 76,72	
36	Argile plastique verte. . . . .	8,50	85,22	Dièves vertes.
37	— vert-noirâtre . . . . .	20,75	105,97	
38	— jaune. . . . .	5,95	111,92	Dièves rouges.
39	— brune. . . . .	1,49	113,41	
40	— vert-pâle, sableuse et dure. . . . .	3,01	116,42	Dièves blanches.
41	— dure avec galets . . . . .	3,20	119,62	
42	— plus tendre à grains verdâtres.	0,46	120,08	Grès vert.
43	— dure à grains verdâtres dissé- minés en moins grande quantité . . . . .	0,28	120,36	
44	Argile plastique pure. . . . .	1,91	122,27	
45	Grès vert, sans galets, très-vert et très-dur. . . . .	0,52	122,79	
46	Semblable au n° 44 . . . . .	1,23	124,02	
47	— au n° 45 . . . . .	0,35	124,37	
48	Grès vert, grisâtre à points noirs. . . . .	0,52	124,89	
49	— dur sans galets . . . . .	0,88	125,77	
50	— semblable au n° 48. . . . .	0,65	126,42	
51	— — au n° 45. . . . .	1,30	127,72	
52	— — au n° 48. . . . .	0,38	128,10	
53	— — au n° 45. . . . .	0,37	128,47	
54	— — au n° 48. . . . .	1,95	130,42	
55	— très-dur blanchâtre . . . . .	0,27	130,69	
56	— imitant le grès houiller . . . . .	0,16	130,85	
57	— très-dur à galets . . . . .	0,35	131,20	
	TOTAL. . . . .	131,20	131,20	Terrain houiller.

Comme dernier exemple, citons encore la coupe d'un puit foncé à Hénin-Liétard en 1849, par le procédé Mulot :

Nos des couches	NATURE DES TERRAINS.	Épaisseur des couches.	Profondeur des couches.
1	Terre végétale . . . . .	mét. 0,35	mét. 0,35
2	Argile . . . . .	1,59	1,94
3	Craie fendillée grisâtre . . . . .	9,06	11 .
4	— constante grise . . . . .	9,25	20,25
5	— blanche très-ferme . . . . .	9,69	29,94
6	— grisâtre . . . . .	1,80	31,74
7	— siliceuse . . . . .	3,20	34,94
8	— grise siliceuse . . . . .	6,65	41,59
9	— — avec silex (cornus) . . . . .	14,94	56,53
10	— — dure . . . . .	3,25	59,78
11	— — — . . . . .	0,56	60,34
12	— — — . . . . .	0,54	60,88
13	— — et bleue . . . . .	1,30	62,18
14	— — avec silex . . . . .	0,75	62,93
15	— bleuâtre compacte (bleue). . . . .	2,55	65,48
16	— — — . . . . .	0,78	66,26
17	— — — très-dure. . . . .	0,70	66,96
18	— bleue . . . . .	0,60	67,56
19	— grise (petits blancs). . . . .	2,10	69,66
20	— bleue . . . . .	0,60	70,26
21	— grise dure (petits blancs). . . . .	3,14	73,40
22	— bleue (bleus). . . . .	1,35	74,75
23	Petits blancs. . . . .	1,40	76,15
24	Craie bleue . . . . .	0,60	76,75
25	Petits blancs . . . . .	2,20	78,95
26	Craie bleue . . . . .	1,60	80,55
27	Petits blancs avec bleus . . . . .	2,80	83,35
28	Craie blanche, dure, un peu marneuse (naissances des dièves). . . . .	1,40	84,75
29	— marneuse (dièves blanches) . . . . .	2,00	86,75
30	Dièves vertes . . . . .	2,94	89,69
31	— blanchâtres dures . . . . .	6,44	96,13
32	— verdâtres moins dures . . . . .	2,00	98,13
33	— blanches dures. . . . .	6,53	104,66
34	— vertes. . . . .	13,47	118,13
35	— vertes et crayeuses . . . . .	26,50	144,63
36	Grès vert (tourtia) . . . . .	1,30	145,93
37	Terrain houiller. . . . .		

**Procédés divers employés pour foncer les puits dans les terrains aquifères.**

**233.** On a imaginé un certain nombre de procédés pour foncer les puits à travers les terrains ébouleux et aquifères, tels sont : le *procédé direct ou ordinaire*, le *système Triger*, les procédés *Wolski*, *Guibal*, *Mulot*, *Gaïeski*, et enfin les forages à grande section de MM. *Kind et Chaudron* et de MM. *Lippmann et Compagnie*. Parmi ces différentes méthodes de fonçage, il faut distinguer celles qui n'ont pas encore reçu la sanction de la pratique : ce sont le système *Gaïeski* qui n'a même pas été essayé, et les systèmes *Wolski*, *Guibal* et *Mulot* dont le succès n'a pas été complet. Les autres systèmes sont passés dans le domaine des applications courantes, surtout le *procédé direct*, et le *procédé à niveau plein* de *Kind et Chaudron*. Je m'attacherai plus loin à donner une description détaillée de ces deux dernières méthodes, les seules répandues aujourd'hui d'une manière générale (\*).

**234.** Le *procédé direct ou ordinaire* est connu en France sous le nom de *procédé d'Anzin*, bien qu'il y ait été importé de Belgique en 1716 par *Jacques-Mathieu*, praticien distingué, à qui

(\*) On trouvera d'utiles indications sur les procédés de fonçage des puits à travers les terrains aquifères dans les publications suivantes :

1° ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS DE BELGIQUE : *Travaux exécutés en Belgique*, par M. Chaudron.

2° *De l'établissement des puits de mines dans les terrains ébouleux et aquifères*, par M. G. Glepin. Étude minutieuse et étendue sur le *procédé direct ou d'Anzin*.

3° BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE : *Creusement des puits jumeaux de Saint-Saulve*, par M. Chavatte, t. V. — *Description du fonçage d'un puits à Hémin-Liélard*, par le *procédé Mulot*. (J. Levy, t. VII.) — *Du fonçage des puits de mines à travers les terrains aquifères*, par M. J. Levy. (T. XIV.) Ce dernier travail, écrit par un praticien distingué qui a fait une étude particulière de cette question renferme de nombreux renseignements dont nous avons souvent profité. — *Notice sur le creusement de la fosse n° 5 de la Compagnie des mines de Courrières*, par M. Alayrac, t. VI, 2° série.

l'on doit les premiers travaux d'exploration commencés, à cette époque, dans notre bassin du Nord, par M. Desandrouin et poursuivis, par lui, avec une rare persévérance. Ce système consiste à épuiser l'eau fournie par les parois découvertes, et à garnir ces parois, au fur et à mesure de l'approfondissement, d'un revêtement étanche auquel on a donné le nom de *cuvelage*. M. Jacques Mathieu introduisit le cuvelage en bois dans les premières fosses que la Compagnie Desandrouin fit foncer du côté de Fresnes; mais c'est à son fils Pierre Mathieu qu'on doit le *picotage*, perfectionnement devenu le complément indispensable de ce genre de revêtement, pour arrêter l'invasion des eaux.

Le procédé direct s'applique encore aujourd'hui, dans la grande majorité des cas, au fonçage des puits de mine des bassins du Nord et du Pas-de-Calais, quand les difficultés d'épuisement ne sont pas trop grandes; il est moins coûteux que le système Chaudron, mais ce dernier procédé se substitue de plus en plus à l'ancienne méthode lorsque l'affluence des eaux devient difficile à combattre.

235. Le procédé Triger est basé sur l'emploi de l'air comprimé qui refoule l'eau dans les parois pendant la durée du fonçage; il a généralement procuré des résultats satisfaisants dans la traversée de zones aquifères à de faibles profondeurs et il a notamment rendu de grands services dans l'établissement des piles de ponts, à Rochester (Angleterre), à Moulins (Allier), à Bordeaux et au pont de Kehl sur le Rhin. Comme application aux puits de mine, on cite en France, les puits de Chalennes (Maine-et-Loire) et l'avalesse n° 7 de Douchy (Nord); en Belgique, le système a été employé à Strepv-Bracquegnies, à la Louvière, et à Seraing; en Prusse on l'a également employé au puits de Rhcin-Preussen à Hombergh. Le séjour prolongé dans l'air comprimé à 2 ou 3 atmosphères produit chez les ouvriers des désordres graves qui compromettent la durée de leur existence; c'est un sérieux inconvénient qu'on reproche à la belle et utile découverte de M. Triger.

**236.** Le procédé Wolski suppose l'usage d'un revêtement des parois obtenu au moyen d'un tube en tôle qu'on enfonce à coups de mouton sans épuiser les eaux; l'excavation et l'enlèvement des débris solides sont obtenus à l'aide d'outils analogues aux appareils de sondage; en somme c'est un forage à grande section. Ce procédé a été employé en 1847 pour le fonçage d'un puits de 2 mètres de diamètre à travers les sables d'alluvion de la Loire, à Saint-Germain des Prés; il a réussi, mais il paraît douteux qu'on puisse appliquer à de plus grands diamètres l'outillage de M. Wolski.

**237.** Le système Guibal a été essayé, en 1857, au charbonnage de Saint-Vaast (Centre belge) où il s'agissait de traverser une couche de sables aquifères de 24<sup>m</sup>,75 d'épaisseur sous un banc d'argile de 9<sup>m</sup>,30, situé à 72<sup>m</sup>,84 de profondeur. Ce procédé repose sur la pénétration, dans la roche éboulée et aquifère, d'un prisme métallique à base aciérée, recouvert d'un *masque* qui s'oppose à l'envahissement des eaux; celles-ci s'élèvent jusqu'à leur niveau hydrostatique, dans un tube central dont le masque est surmonté; c'est aussi par ce tube central que se manœuvrent, de la surface, les appareils destinés à désagréger les roches et à sortir les débris. La pénétration du prisme est obtenue par l'action d'un certain nombre de presses hydrauliques, qui prennent leur point d'appui contre la dernière assise posée du cuvelage, qui suit d'ailleurs l'enfoncement du prisme. En raison du caractère particulier de ce système et des ingénieuses dispositions dont l'a doté M. Guibal, j'en donnerai plus loin une courte description, bien que le zèle et les efforts de l'inventeur aient été vains, au charbonnage de Saint-Vaast, par des obstacles et des accidents qui ont découragé les actionnaires et les ont fait renoncer à la poursuite d'une entreprise des plus difficiles.

**238.** M. Mulot, qui a acquis une réputation méritée, en menant à bien le célèbre forage du puits de Grenelle, à 547 mètres de profondeur, est le premier qui ait eu l'idée d'appliquer la sonde au forage des puits. Si le succès n'a pas couronné les

efforts de cet inventeur qui échoua à Hénin-Liétard par suite d'une déformation du cuvelage, cela tient à quelques imperfections qu'il eût été facile de corriger dans une nouvelle entreprise. M. Mulot a en réalité approché le succès de très-près et l'on peut dire qu'il a ouvert la voie dans laquelle MM. Kind et Chaudron ont si bien réussi plus tard. M. Mulot s'est servi pour son fonçage d'Hénin-Liétard de trépons de grandes dimensions, d'un récipient pour l'extraction des débris, et d'un alésoir construit avec des douves en bois entre lesquelles se trouvaient emprisonnées des lames d'acier. Cet alésoir avait pour but de dresser dans le terrain une base conique destinée à recevoir la partie inférieure du cuvelage, partie taillée elle-même, en forme de tronc de cône. Le cuvelage était formé de trusses de 4 mètres de hauteur, composées de douves verticales en chêne, calfatées avec soin. Chaque trousse était armée de deux cercles en fer; la solidarité de deux pièces en contact par les petits bouts était demandée à un boulonnage vertical qui fut insuffisant; c'est à l'imperfection de cette disposition qui affaiblissait le bois par les entailles destinées au serrage des boulons qu'il faut attribuer la cause principale de la déformation qui se produisit dans le cuvelage lorsqu'on vida les eaux accumulées dans le puits. Entre la partie cylindrique du cuvelage et le terrain, on réserva un espace annulaire qui fut rempli, dans le bas, par des boules d'argile qu'on dama fortement à l'aide d'une couronne sur laquelle agissaient des pilons, et, dans le haut, par du sable.

M. Lévy, qui a décrit le fonçage du puits d'Hénin-Liétard (1), condamne, avec raison, la complication des trépons dont s'est servi M. Mulot; il estime que l'alésoir ne peut servir à dresser convenablement la base conique d'un cuvelage dans des conglomérats à gros éléments; il regrette que M. Mulot n'ait pas continué à damer de l'argile jusqu'à la partie supérieure du cuvelage. et enfin il blâme le manque d'efficacité du boulonnage des douves

---

(1) *Bulletin de l'Industrie minière*, tome VII.

auquel il eût préféré qu'on substituât des armatures intérieures en fonte.

**239.** Le procédé de MM. Kind et Chaudron consiste, comme le système Mulot, dans un forage sans épuisement simultané des eaux; en un mot, le fonçage s'opère à *niveau plein*. Quand on est arrivé au terrain qui peut servir de base au cuvelage, on descend ce revêtement composé d'anneaux métalliques qui s'assemblent au jour. La base du cuvelage est munie d'une disposition particulière, *la boîte à mousse* qui constitue un caractère essentiel du procédé et qui a résolu d'une façon excessivement simple l'établissement d'un joint étanche au bas de la colonne. Le procédé Kind et Chaudron a reçu depuis une vingtaine d'années des applications nombreuses en Westphalie, dans le bassin de Sarre-et-Moselle, en Belgique, et dans le Nord de la France où il se répand de plus en plus.

## § 2. — *Procédé ordinaire ou fonçage direct.*

### Travaux du début. — Installation générale.

**240.** Lorsque les terrains à recouper ne sont pas, dès le début du fonçage, trop chargés d'eau, ou d'une nature trop éboulouse, les 8 ou 10 premiers mètres peuvent aisément se traverser au pic et à la pelle sans qu'une machine soit nécessaire. On établit, de 2 mètres en 2 mètres, des planchers alternant d'un côté à l'autre et n'occupant qu'une partie de la section du puits; les déblais sont sortis au jour par plusieurs jets de pelle.

Pour extraire les déblais, et les eaux peu abondantes dans le fonçage des dix mètres suivants, on se sert de treuils simples à double manivelle et de petits tonneaux contenant un hectolitre.

Pendant que s'opère ainsi sans difficulté le fonçage des 20 premiers mètres, on exécute le montage d'une machine à vapeur avec sa chaudière et d'un châssis à molettes ou chevalement,

appareils destinés à poursuivre plus loin le travail. On complète ensuite cette installation par des treuils et par une machine d'épuisement qu'on dessert par un nombre suffisant de chaudières.

On a depuis longtemps renoncé aux *baritels* ou manéges à chevaux, engins lents et incommodes que la machine à vapeur a remplacés avec avantage.

La machine d'extraction la plus simple et la plus économique comme installation est une machine horizontale, sans détente, à un seul cylindre; elle doit être pourvue d'un changement de marche. L'arbre de la manivelle transmet le mouvement, par un jeu d'engrenages dont le rapport est de 1 à 4, à un autre arbre sur lequel sont calées deux bobines qui reçoivent des câbles en aloès, matière qui, mieux que le chanvre, supporte l'humidité.

Avec une machine de 25 chevaux on peut, tout en faisant face à l'extraction des déblais jusqu'à une profondeur de 300 à 400 mètres, actionner au moyen d'un *varlet* une petite pompe qui suffit souvent dans le début. Cette machine pourra même encore servir, à la rigueur, à préparer la mise en exploitation du gîte en attendant le montage de la machine d'extraction définitive. La machine d'avaleresse doit être munie d'un frein à pédale (fig. 340, pl. XX), permettant un arrêt brusque.

Les câbles s'enroulent sur deux molettes en fonte de 1<sup>m</sup>.50 de diamètre dont les axes sont situés à 6 mètres au-dessus du sol: ces molettes sont supportées par un chevalet bien dégagé, en sapin de 0<sup>m</sup>.25 à 0<sup>m</sup>.30 d'équarrissage (fig. 342, 343 et 344), les pièces *aa* et *bb* sont seules en chêne. Avec un pareil chevalet on peut au besoin employer des tonnes de 10 hectolitres.

Les tonneaux ont une forme bombée; les cercles extrêmes sont chanfreinés afin d'éviter qu'ils ne s'accrochent pendant la montée ou la descente.

L'attache des câbles se compose de quatre chaînes réunies par un anneau qui s'engage dans un crochet articulé.

Les tonneaux sont reçus au jour, sur un tablier mobile, qui



oppose à la chute des matériaux dans le puits au fond duquel les ouvriers travaillent.

Je ne m'appesantirai pas ici sur les appareils d'épuisement qui trouveront place dans un chapitre spécial. Je me bornerai, pour le moment, à quelques indications sommaires sur les pompes à avaleresses.

Les pompes se composent : 1° d'une succion en tôle rivée à une partie conique en fonte qui la surmonte et qui reçoit la soupape; 2° d'une *travaillante* (ou corps de pompe), en fonte dans laquelle agit le piston; 3° des tuyaux élévatoires en tôle. La travaillante, qui a 5 à 6 mètres de longueur, est généralement en deux pièces; les tuyaux élévatoires ont une longueur de 4 à 5 mètres, mais on ajoute à l'approvisionnement en tuyaux de longueur uniforme, des rallonges de 1 à 2 mètres avec lesquelles on allonge la colonne au fur et à mesure de la descente et que l'on remplace aussitôt que la longueur descendue permet la pose d'un tuyau définitif; les joints sont garnis avec une rondelle en gutta-percha. Les tuyaux élévatoires sont surmontés d'un dégorgoir. Le diamètre des *soulevantes* surpasse de 10 à 15 % celui du corps des pompes.

Les pompes sont suspendues par des tiges et emprisonnées dans des cadres en bois sur lesquels reposent les collets. La tige du piston et les tiges de suspension sont en bois de sapin bien choisi; elles ont 15 à 20 mètres de longueur; elles s'emmanchent avec une clavette.

De fortes vis s'assemblent à la naissance de chaque tige de suspension; on les dispose de façon à faciliter leur manœuvre fréquente de la surface.

La machine d'épuisement est en général à traction directe; elle s'installe sur des poutres en bois ou en tôle reposant sur deux murs longitudinaux tangents au puits. Dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, on donne au cylindre des machines d'exhaure de 1<sup>m</sup>,20 à 1<sup>m</sup>,50 de diamètre et 3 mètres de course utile.

De chaque côté des deux murs de fondation de la machine d'épuisement on monte un *engin* ou cabestan pour la manœuvre des pompes; on complète cet outillage par un treuil à vapeur que l'on place derrière la recette, entre le puits et la machine d'extraction. Il reste ainsi un côté du puits absolument libre pour l'introduction et la sortie du matériel.

L'épuisement des eaux suit le plus souvent les phases suivantes : en commençant on fait face à la venue d'eau avec des tourets et de petites bennes, puis on se sert de la machine d'extraction qui remonte l'eau dans des tonnes; quand les suintements deviennent plus importants, on actionne avec cette machine une ou deux petites pompes auxquelles on donne un diamètre de 0<sup>m</sup>,20 à 0<sup>m</sup>,25 dans les travaillantes et de 0<sup>m</sup>,80 à 1 mètre de course. Ces pompes peuvent donner de 18 à 22 coups par minute; on les installe dans un angle du compartiment des tonneaux. Avec le varlet et la machine d'extraction M. Lévy a fait face à un épuisement de 10 hectolitres par minute à une profondeur de 55 mètres (\*). C'est quand les divers moyens que je viens d'indiquer sont devenus insuffisants, qu'on a recours à la machine d'épuisement. Les exemples cités n° 222 montrent que celle-ci exige parfois une force considérable.

A Falck, on a fait usage d'une machine d'épuisement à traction directe avec un diamètre de cylindre de 2<sup>m</sup>,30 et une course de 3 mètres. Cette machine d'une force nominale de 900 chevaux dont la moitié seulement était réalisée, pouvait extraire 240 hectolitres d'eau par minute à une profondeur de 90 mètres; elle exigeait l'emploi de 15 chaudières de 60 chevaux chacune (\*).

---

(\*) Lévy, *Des fonçages des puits dans les terrains aquifères*. (Mémoire déjà cité.)

(\*) *Ibid.*

**16<sup>e</sup> Leçon.****DU FONÇAGE DES PUIITS DE MINE DANS LES TERRAINS AQUIFÈRES  
(suite).*****Procédé direct* (suite).****CUVELAGE.**

**Objet du cuvelage. — Conditions qu'il doit remplir. — Différentes sortes de cuvelages.**

241. On a vu, dans la dernière leçon, que l'on désigne sous le nom de *cuvelage* la cloison étanche dont il est nécessaire de revêtir les puits dans les régions aquifères. Cette cloison remplit un double but dans les puits foncés par le procédé direct; elle sert, pendant le fonçage même, à diminuer l'affluence des eaux, et elle permet d'en interdire complètement l'accès après le creusement, en rétablissant dans les zones qu'elle a traversées, les conditions d'équilibre qui réglaient le régime des eaux souterraines avant que les terrains fussent perforés.

La colonne cuvelée doit être disposée de façon à opposer partout et en tous temps un obstacle absolu à l'invasion des eaux : la tête du cuvelage doit donc dépasser le niveau le plus élevé que peuvent atteindre les torrents souterrains, tandis que sa base doit s'appuyer, par un joint hermétique, sur le terrain solide et imperméable; de plus, les éléments qui composent ce revêtement doivent être calculés et assemblés de façon à résister, sans déformation, aux pressions latérales qui les sollicitent.

Le cuvelage peut s'exécuter, soit avec des pièces de chêne, de qualité choisie, juxtaposées, suivant un profil polygonal, soit avec des panneaux en fonte, soit, plus rarement, avec une maçonnerie soignée, en briques ou en pierres de taille.

Les cuvelages en maçonnerie sont les plus économiques à établir dans les terrains peu aquifères, mais ils sont difficiles à exécuter quand on rencontre de grandes quantités d'eau, qui délavent et entraînent le mortier au fur et à mesure de sa pose. Ces revêtements se fendillent sous l'influence des mouvements de terrains que provoque l'exploitation, ils laissent alors passer l'eau; leur réparation est d'ailleurs difficile sous de fortes charges.

Les cuvelages en bois sont d'une exécution facile; ils se prêtent, par leur nature élastique, à de légers mouvements de terrains, sans exiger, en pareil cas, d'autre réparation et d'autre entretien qu'un recalfatage des joints, opération à laquelle les mineurs du Nord donnent le nom de *brandissage*. Dans chaque fosse, des ouvriers spéciaux (*ouvriers d'about*) sont chargés de cet entretien qui s'exécute sur les points où des fuites ou *pis-sious* se déclarent. Ces avantages expliquent la faveur dont jouissent encore les cuvelages en bois dans le Nord de la France et en Belgique. Mais lorsqu'il s'agit de foncer des puits de très-grand diamètre en faisant face à des charges considérables, il devient parfois difficile, à moins d'exagérer le nombre des côtés du polygone, de se procurer, à des prix convenables, des bois d'un équarrissage suffisant. Dans ce cas, on a recours au cuvelage en fonte, bien que la rigidité de ce dernier expose la colonne cuvelée au danger de ruptures locales qui donnent toujours lieu à des réparations fort délicates. Les couronnes composant les revêtements en fonte dont on se sert dans le fonçage direct sont formées de segments ou panneaux; le mode d'assemblage et de calfatage de ces panneaux sera décrit plus loin.

#### Cuvelage en bois; description et pose.

**243.** La pose du cuvelage, dans le fonçage des puits par le procédé direct, s'exécute par une série de reprises ou retraites: chaque reprise prend son point d'appui sur une ou plusieurs

ssises fondamentales établies avec des soins particuliers; ces ssises auxquelles on donne le nom de *trousses picotées*, sont destinées à retenir les eaux provenant de la zone immédiatement supérieure; on choisit leur emplacement sur les points où la roche paraît assez solide et semble offrir quelques garanties contre les filtrations importantes. Les cadres polygonaux composant le cuvelage ordinaire se posent au-dessus des trousses picotées.

Les figures 345 et 346, planche XX, montrent comment se prépare et s'exécute la pose d'un tronçon de cuvelage. La partie *ab* vient d'être cuvelée, le tronçon supérieur terminé prend sa base sur une corniche *bb* du terrain; les eaux venant des parois sont retenues par la trousse picotée *cc* qui repose, soit directement sur la banquette, soit sur une assise intermédiaire *dd* à laquelle on donne le nom de *trousse colletée*; les eaux provenant du fond se réunissent dans un puisard circulaire et sont élevées au jour.

Le creusement recommence au-dessous de la banquette et l'affluence des eaux augmente au fur et à mesure que l'on descend. Dès qu'on est parvenu en un point où la roche se prête à l'établissement d'une nouvelle base imperméable, on dresse avec soin au pic une banquette au-dessous de laquelle on ménage un puisard *g* de 1 mètre à 1<sup>m</sup>,30 de profondeur; si l'abondance des eaux s'oppose à ce que cette nouvelle banquette puisse être dressée avec tous les soins nécessaires, et si la roche n'est pas suffisamment compacte, la nouvelle corniche reçoit une trousse colletée *ee* composée de pièces en chêne bien équarri, juxtaposées et serrées contre le terrain par une série de coins chassés verticalement. C'est sur cette assise intermédiaire que se place en *ff* une trousse picotée destinée à servir de base au nouveau tronçon de cuvelage qu'il s'agit d'établir.

La trousse picotée se compose d'éléments polygonaux en chêne de premier choix parfaitement dressés, *repérés* et vérifiés au jour sur un gabarit. Elle laisse entre son contour extérieur et

le terrain un espace vide de quelques centimètres qu'il faut remplir de façon à former un joint étanche. A cet effet, on applique d'abord sur la face externe de chaque pièce de cuvelage une planchette en bois blanc appelée *lambourde*, taillée en biseau à ses extrémités et ayant de 0<sup>m</sup>,020 à 0<sup>m</sup>,025 d'épaisseur et la même hauteur que la trousse; puis on dame derrière les *lambourdes* de la mousse qu'on achève de comprimer en enfonçant entre les pièces de la trousse et ces *lambourdes* deux séries de coins plats en bois blanc (fig. 350); on retourne les premiers coins chassés de telle sorte que l'une des séries a la tête en bas, et l'autre série a la tête en haut. Ces coins ont 0<sup>m</sup>,26 de hauteur et 0<sup>m</sup>,04 de largeur; leur épaisseur est à la base de 0<sup>m</sup>,02 et au sommet de 0<sup>m</sup>,01; on les fait de préférence en saule desséché. On procède ensuite au *picotage* en enfonçant dans tous les vides qui peuvent exister des picots à tête carrée (fig. 349), après avoir recépé avec un ciseau la tête des coins qui dépassent la hauteur de la trousse. Lorsque les vides sont bouchés par ce premier picotage, on chasse d'autres picots en leur faisant une place à l'aide d'une aiguille en fer ou *agrappe* à picoter (fig. 347) que l'on maintient ou non à l'aide d'un manche; quand les picots en bois blanc ne peuvent plus entrer, on se sert de picots en chêne; on ne s'arrête dans ce travail que lorsque l'*agrappe* à picoter refuse de pénétrer dans la masse comprise entre les *lambourdes* et les éléments du cadre polygonal. Il ne reste plus alors qu'à recéper la tête des picots et à corriger au besoin par un rabotage le devers que la pression des picots aurait pu donner à la trousse.

Les picots ont la forme d'une pyramide quadrangulaire; ils forment trois séries ayant les dimensions suivantes :

1 <sup>re</sup> catégorie, côté de la base . . .	0,02	hauteur	0 <sup>m</sup> ,21
2 <sup>me</sup> — — — . . .	0,015	—	0 <sup>m</sup> ,175
3 <sup>me</sup> — — — . . .	0,015	—	0 <sup>m</sup> ,15

Suivant le degré de perméabilité du terrain, on se contente d'éta-

On pose un tronçon de cuvelage sur une trousse picotée, ou bien on superpose deux, trois et même quatre trusses picotées.

Les cadres de cuvelage composés, comme les tronçons picotés, de pièces polygonales assemblées avec précision, mais de moindre épaisseur, s'assemblent les uns sur les autres; on garnit d'un étouffage le vide existant entre la paroi du puits et le pourtour extérieur de ces cadres.

Lorsqu'en procédant ainsi, on est parvenu près de la reprise précédente, on abat avec précaution la banquette et l'on continue le montage des cadres jusqu'à la pose du dernier auquel on donne la hauteur qu'exige le raccord. Avant de poser ce dernier cadre, on a soin de serrer les joints horizontaux du tronçon de cuvelage en exécution, au moyen de vis qui s'appuient, au bas, sur l'avant-dernier cadre de la nouvelle reprise et à la partie supérieure contre la trousse colletée de la passe précédente. Le dernier élément polygonal se nomme la *clef*. Cette clef est introduite obliquement dans la cavité qu'elle doit remplir et ramenée ensuite à sa position normale au moyen de poignées fixées dans le bois. Il ne reste plus qu'à calfater les joints horizontaux. Cette opération se fait avec un ciseau ou (*brandissoir*) représenté figure 348; on ouvre avec cet instrument les joints en commençant par les plus serrés, sur une profondeur de 0<sup>m</sup>,025 à 0<sup>m</sup>,030 et l'on bourre dans les joints ainsi ouverts, de l'étoupe goudronnée.

#### Dimensions des pièces de cuvelage.

**243.** Les cadres polygonaux sont composés d'un nombre de côtés d'autant plus grand que le puits a un diamètre plus considérable; ce nombre varie de 12 à 20; il dépasse même quelquefois ce dernier chiffre dans les puits de très-grand diamètre; la longueur de 1 mètre ne doit pas être dépassée pour les pièces de cuvelage. On les prépare et on les conserve dans un lieu frais que l'on désigne souvent sous le nom de *cave au cuvelage*.

Quelques auteurs recommandent de donner la même hauteur à toutes les pièces d'une même assise; ce principe n'est cependant pas suivi partout, notamment aux mines de Courrières où les cuvelages sont *lozingués*, c'est-à-dire où, à l'exception des trous picotés, les pièces de cuvelage composant une même assise ont des hauteurs différentes. Une ancienne pratique consistait à réunir les trusses les unes aux autres au moyen de broches et de trous qui se correspondent sur les deux faces contiguës de deux pièces en contact; ce système n'offre aucun intérêt.

Il est difficile de soumettre à l'analyse les conditions de travail des différentes pièces d'un cuvelage; aussi les praticiens n'accroissent-ils généralement qu'un intérêt secondaire aux résultats de calculs de résistance qui peuvent être faits à cet égard. La plupart du temps, ils fixent les dimensions à donner aux éléments d'un cuvelage par comparaison avec des cuvelages existants, et observant d'ailleurs que l'épaisseur des pièces doit augmenter avec la hauteur d'eau qu'elles ont à supporter et avec le diamètre du puits, ainsi que je l'ai dit au n° 241. Quand les puits ont un grand diamètre, et lorsque la hauteur des morts-terrains est considérable, comme cela a lieu, par exemple, dans certaines parties du bassin de la Ruhr, il devient difficile de se procurer des bois sains d'une épaisseur suffisante; au moins ces matériaux ne peuvent-ils s'obtenir qu'à des prix élevés; c'est en pareil cas que le remplacement du bois par la fonte s'indique naturellement.

On peut, à la rigueur, calculer de la manière suivante les dimensions à donner à un élément polygonal de cuvelage, considéré comme un solide de section rectangulaire reposant par ses deux extrémités sur deux appuis et soumis à une charge uniformément répartie.

La formule fondamentale applicable au cas qui nous occupe est :

$$\frac{PL}{8} = \frac{Rbe^2}{6}$$



l'où l'on tire :

$$e = \sqrt{\frac{6Pl}{8Rb}} \dots \dots \dots (1)$$

$e$  est l'épaisseur cherchée,  $b$  la hauteur de la pièce,  $L$  sa longueur,  $P$  la charge totale uniformément répartie qui peut provoquer la rupture;  $R$  est le plus grand effort que l'on puisse faire supporter avec sécurité à la fibre la plus allongée ou la plus comprimée; (on peut, pour le chêne, prendre  $R=500.000$ ).

En représentant par  $H$  la hauteur d'eau qui charge la pièce considérée, on a pour la pression par mètre carré  $1000 \times H$ , et pour la valeur de  $P$

$$P = 1000 H \times bL;$$

D'un autre côté la longueur  $L$  d'un polygone de  $n$  côtés circonscrit au cercle de rayon  $r$  est :

$$L = 2r \operatorname{tang} \frac{360^\circ}{n} = D \operatorname{tang} \frac{180^\circ}{n};$$

substituant dans la formule (1) les valeurs de  $P$ , de  $L$  et de  $R$ , il vient :

$$e = \sqrt{\frac{6000 H \left( D \operatorname{tang} \frac{180^\circ}{n} \right)^2}{8 \times 500.000}} = \sqrt{0,0015 H \left( D \operatorname{tang} \frac{180^\circ}{n} \right)^2}$$

Pour  $H = 60$  mètres,  $D = 4^m,20$  et  $n = 18$ , on trouve

$$e = \sqrt{0,0015 \times 60 (4^m,20 \times 0,1765)^2} = 0^m,22.$$

Voici les dimensions qui ont été données en 1868 aux diffé-

rentes pièces de couvage d'un puits de 4<sup>m</sup>,25 de diamètre intérieur qui a traversé les terrains suivants :

Argile . . . . .	2 <sup>m</sup> ,00	} Épaisseur totale des mort- terrains . . . . . 152 <sup>m</sup> ,50 Cote de départ du couvage à 32 <sup>m</sup> ,00 de la surface. Hauteur totale du couvage. 66 <sup>m</sup> ,00
Argile mêlée de gravier . . .	9 <sup>m</sup> ,00	
Craie blanche . . . . .	8 <sup>m</sup> ,00	
Craie grise . . . . .	4 <sup>m</sup> ,50	
Bonne pierre . . . . .	22 <sup>m</sup> ,70	
Craie bleuâtre . . . . .	52 <sup>m</sup> ,80	
Dièves. . . . .	50 <sup>m</sup> ,25	
Tourtia gris . . . . .	2 <sup>m</sup> ,00	
Tourtia vert . . . . .	1 <sup>m</sup> ,25	

N <sup>os</sup> d'ordre des retraites.	NOMBRE des trousses piotées.	LONGUEUR des retraites prises au-dessous des trousses piotées.	ÉPAISSEUR et largeur des trousses.	ÉPAISSEUR de couvage.
1	2	10 <sup>m</sup> ,30	25 × 22	0,15 et 0,16
2	1	3 <sup>m</sup> ,25	32 × 22	0,16 et 0,17
3	1	3 <sup>m</sup> ,50	32 × 22	0,16 et 0,17
4	1	10 <sup>m</sup> ,50	32 × 22	0,17
5	1	5 <sup>m</sup> ,00	32 × 22	0,18
6	2	6 <sup>m</sup> ,20	35 et 37 × 26	0,18 et 0,19
7	1	4 <sup>m</sup> ,79	35 × 22	0,19
8	2	6 <sup>m</sup> ,20	35 et 37 × 22	0,19 et 0,20
9	2	8 <sup>m</sup> ,50	35 et 37 × 22	0,20 et 0,21
10	2	8 <sup>m</sup> ,00	35 et 37 × 22	0,21
11	3	1 <sup>m</sup> ,76	35, 37 et 40 × 22	0,22
TOTAL. .	18			

Le couvage a été établi à dix-huit pans; la longueur des pans à l'intérieur est de 0<sup>m</sup>,74; le cube total du couvage est de 183<sup>m</sup>³,210.

La maçonnerie supérieure, arrêtée à 32 mètres, a été appuyée sur deux trousses collées de 0<sup>m</sup>,25 de hauteur sur 0<sup>m</sup>,22 de largeur.

Le tableau suivant résume les conditions d'exécution de quelques cuvelages en bois.

DÉNOMINATION	DIAMÈTRE du puits		HAUTEUR culevée.	PROFONDEUR de la base de cuvelage.	FORME du cuvelage.	NOMBRE de pièces par trousse.	FORME des pièces.	HAUTEUR des pièces de chaque trousse.	ÉPAISSEUR des pièces.	
	au terrain.	à l'intérieur du cuvelage.							Minima	Maxima.
des mines (Pas-de-Calais)	mèt. 6,00	mèt. 4,92	mèt. 100,00	mèt. 100,00	Polygonal.	20	Prisme à section trapézoïdale.	mèt. 0,25 à 0,60	mèt. 0,180	mèt. 0,280
Calck (Mons)	4,70	4,20	53,10	53,50	Polygonal	20	Id.	"	0,120	0,240
Waring (Mons)	5,00	4,08	146,92	153,20	Polygonal.	18	Id.	"	"	"
de Marles (Pas-de-Calais)	4,54	4,00	73,50	73,50	Polygonal.	16	Id.	Variable.	0,15	0,15
des mines (Nord)	4,75	4,00	65,00	65,00	Polygonal.	16	Id.	Variable.	0,120	0,24
Freyning	"	4,00	148,00	175,00	Polygonal.	20	Id.	Variable.	"	"
de Wely (Mons)	4,50	4,00	34,43	42,75	Polygonal.	16	Id.	Variable.	0,160	0,180

On conçoit que les frais de pose des cuvelages sont variables selon les conditions dans lesquelles cette pose s'exécute. Quant au prix du chêne, il varie de 150 à 300 francs le mètre cube suivant les dimensions. A la fosse n° 2 de Marles (Pas-de-Calais), les frais de cuvelage pour une hauteur culevée de 73<sup>m</sup>,50, ont été répartis comme suit :

	Main-d'œuvre.	Fournitures.	Totaux.
Picotages . . . . . fr.	12.617,15	15.401,92	28.019,07
Cuvelage . . . . .	6.654,23	57.839,64	44.495,87
Calfatage . . . . .	13.791,71	2.861,57	16.653,28
Suspension du cuvelage.	2.394,94	4.670,28	7.065,22
<b>TOTAUX. . . . . fr.</b>	<b>55.458,03</b>	<b>60.773,41</b>	<b>96.251,44</b>

## Cuvelage en fonte.

344. Les cuvelages en fonte sont d'un usage général en Angleterre où les premières applications en ont été faites au commencement de ce siècle. Les cuvelages métalliques établis sur le continent dérivent du type anglais; ce sont des couronnes en fonte formées de segments (*tubbings*), munis de rebords sur leur pourtour et renforcés par des nervures. Les pièces de cuvelage portent un trou central de 0<sup>m</sup>,03 à 0<sup>m</sup>,04 qui sert à les descendre et à les manœuvrer, et par lequel s'écoule l'eau pendant la pose; on le bouche ensuite avec une broche de bois fortement chassée. Les joints verticaux et horizontaux sont garnis de planchettes en bois blanc. Les trusses picotées sont, comme les éléments du cuvelage ordinaire, composées de segments; ces segments sont évidés et cloisonnés; on remplit de bois les compartiments.

On donne aux assises du cuvelage ordinaire 0<sup>m</sup>,60 de hauteur et une épaisseur qui varie de 0<sup>m</sup>,025 à 0<sup>m</sup>,040 suivant la pression de l'eau. L'épaisseur de la fonte peut d'ailleurs se calculer par la formule

$$e = 0,009 + 0,000065 HD$$

*H* étant la hauteur d'eau en mètres et *D* le diamètre du puits.

M. Demilly a exécuté en 1858, au puits de la Providence aux mines de Fiennes, entre les niveaux de 171 mètres et de 182 mètres, un tronçon de cuvelage métallique dont les éléments sont représentés par les figures 367 à 372, planche XXI. Les figures 369 et 370 sont relatives aux trusses picotées, les autres se rapportent au cuvelage proprement dit, dont les assises de 0<sup>m</sup>,40 de hauteur ont été formées de 12 panneaux. Les couronnes avaient 4<sup>m</sup>,08 de diamètre intérieur; chaque panneau portait un rebord latéral *ab* et un rebord horizontal *cd*. On avait donné aux joints horizontaux 0<sup>m</sup>,02 du côté du terrain et 0<sup>m</sup>,01

avant de façon à assurer le serrage des planchettes; de plus les bords étaient munis de deux ou trois grains d'orge qui augmentent encore l'adhérence des planchettes de serrage. Le vide existant entre le cuvelage et le terrain était rempli avec du béton. Des assises semblables étaient emprisonnées entre deux trusses cotées de 0<sup>m</sup>,20 de hauteur; ces dernières comme les assises du cuvelage ordinaire étaient formées de segments en fonte (fig. 369 et 370), mais les trusses étaient doubles et chaque segment renfermait quatre compartiments ouverts du côté du puits; ces compartiments étaient garnis de bois. L'intervalle laissé entre deux trusses était de 0<sup>m</sup>,03 et était picoté. Les joints verticaux se correspondaient d'une assise à l'autre.

M. Wohlwerth a établi à l'avaleresse de Sainte-Stéphanie (Moselle) un cuvelage en fonte, à partir de la profondeur de 15 mètres et sur un diamètre intérieur de 4<sup>m</sup>,06. Chaque colonne était composée de dix segments cloisonnés d'un développement intérieur de 1<sup>m</sup>,248 et de 0<sup>m</sup>,50 de hauteur; les nervures et les cloisons étaient extérieures, ces nervures faisaient saillie de 0<sup>m</sup>,088; les joints verticaux étaient serrés avec des planchettes de chêne de 0<sup>m</sup>,120 × 0<sup>m</sup>,018 et les joints horizontaux avec des lattes de bois blanc de mêmes dimensions; l'espace annulaire cloisonné était rempli de béton.

Les trusses picotées étaient formées d'une seule couronne de 0<sup>m</sup>,25 de largeur et de 0<sup>m</sup>,20 de hauteur composée de panneaux entre trois nervures. La face supérieure de ces segments portait un dent de 0<sup>m</sup>,007 servant de logement aux planchettes de joint (fig. 355 et 356); les vides de l'arrière furent remplis avec des lattes de chêne, et le picotage s'exécuta, comme le montrent les figures, après avoir garni l'arrière, comme dans les cuvelages en bois, de lambourdes comprimant, sous l'action des picots, de la mousse contre le terrain.

Le calfatage des joints termina l'opération. Pour éviter le gonflement que provoque du picotage, on eut soin de donner une légère pente à la banquette de telle sorte que la trousse placée

d'abord dans la position indiquée par la figure 355, se trouvait redressée après le picotage, comme le montre la figure 356.

Le tableau suivant résume les conditions d'exécution de quelques cuvelages métalliques à panneaux ou segments.

DÉSIGNATION des puits.	DIAMÈTRE du puits.		Hauteur cuvelée.	Profondeur de la base du cuvelage.	Nombre de pièces par trousee.	FORME des pièces.	ÉPAISSEUR des parois.	
	au terrain.	à l'intérieur du cuvelage.					Hauteur des pièces de chaque trousee.	Minima. Max.
Puits de Hetton, près New- castle . . . . .	mét. 5,40	mét. 4,85	mét. 53,20	mét. 159,00	»	Segments avec re- bords extérieurs.	mét. »	mét. 0,04
Puits Jane, près Sunderland.	4,26	3,90	133,50	153,44	8	Segments à nervures intérieures.	0,60 0,40	0,019
Puits de la Providence des mi- nes de Fiennes (Pas-de-Calais)	5,00	4,08	41,00	187,00	12	Segments à nervures.	0,40	0,030
Puits Barillon (Ruhr) . . .	3,40	3,10	49,31	51,54	10	Segments à nervures extérieures.	0,70	0,013
Puits de Havré (près Mons) .	»	3,60	38,00	38,00	?	Segments à collets intérieurs.	»	»

#### Renvoi de niveau.

345. On a conservé dans beaucoup d'exploitations un vieil usage qui consiste à mettre en communication, à travers les troussees picotées, les différentes retraites d'un cuvelage; on désigne sous le nom de *renvoi de niveau* les divers artifices à l'aide desquels s'établit cette communication dont l'utilité ne repose sur aucun principe théorique sérieux et dont on peut, par conséquent, s'affranchir sans inconvénient.

Le moyen le plus simple de renvoyer le niveau est représenté (fig. 351, pl. XX); il consiste à percer chaque trousee picotée d'un trou vertical *tt* qu'on relie derrière le revêtement avec la base de la retraite suivante par un tuyau carré *T* en bois, de 0<sup>m</sup>,10 de côté. En cas de réparation, lorsqu'une pièce de cuvelage doit être changée, on empêche les eaux du niveau supérieur de se

précipiter par l'ouverture que cette réparation présente, en enfonçant une broche dans un trou *oo* foré perpendiculairement au premier. On a perfectionné cette disposition en substituant à la broche un robinet terminé du côté du puits, par une tête hexagonale qu'on manœuvre à l'aide d'une clef; enfin, dans le couchant de Mons, on garnit souvent les trous verticaux d'un tube en cuivre surmonté d'une soupape à boulet qui se ferme d'elle-même par le poids de l'eau quand une pièce de cuvelage vient à se rompre au-dessous du siège où cette soupape est placée. La figure 351 représente une disposition adoptée par M. de Boisset aux mines de l'Escarpelle; chaque siège picoté a reçu huit soupapes à boulet revêtues d'un chapeau de cuivre de 0<sup>m</sup>,28 et d'une petite caisse percée de trous, qui isole l'appareil du béton. A la fosse n° 2 de Leforest, le même ingénieur a opéré le renvoi de niveau, comme l'indique la figure 353 qui comporte l'emploi d'un robinet sous les soupapes et d'un tuyau placé à l'intérieur du puits.

Enfin, M. de Braquemont a employé à Vicoigne la disposition présentée figure 352; la communication est établie par un tuyau fixé aux pièces de cuvelage supérieures et inférieures au siège picoté; ce tuyau porte en son milieu un robinet *R*.

### *Exemples de fonçages difficiles exécutés par le procédé direct.*

#### **Avaleresses de Saint-Saulve (fosse Thiers).**

**246.** La Compagnie d'Anzin a entrepris, en 1856, dans sa concession de Saint-Saulve, le fonçage, par le procédé direct, de deux avaleresses situées à 28 mètres l'une de l'autre qui devaient traverser 150 mètres environ de morts-terrains dont 7 mètres de sables mouvants, tourbes et graviers d'alluvion, dans le voisinage de la surface. Le puits d'extraction, commencé le 26 février 1856 au diamètre de 6<sup>m</sup>,20 (pour arriver ensuite à 4 mètres de

diamètre définitif), rencontra l'eau à 2<sup>m</sup>,70 et les parties éboulées furent traversées au moyen d'un système de planchettes jointives en bois blanc de 0<sup>m</sup>,10 de largeur et de 0<sup>m</sup>,02 d'épaisseur enfoncées derrière des croisures polygonales; on pénétra ainsi, avec quatre séries de planchettes de 2 mètres, 1<sup>m</sup>,50, 1<sup>m</sup>,50 et 0<sup>m</sup>,80, dans une couche d'argile de 1<sup>m</sup>,40 située sous les sables et graviers. Je ne puis mieux faire, pour décrire d'une façon succincte la suite de cet important travail, que de reproduire ici les termes dans lesquels cette description a été faite par M. Lévy. d'après un mémoire étendu de M. Chavatte (1) :

« On extrait les terres, quand le jet de pelles par planchage ne suffit plus, au moyen d'un treuil et de petits tonneaux.

» On commence l'épuisement avec une, puis avec deux pompes de 0<sup>m</sup>,22 de diamètre. Arrivé dans les graviers, on est obligé d'ajouter successivement trois pompes de 0<sup>m</sup>,42. Il arrivait 24 hectolitres d'eau par minute. Ces pompes étaient mues à bras d'hommes. Chacune d'elles exigeait vingt-quatre et vingt-huit ouvriers selon le diamètre. On employait jusqu'à quatre cents ouvriers par vingt-quatre heures, lesquels se relayaient tous les quarts d'heure.

» On picote dans la couche d'argile qui forme la base du faux niveau, à 9 mètres du jour, avec deux trusses et on élève le cuvelage par-dessus les picotages.

» Dès qu'on entre dans les marnes qui sont fendillées, on recoupe un grand volume d'eau. On ne peut plus continuer le fonçage sans recourir à un épuisement mécanique.

» Le travail fait permet d'enfoncer des pilotis de 8 mètres de fiches, sur lesquels on érige les massifs de la machine d'épuisement de 200 chevaux. On monte aussi une machine horizontale de 20 chevaux pour l'extraction des déblais. Six chaudières à vapeur de 50 chevaux chacune, fournissent la vapeur nécessaire

(1) *Bulletin de l'Industrie minière*, t. V, 1860, et t. XIV, 1868-1869.



» Pendant les cinq mois d'arrêt nécessités par les installations du puits d'extraction, on fonce la tête du puits d'air de la même façon que celle de ce puits.

» On reprend l'approfondissement de la première avaleresse, 24 août 1856 après avoir épuisé les eaux *lentement*, avec deux pompes de 0<sup>m</sup>,70. Malgré cette précaution, les picotages sont arrangés. On les consolide au moyen de tirants reliés à la surface. En creusant, la nature du terrain exige encore l'intervention des planchettes.

» Le 15 septembre, on n'est encore qu'à 12<sup>m</sup>,32 de profondeur. On pose deux trousses *coïntées* en face des dernières croisures, et on ferme la petite retraite du cuvelage. Il vient 115 hectolitres d'eau par minute. On relie les deux retraites de cuvelage à deux sommiers placés dans la retraite supérieure, et on fixe les équerres dans les angles de chaque trousse. On diminue aussi la pression hydraulique en perçant des trous de carrière dans les pans de cuvelage.

» Le 2 octobre, on découvre une fissure à la profondeur de 4<sup>m</sup>,23, l'eau délave le terrain. On place de nouveau des planchettes et on se sert de paille contre les parois. A la profondeur de 13<sup>m</sup>,73, on peut picoter trois trousses.

» Le 12 octobre, on rencontre une troisième fissure. Il vient 200 hectolitres d'eau par minute. On picote à la profondeur de 17 mètres.

» On monte une troisième pompe de 0<sup>m</sup>,70, exigée par l'affluence de l'eau.

» Le balancier d'équilibre de la machine d'épuisement se brise jusqu'à quatre reprises différentes. On le remplace par un autre plus solide.

» Le 10, les narines sont engorgées, ce qui arrive souvent.

» Le 12, on picote à la profondeur de 18<sup>m</sup>,76.

» Le 18, il vient 250 hectolitres. Le 23, ce volume liquide augmente; la machine d'épuisement donne jusqu'à douze coups par minute. Et cependant on est obligé d'épuiser pendant huit heures pour que les ouvriers puissent se rendre au fond.

» Le 26, on est en train de picoter à la profondeur de 20<sup>m,55</sup> lorsque la machine ne peut plus maintenir les eaux. Les ouvriers sont forcés de quitter le travail. Il vient 500 hectolitres d'eau. On installe une quatrième pompe ayant 0<sup>m,62</sup> de diamètre ; mais la machine d'épuisement fonctionne péniblement. Les oscillations brisent les tuyaux de vapeur.

» En décembre, on monte, sur le puits d'air, une machine d'épuisement de 70 chevaux. Le 24 mars 1867, cette machine fonctionne et donne le mouvement à une pompe de 0<sup>m,70</sup> et à une autre de 0<sup>m,62</sup> de diamètre. Le 18 avril, on arrive à la même profondeur qu'au puits d'extraction.

» Le 25, l'affluence de l'eau s'élève à 450 hectolitres.

» A la suite de divers accidents, tels que rupture de piston, de balancier, le collier de suspension de pompe, etc., on picote cinq trousses au puits d'extraction.

» Tous les jours, pour ainsi dire, on a à réparer des accidents.

» Le 28 mai, on picote au puits d'extraction à 28 mètres et à 24<sup>m,60</sup>.

» Il y a amélioration : deux pompes de 0<sup>m,70</sup> avec neuf coups de piston suffisent dans le premier puits. On peut ôter les tirants du cuvelage, placer les pièces qui manquent et calfater légèrement.

» On remplace, dans le deuxième puits, pour régulariser la marche de la machine d'épuisement, une pompe de 0<sup>m,62</sup> par une de 0<sup>m,70</sup>. Un tuyau élévatoire de la nouvelle pompe crève. Après son renouvellement, on picote plusieurs fois et on arrête de l'eau. On peut mieux calfater, les terrains s'améliorent.

» Le 12 juillet, les deux puits ne fournissent plus que 125 hectolitres d'eau.

» Le 19 août, la tige du plateau d'attelage des pompes se brise au puits d'air. Le 17 septembre, même accident. Le 18, il ne vient plus que 18 hectolitres d'eau. On éloigne désormais les croisures les unes des autres. Le 25, on picote à 42<sup>m,25</sup>.

» Je me dispense d'énumérer une foule d'accidents arrivés au

matériel pour dire que, le 7 février 1858, il ne vient presque plus d'eau, que les *bleus* sont atteints à la profondeur de 66 mètres et qu'on picote dans ces terrains au puits d'extraction, à la profondeur de 67<sup>m</sup>,90.

» On recoupe les dièves à la profondeur de 76 mètres; puis on recoupe le grès vert à celle de 124 mètres. Ce dernier a 11<sup>m</sup>,40 d'épaisseur et ne contient pas d'eau.

» Enfin on atteint le terrain houiller, le 14 septembre 1858, à la profondeur de 140<sup>m</sup>,50. »

M. Chavatte, à qui ont été empruntés les renseignements qui précèdent, établit ainsi les dépenses faites pour passer les avaleresses et pour atteindre la profondeur de 141 mètres.

Main-d'œuvre de creusement . . . . .	fr.	187.699,45
Houille consommée . . . . .		135.825,40
Matériaux, bois et autres approvisionnements . . . . .		226.652,85
Briques, chaux, sable . . . . .		19.017,81
Main-d'œuvre . . . . .		141.754,29
<b>TOTAL . . . . .</b>	<b>fr.</b>	<b>710.907,80</b>

Il y a lieu de déduire le coût des travaux d'approfondissement, à partir de la profondeur de 65 mètres (de mars à septembre), fin du niveau, pour avoir les dépenses d'avaleresse . . . . . fr. 68.960 »

**IL RESTE . . . . . fr. 641.947,80**

D'un autre côté, il y a à tenir compte de la part afférente aux avaleresses : des deux machines d'épuisement, des deux machines d'extraction ; des chevaux qui supportent les machines d'épuisement et qui, à eux seuls, constituent une dépense de 60.000 francs ; des onze chaudières à vapeur, du matériel des pompes, etc. . . . . 166.700 »

**TOTAL DES DÉPENSES D'AVALERESSE. fr. 808.647,80**

**Puits jumeaux de Saint-Pierre (Société de Thivencelles et Fresnes-Midi).**

**247.** M. Stanislas Mathieu entreprit en 1861 pour le compte de la Société des Mines de Thivencelles et Fresnes-Midi qu'il dirigeait alors, le fonçage, par le procédé direct, de deux puits jumeaux de 4<sup>m</sup>,00 et de 3<sup>m</sup>,20 de diamètre, le premier destiné à l'extraction, le second à l'épuisement. Les travaux commencés à la fin du mois d'octobre 1861 ne furent terminés que le 28 juin 1867, c'est-à-dire, cinq ans et demi après. Par suite de la mobilité des terrains voisins de la surface, tous les bâtiments des machines furent établis sur pilotis. Les dix premiers mètres furent traversés au puits d'extraction par le procédé Westphalien, c'est-à-dire au moyen d'une trousse coupante surmontée d'une tour en maçonnerie. Le puits d'épuisement fut poussé jusqu'à 201 mètres et mis en relation par une galerie de 30 mètres et un trou de sonde avec le puits d'extraction envahi par les eaux. Le grand puits était armé d'une machine d'extraction de 40 chevaux, l'autre d'une machine d'extraction de 200 chevaux; un treuil à vapeur de 15 chevaux servait en outre à la manœuvre des pompes. Le revêtement du deuxième niveau au puits d'extraction fut formé d'un cuvelage en fonte composé de onze panneaux de 0<sup>m</sup>,50 de hauteur et de 0<sup>m</sup>,035 d'épaisseur. On donna aux picotages 0<sup>m</sup>,20 de hauteur sur 0<sup>m</sup>,50 de largeur et 0<sup>m</sup>,035 d'épaisseur.

Les dépenses relatives au fonçage de ces deux puits jumeaux se sont élevées à fr. 1.071.191,55 c<sup>e</sup> ainsi répartis :

Frais généraux. . . . .	fr.	37.769,56
Main-d'œuvre de toute nature. . . . .		220.472,59
Matériel (machines, pompes, etc.) . . . . .		231.641,87
Transports . . . . .		18.517,60
Fournitures de magasin . . . . .		134.100,85
Houille consommée . . . . .		171.631,66
Cuvelage en bois et en fer . . . . .		215.677,24
Sondage dans le puits et réservoirs . . . . .		22.407,54
Divers. . . . .		955,04
<b>TOTAL. . . . .</b>	<b>fr.</b>	<b>1.071.191,55</b>

## Fonçage de la fosse n° 5 de Courrières.

**248.** Le fonçage à bras d'hommes de la fosse n° 5 de Courrières sur une partie de la concession où les couches supérieures du terrain crétacé ont été désagrégées par des érosions et renferment de la craie roulée et mouvante, a présenté les difficultés les plus considérables qui se puissent vaincre par le procédé direct; la réussite de ce travail fait le plus grand honneur à M. Alayrac qui l'a dirigé avec autant d'énergie que d'intelligence.

Un premier puits fut ouvert le 20 juin 1872; il atteignit la nappe d'eau souterraine à 14<sup>m</sup>,05 et fut maçonné jusqu'à cette profondeur au diamètre intérieur de 4 mètres. Après l'installation des bâtiments, machines et accessoires ordinaires du fonçage à niveau vide, on attaqua le terrain aquifère par une trousse coupante, polygonale, de vingt côtés qu'on enfonçait au moyen de vérins s'appuyant sur la maçonnerie supérieure. Au fur et à mesure que la trousse pénétrait de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,40 dans le terrain, on enlevait les vérins et l'on posait sur cette trousse un cadre de cuvelage, avec lequel on la reliait par des bandes de fer et des goujons. On fut obligé d'abandonner ce premier puits à la profondeur de 24 mètres à la suite d'une série d'affaissements et d'affouillements latéraux qui firent dévier la colonne de cuvelage et que les moyens représentés (fig. 359) n'avaient pu arrêter. Après le 2<sup>e</sup> affouillement qui s'était manifesté le 18 mars 1873, le puits étant parvenu à 22<sup>m</sup>,90, on avait solidement boisé la partie supérieure d'une cavité qui s'était produite en *d*, *e*, *h*, *g*; le dessous avait été rempli jusqu'à refus par un picotage; voici du reste la légende se rapportant à la figure 359, planche XXI.

*a.* Pièces de bois servant d'appui aux vis de pression.  
*b.* Vis de pression.  
*c.* Crosse de retenue.  
*ce'*. Première ligne d'affaissement.  
*ll'*. Deuxième ligne d'affaissement.  
*mw'*. Troisième ligne d'affaissement.

*k.* Remplissage en bois et picotage dans le vide de l'éboulement.  
*f.* Pièces équarries soutenant les madriers verticaux *g*.  
*g.* Madriers verticaux de 3 mètres soutenant le terrain.  
*h.* Crosses de soutènement des pièces équarries *f*.

Le 4 avril, la situation s'étant encore aggravée, on s'était décidé à recommencer le même travail plus bas en prenant le premier cuvelage comme point d'appui, mais, dès la reprise du creusement, une nouvelle aggravation avait définitivement arrêté le fonçage et condamné ce premier puits dont on ne pouvait, d'ailleurs, se résoudre à diminuer le diamètre, à cause de la production que comportait une fosse qu'il s'agissait de creuser dans cette partie riche de la concession. On se décida donc à entreprendre un autre puits.

Les premières tentatives avaient montré la nécessité de procéder aussi, dans ce deuxième puits, avec une trousse coupante, mais en donnant au cuvelage une rigidité plus grande et en prenant des mesures pour éviter toute déviation pendant la descente; elles avaient également fait ressortir les inconvénients qui résultaient de l'encombrement du puits par plusieurs jeux de pompe.

On substitua, en conséquence, à la tonne cuvelée formée d'éléments assemblés au fur et à mesure de la descente, une tour en tôle établie d'avance au-dessus de la nappe aquifère et l'on fit construire un jeu de pompe de 1 mètre de diamètre pour remplacer plusieurs jeux de 0<sup>m</sup>,55. La tour devait traverser la craie par l'action de son propre poids ou sous l'influence d'une pression extérieure et permettre ensuite de poser le cuvelage à l'intérieur.

On donna au puits cuvelé un diamètre de 4<sup>m</sup>,45 inscrit dans un polygone de vingt-quatre côtés; le diamètre libre était de 4<sup>m</sup>,82 jusqu'au niveau de l'eau; le diamètre du puits était de 5<sup>m</sup>,20. Les figures 357 et 358 montrent comment fut construite la tour en tôle, avec quatorze anneaux de 5<sup>m</sup>,05 de diamètre extérieur et de 1<sup>m</sup>,30 de hauteur réunis par des colliers de joints formés de cornières de 100<sup>mm</sup>. Le dernier anneau avait seul 1<sup>m</sup>,50 de hauteur; la tôle avait 0<sup>m</sup>,015 d'épaisseur. Les figures 354 et 363 montrent la coupe du travail avec la disposition de la machine d'épuisement. Des longrines en bois de

60<sup>m</sup> sur 120<sup>m</sup> revêtues d'une bande de fer et fixées sur des tasseaux encastrés dans la maçonnerie servirent de guides pour la descente de la tour. Cette descente jusqu'à 25<sup>m</sup>,45 put s'opérer par le poids même de cette tour (37 000 kilog.) Deux pompes de 0<sup>m</sup>,55 épuisant la venue d'eau, celle-ci s'étant alors élevée à 480 mètres à l'heure, on monta la grosse pompe en remplacement des deux autres. L'afflux des eaux s'éleva successivement à 648<sup>m</sup> (à 25 mètres de profondeur), puis à 1128 mètres cubes (à 27 mètres).

Le 9 janvier la tête du tube abandonnait ses guides, on força sur le tube au moyen d'une chaise *abcd* (fig. 354) pour le faire descendre, et le 21 janvier 1874, le tranchant s'arrêtait définitivement à 31<sup>m</sup>,50 de profondeur sur les bancs de craie stratifiés. A cette profondeur la grande pompe devenait insuffisante avec une vitesse de sept coups par minute; on remplaça alors le cylindre de 1<sup>m</sup>,10 par un cylindre de 1<sup>m</sup>,46 et on ajouta trois chaudières avec deux jeux de pompe de 0<sup>m</sup>,55 (fig. 361 et 362).

Le 23 avril 1874, l'affluence des eaux était de 1.500 mètres cubes à l'heure. A mesure que la tour descendait, on garnissait au-dessus le pourtour du terrain avec des cadres polygonaux en orme dont la face extérieure était matelassée avec du mousset de bois maintenu par une forte toile. Le 16 mai, on plaça à 37<sup>m</sup>,70 le premier siège de picotage composé de deux trousses (fig. 354); le deuxième siège fut établi à 39<sup>m</sup>,25 et les deux sièges furent réunis par un cuvelage qui fut prolongé à l'intérieur de la tour jusqu'à 12<sup>m</sup>,25, hauteur à laquelle on l'arrêta par une trousse de 0<sup>m</sup>,31 fortement arc-boutée dans la maçonnerie.

A partir de ce moment, le terrain s'améliorant petit à petit, les travaux de fonçage et de cuvelage se poursuivirent sans difficultés particulières.

La traversée de la nappe aquifère à la fosse n° 5, y compris les tentatives infructueuses faites au premier puits, a duré 31 mois, c'est-à-dire qu'elle a eu une durée deux fois et demie plus grande que celle constatée dans les autres fonçages de la

Compagnie de Courrières. Cette durée de 31 mois se répartit comme suit :

Fonçage du 1 <sup>er</sup> puits abandonné. . . . .		11 mois.
Établissement des maçonneries, engins, machines, etc. . . . .	5 mois.	} 20 mois.
Réparations de tous genres, additions d'outillage et de matériel . . . . .	5 —	
Temps employé utilement aux travaux de creusement. . . . .	12 —	
<b>TOTAL. . . . .</b>		<b>31 mois.</b>

DÉSIGNATION des PUITS et des procédés employés.	DIAMÈTRE des puits au terrain.	PROFONDEUR de la dernière trouée picotée.	CUVELAGE employé.	NATURE des TERRAINS TRAVERSÉS.
L'Escarpelle (Nord) . . . . .	mètres. 4.50	mètres. 24.89	Bois.	Craie fendillée . . . . .
Merlebach (Moselle) . . . . .	4.50	148.00	Bois.	Grès des Vosges et grès rouge. . . . .
Freyming (Moselle) . . . . .	4.50	175.00	Bois.	Grès très fissuré et très-aquifères . . . . .
Falck (Moselle). . . . .	4.70	83.50	Bois.	Grès très-fissuré et très-aquifères . . . . .
Carling (Moselle) . . . . .	5.00	153.20	Bois.	Grès très-fissuré et très-aquifères . . . . .
St <sup>e</sup> -Stéphanie (Moselle) . . . . .	4.70	110.00	Tubings en fonte	Grès très-fissuré et très-aquifères . . . . .
Malbose (Gard) . . . . .	4.50	138.47	Tubings en fonte.	Calcaires et grès. Marnes et Gypse . . . . .
Haveluy (Nord). . . . .	4.50	42.80	Bois.	Craie solide. . . . .
St-Pierre (Nord) . . . . .	4.50	150.74	Tubings en fonte.	Sables mouv. Craie . . . . .
Thiers (Nord) . . . . .	4.75	65.00	Bois.	Sables mouv. Gravier, craie. . . . .
Marles (Pas-de-Calais) . . . . .	4.54	73.50	Bois.	Craie très-fissurée. Marnes inconstantes . . . . .
Providence (Ruhr). . . . .	4.50	53.25	Tubings en fonte.	Craie . . . . .



## Conditions d'exécution de divers fonçages.

249. Je crois utile de compléter les indications qui précèdent par le tableau suivant qui résume les conditions d'exécution de divers fonçages par le procédé direct. Ce tableau est extrait de l'agenda de M. Pernolet.

ALERESSE moment de venue.		DÉPENSES faites pour		Total.	DURÉE du fonçage.	AVANCE- MENT mensuel.	Observations.
Course.	Coups par minute.	Installation et matériels.	Revêtement du puits.				
»	»	»	»	francs. 600.000	2 ans $\frac{1}{2}$	mètres. 0.71	A dû être abandonné.
»	»	»	»	3.500.000	7 ans.	4.76	
»	»	»	»	3.709.000	7 ans.	»	On a consommé 42.000 francs de houille.
»	»	»	»	630.000 h. 924.000	2 ans $\frac{1}{3}$	1.90	
»	»	240.000	402.398	2.200.000	4 ans $\frac{1}{2}$	2.83	On a dû doubler le couvage d'un couvage en fonte.
»	»	»	»	255.000 h. 2.400.000	8 ans $\frac{1}{2}$	1.30	A dû être abandonné à la suite d'une invasion de sables.
»	44	»	»	4.118.000	7 ans.	1.87	A dû être abandonné.
à par la loco- u fond.	»	26.742	28.972	103.574	7 ans.	6.11	
»	»	251.642	213.677	4.074.192	5 ans $\frac{1}{2}$	1.29	Tour en maçonnerie de 18 m. de hauteur pour passer les sables mouv. de la surface.
»	»	166.700	»	808.648	2 ans.	2.70	Palplanches pour passer les sables mouv. de la surface.
3 00	»	40.000	37.839	424.753	2 ans $\frac{1}{4}$	2.72	
andées par la xtraction.	»	»	»	217.500	16 mois.	15.62	

**17<sup>e</sup> Leçon.****FONÇAGE DES PUIITS PAR LE PROCÉDÉ DIRECT (suite).**

—

**§ 3. — Réparations au cuvelage des puits.**

Ce qui peut motiver les réparations à faire à un cuvelage. — Remplacement des pièces défectueuses. — Armatures en fonte.

**250.** Le chêne submergé se conserve bien, mais un défaut dans le bois ou un manque d'épaisseur peuvent amener la rupture ou la flexion d'une ou de plusieurs pièces de cuvelage, et par suite leur remplacement, opération qui est toujours délicate. L'accident devient plus grave encore et la réparation plus difficile quand il s'agit de remplacer une trousse entière. Aussi, comme je l'ai déjà dit, doit-on s'attacher à donner une épaisseur convenable aux cuvelages et à n'employer que du chêne parfaitement sain. L'orme dont on a quelquefois fait usage, ne peut offrir aucune garantie lorsqu'il s'agit de pièces devant résister à d'assez fortes pressions; on en a eu la preuve au puis de Fléchinelle où, en 1866, M. Tonneau a dû consolider la partie cuvelée en la garnissant d'un revêtement métallique intérieur, comme on le verra au numéro 253.

En principe, un cuvelage doit être établi de façon qu'on n'ait pas à le réparer plus tard et que son entretien se borne à des opérations insignifiantes et faciles, car indépendamment du danger que court une fosse mal cuvelée et de l'abondance des eaux à extraire chaque jour dans un pareil puits, toute réparation importante au cuvelage entraîne forcément le chômage de la fosse et l'inondation partielle des travaux; à la suite de cette inondation, de graves désordres peuvent se produire dans l'exploitation.

**351.** Pour remplacer une pièce de cuvelage en bois, on commence, si ce cuvelage est muni de broches ou de robinets pour le renvoi de niveau, par intercepter la communication avec le niveau supérieur et l'on donne, au contraire, une libre sortie à l'eau sous la trousse inférieure à la pièce défectueuse. On maintient ensuite solidement les pièces voisines avec de forts madriers et des bandes de fer fixées avec des vis à bois. Cela fait, on sape à la hachette, on arrache la pièce avariée et on lui substitue un pan semblable dont la mise en place s'opère comme celle d'une clef de cuvelage. Au besoin, la nouvelle pièce est serrée par un picotage horizontal exécuté entre la dernière assise et la trousse immédiatement supérieure.

**352.** Quand on a constaté, dans un cuvelage en bois, l'existence d'un certain nombre de pièces défectueuses, il vaut mieux munir le cuvelage d'une armature en fonte, comme l'a fait M. Évrard aux mines de Vicoigne, ou, mieux encore, établir à l'intérieur de l'ancien cuvelage un nouveau cuvelage en fonte, comme l'ont fait, M. Tonneau à Fléchinelle, M. Vuillemin à Aniche et M. Chavatte à Carling.

Les armatures en fonte peuvent s'établir, soit comme à Vicoigne avec des panneaux dont l'ensemble forme un cercle (entre ce cercle et les angles du cuvelage polygonal, on garnit les vides avec des tasseaux de bois), soit comme M. Lévy l'a fait à Carling, avec des couronnes en fonte qui sont partout en contact avec le cuvelage.

**Revêtements métalliques à l'intérieur d'un cuvelage existant à Fléchinelle, Carling, Aniche.**

**353.** La pose d'un revêtement métallique à l'intérieur d'un cuvelage existant a été pratiquée depuis longtemps en Angleterre.

M. Tonneau a appliqué cette méthode de consolidation en 1866 au puits de Fléchinelle qui, dix ans auparavant, avait été muni d'un cuvelage en orme sur 79 mètres de hauteur. Le revêtement métallique de Fléchinelle (représenté fig. 366, pl. XXI) a été

composé de quatre-vingt-quatre anneaux de cuvelage, en fonte, et de neuf trusses picotées métalliques placées en face des anciens picotages, le tout formant une hauteur de 52 mètres. Les anneaux de cuvelage et des trusses étaient formés de segments analogues à ceux qui ont été décrits dans la dernière leçon (n° 244). Les joints étaient munis de rebords, évasés vers les parois, et garnis avec des planchettes en sapin. L'espace annulaire compris entre les deux cuvelages a été garni d'un béton composé de chaux hydraulique, de mâchefer et de briques concassées. Voici les données relatives à ce travail de consolidation :

Diamètre primitif du puits d'angle à angle . . .	4 <sup>m</sup> ,00
Diamètre utilisable par suite de l'imperfection de l'ancien cuvelage. . . . .	3 <sup>m</sup> ,76
Diamètre intérieur utile du puits muni de son nouveau revêtement . . . . .	3 <sup>m</sup> ,40
Nombre de segments du cuvelage . . . . .	10
Hauteur des dits . . . . .	0 <sup>m</sup> ,60
Largeur des dits. . . . .	0 <sup>m</sup> ,125
Épaisseur dans les passes supérieures . . . . .	0 <sup>m</sup> ,025
Épaisseur dans les passes inférieures. . . . .	0 <sup>m</sup> ,050
Poids maximum d'un panneau de cuvelage. . .	256 <sup>k</sup> ,66
Dimensions du picotage { hauteur. . . . .	0 <sup>m</sup> ,20
{ largeur . . . . .	0 <sup>m</sup> ,150
Nombre de compartiments des segments de picotage dirigés du côté du puits et remplis de bois .	4
Poids . . . . .	125 <sup>k</sup> ,55
Poids total du revêtement en fonte . . . . .	224.527 <sup>k</sup> ,00

Le cuvelage métallique de Fléchinelle a été appuyé sur deux trusses picotées en fonte, reposant sur deux trusses colletées en bois établies, elles-mêmes, sur de forts cadres en chêne encastres dans la maçonnerie. Le travail, commencé à la fin de mai 1866.

été terminé le 24 novembre suivant; l'extraction n'a pu être reprise que le 1<sup>er</sup> janvier 1867.

354. La figure 341, planche XX, représente un revêtement métallique exécuté par M. Chavatte au puits de Carling à l'intérieur d'un cuvelage en chêne. Les trusses picotées sont composées de six segments de 0<sup>m</sup>,25 de hauteur, 0<sup>m</sup>,16 à 0<sup>m</sup>,25 de largeur et d'une épaisseur uniforme de 0<sup>m</sup>,45. Un garnissage en bois remplit le vide compris entre les trusses et l'espace à picoter. Les tours de cuvelage ont 1 mètre de hauteur, 0<sup>m</sup>,125 de largeur et 0<sup>m</sup>,045 d'épaisseur; elles sont composées de quatre panneaux. Le diamètre intérieur du cuvelage est de 5<sup>m</sup>,20. Les joints horizontaux et verticaux du picotage ont été faits avec des planchettes en chêne; ceux du cuvelage sont faits avec des lames de plomb de 0<sup>m</sup>,005 d'épaisseur.

Pour poser ce cuvelage intérieur, on a enlevé la maçonnerie en briques sur laquelle s'appuyait, à 159<sup>m</sup>,88, l'ancien cuvelage et l'on a posé en *aa* cinq assises en pierres de taille dont l'ensemble forme un tronc de cône sur lequel reposent cinq trusses picotées *bb*. L'espace compris entre l'ancien cuvelage et le nouveau a été rempli de béton.

Le raccordement de l'ancien cuvelage avec le nouveau s'est fait à 75<sup>m</sup>,48 au moyen de la disposition représentée figures 364 et 365, planche XXI. Le dernier anneau de cuvelage est surmonté d'une assise *CC* de 0<sup>m</sup>,60 de hauteur à double rebord. L'un des bords *r* sert à faire le joint, l'autre *r'* se prolonge extérieurement et se recourbe contre l'ancien cuvelage. Cette assise en supporte une autre *DD* de 0<sup>m</sup>,30 de hauteur, derrière laquelle on a placé un calfat composé de rondelles de caoutchouc *aa* qui sont emprisonnées et serrées par la pièce *EE* boulonnée sur la précédente. Le travail exécuté par M. Chavatte a occasionné une interruption de travail de seize mois; il a coûté, d'après M. Lévy<sup>(1)</sup>,

---

(<sup>1</sup>) *Bulletin de la Société de l'industrie minière*, t. XIV.

fr. 402.398,46 c<sup>s</sup>, soit fr. 4.296,83 c<sup>s</sup> par mètre courant; le poids total de la fonte employée a été de 422.950 kilogrammes.

255. M. Vuillemin, après avoir cherché à consolider par des armatures en fonte le cuvelage en chêne de la fosse Sainte-Marie à Aniche, s'est décidé en 1867 à poser sur une hauteur de 30 à 40 mètres, un revêtement intérieur en fonte représenté figure 338 et 339, planche XX. Une roue en bois *aa* est établie à 2<sup>m</sup>.70 sous l'ancien cuvelage; *bb*, *b'b'* sont deux croisures superposées de quatre côtés chacune et de 0<sup>m</sup>.50 de section. On a élevé sur la croisure supérieure onze assises de cuvelage en bois *cc* au-dessus desquelles on a posé trois trusses picotées en fonte *d*, *d'*, *d''*. Le cuvelage en fonte s'est élevé sur cette base en posant, devant chaque picotage ancien, un troisième picotage en fonte; ce revêtement a été raccordé au sommet avec l'ancien cuvelage par une couronne en huit segments *gg* reposant sur deux picotages *ff*, *ff'*. Les anneaux de cuvelage, comme les trusses picotées, étaient composés de cinq segments; les premiers avaient 1 mètre de hauteur, tandis que la hauteur des trusses était de 0<sup>m</sup>.20. L'épaisseur de la fonte a été uniformément fixée à 0,038. Les joints ont été formés avec des lames de plomb de 0<sup>m</sup>.003 pour les anneaux cuvelés et de 0<sup>m</sup>.005 pour les anneaux picotés.

Le revêtement d'Aniche a exigé une interruption de travail de cent et quatorze jours et a coûté fr. 65.904,12 c<sup>s</sup>, soit fr. 2.180,28 c<sup>s</sup> par mètre courant.

#### § 4. — Procédé Triger.

256. Le système Triger repose, comme on l'a vu déjà (n<sup>o</sup> 255) sur l'emploi de l'air comprimé. Cet emploi est rendu possible par l'établissement d'une chambre spéciale à laquelle on a donné le nom de *sas à air* et qui fonctionne à la manière des écluses. Deux trous d'homme permettent de la mettre en communication tantôt avec l'atmosphère, tantôt avec l'intérieur du puits; l'écou-

lement de l'air d'un espace dans un autre est réglé par un jeu de robinets de telle sorte que les ouvriers ne soient pas soumis à de trop brusques variations de pression. Les sables très-fluides peuvent être écoulés, en même temps que l'eau, par un tuyau dans lequel un courant d'air comprimé les entraîne.

L'application qui a été faite de ce système au puits de Rhein-Preussen à Homberg (en 1864) est une des plus intéressantes, en ce sens qu'elle a eu lieu à une profondeur où, jusqu'alors, on n'avait pas osé utiliser ce procédé et qu'elle a confirmé les deux observations suivantes auxquelles de 1857 à 1859 avaient donné lieu la réparation du cuvelage du puits Maria, près d'Alsdorf :

1° Dans les sables fins et aquifères, la pression de l'air nécessaire pour assécher le terrain dans lequel travaillent les ouvriers est notablement inférieure à celle qui résulte de l'élévation du niveau de l'eau.

2° Lorsqu'on supprime la pression dans ces mêmes sables, les eaux ne reparaissent pas immédiatement mais seulement au bout de quelques heures (au puits Maria cette réapparition n'est survenue qu'après vingt-quatre heures).

M. Habets (1) explique ces faits par « l'adhérence et la capillarité des sables fins qui opposent au mouvement des eaux des résistances qu'elles ne rencontrent pas dans les graviers et les gros sables ».

L'application du système Triger à la traversée des sables rencontrés dans le fonçage du puits de Rhein-Preussen est représentée figure 373, planche XXII.

Après divers essais qui avaient débuté par l'enfoncement d'une première tour en maçonnerie et d'un revêtement métallique, puis d'une seconde tour intérieure et d'un second revêtement en fonte, on dut, pendant près de trois ans, rechercher et retirer,

---

(1) *Revue universelle des mines*, t. XXIX.

avec l'accrocheur à pince les fragments brisés du cuvelage qui, en même temps que se produisaient les ruptures, avait subi une déviation considérable.

Le fond du puits fut ensuite rempli de béton jusqu'à la cote 75<sup>m</sup>,36, niveau de la trousse coupante de la seconde tour en maçonnerie, après quoi l'on installa les appareils à air comprimé.

Le sas à air fut construit en tôle (fig. 373) et les deux fonds solidement arc-boutés contre la maçonnerie, au moyen de fortes pièces de bois; on l'essaya à une pression de 5 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> atmosphères, mais il n'était destiné qu'à supporter une pression de 2 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> atmosphères. Le fond inférieur fut fixé à la maçonnerie de la deuxième tour un peu au-dessus de la trousse coupante; une ceinture de coins en bois recouverts de toile imbibée de minium et surmontée d'une couche de béton, assurait une union intime avec la maçonnerie et une fermeture hermétique du puits. Un tuyau *ab* traversant le sas servait à élever l'eau qu'il déversait dans l'espace annulaire *E*. Les fonds du sas étaient munis de soupapes de sûreté; une queue permettait aux ouvriers de les ouvrir en cas de danger et de sortir de l'appareil. Deux pompes à air verticales, produisant par minute 61<sup>m</sup>3,80 d'air à la pression ordinaire furent installées sur le sas. Les déblais furent transportés dans le sas à la pelle, puis chargés dans des tonnes et extraits au jour.

L'appareil fonctionna pendant cent et un jours et fut détruit le 19 juin 1865 par une violente explosion dont la cause a été attribuée, par les uns à une modification produite dans la texture du métal par les variations de la température et de la pression, et par les autres, à une pression instantanée de huit atmosphères due à une communication qui s'est subitement établie avec la tête du niveau. A cette date on avait déjà enfoui dans le fonçage du puits de Rhein-Preussen une somme de 2.625.000 francs. Le puits n'en fut pas moins continué à la suite de cet accident.



La traversée par le procédé Triger de 15 mètres de sables au puits Léopold de la Louvière (Centre belge) a demandé deux ans et cinq mois et a coûté 81.548 francs, soit 4.292 francs par mètre courant. Le sas dont la capacité était de 42<sup>m</sup>, était formé de deux troncs de cône en tôle. Le service de l'extraction des déblais était assuré par un premier treuil fixé sur un plancher renfermé dans le sas; un second plancher, fixé au-dessous du sas, portait un autre treuil servant à monter de petits tonneaux.

### § 5. — *Système Guibal.*

257. L'appareil employé par M. Guibal au puits Bonne-Espérance (Concession de Péronnes, Centre belge) pour traverser 24<sup>m</sup>,75 de sables aquifères à 52<sup>m</sup>,84 de profondeur (n° 237) est représenté par les figures 374 et 375, planche XXII. Il comprenait d'abord une caisse prismatique octogonale en bois *ab*, *a'b'* de 0<sup>m</sup>,10 d'épaisseur, doublée de tôle, et de 4<sup>m</sup>,50 de hauteur, terminée à la base par une trousse coupante *CC'*. Ce prisme pénétrant était poussé de haut en bas par seize presses hydrauliques *pp*, *p,p*, *p,p*, etc., qui s'appuyaient sur la base du cuvelage déjà posé, transmettant, chacune, un effort de 25,000 kilogrammes au masque *efgh* fixé au prisme, et surmonté d'un tuyau central *u'* de 0<sup>m</sup>,80 de diamètre, par lequel s'opérait l'extraction des déblais et se manœvraient les outils destinés à entailler et à déblayer le terrain, c'est-à-dire le trépan, la tarière et le cylindre à soupape. Le trépan était composé d'une tige *T* le long de laquelle glissaient deux manchons *MM'* *mm'*; le manchon inférieur portait quatre lames inclinées *LL* reliées au manchon supérieur par des bras articulés *KK'*. Les déblais obtenus par la rotation de cet outil se rendaient dans une poche *Q* ménagée au centre du puits d'où on les extrayait avec des cylindres à soupape de 2 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> hectolitres de capacité. Un système de cordes *u'* permettait de replacer les branches de l'outil pour le sortir par

le tuyau central. Comme je l'ai dit (n° 237) le fonçage du puits Bonne-Espérance a malheureusement échoué, malgré les efforts énergiques et persévérants de l'inventeur, qui a eu à lutter avec les plus grandes difficultés.

§ 6. — *Fonçage à niveau plein par le procédé Kind et Chaudron.*

258. J'ai indiqué (n° 239) en quoi consiste le procédé de MM. Kind et Chaudron; il me reste à décrire, d'une manière sommaire, les installations, l'outillage, les opérations du forage et du cuvelage et à citer quelques applications de ce système avec les données économiques qui s'y rapportent.

**Installations, outillage.**

259. Les installations se composent : 1° d'une tour en charpente ou en maçonnerie supportant, à la partie supérieure, une poulie de manœuvre, et au-dessous, à 10 ou 15 mètres au-dessus du sol, un petit chemin de fer sur lequel se meut un chariot qui sert à rouler les trépons dans un hangar latéral; il sert aussi pour la vidange de la cuiller du côté opposé; 2° d'un bâtiment léger contigu à la tour, renfermant une machine cabestan à vapeur, un cheval alimentaire, un bureau et un cylindre hateur installé dans un petit puits spécial de 5 mètres de profondeur, réuni au puits principal par un bout de galerie. Le puits à forer a un excès de diamètre depuis la surface jusqu'à cette profondeur de 5 mètres où s'établit le plancher de manœuvre; 3° de chaudières à vapeur en nombre suffisant (trois suffisent ordinairement et permettent d'en avoir une de rechange). Cette installation générale est complétée par une forge et un petit magasin.

L'outillage comprend les *trépons* qui servent à broyer la roche, la *cuiller* ou cylindre à clapet pour la vidange et les

appareils de sauvetage à employer en cas de rupture ou autre accident; on distingue parmi ces derniers le *crochet de salut*, la *fançhère* et le *grappin*. L'appareil de forage est commandé par une coulisse ou par une *chute-libre* (fig. 384 et 385, pl. XXII).

La figure 386, planche XXIII, représente l'installation du puits n° 1 de l'Hôpital, près de Saint-Avold (Alsace-Lorraine) (1).

La tour en bois de sapin de 0<sup>m</sup>,40 d'équarrissage est protégée contre tout mouvement de recul, par un étau *ab*, et contre l'action des vents qui règnent dans le pays, par un autre étau *cd*, placé dans le sens opposé. Le chemin de fer pour la manœuvre des trépan est établi en *ef* et la poulie en *p*; le plancher de manœuvre est en *kk'*; le cylindre batteur est placé dans le petit puits *U* qui communique avec le grand puits *O* par la galerie *r*; il actionne le balancier à secteur *t* par l'intermédiaire d'une chaîne. Les ouvriers qui accrochent ou qui décrochent les tiges, se tiennent sur un plancher *ac*.

La figure 387 se rapporte au puits n° 2 de l'Hôpital; ici la tour a été construite en maçonnerie et de façon à pouvoir servir plus tard à l'extraction; elle a 20 mètres de hauteur; la poulie de manœuvre est fixée à 15 mètres au-dessus du sol. Dans l'une et l'autre tour on a ménagé, sur trois faces, de grandes ouvertures, les premières pour le passage des trépan montés, les secondes pour le passage de la cuiller de dragage, les autres, vis-à-vis les machines, pour l'introduction du cuvelage et d'autres pièces.

Aux puits de l'Hôpital, on s'est servi de machines cabestans de 25 chevaux, pouvant servir ultérieurement à la mise en exploitation de la mine. Les chaudières, au nombre de trois, offraient une surface de chauffe totale de 136 mètres carrés.

Les trépan dont on a fait usage à l'Hôpital sont représentés (fig. 382, 379 et 381, pl. XXII); on s'est successivement servi

---

(1) M. J. Lévy a décrit cette installation dans l'excellent travail, déjà cité, publié dans le tome XIV du *Bulletin de la Société de l'industrie minière*.

de ces trois types. En premier lieu, on a employé un petit trépan de 1<sup>m</sup>,37 assemblé à fourche, dont la lame était munie de dents en acier; il pesait 2.000 kilogrammes; dans les terrains durs on l'a remplacé par un trépan massif pesant 4.000 kilogrammes (fig. 382) et portant, au-dessus de l'outil, à la naissance de la tige centrale, une double lame *ll'* armée de dents, destinée à égaliser les parois. On a eu ensuite recours au trépan à fourche de 2<sup>m</sup>,50 (fig. 379) pesant 4.260 kilogrammes; dans les terrains très-durs on l'a armé d'une lame additionnelle qui a porté son poids à 5.000 kilogrammes. L'élargissement définitif a été obtenu avec un trépan de 4<sup>m</sup>,10 de lame (fig. 381); le poids correspondant à l'outil que représente le dessin est de 14.000 kilogrammes. Ce trépan était muni de guides mobiles (fig. 385), suspendus à des cordes enroulées sur les treuils disposés sur le plancher de manœuvre.

Avec l'outillage précédent, on a fait usage de tiges de sonde formées de pièces de sapin de 18 mètres de longueur et de 0<sup>m</sup>,16 de côté, réunies les unes aux autres, par des emmanchements à vis pourvus, au-dessus des joints, d'un épaulement permettant de les recevoir à l'aide d'une fourche sur un sommier de bois placé sur le plancher de manœuvre. L'assemblage des trépan et de la tige de sonde se faisait à l'aide de deux plaques serrées sur l'arbre du trépan avec des doubles clavettes.

La figure 391, planche XXIII, représente la cuiller à soupapes en tôle qui a été exclusivement employée à l'Hôpital pour extraire les détritits provenant du battage; elle a 1 mètre de diamètre et 2<sup>m</sup>,10 de hauteur et contient 16 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> hectolitres; elle est munie d'une anse qu'on déclanche au jour pour opérer la vidange par renversement.

Le *dragueur* (fig. 388) sert à curer quand on élargit le puits préparatoire; il est muni d'un parallélogramme articulé agissant sur deux bras terminés par des palettes qui raclent le fond du puits, et rassemblent les matières à sortir, dans un cylindre en tôle *C*. L'usage de cet outil peut être dangereux en ce sens que

Le cylindre C peut s'engager fortement et se coincer dans le trou central.

Le *crochet de salut* est un outil de sauvetage qui rappelle la aracole du sondeur et qui rend les mêmes services, en cas de rupture de tige. La *fanchère* (fig. 389) qui rappelle par sa forme l'accrocheur à pinces, est employée pour accrocher les objets ronds ou carrés qui ne présentent pas d'épaulement. Le *grappin* (fig. 390) sert à saisir et à remonter au jour des objets de toutes dimensions tombés au fond du puits ; le dragueur décrit plus haut peut, du reste, servir au même usage, lorsque l'objet à recueillir se trouve sur la banquette du petit puits préparatoire.

#### Cuvelage, boîte à mousse, fond d'équilibre.

300. Nous avons vu (n° 239) que, dans le fonçage à niveau plein, par le procédé Kind et Chaudron, la pose du cuvelage s'exécute d'une façon plus simple que dans le procédé direct; au lieu de constituer une couronne de cuvelage avec des panneaux laissant entre eux des joints horizontaux et verticaux qu'il est nécessaire de calfater soigneusement, on assemble, au jour, des couronnes entières n'ayant point par conséquent de joints verticaux, et l'on descend la colonne métallique derrière laquelle on coule ensuite du béton.

Les tronçons du cuvelage ont 1<sup>m</sup>,30 à 2 mètres de hauteur; ils sont coulés en fonte de seconde fusion. Le moulage a lieu dans une fosse construite dans un endroit sec (fig. 376, pl. XXII), avec un noyau en briques cuites qui s'établit comme le montre la figure 377. L'épaisseur des tronçons varie avec la profondeur; M. Chaudron calcule cette épaisseur par la formule :

$$E = 0,02 + \frac{RP}{500};$$

R étant le rayon intérieur et P la pression à supporter par centi-

mètre carré exprimée en kilogrammes. Les collets d'assemblages sont percés de trous placés au milieu de la saillie intérieure; ces collets sont rabotés de façon à s'ajuster exactement; les joints sont formés avec des lamelles de plomb de 0<sup>m</sup>,003 d'épaisseur que l'on mate avec soin, en dedans et en dehors; chaque pièce de cuvelage subit, avant l'emploi, l'épreuve à la presse hydraulique.

La figure 578, planche XXII, représente le fond d'équilibre *ff* et la boîte à mousse *aa' bb'* qui repose sur le terrain solide. La boîte à mousse est un cylindre en fonte portant un rebord extérieur *bc, b'c'* (ce rebord extérieur a été remplacé au puits n° 1 de l'Hôpital par un sabot en bois boulonné sur la caisse); le cylindre a un diamètre tel que le cuvelage puisse s'y emboîter; l'on bourre de la mousse entre ce cylindre et une garniture extérieure en planche qu'on remplace, lorsque la mousse est damée, par un filet. Le dernier anneau de cuvelage porte également un rebord extérieur *dd'*, qui descend s'appuyer sur le matelas de mousse ainsi préparé et exerce sur ce matelas la pression due au poids du cuvelage; cette pression réduit le volume de la colonne au dixième de son volume primitif et forme ainsi un joint hermétique dont le ciment vient ultérieurement compléter l'efficacité. Dans la descente de la colonne métallique, la boîte à mousse est suspendue au premier tronçon de cuvelage par les tringles *tt*. Le cuvelage est lui-même suspendu par des tiges *t't'* manœuvrées à la partie supérieure par des vis à écrous; ces tiges sont boulonnées à la partie inférieure sur un cercle de suspension *gg'*.

Le fond d'équilibre *ff'* se compose d'une calotte hémisphérique boulonnée sur le cercle de raccord *hh'* du deuxième tronçon; il est relié par un tronc de cône *i* au tuyau central *j*. Le but de cette disposition est de soulager les tiges de suspension, à la faveur d'une colonne d'équilibre qui réduit l'importance de la charge à manœuvrer. Par suite de cet artifice, il arrive un moment dans la descente du cuvelage où le poids de l'eau déplacée étant égal à celui de la fonte, le système flotterait si, au

noyen de robinets, on ne faisait entrer de l'eau dans l'espace annulaire compris entre le tube d'équilibre et la paroi intérieure du revêtement métallique. A la fin, on laisse se remplir complètement cet espace libre afin d'atteindre la charge voulue pour la compression de la mousse.

#### Bétonnage.

261. Le béton est disposé, par couches successives, au fond de l'espace annulaire compris entre la colonne métallique et les parois du puits, au moyen de caisses à clapets qui épousent la forme circulaire du cuvelage et que l'on manœuvre avec les treuils à engrenages placés sur le plancher de la tour.

Après le bétonnage, on consolide la base du cuvelage en fonçant, par le mode ordinaire, le puits de quelques mètres au-dessous de la boîte à mousse et en établissant une maçonnerie comprise entre deux roues en bois, surmontée de deux trusses à picoter que l'on raccorde, avec la boîte à mousse, par des panneaux en fonte.

#### Applications, prix de revient.

262. M. Lévy a établi de la manière suivante le prix de revient détaillé du fonçage, par le procédé Kind et Chaudron, des deux puits de l'Hôpital, fonçages qui ont duré, pour le premier puits trois ans et quatre mois et pour le second trois ans et neuf mois (profondeur 159 mètres et 144 mètres de cuvelage).

NATURE DE DÉPENSES.		Puits n° 1 (dit d'aérage).		Puits n° 2 (dit d'extrême).	
		francs.	francs.	francs.	francs.
I.	Frais d'instal.-ation.	Bâtiment . . . . .	28.302,65	65.029,56	46.702,17
		Machines et outils . . . . .	37.326,91		57.869,30
II.	Fonage du puits.	Appointements et salaires . . .	55.039,81	93.013,39	72.738,54
		Charbon consommé . . . . .	12.513,11		27.524,60
		Huiles et graisses consommées .	2.381,71		4.720,49
		Cordages, câbles consommés . .	2.987,20		3.602,35
		Fers, aciers, réparations d'outils.	12.530,90		16.469,83
	Frais de transport et divers . .	7.560,66		16.603,50	
III.	Cuvelage.	Coût des tronçons . . . . .	66.426,94	79.577,53	138.494,34
		Plomb pour joints . . . . .	4.635,60		3.601,10
		Boulons pour joints . . . . .	4.340,99		4.915,31
		Minium pour joints . . . . .	95,20		126,40
		Goudron pour peinture . . . . .	"		443,80
		Filet . . . . .	21,10		25 "
		Mousse . . . . .	34,80		40 "
		Bois . . . . .	345 "		4.461,05
		Appointements et salaires pour la descente . . . . .	3.447,82		3.456,44
		Charbon consommé . . . . .	4.375,25		3.357,55
		Huiles et graisses consommées .	258,03		754,40
		Dépenses diverses et frais de transport . . . . .	3.566,80		7.544,79
IV.	Bétonnage.	Appointements et salaires . . .	4.440,43	41.811,20	6.780 "
		Ciment . . . . . fr. 4.396,33			4.805,10
		Trass . . . . . 4.329,50	4.311,83		
		Chaux . . . . . 4.586 "			
		Charbon consommé . . . . .	599,11		660,80
		Huiles et graisses consommées .	178,05		220,30
		Divers et frais de transport des matériaux . . . . .	2.281,78		2.533,80
		Coût du faux cuvelage . . . . .	2.347,20		4.251,16
		Appointements et salaires . . .	2.179,20		3.642,20
		Charbon consommé . . . . .	897,20		1.350 "
Picotage et raccord de la base du cuvelage.	Huiles et graisses consommées .	146,75	198,10		
	Divers et frais de transport . . .	439,10	158,21		
TOTAL DES DÉPENSES . . . . .			256.041,16		490.721,16
TOTAL GÉNÉRAL POUR LES DEUX PUIITS.					696.492,31

203. M. Lévy a également résumé dans le tableau suivant les conditions dans lesquelles s'est exécuté le fonçage de onze avaleres par le même système.



NOMS DES PUIITS (avalereses).	DURÉE du fonçage.	DIAMÈTRE utile du puits.	PROFONDEUR		DÉPENSES						Prix de revient du mètre.	
			TOTAL.	du cure- lage.	de forage du puits.	de cuvrage.	de bétonnage.	de piochage et record à la base.	Totales.			
										mètres.		mètres.
1		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	2 ans.	3,65	98,00	67,50	30.468,90	51.235,59	127.646,89	Comprise (dans la colonne précédente.)	francs.	francs.	francs.	francs.
2	13 mois.	4,82	105,20	69,20	46.094,07	48.581,40	29.785,45	»	»	»	64.457,92	4.086 »
3	1 an 1/2	3,65	90,65	54,65	30.600,36	23.538,56	72.971,46	»	23.335,50	»	150.445,90	2.763 »
4	L'Hôpital n° 1 (France) . . .	4,80	159,00	144,00	49.769,22	93.043,39	79.577,53	11.811,20	6.009,48	»	240.180,82	1.669 »
5	L'Hôpital n° 2 id. . . .	3,40	159,28	143,00	63.991,22	141.639,31	169.220,07	45.000 »	40.000 »	»	401.870,60	2.810 »
6	Rothausen 4 (Westphalie) . .	4,90	104,00	98,75	46.367,68	37.498,53	68.842,54	40.238,25	6.839,53	»	169.747,53	1.720 »
7	Rothausen 2 id. . . .	3,65	104,50	102,60	79.935,95	73.737,59	146.561,48	14.442,60	14.840,26	»	328.217,87	3.199 »
8	L'Escarpelle 1 (France) . . . .	3,20	108,91	101,40	40.289,97	27.718,10	87.848,18	9.137,67	8.000 »	»	175.043,92	1.734 »
9	L'Escarpelle 2 id. . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
10	Puits Léopold (Westphalie) . .	M. Kind avait estimé ce puits. Son cuvage en bois ayant manqué, M. Claudon l'a remplacé par un autre en fonte qui a retenu.										
11	Puits de Maurage (Belgique).		3,65	200,00	165,00	»	»	»	»	»	»	»
12	Puits de Maurage (Belgique).		»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

Observation générale. — Colonne 6 : elle comprend 35 °, du matériel et des machines. — La colonne 10 comprend un tabac et une réparation à la base.

**Accidents et réparations au cuvelage dans les puits exécutés  
par le système Kind et Chaudron.**

264. On a souvent manifesté des craintes à l'égard des ruptures auxquelles peuvent donner lieu les tronçons métalliques dont la rigidité se prête peu aux mouvements de terrains que provoquent les travaux d'exploitation. L'expérience a, en quelque sorte, justifié ces craintes, en ce sens que, sur une quarantaine de puits cuvelés, jusqu'à ce jour, par le procédé Kind et Chaudron, on peut en citer cinq ou six dans lesquels des cassures se sont produites; mais on peut également dire, par contre, que tous les accidents de cette nature constatés jusqu'ici ont pu être réparés sans trop de difficultés.

Au puits Sainte-Barbe, à Péronnes (Belgique), le cylindre inférieur de la colonne métallique, (celui qui constitue la boîte à mousse), se brisa pendant la descente même du cuvelage, sans pour cela empêcher le tassement de la mousse; les suintements qui s'en suivirent furent arrêtés au moyen d'un faux cuvelage composé de panneaux en fonte, qui isola la cassure. D'autres ruptures qui se sont manifestées dans le même puits ont pu être réparées en rivant des plaques de cuivre, puis en armant les tronçons de cercles, et en montant, à l'intérieur de la tour en fonte, une colonne de cuvelage en tôle armée de fer en  $\perp$ . A l'un des puits de l'Hôpital, des cassures produites dans les brides par le tassement des terrains, ont été réparées au moyen d'un fourreau en fonte emboîtant le joint; des feuilles de plomb de 0<sup>m</sup>,005 furent interposées entre le cuvelage avarié et ce fourreau et elles furent matées aux extrémités.

L'accident qui s'est produit en 1875, à la suite du fonçage, par le procédé Kind et Chaudron, de la fosse n° 4 de Bruay, a vivement préoccupé les ingénieurs; il a pu, comme les autres, être réparé. Voici dans quels termes cet accident est raconté dans les comptes rendus du Congrès tenu à Douai en 1876 par la Société de l'Industrie minérale (1) :

---

(1) *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 2<sup>e</sup> série, t. VI.

« Le bétonnage avait été terminé le 5 janvier 1876. Quelque temps après, on se mit à épuiser l'eau; le 1<sup>er</sup> mars 1876 on avait baissé la surface à la profondeur de 48 mètres, lorsque tout à coup cette surface monta rapidement et malgré tous les efforts, l'eau reprit son niveau primitif. Il était clair que le cuvelage n'était malheureusement plus étanche, qu'une fuite venait de s'y déclarer; une pièce du cuvelage s'était-elle fissurée? La boîte à mousse avait-elle cessé de bien tenir les eaux? Il était impossible de le savoir. Bref, on n'a pas tardé à se décider à monter une machine d'exhaure pour mettre le puits à sec, aller voir ce qui était réellement arrivé et y porter remède.

Lors du passage du Congrès, cette machine était en montage; elle devait actionner deux pompes aspirantes et soulevantes, l'inférieure de 0<sup>m</sup>,60, la supérieure de 0<sup>m</sup>,56 de diamètre au piston; la hauteur pour chaque jeu était de 58 à 60 mètres; le piston à vapeur avait 1<sup>m</sup>,46 de diamètre et devait fournir une course de 2<sup>m</sup>,80; on comptait marcher à six coups par minute; la maîtresse tige avait 0<sup>m</sup>,25 d'équarrissage.

Voici maintenant ce qui s'est passé depuis: mise en marche dans le courant de novembre, la pompe a asséché le puits sans difficulté, n'ayant eu affaire qu'à un débit de 35 litres par seconde, soit 126 mètres cubes à l'heure. On a pu aller constater que le mal était venu de la boîte à mousse, qui n'avait pas convenablement fonctionné, et donnait passage à l'eau. En descendant, la pièce inférieure de cette boîte s'était placée en travers, laissant ainsi tout le jeu compris entre elle et la paroi du puits, d'un seul côté de cette paroi. On essaya d'abord de la remettre d'aplomb en agissant sous elle à l'aide de douze vérins, reposant sur une croisée en bois placée à un niveau inférieur: mais malgré des efforts poussés jusqu'à la dernière limite, la bonne position ne put être complètement regagnée. Alors on s'est décidé à fermer le joint irrégulier compris entre cette pièce inférieure et la précédente, à l'aide d'une espèce de stuffing-box; pour cela on a fait usage d'un anneau en cuivre qui a été maté à fond; on a placé dessus un cercle complet en caoutchouc qu'on a comprimé énergique-

ment à l'aide d'un cercle en fer, en prenant point d'appui sur le collet d'un faux cuvelage rapporté en dedans de la boîte à mousse. Cette réparation a parfaitement réussi et depuis le 7 février 1877 l'approfondissement a été repris, le cuvelage étant terminé.

*Sondages de grand diamètre; forage des puits de mine à niveau plein et à pleine section par MM. Lippmann et C<sup>e</sup>.*

305. D'habiles sondeurs, s'appliquant à perfectionner de plus en plus leur outillage et à en augmenter la puissance, n'ont pas craint d'aborder des forages de grands diamètres et de les pousser à de très-grandes profondeurs.

M. Kind a exécuté de 1855 à 1861 le puits artésien de Passy, poussé à 587 mètres avec un diamètre final de 0<sup>m</sup>,70; MM. Degousée et Laurent et MM. Dru frères ont, plus récemment, exécuté pour la ville de Paris les forages plus remarquables encore de la place Hébert et de la butte aux Cailles; le diamètre de deux mètres pour les forages de cette importance n'effraie plus les entrepreneurs. De là, à forer, de la même façon, les puits de mine, il n'y avait qu'un pas que MM. Lippmann et C<sup>e</sup> ont franchi en exécutant, avec l'outillage qu'ils ont exposé au Champ de Mars en 1878, le fonçage du puits de Rhein-Elbe, sur 4<sup>m</sup>,50 de diamètre et à 100 mètres de profondeur; ils ont entrepris également, en Westphalie, un puits semblable, le puits de Kœnigsbourg qui doit être poussé à 200 mètres de profondeur. Du reste MM. Kind et Chaudron avaient ouvert la voie des forages à grande section; on devait s'attendre à leur trouver des imitateurs parmi les grands entrepreneurs de sondages.

Les figures 392 et 393, planche XXIII représentent le grand trépan de 4<sup>m</sup>,55 de MM. Lippmann et C<sup>e</sup>; ce trépan est surmonté de sa coulisse dont le jeu s'explique suffisamment par l'inspection du dessin.

Le fût proprement dit est en fer forgé et pèse environ 1.200 kilogrammes; le dessin le représente en une seule pièce, et le

qu'il a été employé dans le fonçage du puits de Rhein-Elbe, mais, à cause de la difficulté de construction, MM. Éd. Lippmann et C<sup>ie</sup> ont dû, dans leur nouveau fonçage, le transformer et rendre indépendantes les deux fourches latérales qui se subdivisent elles-mêmes en deux parties pour s'assembler sur le porte-lames. Le trépan ainsi formé est composé de trois pièces solidement clavetées à la naissance des branches; il a donné à Kœnigsbour de bons résultats.

Le fût est claveté sur le porte-lames dont la forme est très-favorable à l'attaque du fond; la disposition des lames est telle que dans l'empreinte formée sur le fond du puits par une révolution complète fournie par huit positions, tous les points d'un secteur sont régulièrement recoupés. L'ensemble du trépan et du porte-lames qui forment le poids de chute dans le battage est d'environ 18.000 kilogrammes.

Les figures 394 et 395 montrent comment est disposée la caisse à soupapes dont MM. Éd. Lippmann et C<sup>ie</sup> font usage pour le forage des puits de grand diamètre.

### *Fonçage des puits sous stot.*

200. L'approfondissement d'un puits de mine, sans interruption du service de l'extraction, s'opère en retenant, pendant toute la durée du creusement, les eaux dans l'ancien puisard ou *bougniou* sous lequel on laisse momentanément, à cet effet, un massif protecteur (un stot), suffisant pour résister aux chutes de cages, de berlines, etc., et pour empêcher toute filtration. Ce stot est destiné à être abattu lorsque, le fonçage terminé, il ne restera plus qu'à opérer le raccordement des deux tronçons et à achever les dernières appropriations. On creuse, à une petite distance du puits à approfondir, un petit puits, ou *beurtia*, auquel on donne une profondeur en rapport avec l'épaisseur à réserver au stot, et que l'on réunit, par des galeries au sommet, c'est-à-dire au niveau de l'ancien accrochage, et à la base, c'est-à-dire à la naissance de l'ap-

profondissement. Les déblais provenant de l'approfondissement sont élevés, au moyen de deux treuils, au niveau de l'ancien accrochage, d'où on les expédie au jour avec les produits de l'extraction; cette triple élévation, et le roulage obligé dans la galerie de recoupe inférieure, sont des opérations embarrassantes et coûteuses; de plus le raccord rigoureux des deux tronçons exige des opérations géométriques délicates et présente des chances d'insuccès.

Pour obvier à ces inconvénients, M. Lisbet a employé aux mines de Liévin, pour le raval des puits n<sup>os</sup> 1 et 2, une méthode qui participe à la fois de l'approfondissement direct et de l'approfondissement sous stot. Elle consiste à établir, à travers le stot, deux petits puits artificiels en fonte ou en tôle, à l'aplomb du goyau par lequel s'opère alors, du jour, l'extraction des déblais: l'un des tubes a un diamètre suffisant pour le passage des hommes et des vases d'extraction; l'autre, plus petit, sert au retour d'air. Le pourtour de ces tubes est naturellement cimenté. L'approfondissement des puits de Liévin exécuté sur 81<sup>m</sup>,80 par le procédé imaginé par M. Lisbet a procuré une économie de 19.000 francs sur la dépense à laquelle eût donné lieu l'application de l'ancien système.

307. La Compagnie des Mines de Marles a réalisé la même idée, en établissant en prolongement du petit compartiment, dans le bougniou, une cloison solide et étanche *ab* (fig. 397, pl. XXIII), ce qui lui a permis d'accorder une section plus grande au service de l'extraction des déblais et d'assurer une certitude plus complète pour un raccordement rigoureux. Le retour d'air s'opérait par un beurtia latéral foncé en prolongement d'un puits spécial d'aérage qui, dans la traversée du terrain houiller, remplace à cette fosse le goyau. L'extraction des déblais se faisait à l'aide d'un treuil à vapeur alimenté par une chaudière à vapeur, placés tous deux au niveau de l'accrochage. Les figures 397 à 400 montrent les dispositions générales adoptées par la Compagnie de Marles.

---

## CHAPITRE VII.

18<sup>e</sup> Leçon.

## LES MÉTHODES D'EXPLOITATION.

§ 1. — *Considérations générales sur l'ensemble des travaux d'une mine et sur les méthodes d'exploitation.*

308. Nous avons vu, dans les chapitres précédents, comment se présentent, dans la nature, les différentes sortes de gisements, à quelles modifications leur allure est fréquemment soumise et quels sont les principes qui dirigent le mineur quand il se trouve en présence de difficultés souterraines dues à des phénomènes géologiques qui ont affecté la continuité du gîte ou altéré la nature des roches qui le composent. Nous avons ensuite passé en revue les considérations qui guident l'explorateur et les moyens mécaniques que l'art met à sa disposition pour la recherche des gisements industriels, puis nous avons vu comment s'opèrent l'abatage des roches et le soutènement des diverses excavations auxquelles donne lieu l'exploitation des mines. Enfin le fonçage des puits de mines à travers les terrains ébouleux et aquifères a été traité pendant trois leçons avec tous les détails que comporte cette importante question.

Nous allons maintenant aborder l'exploitation proprement dite et poser une série de principes généraux sur lesquels repose l'organisation des travaux d'une mine.

**Travaux de premier établissement. — Travaux préparatoires. —  
Travaux d'exploitation.**

**200.** Dans l'ensemble des travaux qu'exige l'exploitation rationnelle d'un gisement, on distingue :

- 1° *Les travaux de premier établissement ;*
- 2° *Les travaux préparatoires ;*
- 3° *Les travaux d'exploitation.*

Les travaux de premier établissement sont ceux qui doivent être faits tout d'abord et une fois pour toutes, pour atteindre le gîte et organiser les moyens d'extraction, d'épuisement, de ventilation, sur les points où l'exploitation a été décidée.

Les travaux préparatoires, qui succèdent aux travaux de premier établissement, ont pour but d'assurer une production déterminée, et de mettre cette production à l'abri des fluctuations que la rencontre d'accidents géologiques ou l'épuisement des zones exploitées pourraient faire naître. Ils comprennent les galeries à travers-bancs ou bowettes qui recourent, à différents niveaux, les couches connues, et se prolongent à la rencontre de veines nouvelles; ils comprennent encore les approfondissements successifs que les puits doivent subir, au fur et à mesure que s'épuisent et s'abandonnent les étages supérieurs, les premiers mis en exploitation. Ils ne constituent pas, comme les premiers, une période unique, la période préliminaire, mais ils ont, au contraire, un caractère de permanence qui les distingue, car ils doivent constamment prendre l'avance sur l'exploitation du moment, et préparer l'exploitation future dans une mesure que détermine le degré de rapidité avec laquelle s'épuisent les zones en voie de production. L'avenir d'une exploitation dépend de la sagacité avec laquelle sont conduits les travaux préparatoires. En raison de leur caractère de continuité, les dépenses auxquelles donnent lieu les travaux préparatoires, sont toujours admises comme un



des éléments du prix de revient, elles sont régulièrement amorties par l'exploitation.

Les travaux d'exploitation s'étendent dans les différentes couches en relation avec un même puits; ils alimentent la production immédiate.

**Sièges d'extraction. —**

**Champ d'exploitation attribué à un puits d'extraction.**

**270.** Les travaux qu'on développe dans un gîte exploitable se groupent autour d'un ou de plusieurs *sièges d'extraction*. Dans les pays accidentés, ces centres de production sont parfois constitués par des galeries débouchant au jour; mais, dans la plupart des cas, le siège d'extraction est un puits que l'on arme de moyens mécaniques suffisants pour faire face à l'extraction des produits que peut quotidiennement fournir la surface ou le *champ d'exploitation* que ce siège est appelé à desservir.

L'étendue du champ d'exploitation réservé à un puits d'extraction dépend : 1° de la production dont le gisement est susceptible par mètre carré de surface horizontale; 2° de la profondeur à donner à ce puits et des difficultés plus ou moins grandes que présente son exécution. Les puits profonds exigent des installations puissantes et coûteuses et les puits d'une exécution difficile entraînent, on l'a vu, à des dépenses de fonçage qu'il faut répéter le moins souvent possible : on cherche donc à étendre, autant que faire se peut, leur champ d'exploitation, surtout quand la production, par mètre carré de surface concédée, est peu considérable.

Dans le pays de Charleroi, on atteint des profondeurs de 800 à 900 mètres, et l'on se préoccupe, depuis longtemps déjà, des moyens d'exploiter *pratiquement* la houille (c'est-à-dire sans une augmentation de frais trop sensible, et une diminution notable de production), à plus de 1.000 mètres, profondeur à laquelle des puits sont parvenus dans certaines mines métalliques d'Allemagne.

Dans le bassin de la Loire et sur d'autres points du centre de la France, où le terrain houiller affleure à la surface du sol et où l'on n'a pas de niveaux difficiles à traverser, on réservait autrefois un périmètre d'exploitation assez restreint aux puits d'extraction, qu'en raison de leur faible profondeur et de leur facile exécution on creusait à des intervalles peu éloignés. Mais, au fur et à mesure que la profondeur des puits a augmenté, on a été conduit à en diminuer le nombre et à armer les sièges d'extraction d'un outillage plus puissant, répondant à une production journalière plus considérable.

Dans les districts houillers du Nord de la France et de la Belgique, où les sièges d'extraction sont d'une exécution dispendieuse, on les écarte fréquemment de 1.000 à 2.000 mètres, ce qui revient à dire que le champ d'exploitation réservé à une fosse s'étend de chaque côté du puits, suivant la direction générale des veines à une distance qui varie de 500 à 1.000 mètres. Il est bon, du reste, de remarquer, en passant, que la nature friable des roches et les difficultés de soutènement dans les mauvais terrains peuvent amener l'exploitant à restreindre, dans une certaine mesure, le champ d'exploitation d'un puits, pour diminuer les frais d'entretien des galeries qui le desservent.

**Desserte d'un champ d'exploitation par un ou par plusieurs puits.**

**371.** Dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, dans la région houillère de Newcastle ainsi que dans les bassins de la Ruhr et de Sarre-et-Moselle où l'épaisseur des morts-terrains et leur nature essentiellement aquifère rend l'établissement des puits de mine fort dispendieux, les exploitants sont autorisés à déhouiller un champ d'exploitation étendu par un puits unique qui sert à la fois à l'extraction de la houille et des déblais ou *terres* ainsi qu'à l'épuisement des eaux, à la descente et à la remonte des ouvriers et enfin à la ventilation que rend possible une cloison verticale réservant pour le retour d'air un com-

partiment d'aérage ou *goyau*. Mais il convient de ne considérer cette autorisation que comme une simple tolérance dont on ne doit user que tant qu'il est impossible de faire autrement. Toutes les fois que les conditions de l'exploitation se prêtent à la mise en communication de deux puits pouvant desservir une même zone minérale, on ne doit jamais hésiter à établir cette communication dont l'importance, déjà grande dans les circonstances ordinaires, devient plus grande encore quand il s'agit de mines dégageant beaucoup de grisou. Il est avantageux dans ce cas de supprimer les goyaux et de faire servir l'un des puits à l'entrée de l'air frais tandis que l'autre sert à la sortie de l'air contaminé par sa circulation dans les chantiers souterrains. J'aurai, par la suite, occasion d'insister sur les avantages qu'offre cette suppression des goyaux au point de vue de la ventilation et de montrer le danger d'exploiter, par un puits unique, des veines dégageant du grisou; mais les catastrophes résultant des explosions souterraines ne sont pas les seules conséquences fâcheuses auxquelles on s'expose en desservant une mine par un seul puits; la production de cette mine se trouve compromise toutes les fois qu'il se produit un accident exigeant une réparation importante à la colonne du puits ou aux appareils d'extraction, d'épuisement et de ventilation. Dans une mine, les conséquences d'un chômage prolongé sont toujours graves et celles d'une suspension de travail de peu de durée affectent même le prix de revient d'une façon sensible; on évite ces difficultés quand deux puits en communication sont munis des appareils nécessaires pour assurer les services divers que comporte une exploitation.

**Production d'un puits; usage des puits jumeaux.**

**272.** Les installations primitives dont les puits de mine étaient pourvus il y a trente ou quarante ans ne permettaient guère d'extraire plus d'un millier d'hectolitres par jour. Aujourd'hui les appareils puissants et perfectionnés dont on munit les sièges

d'extraction dans les charbonnages sont susceptibles d'extraire un tonnage journalier considérable : les productions de 4.000 à 6.000 hectolitres par puits sont ordinaires dans notre région industrielle; celles de 8.000 à 10.000 hectolitres deviennent de plus en plus fréquentes dans les bassins houillers importants; elles sont, dans certains cas, dépassées.

Les fortes productions que l'on aborde aujourd'hui dans les mines de houille, ont amené beaucoup d'exploitants à écarter tout ce qui, dans un puits d'extraction, peut entraver le montage du charbon. Combinant ce désir avec la nécessité d'avoir deux puits en communication pour un même champ d'exploitation, ils en sont arrivés à l'usage fréquent des *puits jumeaux*, c'est-à-dire de deux puits voisins. Tantôt chacun de ces puits sert à l'extraction, l'un desservant un étage supérieur, l'autre un étage inférieur de l'exploitation pour éviter les lenteurs et les manœuvres qui résultent d'une extraction à plusieurs étages par un même puits; tantôt, et c'est le cas le plus fréquent, l'un des puits sert particulièrement à la descente des bois et du remblai, à la remonte des terres et à la circulation des ouvriers, tandis que l'autre est exclusivement réservé à l'extraction de la houille.

Ce qu'on entend par méthodes d'exploitation : elles se divisent en trois catégories.

**273.** Les travaux de premier établissement d'une mine étant terminés et les travaux préparatoires ayant découpé le gîte en étages d'une hauteur déterminée, on aborde la période productive en attaquant les champs d'exploitation partiels. Les travaux d'exploitation qui caractérisent cette période productive, s'exécutent suivant une série de principes rationnels et théoriques applicables à des gisements placés dans des conditions bien reconnues et bien déterminées.

L'ensemble de ces principes constitue les *méthodes d'exploitation*. Ces méthodes peuvent se ranger en trois catégories :

- 1° *Les méthodes par remblais ;*
- 2° *Les méthodes par dépilages ;*
- 3° *Les méthodes par piliers abandonnés.*

Dans les méthodes par remblais, la matière utile du gîte est enlevée en totalité et le vide compris entre les épontes est remblayé complètement ou partiellement, soit avec les roches stériles du gisement lui-même, soit avec des remblais descendus de la surface. Dans les méthodes par dépilages, le gîte est découpé en piliers que les mineurs cherchent à reprendre ultérieurement en battant en retraite et en laissant le toit s'ébouler derrière eux. Quelles que soient les précautions prises dans l'application des méthodes par dépilages, il est difficile, sinon impossible, de ne pas perdre une certaine quantité de matière utile ; lorsqu'il s'agit de houilles friables, pyriteuses et d'une inflammation facile, leur abandon dans les éboulements provoque des combustions spontanées et des incendies souterrains. En un mot, ces méthodes qui disloquent profondément le terrain et produisent des dégradations à la surface, ouvrent la porte au gaspillage et présentent souvent des dangers ; aussi les abandonne-t-on de plus en plus ; elles ne sont d'ailleurs applicables qu'à des gîtes de puissance moyenne exploités à de grandes profondeurs.

Quant aux méthodes par piliers abandonnés, elles consistent, comme leur dénomination l'indique, à découper le gîte par des traçages en piliers qui restent comme soutiens. Ces traçages constituent ainsi la seule exploitation productive. On sacrifie généralement, avec ces méthodes, une partie qui peut varier du quart à la moitié de la matière utile du gîte ; elles s'appliquent de plus en plus rarement à des gisements ne contenant que des matières de peu de valeur, et quand on ne peut facilement se procurer les remblais qui seraient nécessaires pour une exploitation plus parfaite.

En définitive les méthodes d'exploitation par remblais sont à la fois les plus rationnelles et les plus répandues ; leur supériorité

sur les autres méthodes est d'autant plus grande qu'il s'agit de gîtes plus puissants et que la matière qui remplit les éponges a une plus grande valeur.

**Généralités sur le choix et sur l'application des méthodes d'exploitation.**

274. Quelle que soit la méthode à laquelle s'arrête l'ingénieur, il doit s'efforcer de faciliter l'abatage par une bonne disposition des chantiers, chercher à réduire à leur minimum le développement des galeries à entretenir, procurer aux travaux une ventilation suffisante et s'attacher, par une concentration bien entendue, à rendre la production par zone importante et la surveillance des chantiers facile; enfin il doit, et c'est sans contredit le point le plus important, conduire avec mesure et sagacité les travaux préparatoires.

Étant donné un gisement, on doit l'exploiter avec *prévoyance, économie, sécurité* : il faut, pour cela, bien choisir la méthode d'exploitation qui lui convient, mais la méthode une fois choisie, il faut surtout l'appliquer rigoureusement. Un praticien habile, M. Devillaine, a dit et a même imprimé qu'une méthode médiocre, mais pratiquement bien observée, offre peut-être plus d'avantage qu'une méthode théoriquement excellente, mais imparfaitement appliquée.

Dans le choix, comme dans l'application d'une méthode d'exploitation, l'ingénieur doit tenir compte : 1° de la puissance du gîte; 2° de sa nature; 3° de sa structure tant au point de vue du clivage des roches qu'au point de vue de la quantité de remblais que fournit le mètre d'avancement; 4° de l'inclinaison; 5° de la régularité de l'allure; 6° de la nature, de la dureté et de la solidité des éponges; 7° de la quantité d'eau que donne le gîte; 8° des précautions à prendre pour l'aérage, s'il s'agit, par exemple, d'une mine qui dégage du grisou; 9° de la nécessité d'éviter les incendies, conséquence d'une combustion spontanée, s'il s'agit d'un combustible qui se délite et s'échauffe facilement. D'autres circonstances telles que le prix des bois, les difficultés de la main-

l'œuvre, etc., etc., peuvent influencer sur la manière dont il convient d'exploiter un gisement.

En ce qui concerne l'ordre dans lequel les différents étages doivent être attaqués dans une mine exploitée par une méthode quelconque, on admet généralement l'ordre descendant, c'est-à-dire qu'on commence d'abord par l'étage supérieur. Bien que ce ne soit pas là une règle absolue, elle devient une obligation pour les gîtes puissants et inclinés, car elle permet de soustraire les parties intactes à l'action des tassements qui s'opèrent dans les parties exploitées. Il va sans dire, d'ailleurs, que lorsque la richesse d'un étage n'est pas suffisante pour alimenter un centre de production, on n'hésite généralement pas à exploiter simultanément plusieurs étages.

Quant à l'ordre dans lequel les différentes couches d'un même gisement doivent être mises en exploitation, il ne présente un réel intérêt que s'il s'agit de couches puissantes et rapprochées; dans ce cas et pour la raison exprimée au paragraphe précédent, c'est-à-dire pour soustraire à l'action des parties exploitées les parties encore vierges, il convient d'adopter l'ordre descendant, c'est-à-dire d'exploiter d'abord les veines du toit. Mais lorsqu'il s'agit de couches minces ou de puissance moyenne, assez éloignées les unes des autres, l'ordre d'exploitation devient indifférent; la plupart du temps, dans de pareils gisements, l'exploitation n'est du reste avantageuse qu'à la condition de la développer simultanément dans plusieurs veines.

## § 2. — *Méthodes d'exploitation applicables aux filons et aux amas.*

**275.** On doit distinguer parmi les méthodes d'exploitation applicables aux gisements d'origine filonienne, celles qui sont spéciales aux filons de faible puissance, et celles qui sont réservées aux filons puissants et aux amas. En ce qui concerne les gisements qui se rangent dans cette deuxième catégorie, il faut

encore considérer deux cas : 1<sup>o</sup> celui où le gîte fournit les matériaux nécessaires au remplissage des vides, c'est le cas le plus fréquent; 2<sup>o</sup> celui où, au contraire, on ne trouve dans le gisement qu'une quantité insuffisante de reblais. Quant aux gîtes peu puissants, les matériaux stériles nécessaires au remblayage complet des excavations ne fait généralement pas défaut, car on a vu, dans la première leçon, qu'un des caractères distinctifs des filons est la dissémination de la matière utile au milieu d'une gangue habituellement abondante.

#### 1<sup>o</sup> *Filons de faible puissance.*

**376.** On applique aux filons métalliques dont la puissance ne dépasse pas 2<sup>m</sup>,50, deux méthodes d'exploitation basées sur le remplissage complet des vides; elles comportent toutes deux les mêmes travaux préliminaires, c'est-à-dire que leur application est précédée d'un *système de traçage* identique.

Le gîte ayant été recoupé par une série de galeries à travers-bancs qui divisent le terrain en étages de 15 mètres à 30 mètres de hauteur verticale, on chasse à chaque niveau, à droite et à gauche du point où le filon a été atteint, des galeries en direction qu'on pousse jusqu'aux limites du champ d'exploitation et qui marquent dans le plan de la couche la base et le sommet de chaque étage. Ce premier système de galerie est recoupé par des voies montantes poussées suivant l'inclinaison du filon; celui-ci se trouve ainsi découpé en piliers ou massifs rectangulaires ayant la hauteur d'un étage et une longueur qui est au moins de 25 mètres et qui parfois dépasse 50 mètres. Cette division du gîte en piliers est représentée (fig. 401 et 402, pl. XXIV).

Les deux méthodes qui nous occupent diffèrent l'une de l'autre par la manière dont s'opère le défilage de chacun de ces massifs.



## Méthode par gradins renversés.

277. Dans la méthode par *gradins renversés*, l'attaque des massifs se fait par l'un des angles inférieurs (fig. 401, pl. XXIV). On prend à la naissance d'une cheminée une première taille horizontale de 1<sup>m</sup>,50 à 2 mètres de hauteur en abattant le faite de la voie de fond. Le minerai abattu tombe sur le sol où un triage est opéré par le mineur qui rejette les matières stériles sur un fort plancher ou sur une voûte couronnant la galerie.

Quand cette première taille est avancée de quelques mètres, on en commence une seconde au-dessus de la première, en partant de la même cheminée. Les mineurs qui mènent cette deuxième taille en s'avancant sur les remblais de la première, jettent derrière eux les matières stériles, tandis que le minerai est dirigé sur la voie de fond où il est chargé dans des wagonnets pour être transporté au puits d'extraction ou bien à une galerie à travers-bancs aboutissant au jour. Une troisième taille est ensuite prise au-dessus de la seconde et ainsi de suite, de telle sorte que pour les mineurs placés sur les remblais, l'ensemble des fronts de taille offre l'aspect d'un escalier qui serait vu par-dessous, ce qui justifie la dénomination de *gradins renversés*, donnée à cette méthode d'exploitation.

On peut, en partant d'une même cheminée, attaquer à la fois deux massifs, comme on le voit en *a* (fig. 401). On peut encore, au lieu de partir d'un angle de massif, s'élever dans le milieu par un montage qui se poursuit pendant qu'on développe les tailles à droite et à gauche (comme on le voit en *b*). Enfin, on évite le plus souvent de faire descendre le minerai de gradin en gradin, en ménageant des cheminées dans les remblais; celles-ci peuvent être munies, à la partie inférieure, d'une trappe ou d'une trémie permettant de charger rapidement les wagonnets sur la voie de fond, disposition que nous verrons également appliquée

à l'exploitation des veines de houille peu puissantes et fort inclinées.

**Méthode par gradins droits. (Fig. 401, c.)**

**378.** Dans la méthode par gradins droits, le défilage de chaque massif commence à l'un des angles supérieurs par une taille horizontale de 1 mètre à 1<sup>m</sup>,50 de hauteur prise dans la sole de la galerie; les autres tailles attaquent successivement la sole des tailles précédentes; les remblais sont rejetés et maintenus au-dessus de la tête du mineur sur une série de planchers.

Le minerai descend, de gradin en gradin, à la cheminée qui limite le massif et qui aboutit à la voie de roulage, ou mieux, il est transporté à cette cheminée par des voies horizontales ménagées dans les remblais en face de chaque front de taille et sous chaque plancher. L'ensemble des fronts de taille offre l'aspect des marches d'un escalier, ce qui, par opposition avec la disposition précédente, a fait donner à cette méthode la dénomination de gradins droits sous laquelle elle est connue.

**Examen critique des deux méthodes.**

**379.** Ces deux méthodes jouissent de communs avantages: les traçages s'exécutent à l'avance de façon à bien reconnaître le gîte dans toutes ses parties et à assurer la régularité de la production; l'enlèvement du minerai peut se faire en totalité, grâce à un emploi judicieux et rationnel des remblais; la disposition des chantiers en une suite de gradins, favorise l'abatage; il faut toutefois reconnaître que l'abatage, le transport des produits et la mise en place des remblais sont plus faciles avec la méthode par gradins renversés.

Quant aux avantages et aux inconvénients particuliers à chaque méthode, on peut dire que la méthode par gradins renversés n'emploie qu'un seul plancher, tandis que la méthode par gradins

**droits** comporte un plancher par taille et par conséquent exige une consommation de bois considérable. Cet inconvénient de la méthode par gradins droits prend une importance telle, quand la puissance du filon dépasse 2 mètres à 2<sup>m</sup>,50, que c'est là une limite qui rend cette méthode inapplicable dans les parties renflées où la méthode par gradins renversés peut trouver encore son application à la condition que la solidité des épontes soit suffisante pour permettre de donner aux tailles toute la largeur du renflement. Il faut aussi remarquer qu'il y a généralement pour les mineurs plus de sécurité à s'élever sur les remblais qu'à travailler par-dessous, ce qui constitue un nouvel avantage pour la méthode par gradins renversés; cependant lorsque l'on exploite un filon *pourri*, c'est-à-dire quand la matière qui remplit le filon n'a aucune consistance, les conditions de sécurité se trouvent renversées et dans ce cas particulier, l'avantage reste aux gradins droits. Il est encore une circonstance dans laquelle la méthode par gradins droits peut être admise de préférence à l'autre, c'est quand on exploite un minerai friable et de grande valeur, comme certains minerais d'argent. Quels que soient les soins que l'on prenne pour régaler au-dessous du front de taille les remblais sur lesquels on s'élève avec la méthode par gradins renversés, malgré l'emploi des planches dont il convient de recouvrir en pareil cas ces remblais, on peut craindre des déperditions de minerais menus; elles sont beaucoup plus difficiles avec l'autre méthode dans laquelle la matière abattue reste sur la partie intacte du gîte.

En résumé, la méthode par gradins renversés est appliquée dans la grande majorité des cas; l'autre méthode, plus coûteuse en raison de la dépense de bois, des facilités moins grandes d'abatage, de mise en place des remblais et du transport des produits à la voie de roulage, est réservée aux minerais de grande valeur dont on craint la déperdition dans les remblais, et aux filons dont le remplissage n'offre aucune consistance.

## 2° *Filons puissants et amas.*

**1<sup>er</sup> CAS :** Le gîte fournit des matériaux en quantité suffisante pour remblayer complètement les vides produits par l'exploitation. (Fig. 403.)

280. Lorsque la puissance des filons dépasse la largeur que la solidité des épontes permet de donner aux tailles, on peut leur appliquer la *méthode en travers*, qui consiste à enlever le minerai par une succession de tranches horizontales auxquelles on donne la hauteur des galeries et que l'on remblaie complètement. Les étages sont pris, comme toujours, en descendant, et les tranches sont prises dans l'ordre ascendant en s'élevant sur les remblais des tranches inférieures. Chaque tranche est enlevée par des tailles horizontales allant du toit au mur et d'une largeur en rapport avec la solidité du gîte.

Supposons, par exemple, que la division des étages ait été opérée, que l'étage *e e'* (fig. 3) ait été exploité et remblayé, et que l'exploitation en soit arrivée à la quatrième tranche de l'étage *e' e'*. la galerie inférieure en direction *y* a été conservée pour servir au roulage des produits qui y descendent par des cheminées *yg* ménagées de distance en distance. D'autres cheminées *gg'* pratiquées dans le massif intact, assurent la ventilation des travaux en établissant la communication avec le niveau supérieur *e' h'*. La quatrième tranche est divisée, comme l'ont été les tranches inférieures, en piliers par la galerie *g. g.* et des recoups *a b, c d* gallant du mur au toit. Ces piliers sont dépilés en battant en retraite et comme le montre la figure, par une série de tailles horizontales, qui sont immédiatement remblayées; elles sont prises dans l'ordre indiqué par cette figure, dans laquelle on remarque 1° les premières tailles *t, t*, terminées et remblayées, et les deuxièmes *t' t' t'* en exploitation. Ces dernières une fois remblayées, le dépilage des piliers *a b c d* s'achèvera par l'attaque des troisièmes tailles *θ*. On donne aux étages une hauteur d'environ 20 mètres et l'on enlève chaque étage par une dizaine

**le** tranches. On peut avoir plusieurs tranches en exploitation, à condition de ne commencer le défilage d'une tranche supérieure que sur les piliers défilés et remblayés de la tranche inférieure; le plus souvent on n'attend pas, non plus, qu'un étage soit terminé, pour commencer l'exploitation à l'étage inférieur.

On assure la solidité de la galerie en direction *g. g.* qui dessert une tranche, en arrêtant les remblais des tailles contre cette galerie par des perrés formés avec des matériaux triés parmi les déblais.

Les méthodes en travers ne s'appliquent pas seulement à de gros filons dont le parallélisme des épontes est constant; elles s'appliquent aussi à des amas de forme irrégulière. Dans ce cas, comme le fait ressortir la figure 404, le champ d'exploitation d'une tranche est délimité par une galerie qui contourne le gîte, et recoupé, dans le sens de sa plus grande dimension, par une galerie médiane, et dans le sens de sa plus petite dimension par des galeries transversales aboutissant de chaque côté à la galerie de contour. La tranche se trouve ainsi divisée en massifs ou piliers dont le traçage a fait reconnaître la richesse et qui sont défilés par tailles horizontales, comme nous venons de le voir. S'il se présente dans la tranche un noyau stérile *a b*, ou ne renfermant qu'un minerai de richesse insuffisante, on arrête les tailles à ce noyau que l'on abandonne au milieu de la masse des remblais.

**2<sup>me</sup> Cas :** La quantité de matériaux stériles fournis par l'exploitation est insuffisante pour remblayer les excavations.

**381.** Il arrive que l'exploitation d'un gîte ne peut pas fournir une quantité de remblais suffisante pour remblayer exactement les vides que produit l'enlèvement de la matière utile. Dans ce cas, ou bien il faut se résoudre à un défilage incomplet et à l'abandon d'une partie du minerai dans les travaux, moyen peu rationnel auquel on n'a recours que lorsqu'il s'agit d'un mi-

nerai d'une médiocre valeur, ou bien il faut se procurer des remblais, soit dans des chambres d'éboulement pratiquées dans les roches du toit, soit en les introduisant de la surface, si la valeur du minerai comporte l'excès de dépense qui résulte de l'application de cette mesure. Dans ce dernier cas, les remblais arrivent naturellement par la galerie supérieure, la galerie inférieure étant réservée au roulage des produits utiles.

Je reviendrai, du reste, sur ce sujet quand, dans un cas analogue, je décrirai les méthodes d'exploitation appliquées aux grandes couches, méthodes qui, dans certains cas, peuvent devenir applicables, avec quelques modifications, aux filons puissants.

Lorsque la valeur restreinte du minerai ne comporte pas la dépense résultant d'un remblayage des vides au moyen de matériaux complémentaires pris en dehors des travaux d'exploitation proprement dits, il faut bien se décider à un enlèvement incomplet de la matière utile. On procède alors par *piliers et estaus* ou par *piliers abandonnés*.

La première méthode consiste, après avoir opéré, par piliers et galeries, un traçage qui a atteint la limite du champ d'exploitation, à dépiler en battant en retraite; on enlève d'abord la totalité du minerai sur une hauteur égale à celle des galeries, puis on provoque l'éboulement de la couronne ou des *estaus* et l'on retire de cet éboulement ce que l'on peut. La hauteur des galeries, et celle des estaus dépendent d'ailleurs de la solidité de la matière exploitée; les estaus sont nuls avec un minerai de nature argileuse.

Quant au second moyen, il consiste, comme l'indique la dénomination même de la méthode, à borner l'exploitation à un traçage aussi complet que possible; les piliers sont ensuite abandonnés dans les travaux. C'est par ce procédé que s'exploite le minerai de fer de Beauregard (Côte-d'Or) dont la teneur est faible et qui constitue une couche horizontale de 1<sup>m</sup>,80 de puissance à la base du terrain sinémurien.

**19<sup>e</sup> Leçon.****§ 3. — Méthodes d'exploitation applicables aux gisements d'origine sédimentaire et plus spécialement aux mines de houille.**

282. Je me suis borné à décrire d'une façon succincte les méthodes d'exploitation appliquées aux gisements d'origine filonienne, parce que, d'une part, le programme du cours d'exploitation des mines à l'Institut industriel comporte plus spécialement l'étude des procédés en usage dans les mines de houille, et parce que, d'un autre côté, nous allons retrouver dans l'étude de ces derniers procédés quelques-uns des principes dont nous avons vu l'application aux gisements métalliques, et que nous aurons par conséquent occasion d'y revenir. Nous verrons, par exemple, la méthode par gradins renversés appliquée, avec des variantes dans les détails, aux veines de charbon peu puissantes et fort inclinées et la méthode en travers appropriée à l'exploitation des grandes couches de houille. Par contre, et comme je l'ai déjà dit, en étudiant les procédés applicables aux dépôts sédimentaires, nous décrirons certaines méthodes qui peuvent, en les modifiant plus ou moins, trouver leur application dans l'exploitation des minerais. C'est ainsi que M. Pinel, qui a fait au charbonnage qu'il dirige à Montrambert, une étude spéciale de l'exploitation des grandes couches de houille, a appliqué avec le plus grand succès l'une de ces méthodes à l'exploitation des mines de pyrites de Chessy dont il est l'ingénieur-conseil.

On a déjà vu que ce qui caractérise un *filon*, ce n'est pas seulement sa forte inclinaison et la nature du minéral qui remplit ses éponges; ce sont encore la dureté des roches, la dissémination du minéral dans une gangue plus ou moins abondante et l'irrégularité même de cette dissémination.

Il en résulte que, dans un filon, l'exploitation est forcément

divisée en deux périodes absolument distinctes : la période, souvent très-longue du traçage et celle du défilage qui arrive en dernier lieu.

La dureté des roches qui nécessite de longs travaux préparatoires, la faiblesse de l'avancement journalier dans la période de défilage qui est à proprement parler la période d'exploitation, aussi bien que l'irrégularité de richesse du gisement, imposent des points d'attaque très-nombreux pour assurer une production importante et régulière; d'ailleurs, le plus souvent, la nature des terrains rend les soutènements faciles et l'entretien de nombreuses galeries peu coûteux.

Dans une veine de houille, au contraire, il faut éviter de multiplier les galeries, sous peine de provoquer des dépenses d'entretien exagérées, le remplissage des épontes est relativement plus régulier, l'avancement journalier en veine beaucoup plus considérable; les roches encaissantes sont souvent elles-mêmes d'un abatage plus facile et la présence du grisou vient enfin, dans beaucoup de cas, forcer le mineur à *diriger* l'air avec des soins particuliers, et à éviter les déperditions dans des directions multiples. Il s'ensuit que dans une mine de houille, les travaux préparatoires consistent surtout en bowettes destinées à recouper les veines et en travaux de communication pour l'aérage. La période de traçage n'est pas nécessairement longue et laborieuse, et les défilages suivent les traçages de très-près. Les deux périodes sont ici presque simultanées.

### *Méthodes en usage dans le Nord de la France et en Belgique.*

#### Puissance et allure des couches de houille du Nord de la France.

Je m'occuperai d'abord des méthodes d'exploitation qui sont surtout en usage dans notre région industrielle.

263. Les veines de houille du Nord de la France et de la Bel-



gique rentrent dans la catégorie des *couches minces* (de 0<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,80 ou 1 mètre de puissance) et dans celles des *couches moyennes* (de 1 mètre à 2<sup>m</sup>,50 ou 2<sup>m</sup>,80 de puissance). C'est-à-dire ayant à *peu près* la hauteur des galeries de mines.

Dans les premières, les remblais destinés à combler les vides, sont fournis par les havries ou parties stériles de la veine, et par les *terres* que procurent les *coupages* ou entaillages que le défaut de puissance oblige à faire, au toit ou au mur, sinon dans les tailles, au moins dans les voies.

Dans les couches moyennes, les remblais fournis par l'abatage dans les tailles ou par l'établissement des voies à hauteur convenable, sont en quantité insuffisante pour combler absolument les vides de l'exploitation.

L'allure des veines de notre contrée n'affecte pas, d'une manière générale, cette régularité parfaite qui caractérise une grande partie des exploitations anglaises. Nos veines présentent souvent une allure tourmentée, des changements brusques d'inclinaison, des plateures succédant à des dressants, des amincissements, des interruptions, *des failles, des crancs, des recoutelages*, accidents qui rendent, dans le Nord, la profession d'ingénieur particulièrement difficile et conduisent à un prix de revient de l'exploitation relativement élevé.

(a). — *Exploitation des couches minces.*

Méthode d'exploitation par grandes tailles.

384. Les principes d'après lesquels on exploite la houille dans les bassins du Nord et du Pas-de-Calais et dans les mines des environs de Mons, se rattachent, dans la plupart des cas, à la méthode par *grandes tailles*.

Cette méthode procède, ordinairement, *par avancement*, en attaquant la veine au point où elle a été recoupée et en enlevant immédiatement la tranche entière jusqu'à la limite assignée à

l'exploitation. Dans des cas plus rares elle procède *en retour*, c'est-à-dire qu'on se porte de suite, par une taille unique, à la limite du champ d'exploitation, pour revenir, en exploitant cette tranche, vers le puits d'extraction.

Je suppose une fosse dont les travaux préliminaires sont terminés et dont on veut commencer l'exploitation. Le fonçage est arrivé à la profondeur convenable, un réservoir ou *bougniou* de 8 à 14 mètres a été ménagé sous le dernier accrochage pour recevoir les eaux pendant les heures d'extraction, les installations intérieures et extérieures sont complètes, les accrochages terminés à un étage ou à deux étages distants de 20 à 50 mètres, suivant l'importance et le nombre de veines, les deux niveaux de chaque accrochage réunis par des balances et par des galeries de manœuvre ou *bowettes de contour*, les veines à exploiter recoupées par des galeries à travers-bancs (bowettes ou bouveaux) dirigées dans un sens normal à la direction de ces veines qu'il s'agit maintenant d'exploiter, en laissant autour du puits un massif intact pour assurer la sécurité de ce puits (c'est le *stot* de la fosse représenté par un cylindre de 100 mètres de diamètre). L'exploitation va procéder à l'enlèvement de la houille dans les parties exploitables sans pertes, jusqu'à la limite du terrain houiller, c'est-à-dire jusqu'au *tourtia* si l'on ne craint pas l'irruption des eaux, ou bien jusqu'à la limite d'un *stot* protecteur de 10, 15, 20 mètres et même plus, si l'on craint une dislocation du terrain imperméable reposant sur le terrain houiller.

#### Exposé théorique de la méthode.

285. A partir du point où la veine est atteinte par la bowette, on chasse, en *direction*, une *voie de fond* ou maîtresse voie (c'est la *costeresse* des Belges). Cette voie de fond s'établit dans la veine au moyen d'une *taille chassante* ou *taille de fond* à laquelle on donne une hauteur telle qu'on puisse loger sur le côté ou sur les côtés de la voie les *terres* ou déblais stériles pro-

venant de l'abatage et du coupage même de la voie qui doit avoir les dimensions adoptées pour les besoins du roulage; une voie de retour d'air est également ménagée, parallèlement à la première le long du massif de houille ainsi découpé.

Au fur et à mesure de l'avancement de cette taille chassante, on prend, dans une direction et suivant une largeur déterminées par des circonstances que nous indiquerons plus loin, une série de fronts de taille que l'on dessert par des voies ménagées au milieu des terres rejetées dans les vides à combler. Les fronts de taille se succèdent ainsi et se multiplient, pendant que l'on poursuit la taille de fond à laquelle il convient de donner, sur les autres tailles, une avance d'autant plus grande que la veine est moins régulière.

On arrive ainsi à avoir une série de gradins (fig. 410 et 413, pl. XV) qui ont fait quelquefois donner à cette méthode le nom de *Méthode par gradins couchés*.

1° Quand la veine est horizontale, la direction de la maîtresse voie et celle des grandes tailles sont arbitraires, ou du moins ne sont fixées que par les facilités d'abatage que le clivage détermine, c'est-à-dire que l'on avance *les fronts de taille perpendiculairement au clivage et la maîtresse voie parallèlement*.

2° Avec une faible inclinaison et l'absence d'un clivage bien déterminé, on place la maîtresse voie et les tailles à *demi-pente*, suivant une diagonale qui procure au roulage une pente favorable.

3° Avec une inclinaison plus forte, les tailles, tracées suivant une pente favorable au roulage, couperaient la costeresse suivant un angle trop aigu. On emploie alors l'une des deux dispositions représentées (pl. XV, fig. 410 et 413) que vous trouverez appliquées, soit l'une, soit l'autre, soit toutes les deux, dans la plupart des mines du Nord et du Pas-de-Calais.

La première disposition (410) *particulièrement* appliquée à des veines inclinées de 25° et au-dessous, est connue sous le nom d'*Exploitation par tailles montantes*, la seconde (413), que

l'on rencontre *surtout* dans les veines inclinées de plus de 25° porte le nom d'*Exploitation par tailles chassantes ou tailles costeresses*.

Avec l'une ou l'autre de ces deux dispositions on atteint, par une série de tailles, une hauteur qu'on nomme *relevée*, où l'on établit une voie *intermédiaire* en direction; cette voie sert de point de départ à une nouvelle exploitation du même genre; on continue ainsi jusqu'à ce que l'on soit arrivé à la voie de fond de l'étage supérieur, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'on ait enlevé tout le charbon exploitable d'un étage.

#### Largeur des tailles.

**286.** La largeur à donner aux tailles dépend surtout de la solidité des terrains et de la structure de la veine; on peut dire qu'elle varie depuis 6 à 8 mètres jusqu'à 100 et 150 mètres. Il faut avant tout que la taille soit assez large pour loger les terres produites par l'abatage et le coupage des voies. Mais je me hâte d'ajouter que les largeurs de 100 et 150 mètres ne se rencontrent guère qu'en Angleterre, dans des couches horizontales ayant un toit exceptionnellement solide. Dans ces exploitations très-régulières, on peut appliquer les machines à haver sur ces larges fronts de taille où le chargement et le transport sont facilités par une voie ferrée longitudinale que l'on ripe chaque jour, pour la rapprocher du front de taille.

Dans le Nord et le Pas-de-Calais, on trouve généralement des largeurs de tailles comprises entre 12 et 20 mètres.

#### Transport des produits.

**287.** Dans les veines inclinées, les produits des tailles descendent à la voie de roulage par des plans inclinés automoteurs: le roulage dans les voies de niveau intermédiaires se fait à bras par des jeunes gens ou des enfants, et la traction dans la voie

e fond et les bowettes s'opère par chevaux ou par des moyens mécaniques.

#### Aérage.

**288.** Des portes d'aérage, judicieusement placées, dirigent l'air frais et le forcent à circuler le long des tailles.

Entrons maintenant dans les détails d'exploitation relatifs à ces deux dispositions générales.

#### 1° Tailles montantes.

**289.** La figure 410 est un exemple théorique d'exploitation par tailles montantes.  $AB$  est la voie de fond,  $CD$  la voie de retour imitant la taille de fond prise en direction. Les plans inclinés automoteurs  $EF$ ,  $GH$  desservent chacun 6 tailles (1 à 6) (7 à 12); les portes d'aérage  $p$ ,  $p'$ ,  $p''$ ,  $p'''$ , placées dans la galerie  $CD$  au sommet de ces plans inclinés, forcent l'air à suivre le parcours indiqué par les flèches.

De la galerie  $CD$  partent, suivant l'inclinaison, les tailles montantes (1 à 12) desservies chacune par un plan incliné automoteur dont la poulie est remontée tous les deux ou trois jours, ainsi que la voie, d'une quantité égale à l'avancement du front de la taille.

Chaque taille est supposée de 15 mètres de largeur.

Lorsque l'exploitation est arrivée à une hauteur  $IJ$  telle que l'entretien de tous les plans automoteurs deviendrait par trop dispendieux, on établit une *relevée* en poussant en direction de nouvelles tailles chassantes  $IK$ ,  $JL$ , et l'on recommence, à ce niveau, une exploitation semblable à l'exploitation inférieure. On peut, de cette façon, supprimer les plans inclinés  $S$ ,  $S'$ ,  $S''$  et ne conserver, pour descendre à la voie de fond les produits de cette seconde relevée, que le plan incliné  $MN$  que l'on prolonge jusqu'en  $N'$  en réformant le petit plan  $ab$ , devenu inutile.

Le nombre d'ouvriers à veine qu'occupe une taille de 12 à 20 mètres, varie de quatre à six, y compris les aides; ces derniers sont plus spécialement chargés du boutage des charbons de l'approchage et de la préparation des bois.

Les ouvriers d'une taille abattent les charbons, le boutent jusqu'à la tête du plan, boisent la taille et la remblaient; dans certaines mines ils font eux-mêmes leur mur; c'est-à-dire qu'ils coupent la voie; il est, dans ce cas, expressément défendu aux ouvriers, de faire ce travail pendant les heures d'extraction dans d'autres houillères, particulièrement en Belgique, le mur se fait aussi après la coupe, mais par des ouvriers étrangers au travail de l'abatage; de cette façon on est plus sûr d'obtenir pour la taille le maximum de production. Les maillages ou conduits d'air que séparent deux tailles sont faits également par les ouvriers à veine.

Le chargement des berlines se fait généralement par des ouvriers étrangers à l'entreprise de la taille. Un chargeur dessert suivant le cas, une, deux et même trois tailles; il descend les berlines au plan incliné qui dessert la taille et il est, pour cela, aidé souvent par un gamin. Au bas du plan, les berlines sont reçues par un jeune ouvrier qui les conduit en *EF* ou en *HG*, et qui dessert trois tailles. Les plans *EF* et *HG* sont eux-mêmes desservis, en tête par un ouvrier d'une quinzaine d'années qui descend les produits de six tailles, au pied par un hercheur qui conduit les berlines au garage où se composent des trains de dix à quatorze berlines qu'un cheval mène au puits d'extraction.

#### 2° Tailles chassantes.

290. La figure 413 montre la disposition idéale d'une exploitation par tailles chassantes, sur trois points d'attaque, à des degrés d'avancement différent et toujours pour une même largeur de taille de 15 mètres.

La disposition des petits plans qui desservent les tailles a pour

objet de permettre le développement rapide de nombreux chantiers; elle est, à cet égard, à recommander lorsqu'on est pressé de faire beaucoup de charbon dans une veine; mais elle a un grave inconvénient, c'est de multiplier les plans inclinés et par conséquent d'augmenter le prix de revient du transport.

Il est plus rationnel, lorsque l'on peut consacrer plus de temps à la période préparatoire et que l'inclinaison est suffisante et régulière, de gagner de suite le haut de la relevée par un plan incliné à chariot-porteur soigneusement établi et d'attaquer ensuite les tailles à droite et à gauche en les desservant par ce plan unique.

Lorsqu'on emploie le premier procédé, on supprime tous les petits plans inférieurs dès qu'on arrive à la seconde relevée et on les remplace alors par un plan unique en perçant les communications *ab*, *cd*.

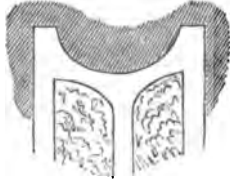
La taille de fond occupe généralement de six à huit ouvriers, y compris les aides; les autres tailles occupent de quatre à six ouvriers. Ils font l'abatage, le remblayage, le boisage des tailles, le coupage des voies, comme pour les tailles montantes. Les *mailages* ou conduits d'air sont également faits par eux, mais on a intérêt à ne pas en faire, en menant les tailles de telle sorte qu'elles se suivent de près. Un chargeur dessert deux tailles. Les petits plans inclinés sont desservis par deux gamins, l'un en tête, l'autre au pied; ce dernier conduit les berlines d'un plan à l'autre.

Quant au herchage, du front de taille au plan desservant cette taille, il est fait par le chargeur quand la taille commence; plus tard celui-ci est aidé par un rouleur.

#### Disposition du travail de l'abatage dans les tailles.

**201.** Les dispositions à prendre pour le travail de l'abatage dans une taille montante ou dans une taille chassante dépendent de la solidité des terrains, de la dureté du charbon, de l'inclinaison de la veine et surtout de la direction des clivages ou limés.

Ces dispositions sont par conséquent variables. Quand on peut, dans une taille montante, faire deux coupures, une de chaque



côté et mener le travail de façon que le milieu du front de taille soit en contre-bas des deux ailes, comme le montre la figure ci-contre, on obtient une disposition éminemment favorable au boutage des charbons, mais on rend l'abatage plus difficile sur l'une

des moitiés de la taille où l'on ne tient pas compte de la direction des clivages. L'exemple représenté figure 413 se rapporte à des terrains médiocres, avec des clivages dirigés de gauche à droite; la figure indique la position de chaque ouvrier et des flèches montrent la direction dans laquelle ils s'avancent. Dans le cas qui nous occupe la coupure de droite est toujours en avance; c'est là que se tient le premier ouvrier qui monte avec un front de taille de 0<sup>m</sup>,70 à 0<sup>m</sup>,80 jusqu'à 1<sup>m</sup>,20 de hauteur et attaque ensuite cette tranche de 1<sup>m</sup>,20 vers la gauche jusqu'à ce que le deuxième ouvrier vienne lui reprendre son front de taille et le repousse à son tour pour le céder à un troisième ouvrier. Le quatrième ouvrier coupe les clivages au fur et à mesure que le troisième ouvrier les lui livre.

L'exemple donné (fig. 414) est un cas particulier du travail en taille chassante, il se rapporte à l'exploitation de la veine *Présidente* à la fosse n° 2 de Ferfay; cette exploitation s'exécute dans d'assez mauvais terrains. L'abatage se fait par une série de gradins de 3 mètres de largeur. Le premier ouvrier frappe devant la voie et prépare le premier gradin; le deuxième ouvrier fait la coupure du second gradin qu'abat le troisième ouvrier. Le quatrième et le cinquième ouvrier font un travail identique pour le troisième gradin. Il est évident que les ouvriers qui ont la tâche la plus rude sont ceux qui font les coupures des gradins.



## Applications pratiques.

302. La figure 411 (planche XV) donne un exemple d'exploitation, en tailles montantes et en tailles chassantes, au levant de la veine *Élise*, étage de 243 mètres à la fosse n° 3 de Ferfay. Cette exploitation est faite dans une partie régulière.

La figure 412 (planche XV) montre également une exploitation assez régulière dans le couchant de la veine *Saint-Joseph* aux étages de 205 et 243 mètres de la même fosse.

La figure 421 (planche XVII) est un exemple d'exploitation dans une partie très-irrégulière de la veine *Achille*, à l'étage de 363 mètres de la fosse n° 1 de Ferfay.

Enfin la figure 422 offre un exemple de tailles chassantes desservies par un chariot-porteur et surmontées d'une exploitation par tailles montantes. Cet exemple est pris dans la veine *Moricaux* à l'étage de 253 mètres de la fosse n° 1 de Ferfay.

## Discussion des deux systèmes.

303. L'esprit de système n'a pas épargné les exploitants et l'on rencontre des partisans exclusifs des tailles montantes et des défenseurs acharnés et tout aussi exclusifs des tailles en direction. La vérité est que les deux systèmes ont leurs avantages et leurs inconvénients, que dans certains cas il est préférable d'exploiter en tailles montantes, que dans d'autres cas, plus fréquents peut-être, il vaut mieux recourir aux tailles chassantes.

Si l'on compare deux zones de même production, l'une exploitée en tailles montantes, l'autre exploitée par tailles en direction, on trouvera que dans le second système :

- 1° Il faudra un peu moins de rails;
- 2° Il y aura un peu moins de dépense en établissement de galeries.

3° Moins de vides produits par les voies, ce qui est à considérer si la veine fournit trop de terres.

4° Moins d'usure de matériel sur les plans plus fixes et mieux établis.

Mais le grand avantage des tailles chassantes, et c'est là le trait le plus saillant de ce système, c'est qu'elles se prêtent aux allures accidentées, aux changements d'inclinaison, alors que les tailles montantes cessent d'être applicables sur les pentes irrégulières ou sur les pentes trop fortes. Indépendamment de ce qu'il y a danger, dans ce dernier cas, à employer ce système, il rend alors difficile le boutage des charbons qui se mêlent facilement aux remblais.

Le système des tailles chassantes exige un peu plus de rouleurs.

Dans des veines d'inclinaison régulière et moyenne, on trouvera avantage à employer les tailles montantes quand on voudra développer rapidement une exploitation; cet avantage constitue pour ainsi dire le caractère essentiel de la méthode.

**Remplacement des tailles chassantes par des maintenages dans les veines fort inclinées. — Exploitation par gradins renversés.**

**294.** Lorsque les veines exploitées par tailles chassantes s'approchent de la verticale, les *ouvriers à reine* ne peuvent plus s'appuyer sur le mur de la couche, ils s'échafaudent les uns au-dessus des autres sur des planchers qui reçoivent le charbon abattu. Le boutage de ce charbon s'opère ensuite en le faisant tomber de plancher en plancher jusqu'au bas de la taille, où on l'enlève par la voie horizontale qui le conduit au plan incliné. Mais il est aisé de comprendre que ce boutage produit beaucoup de menu et qu'il est fort incommode; le travail exécuté dans ces conditions ne laisse pas d'ailleurs que de présenter quelque danger.

On évite ces inconvénients en remplaçant chaque taille chas-

sante par une série de gradins auxquels on donne, en Belgique, le nom de *maintenages*, et en plaçant les ouvriers en retraite les uns sur les autres, comme le montre la figure 419. Une taille de 12 à 14 mètres, par exemple, sera remplacée par six maintenages. On ménage au milieu des remblais des cheminées desservant chacune deux maintenages et aboutissant à des trémies placées sur la voie inférieure qui conduit les charbons au plan incliné.

Ce système qui nous ramène en définitive à la méthode par gradins renversés appliquée aux filons métalliques est fort avantageux dans les veines très-inclinées, mais je dois signaler l'inconvénient qu'il présente dans les veines renfermant du grisou. Cet inconvénient consiste dans la multiplication des espaces anguleux d'où le courant d'air chasse difficilement le fluide dangereux qui tend à s'y loger.

**255.** Les dressants s'exploitent par gradins renversés au charbonnage du Gouffre, au Grand Hornu et dans d'autres charbonnages du pays de Mons et des environs de Charleroi; c'est la méthode employée également aux mines de Fléchinelle. Elle consiste, d'une manière générale, à exploiter chaque relevée par une série de gradins de 2 mètres de hauteur, en descendant les charbons à la voie qui dessert chaque relevée, par des cheminées ménagées au milieu des remblais et munies d'une trémie inférieure pour le chargement direct des berlines. Les relevées inférieures sont d'ailleurs reliées à la voie de fond principale par des plans inclinés à demi-pente.

Cette méthode représentée figure 417 a été appliquée, avec quelques perfectionnements, dans la *Veine à Forge*, le *Grand-Moulin*, la *Veine d'Amie* et dans d'autres veines du Grand-Hornu, atteignant des inclinaisons de 50° à 80°. On a fait, dans cette application, usage de plans inclinés à chariot-porteur qui ont produit d'excellents résultats.

Les gradins ou maintenages du Grand-Hornu ont 2<sup>m</sup>,50 de hauteur; ils sont attaqués, chacun, par un ouvrier monté sur un échafaudage en planches nommé *rawoir* qui repose sur deux

étais appelés *boutriaux*; il y a deux de ces rawoirs par maintienage, l'un au milieu du gradin, l'autre qui s'étend un peu au-dessous de sa base; c'est sur ce dernier que l'ouvrier nettoie son charbon. Des voies horizontales, servant au roulage, sont ménagées dans les remblais et desservent chacune six maintienages. Des cheminées, ménagées également dans les remblais et distantes de 6 mètres d'axe en axe, conduisent le charbon à ces voies horizontales; ces cheminées ont 1 mètre de largeur; elles sont garnies avec des *veloutes* ou paillassons et aboutissent à une trémie qu'une planche inclinée permet de démasquer. Les cheminées restent toujours pleines; de cette façon on évite le bris du charbon. La *bourre* ou distance qui sépare le front de deux maintienages est d'environ 3 mètres.

Le boisage des gradins se fait par de simples boutriaux serrés par un coin de forme allongée qu'on nomme *esclimpe*. Quand le toit est éboulé, ce moyen devient insuffisant et l'on remplace les esclimpes par des *fausses bèles* reposant sur des boutriaux. On soutient le havage par des étais ou *pilots* qu'on enlève: cette opération porte le nom de *détroussage*. La partie supérieure d'un maintienage se nomme la *couronne* et la partie inférieure porte le nom de *talon*.

Les ouvriers se rendent à leurs maintienages par des cheminées spéciales munies d'échelles en fer

Des sclaneurs ou hercheurs, desservant les costeresses, amènent le charbon aux plans inclinés distants les uns des autres de 150 mètres, et qui ont une longueur variable de 70 à 80 mètres; ces plans inclinés livrent chacun, par jour, de 300 à 350 berlines de 4 hectolitres.

L'exploitation est conduite de la manière suivante :

La veine en dressant étant recoupée par un bouveau, on ouvre à droite et à gauche quelques mètres de galerie costeresse, et l'on établit, en ferme, sur 3 mètres de largeur une montée. Arrivé à la hauteur déterminée par un maintienage, on chasse un premier groupe de maintienages à droite et à gauche tout en

continuant à monter, et l'on ouvre successivement de nouveaux maintenages au fur et à mesure que l'on s'élève. On arrive ainsi à la hauteur voulue pour établir une nouvelle costeresse au-dessus de laquelle on exécute les mêmes travaux.

La comparaison établie pour une même veine entre le travail l'une quinzaine exécuté en dressant par maintenages sur 70° l'inclinaison, et le travail en tailles montantes dans une partie inclinée de 37° 30' a fourni les résultats relatés dans le tableau suivant :

HECTOLITRES extraits.	SURFACE exploitée.	NOMBRE de tailles.	NOMBRE de maintenages.	Salaire		Boisage	
				TOTAL.	par hectolitre.	TOTAL.	par hectolitre.
5863	mét. carrés. 540,74	»	25	francs. 1.424,86	francs. 0,251	francs. 675,40	francs. 0,119
5289	545,39	»	24	1.511,59	0,285	714,45	0,135
4511	448,15	5	»	1.512,13	0,335	318,08	0,070
5618	611,15	5	»	1.938,69	0,345	433,12	0,077

Ce tableau montre que l'exploitation par maintenages procure sur l'autre système une économie de fr. 0,072 par hectolitre, mais un excédant de dépenses de fr. 0,054 sur le boisage.

On emploie deux sortes de plans inclinés au Grand-Hornu : les plans inclinés avec chariots-porteurs à contre-poids par dessous, qui reviennent à environ 19 francs le mètre courant tout compris, et les plans à contre-poids par côté qui reviennent à 24 francs. La comparaison d'une exploitation en dressants par plans automoteurs *demi-tiernes*, c'est-à-dire établis obliquement, à demi-pente, et par plans avec chariot-porteur francs-tiernes (établis suivant l'inclinaison), accuse, en faveur de ces derniers, une économie notable comme main-d'œuvre et entretien. Les

plans à chariots-porteurs ont d'ailleurs l'avantage d'éviter les pertes de charbon et permettent de charger davantage les berlines.

#### Exploitation des droits ou dressants de Fléchinelle.

**296.** A Fléchinelle, les veines sont presque verticales, c'est-à-dire qu'elles présentent des inclinaisons variant de 75° à 90° avec pied au Midi; elles s'infléchissent même parfois en présentant le pied au Nord.

Les tranches d'exploitation sont généralement de 50 mètres, c'est-à-dire que les étages portent les cotes 140, 190, 250, 280. Les derniers étages ont été placés à 320 et 350 parce qu'il semblait qu'en pied l'inclinaison s'accroissait davantage, tout au moins pour les veines du faisceau du Midi.

Pour les travaux vierges au delà de la faille du Levant, de même que pour les travaux des étages 320 et 350, les veines sont recoupées presque en même temps, à deux étages différents, par les boueux (bowettes) ou par les recoupages. La veine recoupée, un *busquin* en veine (cheminée) est défoncé de l'étage supérieur à l'étage inférieur. Lorsque le dégagement de grisou à l'étage inférieur n'est pas trop considérable ou qu'un courant d'air spécial peut être mis à la disposition du travailleur, on fait un montage à l'aplomb du busquin pour activer la communication.

En général, on a toujours mieux réussi en montant avec 2 mètres de largeur et en faisant suivre l'air par un tuyau d'aérage, qu'en montant en taille avec cheminée d'aérage et cheminée à charbon.

La communication établie, la veine peut être mise en exploitation.

La méthode employée est analogue à celle qui vient d'être décrite (n° 295).

A Fléchinelle, la voie de niveau (voie de fond, costeresse) n'avance pas plus de 4 mètres au delà du premier gradin. en

raison du dégagement de grisou. Les gradins sont de 2 mètres de hauteur et avancent, en retraite les uns sur les autres, de 1 à 4 mètres. La première tranche ou taille se compose de six à sept gradins en outre de la voie de fond, le dernier gradin formant l'avancement de la première *fausse voie* ou voie intermédiaire. Le nombre de gradins dépend de la puissance de la veine, du remblayage des vides laissés par l'enlèvement de la houille devant se faire par les terres produites par le coupage de la voie de fond et de la deuxième voie. Les terres de la voie de fond sont relevées par des releveurs à la manne. Les terres de la deuxième voie glissent de haut en bas. Il n'y a de terres relevées que celles qui doivent remplir les deux ou trois premiers gradins, car pour les tranches supérieures, les terres de la voie supérieure remplissent les gradins inférieurs. Le nombre de gradins de ces tranches sera donc moindre que celui de la première tranche et sera de trois, quatre ou cinq, selon la puissance de la veine.

Les cheminées amenant le charbon sur la voie de fond et desservant les gradins, sont espacées de 10 mètres en 10 mètres. Ces cheminées sont fermées par des trappes ouvertes par le chargeur lorsque la berline est amenée sous la trémie.

Ici, comme à Hornu, les cheminées sont maintenues pleines pour diminuer le bris du charbon.

Les cheminées sont garanties par des planches et des queues, afin d'éviter que les terres ne se mélangent à la houille. Les essais de garnissage des cheminées par des veloutes ou paillasons n'ont pas été heureux en raison de la nature inflammable de la houille dont l'échauffement était facilité par la paille.

Les tailles sont en retraite les unes des autres de 10 à 20 mètres.

Les charbons sont amenés par des berlines à bascule dans les cheminées de la tranche inférieure. La même cheminée dessert plusieurs tailles lorsque le maintien des voies intermédiaires n'est pas nécessaire.

En raison de l'irrégularité du gîte, on n'a pas encore pu établir à Fléchinelle des voies inclinées, à travers les remblais, pour amener les charbons des tranches supérieures jusque sur la voie de fond, et la nature friable des terrains encaissants ne permet pas d'établir des balances. En théorie, ce serait une grande amélioration et les produits obtenus seraient plus gailleteux, mais jusqu'à ce jour, il n'y avait pas eu lieu de s'occuper de cette amélioration; à l'abatage même les charbons étant par trop menus, les travaux à faire ne trouveraient pas leur compensation dans le résultat final.

Une tranche générale d'exploitation, dans une veine et dans une seule direction, se compose donc à Fléchinelle, pour 50 mètres de relevée verticale, d'une taille à six ou sept gradins et de quatre tailles à cinq gradins ou cinq tailles à quatre gradins suivant la puissance de la veine qui varie de 0<sup>m</sup>,60 à 1<sup>m</sup>,20.

En principe, chaque gradin est occupé par un ouvrier, étant entendu que la voie se travaille comme un gradin ordinaire et qu'un coupeur de mur fasse les terres dans le gros de ce mur en aidant au remblayage. Mais en raison des avancements de la veine, des absences au travail, etc., etc., on ne compte guère plus de seize à dix-sept ouvriers par côté de veine.

L'avancement moyen en exploitation régulière est de 1 mètre à 1<sup>m</sup>,20 et le prix, au mètre carré varie, de fr. 1,50 c<sup>s</sup> à fr. 2,50 c<sup>s</sup>.

## 20<sup>e</sup> Leçon.

### (b). — *Exploitation des couches moyennes.*

207. On peut dire, d'une manière générale, que les méthodes d'exploitation en usage dans les *couches minces* peuvent être appliquées aux *couches moyennes* à condition de ne remblayer les excavations que partiellement, c'est-à-dire en laissant des vides convenablement espacés et en faisant des piliers de rem-



blais, ou bien encore, en remblayant complètement, mais avec des terres provenant du dehors, en partie ou en totalité.

#### Remblayage des tailles à Courrières.

**208.** Aux mines de Courrières, où l'on exploite des veines de 1<sup>m</sup>,20 à 3 mètres d'ouverture, produisant peu de terres, on remblaye complètement les tailles chassantes qui ont 10, 12 et 14 mètres de largeur, mais sans introduire de remblais de la surface. Les terres proviennent en partie des tailles, en partie des bowettes et enfin le reste est fourni par les *rauchages* ou relevages des voies intermédiaires qui desservent les tailles et des voies de fond. On n'hésite pas à donner d'assez fortes sections aux voies secondaires ; aussi le roulage est-il partout facile et se pratique-t-il par des hommes faits qui fournissent un travail utile élevé et plus économique que celui qu'on obtient ailleurs avec des enfants.

Le remblayage se fait avec des berlines de 4 hectolitres et non pas avec de petits barrows comme cela se pratique dans beaucoup d'exploitations ; on ne craint pas de remonter les terres sur des voies inclinées ; on s'impose, en un mot, pour les remblais, de grands sacrifices, que permettent la régularité des veines et les facilités de l'abatage. Les remblayeurs sont payés à la journée, mais lors de sa première tournée, le porion à terre marque les bois dans les tailles et détermine le cube à remblayer.

Les conditions qui permettent d'opérer comme à Courrières ne se rencontrent pas fréquemment dans les couches moyennes du Nord, et l'on doit alors renoncer, la plupart du temps, à un remblayage complet des excavations. On peut alors s'écarter des méthodes que nous avons décrites et recourir à la méthode d'*exploitation par piliers et galeries* ou à celle qui est connue sous le nom de méthode par *massifs longs*.

## Méthodes par piliers et galeries et par longs-massifs.

**299.** Dans la première méthode on découpe la veine en une série de piliers, par un traçage composé de deux systèmes de galeries; on poursuit le traçage de ce réseau jusqu'à la limite assignée par l'exploitation et l'on opère ensuite le défilage en battant en retraite.

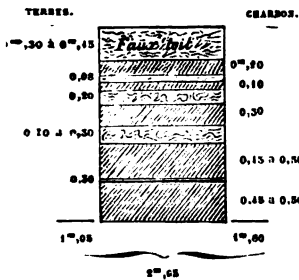
Dans la seconde qui évite les frais d'entretien de nombreuses galeries, la période préparatoire est moins longue. On découpe le gisement en longs massifs de 50 mètres de hauteur, par exemple sur 100 mètres de longueur par deux systèmes de galeries, mais sans attendre la fin des traçages, on attaque les piliers pendant que le réseau préparatoire s'avance vers la limite assignée à l'exploitation. A cet effet, à partir des voies montantes, on chasse des costeresses qui s'élargissent au delà de la région protectrice de ces voies montantes et deviennent de petites tailles découpant les piliers en longs massifs longitudinaux. Ces massifs sont ensuite repris par le milieu en rabattant vers les deux voies extrêmes, comme le montre la figure 418 (pl. XXVI), qui représente une exploitation idéale par cette méthode. Selon que le toit est plus ou moins solide, on prendra les galeries longitudinales plus ou moins larges et l'on aura à dépiler des piliers étroits ou des piliers larges.

Le défilage s'opérera, soit par tailles montantes, si les terrains sont peu solides, soit par tailles chassantes, si la solidité du toit le permet.

## Exploitation de la veine Nickel au charbonnage de Bascoup.

**300.** Comme application de ce système à un cas particulier, je citerai la méthode appliquée par M. Briart à l'exploitation de la veine *Nickel* à Bascoup en 1869 et 1870 (fig. 424, pl. XXVII). Cette méthode est d'ailleurs suivie depuis longtemps en Allemagne.

La veine *Nickel* a la constitution représentée ci-contre, soit



1<sup>m</sup>,60 de charbon et 1<sup>m</sup>,05 de terres pour 2<sup>m</sup>,65 d'ouverture. Le toit qui, au premier abord, paraissait assez résistant, est sollicité par une nappe d'eau. Aussi un premier essai par tailles montantes fut-il infructueux. Cet essai montra la nécessité de sonder

souvent ce toit pour fournir une décharge à la nappe aquifère et d'éviter de marcher avec de larges surfaces découvertes. L'exploitation par galeries en ferme avec piliers repris fut donc décidée. *A* est le bouveau d'exploitation, *B* le bouveau d'aérage ou de retour. L'exploitation a été divisée en trois relevées ayant des inclinaisons différentes, et ayant respectivement les hauteurs de 150, 210 et 60 mètres pour la dernière. Elle a été poussée, au levant, jusqu'à la limite de 180 mètres assignée à cette exploitation, et au couchant jusqu'à un accident caractérisé par un changement complet d'allure. Chaque relevée a d'abord été coupée par deux voies montantes en ferme *cc*, *c'c'*; *dd*, *d'd'*; *ee*, *e'e'*, espacées de 10 mètres et reliées, de distance en distance, (tous les 20 à 25 mètres) par des communications d'aérage. La section des voies montantes fut de 2<sup>m</sup>,20 × 2<sup>m</sup>,10. L'inclinaison dans la partie *cc* fut de 10° à 15°; elle devint beaucoup plus forte à la troisième relevée. Parallèlement à ces voies montantes, on fut obligé de ménager des plans inclinés *ff* pour faciliter l'écoulement des produits.

On fit d'abord un traçage par de petites tailles chassantes de 8 mètres de largeur, laissant entre elles des massifs longitudinaux de 10 à 12 mètres; on ménagea deux voies dans ces chassages, dont une inférieure, de plus petite section, servit de voie de roulage pendant le traçage, et l'autre servit au roulage pendant la période de défilage. Ces voies étaient séparées par une épaisseur de remblais de 4 mètres à 4<sup>m</sup>,50. Les deux sillons inférieurs furent seuls enlevés dans la première tranche.

Dans les autres tranches, la voie de roulage fut établie à suite à la partie supérieure dans les chassages et une petite voie d'aérage ménagée en dessous; la largeur des chassages fut réduite à 3 ou 4 mètres et les trois sillons abattus; tantôt on retint le faux toit, tantôt on l'abattit.

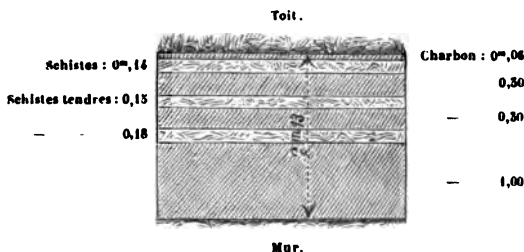
Les piliers furent repris par des tailles montantes, après un essai tenté pour les reprendre par tailles chassantes en retour, essai que l'insuffisance des remblais rendit infructueux. Les tailles montantes portées dans le principe à 10 mètres de largeur furent ensuite ramenées à 6 ou 7 mètres. Il est à remarquer que la disposition du clivage indiquait de préférence l'emploi des tailles montantes. Chaque pilier en retour marchait en avance d'une taille sur le pilier inférieur. Les ouvriers firent dans les dépilages de 3 à 4 mètres carrés par jour, et livrèrent de 45 à 60 hectolitres de charbon. Voici du reste les chiffres qui résument cette exploitation :

Surface exploitée . . . . .	123.292 <sup>m²</sup>
Production . . . . .	4.942.794 hect.
Nombre de descentes d'ouvriers à veine . . . . .	47.345
Production en hect. par mètre carré . . . . .	15 à 16
Production par journée d'ouvrier . . . . .	40 à 41

Avec cette méthode on a pu éviter aux mines de Bascoup les coupages de voies nécessités par les méthodes par grandes tailles (tailles montantes et tailles chassantes). On l'a appliquée depuis 1870 à des veines moins puissantes que la veine *Nickel*.

301. M. Pollet, ingénieur principal aux mines de Ferfay, a visité dans le courant de janvier 1878, la fosse Sainte-Catherine à Bascoup; il a recueilli sur la méthode d'exploitation telle qu'elle se pratique aujourd'hui, quelques renseignements nouveaux qui compléteront les indications qui précèdent :

M. Pollet a relevé dans la veine *Nickel* la composition suivante :



Voici comme est conduite la méthode :

La couche inclinée de  $21^{\circ}$  étant rencontrée en *A*, figure 425 (pl. XXVII), par le bouveau, on monte, suivant l'inclinaison, le plan incliné *AB* que l'on met rapidement à 150 mètres de hauteur en même temps que l'on pousse les costeresses *AC*, *AD*. A ces deux galeries on laisse comme ciel le sillon de charbon de 0<sup>m</sup>,30 qui se maintient fort bien. On n'a ainsi qu'une ouverture de 1<sup>m</sup>,63; le complément de la hauteur pour atteindre 2 mètres est pris dans le mur et les terres sont transportées au jour. Au sommet du plan incliné on établit à droite et à gauche la costeresse supérieure qui desservira une deuxième relevée.

Le massif de 150 mètres laissé entre les deux costeresses principales est découpé en piliers longs de 25 mètres de hauteur par des voies secondaires desservies par les plans inclinés *pp' p' p'*; elles sont poussées jusqu'à la limite du champ d'exploitation avec un front de taille de 4 mètres, de façon à pouvoir loger les terres provenant du havage et des coupages de voies. On y met ordinairement quatre ouvriers qui sont payés à raison de fr. 9,50 c<sup>s</sup> le mètre courant. Sur la costeresse principale où l'on ne prend que la largeur de la galerie, les ouvriers ont fr. 4,50 c<sup>s</sup> du mètre courant et ne sont que deux; en effet, le défilage devant commencer par la partie supérieure, on n'a pas d'intérêt à ce que les voies de fond aient de l'avance sur les voies secondaires.

Quand toutes les petites tailles de traçage sont arrivées à la limite du champ d'exploitation, le déhouillement de l'étage supé-

rieur est déjà bien avancé et l'on n'a plus à craindre l'affaissement de la costeresse, désormais inutile, qui a desservi le roulage des produits de cet étage; on prend alors en montant, des petites tailles de défilage de 7 mètres de largeur; les plans inclinés qui desservent le massif sont sur le côté gauche des tailles de façon à avoir toujours une paroi très-solide fournie par la couche intacte. Les défilages sont disposés en gradins, comme le montre la figure 416 (pl. XXVI).

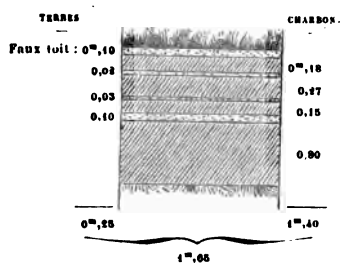
On est toujours fort satisfait de ce mode d'exploitation à Bascoup et on l'applique à la fosse n° 5 (fosse de Trazegnies) à des couches de 0<sup>m</sup>,80 à 1 mètre de puissance, c'est-à-dire à de petites veines.

A la fosse n° 3 de Ferfay, une méthode d'exploitation analogue a été récemment mise en usage dans la veine *Élise* (1<sup>m</sup>,50 de puissance). Les massifs, au lieu d'avoir 25 mètres de hauteur, avaient 10 à 12 mètres et le défilage s'opérait par tailles chassantes en retour. Après ce premier essai, on s'est décidé à appliquer à l'étage de 292 mètres la méthode par longs massifs, telle qu'elle est suivie à Bascoup à la fosse Sainte-Catherine, avec défilage par tailles montantes.

#### Méthode par défilages employée à Bruay.

**302.** La veine *Paul*, exploitée à la fosse n° 3 de Bruay, a la composition représentée ci-contre avec une inclinaison de 10° à 15°.

On voit que pour 0<sup>m</sup>,25 de terres, il y a 1<sup>m</sup>,40 de charbon, la veine ayant une ouverture totale de 1<sup>m</sup>,65.



Avec une pareille composition, et étant établi que les veines voisines fournissaient elles-mêmes peu de terres, on ne pouvait songer à remblayer partiellement les excavations.

On a adopté une méthode qui répond à ces conditions particulières et qui a été appliquée dans d'autres

mines en pareil cas; cette méthode est représentée figure 420 (pl. XXVI).

La voie de fond *AB* est poussée avec une taille chassante de 10 mètres de largeur et en ménageant une voie supérieure *CD* le long du massif de houille ainsi découpé. Sur cette voie *CD*, on élève des tailles montantes de 6 mètres de largeur en ménageant un plan incliné au milieu de chaque taille; ces tailles sont poussées jusqu'à 50 mètres, distance à laquelle on établit une nouvelle relevée qui servira de base à un traçage semblable. Ces tailles montantes divisent le champ d'exploitation compris entre deux relevées, en massifs de 21 mètres de largeur sur 40 mètres de hauteur. Chacun des massifs *T* est ensuite divisé par des voies horizontales *cd*, *gh*... en piliers de 10 mètres de hauteur qui sont aussitôt dépilés en commençant par le pilier supérieur et en finissant par celui qui est attenant à la taille de fond.

Le dépilage d'un pilier s'opère, en rabattant, sur l'un des deux plans qui délimitent sa longueur; on laisse le terrain s'affaisser derrière.

Les deux voies de la taille de fond sont reliées, tous les 100 mètres, par un petit plan incliné qui permet aux produits de l'exploitation d'aboutir à la voie de roulage.

Pour desservir la deuxième relevée, on choisit un des plans inclinés le long duquel on laisse de chaque côté de la taille montante un massif protecteur de 9<sup>m</sup>,50; ce plan incliné est représenté en *PR* (figure 420).

Dans une pareille exploitation, il y a forcément de grandes déperditions d'air; mais il est bon d'observer que la veine *Paul* de Bruay ne donnant pas de grisou, on n'avait, de ce chef, aucune préoccupation. Dans une mine dégageant du grisou, l'application d'un pareil système d'exploitation offrirait des dangers.

### *Exploitation des couches moyennes dans le bassin de la Loire.*

#### **Exploitation par grandes tailles au puits de l'Éparre.**

**203.** Les couches que l'on exploite dans le bassin de Saint-Étienne appartiennent pour le plus grand nombre à la catégorie des couches moyennes; elles n'ont pas toujours de faux toit et leur puissance est suffisante pour établir les galeries sans qu'on soit obligé de faire des coupages. Dans ces conditions, les matières stériles font le plus souvent défaut et l'on exploite en faisant de simples traçages; on isole ainsi des piliers que l'on enlève ensuite sans remblayer.

Cette méthode avait été appliquée, jusqu'en 1865, au puits de l'Éparre, dans la douzième couche qui n'a point de faux toit et dont la puissance est de 1<sup>m</sup>,40, avec une inclinaison de 10° à 12° mais elle n'avait produit qu'une quantité de gros de 12 %<sub>0</sub>, qu'on désirait autant que possible augmenter. Pour arriver à cette amélioration dans la composition du charbon extrait, on se décida à exploiter un massif de 240 mètres de largeur compris entre les niveaux de 22 mètres et de 66 mètres, par une méthode différente que M. Villiers, ingénieur-directeur de la Société de Houillères de St-Étienne, a décrite dans le tome IX du *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*.

Le gîte ayant été relié au puits d'extraction par une galerie à travers-bancs, on exécuta, dans le plan de la couche, un montage destiné à l'aérage, à la descente des ouvriers, ainsi qu'au roulage automoteur de la houille et des remblais.

On procéda ensuite, de chaque côté de ce montage, à l'enlèvement du massif jusqu'aux limites du champ d'exploitation. Cet enlèvement se fit à droite, comme à gauche, au moyen d'une seule taille dont le front d'attaque, mesuré de la voie montante à la limite latérale, avait une largeur d'environ 120 mètres. Des ouvriers spéciaux boisaient ces larges tailles pendant que les



piqueurs procédaient à l'abatage de la houille. Un faux puits de 22 mètres reliait la tête du grand plan incliné, avec une carrière extérieure où l'on se procurait les remblais qui servaient à former, à l'arrière des fronts, des piliers de 4 × 6 mètres, laissant dans la masse déhouillée autant de vides que de pleins.

La production journalière des deux tailles de 120 mètres de développement, s'est élevée à 600 berlines de 4 hectolitres, soit 300 berlines ou 1.200 hectolitres par jour. La production par piqueur a été en moyenne de 12 berlines. Avec ce système, le prix de revient a diminué d'une manière sensible tout en procurant 30 p. % de gros.

#### Exploitation par longs massifs aux mines de Montrambert.

304. Aux mines de Montrambert, l'exploitation des couches moyennes dont l'épaisseur ne dépasse pas 2<sup>m</sup>,50 et dont l'inclinaison est supérieure à 35°, se fait par longs massifs, en remblayant complètement les vides, et en divisant les étages en quartiers séparés, desservis chacun par un plan automoteur central par lequel s'effectue la descente du charbon et des remblais. Les massifs ou sous-étages sont attaqués sans traçage préalable et échelonnés en gradins renversés. On économise ainsi des frais de traçage et d'entretien, on obtient rapidement une forte production, une grande concentration des chantiers et l'on augmente la proportion de gros en diminuant l'écrasement des massifs (1).

Les figures 405 et 406, planche XXIV, représentent l'application de cette méthode à la couche des *Lites* qui a 2<sup>m</sup>,10 de puissance, une inclinaison de 35° à 90° et dont le toit et le mur sont formés de schistes souvent peu résistants. Les étages ont 33 mètres de hauteur suivant la verticale; ils sont divisés en cinq massifs

---

(1) DEVILLAIN, Notice publiée à l'occasion de l'Exposition universelle de 1878, sur la Société des houillères de Montrambert et de la Béraudière.

ou sous-étages de 6<sup>m</sup>,60. Lorsque l'inclinaison est inférieure à 55°, l'exploitation est conduite comme on le voit dans la figure 405. Des plans inclinés à chariot porteur *PP*, *P'P'* desservant cinq sous-étages, dont trois sont en même temps en activité, sont espacés de 100 à 120 mètres; ils ont une section de 2<sup>m</sup>,50 × 2 mètres et reçoivent un boisage anglais, sur les points où la pression est forte. Si les parois sont solides, on attaque les massifs de chaque côté de ces plans inclinés, et l'on réserve, au contraire, des piliers de 8 à 10 mètres si elles sont peu résistantes. Les fronts de taille ont une étendue de 11 à 12 mètres correspondant à la hauteur verticale de 6<sup>m</sup>,60 donnée aux sous-étages. Les six tailles qui marchent simultanément occupent douze piqueurs produisant de 60 à 80 tonnes par jour (de 720 à 960 hectolitres). La production annuelle, par mètre carré de surface préparée, prise suivant la pente, est de 2 tonnes à 2 tonne et demie.

Quand l'inclinaison de la couche est supérieure à 55°, les plans inclinés sont placés, comme le montre la figure 406, dans une direction oblique telle que leur pente n'excède pas 55° à 60°. On porte leur écartement à 200 mètres parce que leur établissement est plus coûteux et l'on conserve forcément une pile protectrice de chaque côté. Les remblais qui, autant que possible, ne doivent pas s'éloigner du front de taille de plus de 2 mètres, présentent un talus parallèle à celui-ci; les cadres qui soutiennent le front de taille sont appuyés par de fortes semelles sur les remblais. La proportion des remblais s'élève, en volume, à 52 % du charbon extrait; la production annuelle est de 1,6 à 2 tonnes par mètre carré de surface préparée.

305. La *première brûlante*, dont le toit est formé de grès assez solides et le mur de schistes tendres et feuilletés qui gonflent beaucoup, a une puissance de 1<sup>m</sup>,50. Elle s'exploite comme la couche des Lites quand la pente est supérieure à 35°, mais lorsque l'inclinaison ne dépasse pas 35°, on exploite sans remblais comme l'indique la figure 409, au moyen de plans inclinés espacés

ous les 100 ou 150 mètres. Les massifs *mm* sont pris en descendant et en retour sur le plan qui les dessert. On ne peut guère maintenir simultanément plus de quatre chantiers en exploitation. La production annuelle dépasse rarement 2  $\frac{1}{2}$  tonnes.

**306.** Dans la *deuxième brûlante*, qui a une épaisseur de 2 à 5 mètres, le charbon est ordinairement friable; le mur et le toit ont d'ailleurs formés de schistes tendres. On a modifié, dans cette couche, la méthode précédente, dans le but de réduire au minimum la durée des galeries et des plans inclinés. L'exploitation se fait, comme dans la disposition que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire en descendant et en procédant en retour vers les plans. Mais les vides sont comblés avec les remblais de l'étage précédent que l'on laisse successivement descendre et auxquels se mêlent les débris qui tombent du toit. Les menus remblais servent ainsi indéfiniment. Cette variante de la méthode précédente est appliquée avec des inclinaisons de 30° à 40°. La production par mètre carré est comprise entre 2 $\frac{1}{2}$  et 3 tonnes.

### *Exploitation des couches minces et des couches moyennes aux mines de Bessèges.*

**307.** Les couches de Bessèges ont une puissance qui varie de 0<sup>m</sup>,70 à 2<sup>m</sup>,20. Elles forment une série de plateaux et de dressants. En 1860, l'exploitation se faisait de la manière suivante : le gîte était divisé en étages de 40 à 50 mètres desservis, chacun, par un seul plan incliné automateur ou par un seul puits. Cette division correspond à une largeur de tranche de 100 à 180 mètres, suivant que la pente est plus ou moins forte. Le gisement étant ainsi aménagé, l'enlèvement de la houille s'opérait, dans chaque champ d'exploitation, d'après des principes différents, suivant que la couche contenait ou ne contenait pas de grisou.

Lorsque le charbon ne contenait pas de grisou, on prenait tous les 25 mètres, à partir de la galerie de roulage, des *remontées*

plus ou moins larges auxquelles on donnait une inclinaison se rapprochant de  $45^{\circ}$  et suffisante, en tous cas, pour permettre le glissement d'un panier à patins ferrés. On établissait ensuite la communication des remontées les unes avec les autres, au moyen d'un autre système de galeries montantes auxquelles on donnait le nom de *traverses*. Ces traverses, prises dans chacune des remontées, d'abord à 1 mètre de la voie ferrée, puis de 15 mètres en 15 mètres, achevaient ainsi de découper l'exploitation en une série de piliers ayant la forme du carré ou du losange. Dès qu'on était parvenu, avec ce traçage, à la galerie supérieure de l'étage, on défilait de suite sans remblayer et en descendant les parties tracées, en ménageant toutefois sous la galerie le roulage du champ d'exploitation supérieur, une bande de tranche de 12 à 15 mètres destinée à soutenir cette galerie. Ces défilages attaqués au fur et à mesure que le traçage des piliers parvenait à la galerie supérieure, donnaient aux chantiers une disposition en gradins qui favorisait la retraite des ouvriers en cas d'éboulement. On laissait au-dessus de la galerie de roulage inférieure un ou deux rangées de piliers pour la protéger.

On calculait, à Bessèges, qu'avec des remontées et des traverses de 4 mètres de largeur, on enlevait, par le traçage, 37 % de charbon et que cette proportion s'élevait à 44 % lorsqu'on donnait, à ces voies montantes, une largeur de 5 mètres. On trouvait dans cette méthode d'exploitation l'avantage d'obtenir une forte proportion de gros, en évitant, par un prompt défilage, l'écrasement des piliers; on considérait également que cette méthode favorisait le développement rapide de la production, en permettant de placer, en peu de temps, dans un petit espace, de quinze à dix-huit sociétés de deux mineurs au traçage et quatre à six au défilage.

308. Quand la couche était grisouteuse et qu'on voulait persister à ne pas remblayer, la méthode précédente était modifiée de la manière suivante : après avoir établi la communication d'aérage avec l'étage supérieur, on prenait, tous les 15 mètres.

es voies de niveau qu'on reliait tous les 15 ou 20 mètres par des descenderies. Les dépilages suivaient à quelque distance en arrière. Lorsque, contraire, on voulait remblayer, on prenait le long de la voie montante qui établissait le courant d'air, des ailles horizontales de 12 à 15 mètres de largeur dont on comblait les vides en coupant le mur à l'entaille supérieure.

*Exploitation des couches minces et des couches moyennes en Angleterre.*

**309.** En général, la nature a favorisé les houillères anglaises sous le rapport de la régularité des couches et de la solidité des errains; le soutènement y est peu dispendieux. L'extraction peut rayonner à de grandes distances autour des puits qui fournissent de fortes productions; enfin l'application des moyens mécaniques au transport de la houille est facilité par des conditions essentiellement favorables à une exploitation avantageuse et économique.

L'Angleterre ne possède qu'une seule grande couche de houille, la couche *Ten yards*, dans le district du South Staffordshire. Toutes les autres se rangent dans les couches minces ou moyennes.

**Méthodes par piliers abandonnés et par piliers repris, employées dans le bassin de Newcastle.**

**310.** Le terrain houiller du bassin de Newcastle (Bassin du Nord-Est de l'Angleterre) se distingue par une inclinaison très-faible des bancs (le plus souvent 1° et 2°), une grande solidité des roches encaissantes (schistes et grès), et une régularité parfaite des couches, dont la puissance est comprise entre 0<sup>m</sup>,40 et 2 mètres, pour la totalité des veines et entre 1<sup>m</sup>,20 et 2 mètres pour les veines principales. Les failles sont peu nombreuses dans

ce bassin, qui présente, on le voit, des facilités exceptionnelles d'exploitation. Les charbons qu'on y exploite sont des houilles grasses marécales; les débouchés sont favorisés par des voies de communication nombreuses et faciles.

Jadis, la méthode d'exploitation *par piliers et galeries* employée partout dans ce riche bassin, était conduite avec peu de soins; l'exploitant, exclusivement préoccupé de produire du gros, ne se souciait point de l'aménagement du gîte, abandonnant dans la mine le menu provenant de l'abatage ainsi que les parties friables et les piliers écrasés. Ces idées dominent encore aujourd'hui et malgré les perfectionnements apportés, depuis trente ans, dans l'exploitation des houillères anglaises, les anciennes méthodes, si souvent critiquées, n'ont pas totalement disparu.

Dans le principe, on exploita par *piliers abandonnés*, en dirigeant, dans le sens du clivage du charbon, un système de galeries parallèles reliées par des recoupes qui découpèrent des piliers rectangulaires. Les dimensions données à ces galeries et à ces piliers étaient calculées de façon à maintenir les épontes. L'exploitation se bornait ainsi à un simple traçage qui ne procurait guère que 50 % du charbon contenu dans la couche.

La figure 408, extraite du *Traité d'exploitation des mines de houille* de M. Ponson, représente le plan idéal d'une exploitation par piliers abandonnés, à la mine Haigh-Hall (Lancashire), d'une couche de Cannel-Coal de 0<sup>m</sup>,60 à 0<sup>m</sup>,90 de puissance. Le champ d'exploitation est divisé en tranches de 50 à 70 mètres de hauteur par les galeries en direction *ab*, *cd*, *ef*. Des plans inclinés automoteurs *p*, *p'*, *p''p'''*, descendent la houille de la tranche supérieure à la galerie principale de roulage.

Le charbon est enlevé par des tailles de 4 mètres de largeur, qu'on pousse suivant l'inclinaison, ou suivant une direction oblique, jusqu'à la limite de l'étage; on les met de distance en distance en communication, découpant ainsi la masse de combustible en piliers de 1<sup>m</sup>,33 d'épaisseur, qu'on abandonne dans la mine.

On considéra comme un premier perfectionnement le résultat auquel on arriva le jour où l'on essaya, et l'on parvint à opérer un dépilage partiel, qui éleva à 60 % la proportion du charbon retiré.

Ces moyens, si primitifs, étaient particulièrement condamnables dans ce district houiller, où presque toutes les couches dégagent du grisou. Ils donnaient lieu à une ventilation absolument imparfaite, car, d'une part, dans la méthode par piliers abandonnés on ne s'occupait que d'aérer les fronts de taille, et les vides renfermaient, à l'arrière, du gaz en permanence; d'un autre côté, la méthode par dépilage partiel occasionnait de fréquents écrasements et par suite des obstructions de galeries nuisibles à l'aérage.

#### Méthode Pannel Works de M. Buddle.

311. L'application des méthodes ainsi pratiquées produisit des catastrophes. C'est alors que M. Buddle introduisit la méthode connue sous le nom de *Pannel Works*, qui s'est répandue dans le bassin de Newcastle et dans le Lancashire (bassin du Centre). Cette méthode est caractérisée par la division du courant d'air et le partage du champ d'exploitation en compartiments (pannels) isolés par des massifs (barriers) d'environ 40 mètres d'épaisseur. Elle est représentée figure 407. Chaque quartier ou compartiment est desservi par deux galeries de roulage. Un traçage formé par des tailles de 5 mètres de largeur découpe, à l'intérieur des panneaux, des piliers de 15 mètres de largeur et de 25 mètres de longueur. On donne aux galeries de roulage une largeur de 2<sup>m</sup>,50 à 3 mètres. Comme on le voit dans la figure 407, où les flèches indiquent le parcours de l'air, chaque compartiment a son aérage particulier. Quand le traçage d'un panneau est terminé, on en opère le dépilage en battant en retraite sur les deux galeries de roulage. Les piliers compromis sont simplement abandonnés. Lorsqu'un panneau est dépilé,

ou bien si l'abondance du grisou en détermine l'abandon, ce l'isole facilement par deux barrages en briques.

Avec cette méthode perfectionnée, on abandonne encore dans la mine 25 % du charbon contenu; l'intérieur du panneau occasionne une perte de 20 % et l'on peut admettre qu'on perd 55 % dans le déhouillement du massif qui sépare deux panneaux voisins. Dans les houillères où le menu provenant de l'abatage est laissé à l'intérieur dans une proportion moyenne de 12 à 15 %, on perd en réalité 37 à 40 % de la houille totale, tandis que dans le bassin de la Loire on ne laisse guère à l'intérieur que 2 à 3 % du charbon contenu dans des couches de 1<sup>m</sup>,50 à 2<sup>m</sup>,50 de puissance (1).

### 21<sup>e</sup> Leçon.

#### *Exploitation des couches minces et des couches moyennes en Angleterre (suite).*

##### Méthode des longues tailles. (Long Work.)

312. La méthode connue sous le nom de *Long Work*, ou méthode des longues tailles, est pratiquée dans le Lancashire et dans le Yorkshire méridional (bassin du Centre); on l'applique aussi dans le Sud du pays de Galles; elle procède par grandes tailles. La figure 426, planche XXVIII, est une représentation théorique de cette méthode. Un système de trois galeries parallèles principales *ab*, *cd*, *ef*, ouvertes suivant la direction, assure le roulage et l'aérage. Deux de ces galeries aboutissent au puits d'entrée et au puits de sortie de l'air, la troisième qui longe les tailles leur distribue l'air. Elles sont recoupées de distance en distance par des traverses qui servent à les aérer pendant leur

---

(1) LUYTON, *Note sur les houillères anglaises*, BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE. (TOME VIII.)



exécution. Ce réseau de galeries découpe deux rangées de piliers protecteurs qui restent comme soutiens jusqu'à la fin de l'exploitation; on ouvre, en face de chaque pilier, des tailles de 18 à 20 mètres de largeur que l'on pousse suivant l'inclinaison jusqu'à la limite assignée à l'étage ou à la relevée. A la houillère de Rose-Bridge, où la méthode long work était en vigueur en 1864, cette hauteur était de 183 mètres.

Au fur et à mesure de l'avancement, on construit deux murs *mm* en briques au milieu de chaque taille pour protéger la voie par laquelle descendent les charbons; deux autres murs *xx* sont également construits de chaque côté de la taille pour assurer la ventilation; le toit s'éboule ensuite et comble les larges vides que ces murs circonscrivent. Un pilier *P*, long d'environ 30 mètres d'épaisseur, est ménagé entre deux tailles voisines; il permet de diriger tout l'air aux fronts de taille; ce pilier est ultérieurement abattu en descendant. Quand le toit est ébouleux, on diminue les dépenses d'entretien de galeries au milieu de remblais, en reliant plusieurs tailles par une galerie transversale à laquelle on donne le nom de *cross-gate* et qui sert au transport des produits jusqu'à la voie de roulage établie suivant l'inclinaison. A Rose-Bridge, où il y avait du grisou, la division du courant d'air était établie de façon qu'un même courant n'eût pas plus de deux tailles à aérer.

La figure 425 est relative à une variante simplifiant la méthode; cette simplification consiste dans la suppression du long massif entre deux tailles consécutives; ainsi pratiquée, la méthode est moins parfaite au point de vue de la ventilation.

#### Méthode du long mur. (Long Wall.)

**312.** Dans le Yorkshire méridional, dans les comtés de Derby et de Nottingham (bassin du Centre) on paraît accorder la préférence, pour l'exploitation des couches qui ont un bon toit, à une méthode qui évite les dépilages et procède par un développe-

ment rapide de fronts de taille d'une grande étendue. On donne le nom de *Long Wall* (long mur) à cette méthode d'exploitation, dans laquelle on vise surtout à faire beaucoup de gros. La figure 438 représente l'application de la méthode de long wall à l'exploitation de la couche Parkgate dans la houillère de Wharnccliffe Silkstone, près de Barnsley.

Les fronts de taille auxquels on ne craint pas de donner une étendue de 400 à 450 mètres, s'étendent à partir d'un réseau de galeries principales qui divisent la mine en grands quartiers, et dont on protège les parois, en laissant de chaque côté des piliers protecteurs. On enlève ainsi la masse entière, en avançant les fronts de taille dans le sens de l'inclinaison. La houille abattue descend au niveau des recettes, par trois grands plans automoteurs, établis suivant la pente qui est de  $\frac{1}{11}$ .

Les fronts de taille sont dégagés la nuit par une équipe de piqueurs (*holers*) qui pratiquent au pied de la couche un havage de 0<sup>m</sup>,90 de profondeur et de 0<sup>m</sup>,15 à 0<sup>m</sup>,20 de hauteur qu'ils limitent à une entaille verticale. Une seconde équipe abat le charbon avec des coins ou à la mine et elle fait avec ces dispositions beaucoup de gros. Viennent ensuite les boiseurs qui procèdent au soutènement des abords du front de taille et à celui des galeries. Les matières stériles et les charbons très-menus sont rejetés en arrière où les vides achèvent de se combler par l'éboulement du toit.

### *Exploitation des grandes couches.*

**314.** On se rappelle que sous la désignation de *grandes couches*, nous avons compris celles dont la puissance dépasse notablement la hauteur ordinaire des galeries de mines; cette puissance est, au minimum, de 2<sup>m</sup>,80 à 3 mètres; elle atteint, dans certains gîtes, 30 mètres et au delà.

**Distribution géographique des grandes couches de houille.**

**315.** Nous avons vu, dans la Leçon précédente, qu'en Angleterre il n'existe qu'une seule grande couche de houille, de 9 mètres d'épaisseur, la couche *Ten yards*. Les États-Unis possèdent d'épaisses couches d'Anthracite, ayant un excellent toit; le combustible qu'elles contiennent est, lui-même, d'une solidité remarquable. Le bassin de Sarrebruck renferme des couches de houille de 3<sup>m</sup>,20 à 3<sup>m</sup>,90 d'épaisseur; dans la Haute-Silésie on rencontre des couches de charbon dont la puissance est comprise entre 3 mètres et 9 mètres; la couche Sattel-Flotz, à la mine de Koenigsgrübe, a une puissance variant de 6<sup>m</sup>,80 à 7<sup>m</sup>,30; à Dombrowa en Pologne, on connaît une couche de houille de 14 mètres. Mais c'est dans le Centre de la France que les couches puissantes sont le plus nombreuses. On rencontre des gisements appartenant à cette catégorie, aux mines d'Anthracite de la Mure, aux houillères de Rive-de-Gier, de Reveux, de Quartier-Gaillard, de Montrambert, de la Ricamarie, de Firminy; on exploite également des couches puissantes, à Bézenet, Doyet, Commentry, à Épinac, au Creuzot, à Blanzay, etc. Il est donc particulièrement important, pour des ingénieurs français, de bien connaître les méthodes en usage dans l'exploitation des gîtes puissants.

Si, dans les charbonnages du Nord de la France et de la Belgique, les couches minces et les couches moyennes présentent souvent des difficultés d'exploitation inhérentes à leur structure et à l'irrégularité de leur allure, les couches puissantes des houillères du Centre de la France offrent des difficultés d'un autre ordre, mais dont l'importance est en général plus grande encore; elles tiennent à la nécessité de remblayer exactement les vides produits pour éviter, d'une part, le gaspillage du charbon et son abandon partiel dans les travaux et d'autre part, les éboulements et les incendies qui sont toujours à craindre quand il s'agit d'un combustible friable et pyriteux.

**Progrès successifs réalisés jusqu'à ce jour dans l'exploitation  
des grandes couches.**

**310.** Dans le principe, les grandes couches de houille furent exploitées, en France, sans méthode, dans la région des affleurements. Cette première période de l'exploitation des gîtes puissants donna lieu à un gaspillage effréné et à de nombreux incendies dont la trace est restée visible. Vers l'année 1836, on réalisa dans l'exploitation des grandes couches, des progrès sensibles qui se continuèrent jusqu'à la période actuelle, caractérisée par l'emploi de méthodes ingénieuses, sévèrement observées. Ces méthodes nouvelles ont fait, depuis dix ou quinze ans, l'objet de nombreuses publications et ont été représentées par des modèles en reliefs remarquables à l'Exposition universelle de 1867 et surtout à l'Exposition de 1878.

Il est intéressant de jeter un rapide coup d'œil sur l'histoire de ces perfectionnements qui, pour la période s'arrêtant à l'année 1860, ont été en partie décrits dans un intéressant mémoire de M. Harmet (1).

La première exploitation, qui s'est heureusement localisée à la région voisine des affleurements, a consisté, en général, à faire des puits rapprochés et peu profonds, autour desquels, dans des espaces forts restreints, la houille était enlevée partiellement, sans méthode bien définie. Cette exploitation était accompagnée et suivie d'éboulements nombreux et d'incendies devant lesquels on s'arrêtait. C'est ainsi qu'on opéra au Creuzot, à Blanzay et à Bézenet.

A Rive-de-Gier, l'exploitation eut lieu par *parcs* ou *fou-droyages*. On traçait d'abord des galeries découpant des piliers

---

(1) HARMET, *Mémoire sur l'exploitation des grandes couches*, BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE, tome IV. On lira aussi avec avantage dans la même publication les travaux de M. Devillaine, tome IV; Lemonier, tome IX; Chansselle, tome XIV; Blanchet, tome VII; Lescurre, tome V; Thormann, tome V; etc.

us ou moins réguliers qu'on reprenait ensuite partiellement, jusqu'à ce qu'il y eût danger de pousser plus loin le défilage. On opéra aussi à Firminy, à la Ricamarie, à Méons, à Terrenoire, et des défilages partiels, pendant la période à laquelle je fais allusion.

À Blanzay, les couches plus puissantes, plus accidentées et plus inflammables encore que dans le bassin de la Loire, étaient, à la même époque, divisées en étages que l'on exploitait par un simple échage en damier laissant autant de vides que de pleins. On ne retirait ainsi que le  $\frac{1}{3}$  de la houille contenu dans les couches.

Après 1836, le développement général de l'industrie en France, favorisa l'extension des travaux de mine; on s'attacha à produire davantage et à tirer un meilleur parti des richesses souterraines. On exploita le gîte puissant de Bézenet en faisant d'abord une tranchée qu'on agrandissait, en surface et en profondeur, au fur et à mesure de l'extraction; puis en partageant en étages la partie non découverte du gîte, par des galeries partant de la tranchée primitive. Ces étages étaient divisés en piliers plus ou moins réguliers; ils communiquaient les uns avec les autres par de petits puits ou des galeries inclinées.

L'exploitation en tranchée était poussée jusqu'à ce que l'importance des déblais remués représentât le double de la quantité de houille découverte. Cette exploitation en tranchée présentait plusieurs inconvénients; elle entraînait des acquisitions de terrains fort importantes et des déplacements de terres considérables; elle exigeait un personnel et un matériel nombreux, donnait lieu à de grandes dépenses pour l'épuisement des eaux et nécessitait une période de préparation très-longue. Enfin la houille mise à jour subissait une certaine altération et l'on perdait du charbon par l'éboulement des terres.

Il existe encore à Bézenet un trou béant ouvert sur une surface considérable et en partie comblé par les débris des anciennes exploitations; la houille qui affleure sur le pourtour de cette large ouverture brûle constamment, sur une multitude de points.

Ces vestiges considérables d'une exploitation ancienne, en ignition perpétuelle, présentent, la nuit, un aspect fantastique.

Au Creuzot, on fit vers la même époque, la première application des remblais, d'abord dans une mesure restreinte, puis dans une mesure plus large. On comprenait sans doute la nécessité de tirer parti de toutes les richesses que contenait un gîte insuffisant pour alimenter, seul, pendant de longues années, l'usine qui est devenue le plus grand établissement métallurgique de France.

A Rive-de-Gier, on reprit au milieu d'anciens éboulements des piliers irrégulièrement abandonnés, et l'on combla les vides produits par ce dépilage, avec des remblais provenant de l'ouverture des galeries et des parties stériles traversées.

Enfin, à Blanzy, M. Harmet introduisit une méthode consistant à diviser la couche en tranches de 3 ou 4 mètres d'épaisseur que l'on considérait comme des couches isolées, et que l'on exploitait successivement, dans l'ordre descendant, en divisant d'abord le champ d'exploitation en quartiers distincts par des galeries de niveau et des voies montantes de petite section, et en séparant dans chaque quartier, par de larges voies, de longs massifs qui se dépilait par tailles horizontales. Le remblayage s'opérait dans la première tranche par l'éboulement du toit et dans les tranches suivantes par la descente des remblais supérieurs. Plus tard on modifia la méthode en introduisant des remblais venant de l'extérieur, en donnant aux tranches une épaisseur plus grande et en déhouillant ces tranches dans l'ordre ascendant.

**Méthodes actuelles. — Principes généraux. — Méthodes avec remblais. — Méthodes par dépillages partiels.**

**317.** Les méthodes perfectionnées appliquées aujourd'hui dans les mines bien dirigées, à l'exploitation des grandes couches de houille, se distinguent, au moins en France, par le remblayage absolu des vides, qui seul permet un déhouillement complet. Ces remblais sont pris, d'abord, dans les matières stériles

ordinairement disséminées dans le gîte en bandes irrégulières, puis dans les éboulements provenant du faux toit, et ils sont complétés par des emprunts faits au jour, ou par une exploitation spéciale faite au fond au moyen de *chambres d'éboulement*. Les remblais pris au fond ont quelquefois un inconvénient, c'est lorsqu'ils proviennent de schistes bitumineux ou pyriteux, de s'échauffer et de favoriser des incendies spontanés. Les couches horizontales ou fort peu inclinées, lorsqu'elles possèdent un très-bon toit et qu'elles se composent d'un charbon solide et non inflammable, peuvent être accidentellement exploitées dans des conditions économiques, avec remblayage incomplet, par des moyens analogues à ceux qui caractérisent la méthode des longs massifs en usage pour les couches moyennes. On procède alors à un dépilage qui ne peut être que partiel. C'est ainsi qu'on exploite en Pensylvanie des couches de 8 à 10 mètres d'épaisseur et dans le Staffordshire la couche *Ten yards*. Le gîte est, dans ce cas, divisé en massifs, par des galeries de traçage de très-grande section, auxquelles on donne la hauteur de la couche, en avançant par gradins. Les galeries sont alors de véritables chambres auxquelles on ne craint pas de donner 30 ou 40 mètres de largeur, en soutenant au besoin le toit par une rangée de petits piliers. Les massifs, dont on n'enlève au dépilage qu'une faible partie, ont relativement peu d'épaisseur, 7 mètres, par exemple. Au point de vue des frais d'abatage et de soutènement, cette méthode est fort économique, mais elle occasionne une perte de charbon assez sensible et elle peut entraîner des frais assez élevés comme indemnités, par suite des dégradations qui se produisent à la surface.

Quand le charbon n'est pas tout à fait solide et qu'on ne peut se procurer aisément des buttes de grande longueur, la méthode par longs massifs peut encore s'appliquer à des couches dont l'épaisseur ne dépasse pas 5 mètres, en donnant aux galeries de traçage une hauteur de 2 mètres à 2<sup>m</sup>,50 et en *rabattant* lors des dépilages, les planches laissées en couronne, en une ou deux

fois, au moyen de quelques coups de mine qu'on tire après avoir enlevé les buttes. Ce rabattage est ordinairement **une opération délicate qui exige des mineurs fort exercés ; il ne peut s'exécuter sans une certaine perte de charbon dans les éboulements.**

En France, je le répète, les couches puissantes sont en général exploitées avec remblayage complet des vides ; c'est là du reste une obligation quand les couches sont fort inclinées et que l'on veut se soustraire aux inconvénients reprochés aux anciennes méthodes.

Un second principe que nous trouverons appliqué dans presque toutes les méthodes françaises, *c'est une concentration aussi forte que possible des chantiers.*

Enfin, dans les mines sujettes aux incendies ou contenant du grisou, on s'attache à un troisième principe que nous avons déjà vu appliqué en Angleterre dans la méthode Pannel-Works, *c'est-à-dire qu'on a soin de diviser le champ d'exploitation en quartiers distincts faciles à isoler par des barrages.*

Le cadre restreint qui m'est imposé ne me permet pas d'entrer ici dans les détails minutieux sur toutes les méthodes appliquées à l'exploitation des grandes couches ; je me bornerai à un examen sommaire des méthodes principales dont les exemples suivants permettent de faire ressortir les caractères généraux :

- 1<sup>o</sup> Méthode par piliers longs de Sarrebruck ;
- 2<sup>o</sup> Méthode par panneaux de Kœnigsgrube et de Firminy ;
- 3<sup>o</sup> Méthode par rabatage de Montrambert et de Bézenet ;
- 4<sup>o</sup> Méthode par tranches inclinées de Montrambert et de Blanzv ;
- 5<sup>o</sup> Méthode par tranches horizontales de Montrambert et de la Béraudière.

#### Méthode par piliers longs de Sarrebruck.

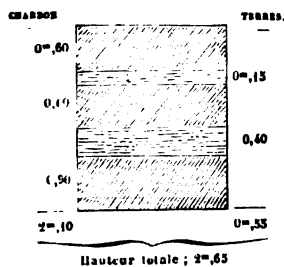
**318.** Les couches exploitées dans le bassin houiller de Sarrebruck ont une puissance qui ne dépasse pas 3<sup>m</sup>,90 ; la houille qu'elles renferment est dure, elle s'exploite à la poudre et donne



jusqu'à 95 % de gros à la grille de 4 centimètres; le toit et le mur sont presque toujours composés de schistes renfermant de petites veinules de charbon; les nerfs ou sillons stériles fournissent assez de déblais pour que des traçages de grande largeur soient imposés par la nécessité de loger les terres; toutefois, cette proportion de déblais n'est pas suffisante pour qu'on puisse appliquer la méthode par grandes tailles en usage dans les couches moyennes du Nord de la France et de la Belgique.

En moyenne, on peut dire qu'à Sarrebruck, l'épaisseur des nerfs représente 22 % de l'épaisseur de la houille et 18 % de l'épaisseur des couches; en d'autres termes, en admettant, pour les déblais, un foisonnement de moitié, on voit qu'ils ne peuvent servir à remblayer que 27 % du vide produit (1). La méthode en usage dans ces couches de houille consiste à découper le champ d'exploitation par des galeries de traçage laissant entre elles des piliers longs qu'on enlève en rabattant. Les piliers longs sont orientés suivant l'inclinaison ou suivant la direction.

La couche Beust à la mine Gerhard a la composition ci-contre :



Les terres entrent pour 21 % dans l'épaisseur totale et fournissent ainsi des déblais qui représentent après foisonnement  $21 + \frac{21}{2} = 51,50$  du vide produit. L'inclinaison, variable d'ailleurs, est en moyenne de 10° à 12°. A partir de la voie de roulage à laquelle on donne

2m,70 de largeur, on pousse des tailles montant de 5 à 6 mètres de largeur, laissant entre elles des piliers de 20 à 22 mètres d'épaisseur sur 80 à 85 mètres de hauteur, représentant 17 mètres de verticale. Les déblais servent à construire

(1) CHANSELLE, *Note sur les méthodes d'exploitation dont les modèles figuraient à l'Exposition universelle de 1867.*

une série de piliers de 4 mètres  $\times$  2 mètres placés dans l'axe des galeries montantes; celles-ci sont desservies par des plans automoteurs : tantôt on les établit au moyen de deux voies séparées par la ligne des piliers de remblai; dans ce cas, les plans inclinés sont armés de trois poulies, l'écartement des voies ne permettant pas de donner à la poulie du frein un diamètre correspondant; tantôt, et c'est une disposition préférable, les deux voies sont comprises dans un passage latéral de 2<sup>m</sup>,70 à 3 mètres de largeur; l'autre compartiment auquel on donne une largeur de 1 mètre seulement étant réservé à la circulation de l'air. Le dépilage commence dès qu'une remonte est parvenue au niveau supérieur; il s'opère en descendant, en enlevant à droite et à gauche du plan incliné, la moitié de chaque pilier long, l'autre moitié devant être prise par les remontes voisines. Dans ce travail de dépilage, le toit est provisoirement soutenu par des bois et de minces piliers; les éboulements comblent ensuite les vides à l'arrière.

La circulation de l'air et sa conduite aux fronts de taille par les remontes est obtenue par des portes placées dans la galerie de roulage en face du premier pilier de remblai.

A la mine Kronprinz Friedrich-Wilhelm, où l'on exploite des couches de 3<sup>m</sup>,80 renfermant 2<sup>m</sup>,50 de houille et 0<sup>m</sup>,70 de nerfs schisteux, les remontes ont 6<sup>m</sup>,60 de largeur et le remblai 3<sup>m</sup>,50; les passages latéraux sont de 4<sup>m</sup>,50 à 4<sup>m</sup>,60, mais au lieu d'élever directement ces remontes sur la galerie de roulage, on les fait partir d'une galerie en direction placée à un niveau supérieur et distante de 8 mètres de la galerie principale; c'est dans la voie supérieure que se placent les portes d'aérage, de telle sorte qu'avec cette disposition, la libre circulation n'est pas entravée dans la galerie de roulage. Le dépilage de chaque pilier se fait en descendant; le front de taille compris entre deux remontes consécutives est divisé en quatre gradins, le long desquels le charbon est descendu jusqu'au plan automoteur.

Méthode par panneaux de Koenigsgrube. (Fig. 430 et 433, pl. XXVIII.)

**310.** Dans la Haute-Silésie, où le bois est à bon marché, on est parvenu, grâce à l'emploi de buttes de fortes dimensions, en quantité considérable, à déhouiller presque complètement des couches de 6 à 10 mètres de puissance; mais afin de combattre et de limiter les incendies que les éboulements peuvent faire naître, on a divisé les champs d'exploitation en une série de panneaux faciles à isoler (fig. 430). Chaque panneau (fig. 433) est lui-même divisé en piliers longs, qu'on dépile en attaquant la couche sur toute son épaisseur par une série de gradins; dans cette opération, le soutènement exige, je le répète, des bois de grande longueur et de forte section; on en retire le plus qu'on peut, en laissant les éboulements se produire. C'est là une opération délicate qui exige des ouvriers habiles. La figure 433 représente un panneau en cours de dépilage à la mine de Koenigsgrube, dans la couche Sattel-Flotz qui a 6<sup>m</sup>,80 à 7<sup>m</sup>,50 de puissance et 8° d'inclinaison; *aa'* est l'ancienne galerie de roulage de l'étage supérieur devenue une voie de retour d'air, *eb* est une petite galerie dite de reconnaissance tracée suivant les ondulations du mur de la couche, *fd* est la galerie de roulage droite et spacieuse (on lui donne 3 mètres de largeur). *kk'* est un plan automoteur à chariot porteur, desservant le panneau considéré; il a 3 mètres de largeur et il est relié à la galerie de roulage par une petite galerie horizontale et oblique *kf* de 1<sup>m</sup>,50 de largeur. *o* est une remonte qui limite le compartiment et qui communique en *i* avec la galerie supérieure.

Les plans automoteurs sont distants de 100 mètres; ils sont séparés de la remonte terminale du panneau correspondant par un massif protecteur de 5 mètres d'épaisseur. Deux autres massifs de 6 mètres de largeur achèvent l'isolement du compartiment; l'un est ménagé sous l'ancienne galerie de roulage au niveau supérieur, l'autre au-dessus de la nouvelle galerie de

roulage à l'étage inférieur. Au près du plan automoteur, les galeries de traçage suivant la direction sont réduites à  $4^m,60$  sur  $5^m,80$  de longueur; mais au delà elles sont élargies et deviennent de véritables tailles de  $4^m,50$  à  $5$  mètres de longueur.

Pour isoler un panneau en cas d'incendie, on voit qu'il suffit de fermer par un barrage le plan en  $k$  et la remonte terminale en  $c$ . Mais si un échauffement peu considérable se manifeste dans l'état d'avancement du défilage que représente la figure 455, on peut le circonscire en le prenant à temps par un barrage en  $p$  et un autre en  $o$ ; on ne sacrifie ainsi qu'une partie du compartiment et l'on peut à partir du pilier  $q$  continuer à dépiler en descendant.

Méthode par panneaux de Firminy. (Fig. 451.)

**320.** La grande couche de la Malafolie, exploitée aux mines de Firminy (Loire), a une puissance de 6 à 7 mètres et  $50^\circ$  d'inclinaison; elle renferme un charbon assez dur, mais peu solide et d'une nature inflammable, aussi bien que les schistes pyriteux du toit; ce toit est lui-même très-ébouleux. On a adopté en 1864, pour l'exploitation de cette grande couche, une méthode par panneaux qui rappelle la méthode silésienne décrite au numéro précédent.

L'amont pendage a été divisé en étages d'environ 100 mètres mesurés suivant l'inclinaison. La figure 451 représente la disposition théorique des travaux d'exploitation d'un de ces étages.

Des remontes distantes de 100 mètres relient la galerie d'allongement inférieure, ou, comme on dit dans la Loire, le *niveau* inférieur  $ab$ , au *niveau* supérieur  $cd$ , découpant ainsi des piliers carrés de 100 mètres de côté.

Chaque panneau ou compartiment comprend deux piliers semblables desservis par un plan incliné  $pp'$  et limité par deux remontes extrêmes  $rr'$ ,  $r''r'''$ , qui servent à la descente des produits des étages supérieurs, à l'aérage, ou bien encore à la circu-

lation des ouvriers. Ces différents traçages sont faits au mur de la couche. Chaque panneau est déhouillé en trois tranches considérées, chacune, comme une couche de 2 mètres et exploitées par piliers longs dépilés en rabattant au moyen de tailles horizontales de 12 mètres, c'est-à-dire ayant toute la largeur des piliers; elles sont boisées avec des buttes provisoires.

Le remblayage se fait complètement pendant la nuit avec des remblais qui arrivent par le plan central *pp'*. Le dépilage s'arrête à 12 mètres du plan incliné, laissant ainsi provisoirement des piliers protecteurs qui seront ultérieurement enlevés avant l'abandon définitif des panneaux.

Quand la planche supérieure du charbon est difficile à maintenir, on dépile par des remontes ou tailles montantes de 3 mètres de large qui reçoivent un boisage en cadres.

La deuxième et la troisième tranche sont desservies par les mêmes plans inclinés qu'on raccorde avec les nouvelles galeries en direction remplaçant les anciens niveaux. Une société de cinq piqueurs produit un dépilage de 30 à 33 tonnes par jour (360 à 396 hectolitres), soit 6 tonnes à 6<sup>t</sup>,50 par homme; en traçage cette production journalière se réduit à 3 tonnes ou 36 hectolitres par piqueur.

#### Méthode par rabattage par Montrambert.

**331.** La méthode par rabattage est une heureuse modification de la *méthode en travers* que j'ai décrite en parlant de l'exploitation des filons puissants; elle a été, depuis 1848, appliquée au puits Marseille de la Compagnie des mines de Montrambert, pour l'exploitation de la *Grande-Couche*, dans les parties où cette couche avait 23 mètres d'épaisseur, 45° d'inclinaison et où le charbon était dur. Cette méthode convient, en effet, à des couches très-puissantes, fort inclinées, et renfermant un combustible d'une certaine dureté. Cette méthode, comme les suivantes, comporte le remblayage complet des vides; elle ne provoque pas

l'établissement et l'entretien de nombreuses galeries de roulage: elle facilite le placement des remblais et permet d'obtenir beaucoup de gros. Elle est représentée figure 432.

L'exploitation est divisée en étages auxquels on donne, selon les circonstances, une hauteur de 15 à 24 mètres mesurés suivant l'inclinaison; on les attaque de telle façon que l'exploitation d'un étage inférieur se termine toujours aux remblais déjà anciens de l'étage supérieur. Chaque étage est lui-même divisé en tranches ou sous-étages qui sont, au contraire, pris dans l'ordre ascendant, c'est-à-dire en s'élevant constamment sur des remblais récents. La figure 452 reproduit la disposition théorique exposée par M. Devillaine en 1878, sous la forme d'un plan en relief dans l'annexe de la classe 50 (1). Cette figure montre, dans l'étage *A*, la première tranche en exploitation, et dans l'étage *B* la seconde tranche. Dans le cas considéré, la hauteur des sous-étages est de 7 mètres.

Le puits d'extraction étant relié à la couche par un recoupage à travers-bancs, on fait, au niveau de ce recoupage, en suivant le toit de la couche, une galerie de roulage *aa* par laquelle s'écouleront les charbons. Une seconde galerie en direction *bb* est établie à la limite supérieure du sous-étage, mais au mur de la couche: elle sera destinée, pendant tout le temps que durera l'exploitation de la première tranche, au transport des remblais qui doivent constamment suivre l'enlèvement du charbon; plus tard, quand la première tranche sera déhouillée, cette galerie *bb* deviendra la galerie de roulage des charbons, pour la seconde tranche, et les remblais seront amenés par la galerie *b'b'*. A partir de la galerie *aa*, on pousse tous les 20 ou 30 mètres, des recoupages *cd* de 4 mètres de largeur qu'on met en communication avec la galerie *bb* par des cheminées *fb* de même section. C'est dans ces cheminées qu'on vide le remblai au fur et à mesure que

---

(1) Exposition des mines de Montrambert.

s'avance le front de taille *ei*. Les piqueurs qui poussent ce front de taille, en revenant vers le toit, exécutent le travail auquel on a donné le nom de *rabattage*, en enlevant la houille sur la même largeur que celle de la recoupe et jusqu'à la hauteur du toit de la galerie *b*; on recouvre les remblais d'un cassis de pierres ou avec des planches, pour éviter le mélange du charbon abattu avec les matières stériles. Quand le *rabattage* est terminé, on remblaie à la pelle la partie *bh* qui a, au plus, 2 mètres de hauteur. Au fur et à mesure que les recoupes sont remblayées, on en ouvre d'autres à côté et l'on continue ainsi l'exploitation d'une tranche jusqu'à ce que son déhouillement soit complet et que le massif de charbon ait été remplacé, dans le sous-étage considéré, par une tranche de remblais de même épaisseur.

#### Même méthode à Bézenet.

**322.** La couche de Bézenet a, en moyenne, 14 mètres de puissance; son inclinaison varie de 14° à 70°. L'exploitation est desservie par deux puits; l'un, le puits des Chauvais, qui sert exclusivement à la descente des remblais venant du jour, l'autre le puits St<sup>e</sup>-Barbe, par lequel se fait l'extraction des produits et l'épuisement des eaux. L'exploitation est divisée en étages de 24 mètres de hauteur verticale, que l'on prend en trois sous-étages de 7 mètres de hauteur, mesurée depuis le sol de la galerie de roulage jusqu'au toit de la galerie à remblais. La galerie de roulage des charbons est prise en ferme, à une faible distance du toit; le petit massif triangulaire qui la protège est repris après coup. Les recoupes sont tracées tous les 15 mètres; le défilage des piliers ainsi découpés se fait par des *rabattages* comme à Montrambert; les remblais forment, derrière le front de taille, un talus de 45°. Chaque recoupe communique, par une courbe de petit rayon, avec un aiguillage de la galerie de roulage; celle-ci n'a qu'une seule voie, mais tous les 120 mètres on établit un garage permettant de former un train de quinze bennes.

## Méthode par tranches inclinées.

**333.** Cette méthode paraît convenir mieux que la précédente pour des couches de dureté moyenne, ayant moins de 45° d'inclinaison et de 15 mètres de puissance; elle a toutefois produit à Montrambert des avantages à peu près semblables à ceux que la méthode des rabattages a permis de réaliser. Elle demande, aussi bien que cette dernière méthode, un volume de remblais représentant environ les 50 % du volume de charbon extrait. Elle est représentée figure 434 (1).

Des galeries de roulage *aa* et *bb* sont établies au mur de la couche à une distance verticale de 6 mètres à 7<sup>m</sup>,50 au maximum; on les relie par des cheminées *ab* distantes de 40 mètres au plus et l'on enlève une première tranche de houille de 2<sup>m</sup>,50 d'épaisseur par de grandes tailles horizontales qui sont poussées, sur toute la hauteur de la cheminée, de chaque côté de celle-ci. La seconde tranche et les suivantes sont exploitées de la même façon, c'est-à-dire considérées comme de petites couches indépendantes; des recoupes *ad* ménagées à la base et au sommet des cheminées, établissent la communication des diverses tranches avec les galeries de roulage. Enfin, à partir de ces recoupes, on conserve en bas et en haut de chaque tranche, en suivant l'avancement du dépillage, des galeries en direction *rrr* pour l'enlèvement du charbon et le transport des remblais qui comblent les vides au fur et à mesure qu'ils se produisent. Ces galeries sont remblayées aussitôt qu'on n'a plus à s'en servir. L'étage supérieur s'exploite de la même façon, la galerie *b* est conservée et devient la galerie de roulage des charbons, tandis que les remblais arrivent par une nouvelle galerie ouverte en *p*.

---

(1) La méthode par tranches inclinées était comme la précédente, représentée par un plan en relief dans la remarquable exposition de la Compagnie des mines de Montrambert en 1878. M. Devillaine, ingénieur en chef de la Compagnie de Montrambert, avait accompagné cette exposition d'une intéressante notice dans laquelle il a décrit toutes les méthodes en usage dans les mines de cette Société.



**324.** La figure 427 indique une modification de la méthode des tranches inclinées; cette modification appliquée à Montrambert dans la troisième brûlante qui a 3<sup>m</sup>,50 à 6 mètres d'épaisseur et une inclinaison de 25° à 80°, consiste dans la marche, par échelons, des tranches dont l'avancement est réglé de façon à maintenir toujours entre elles une distance de 10 à 12 mètres. Un étage de 33 mètres de hauteur est divisé en cinq sous-étages de 6<sup>m</sup>,60, successivement enlevés en montant. Le champ d'exploitation est divisé en quartiers séparés par des plans inclinés *pp'* distants de 150 à 200 mètres et reliant la galerie principale de roulage *gg'* à l'ancienne galerie correspondante de l'étage précédent *ss'* devenue la galerie d'arrivée des remblais. On peut aisément maintenir six chantiers dans un massif de 150 à 200 mètres d'étendue et dépasser ce chiffre, en attaquant un sous-étage supérieur, quand l'exploitation s'est déjà développée dans les deux premières tranches du sous-étage inférieur. On atteint aisément, avec cette méthode, aux mines de Montrambert une production annuelle de 4 1/2 tonnes à 5 tonnes par mètre carré de surface préparée.

Considérations sur l'emploi des deux méthodes précédentes. —  
Cas où il convient de leur substituer la méthode par tranches horizontales.

**325.** J'ai dit que la méthode par rabattages et la méthode par tranches inclinées, sont avantageuses quand il s'agit d'exploiter des charbons d'une certaine dureté; on a trouvé à Montrambert qu'avec la première méthode, la proportion de gros était plus forte, mais que l'abatage était plus facile avec les tranches inclinées, parce qu'on profitait mieux du clivage et de la stratification.

A Blanzv, on a vu dans la méthode par rabattages, aujourd'hui abandonnée par cette Compagnie, l'avantage de pouvoir prendre une épaisseur de 5 à 6 mètres de charbon par piliers successifs

de 10 à 12 mètres de largeur, de telle sorte que la mine se trouvait divisée en compartiments faciles à isoler en cas d'incendie<sup>(1)</sup>.

Comme l'a fait observer M. Devillaine, il faut, pour que les deux méthodes précédentes soient applicables, que la couche ne renferme pas de mises schisteuses irrégulièrement disséminées dans la masse et rendant la séparation des matières stériles difficile au moment de l'abatage, car ces méthodes comportent le glissement des produits suivant une pente qui favorise le mélange des schistes avec le charbon<sup>(2)</sup>.

A Montrambert, comme à Blanzky, on a constaté qu'avec des charbons tendres et inflammables, ces deux méthodes, en raison de la longue durée qu'elles comportent pour des étages élevés, laissent trop de facilité à la production des feux qui prennent naissance dans le charbon brisé reposant directement sur les remblais. C'est ce qui a conduit ces deux Compagnies à employer de préférence dans les couches épaisses renfermant des charbons tendres, mélangés de schistes, la méthode par tranches horizontales décrite au numéro suivant.

Transitoirement, on avait été amené du reste à Montrambert, à restreindre la hauteur des étages dans ces houilles tendres et schisteuses, afin d'atténuer le bris des charbons en diminuant l'importance de la chute et afin d'abrégier aussi la durée des sous-étages. Avec une faible hauteur des tranches, la séparation des schistes et du charbon se fait plus aisément, l'enlèvement rapide du charbon brisé qui repose sur les remblais est aussi plus facile et on peut renouveler plus souvent les remblais, en rafraîchissant fréquemment, comme le conseille M. Devillaine, la surface du champ d'exploitation<sup>(3)</sup>.

(1) A. BURAT, *Situation de l'établissement de Blanzky en 1877.*

(2) DEVILLAIN, *Notice sur la Société des houillères de Montrambert. Exposition de 1878.*

(3) DEVILLAIN, notice déjà citée.

**Méthodes par tranches horizontales de Montrambert et de la Béraudière.**

**236.** L'exploitation par tranches horizontales dans la grande couche de Montrambert comporte quatre dispositions spéciales suivant qu'elle est appliquée :

- 1° A des charbons très-durs;
- 2° A des charbons de dureté moyenne;
- 3° A des charbons tendres;
- 4° A des renflements importants de la couche.

Nous allons examiner ces différents cas :

La hauteur comprise entre deux recettes est divisée en trois ou quatre étages de 11 mètres à 12<sup>m</sup>,50 fournissant, chacun, de cinq à six tranches auxquelles on donne 2<sup>m</sup>,05 de hauteur dans le charbon tendre et 2<sup>m</sup>,20 dans le charbon dur.

On exploite simultanément deux étages superposés, en maintenant une avance de deux tranches au moins à l'étage supérieur et l'on prépare en même temps un troisième étage.

La disposition générale de cette préparation est indiquée figure 429; elle consiste à ouvrir dans chaque tranche une galerie horizontale que l'on place au milieu de la couche, quand celle-ci a 20 mètres de puissance, ce qui est le cas ordinaire, et auprès d'une des épontes quand l'épaisseur est plus faible. On prend ensuite des recoupes à droite et à gauche de cette galerie :

1° Quand les charbons sont très-durs, les recoupes auxquelles on donne une hauteur moyenne de 2<sup>m</sup>,50 et une largeur de 6 à 8 mètres sont espacées de 24 à 32 mètres (fig. 425), et l'on ménage de chaque côté une voie de 1<sup>m</sup>,30 pour la sortie des charbons et l'arrivée des remblais. On remblaie au fur et à mesure, en donnant aux parois une légère inclinaison et en y plaçant des remblais de choix. Dès qu'une recoupe est terminée, on en prend une autre à côté; chaque recoupe occupe deux piqueurs.

2° Quand les charbons présentent une dureté moyenne, on donne aux recoupes une hauteur de 2<sup>m</sup>,05 et une largeur de

4 mètres; de plus, on les échelonne à 20 mètres de distance (fig. 456) en ne réservant qu'un seul chemin du côté de la partie en ferme.

5° Dans les charbons tendres, les recoupes sont espacées de 16 mètres (fig. 457): on leur donne 2 mètres de largeur. Le dépiilage s'opère dans ce cas par des tailles en direction de 2 mètres de large, qui sont prises à droite et à gauche de ces recoupes, en revenant vers la voie de roulage.

4° Enfin quand la couche présente un renflement important on établit, dans le sens de la direction, une galerie supplémentaire, comme on l'a vu déjà à propos de l'exploitation des filons puissants par la méthode en travers à laquelle se rattache d'ailleurs la méthode par tranches horizontales. On peut ainsi augmenter le nombre des recoupes et diminuer leur durée.

Ces différentes dispositions ont pour but d'obtenir une forte production et de ne pas donner aux chantiers une longue durée qui exigerait le renouvellement des boisages.

Les distances des recoupes sont observées avec une régularité absolue et les directions sont données à la boussole. M. Devillaine, dans la Notice qu'il a publiée, en 1878, sur ces différentes méthodes, a insisté sur la nécessité de cette observation rigoureuse. Comparant la méthode par tranches horizontales avec la méthode par tranches inclinées, ce praticien accorde la préférence à la seconde méthode au point de vue de la production d'un sous-étage, mais dans le cas d'une puissance dépassant 13 mètres, avec une inclinaison quelconque, il appuie la préférence contraire sur les avantages suivants inhérents à la méthode par tranches horizontales :

- 1° Elle est plus sûre pour les ouvriers;
- 2° Elle évite plus sûrement les échauffements;
- 3° Elle est plus productive à égalité de section horizontale;
- 4° Elle est plus favorable à la production de gros et à la propreté des charbons;
- 5° Elle est enfin plus économique.

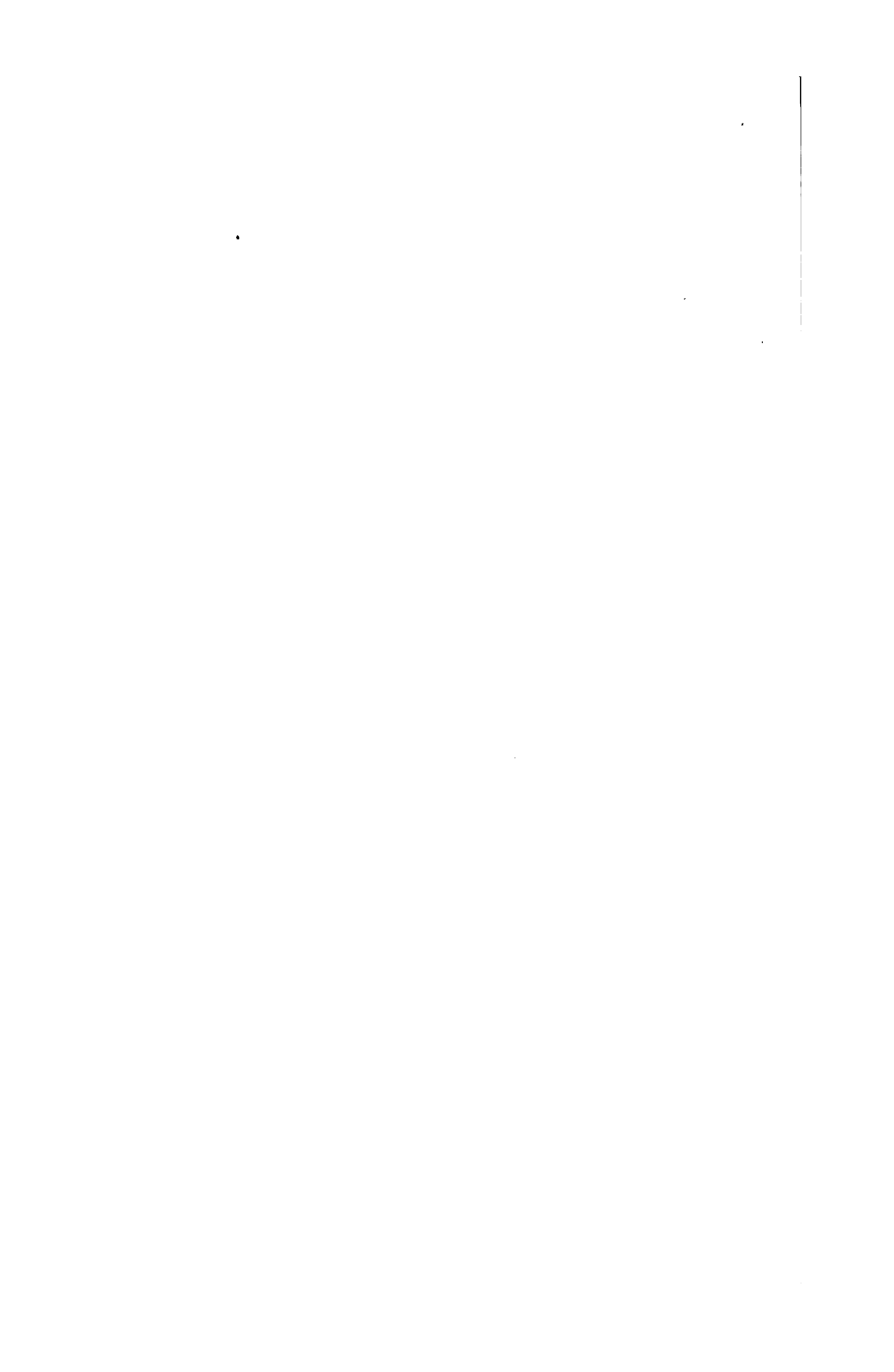
**Application de la méthode par tranches horizontales aux mines de Blanzv.**

**327.** Dans l'application qui a été faite, aux houillères de Blanzv, de la méthode par tranches horizontales, on a reconnu qu'il était difficile d'enlever complètement, en fin d'exploitation, les piliers protecteurs laissés le long des voies de service tracées en ferme dans le charbon. Ces piliers, cédant peu à peu aux pressions qui les sollicitaient, s'écrasaient en partie, et déterminaient, à la longue, des incendies.

Ces inconvénients présentaient une gravité particulière dans des mines qui dégagent du grisou. A la suite de terribles explosions qui eurent lieu au puits Cinq sous en 1867 et en 1872, explosions qu'on attribua à la présence simultanée du grisou et d'une quantité considérable de poussières charbonneuses, on se décida à reporter dorénavant tous les travaux de préparation, galeries de roulage pour le charbon et pour les remblais, plans inclinés, bures, galeries de retour d'air, dans les roches du mur, à 10 mètres environ de la couche (fig. 428).

L'application générale de ce système aux mines de Blanzv ne représente pas moins de 2.800 mètres de voie au rocher pour la préparation d'un étage; elle explique l'importance qui a été donnée, dans ces houillères, aux installations relatives à la perforation mécanique; elle ne grève toutefois le prix de revient du charbon que de 2 centimes par hectolitre, soit 24 centimes par tonne.

Le nouveau système d'exploitation adopté par la Société des houillères de Blanzv était représenté à l'Exposition universelle de 1878 par un magnifique plan en relief; il a été décrit, à la même époque, dans un travail remarquable que M. A. Burat a publié sur la situation générale de cette grande Compagnie.



# TABLE DES MATIÈRES

## CONTENUES DANS LE PREMIER VOLUME.

	N <sup>os</sup> .	Pages.
PRÉFACE . . . . .	v	v
AVANT-PROPOS. . . . .	1	1

### CHAPITRE PREMIER.

#### 1<sup>re</sup> LEÇON.

##### DÉFINITIONS ET NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

###### § 1. — CLASSIFICATION LÉGISLATIVE DES GISEMENTS.

Mines, minières, carrières . . . . .	4	3
Règle basée sur la nature des substances minérales. — Exception pour les minerais de fer, les pyrites ferrugineuses et les terres alumineuses . . . . .	2	4

###### § 2. — CLASSIFICATION GÉOLOGIQUE DES GISEMENTS.

Cassures, failles ou crains, filons . . . . .	4	5
Amas. — Stockwerks. . . . .	5	6
Couches . . . . .	6	7
Veines. — Passées . . . . .	7	7
Définition géométrique des filons et des couches . . . . .	8	7
Filons-couches. — Amas couchés . . . . .	9	8

###### § 3. — DÉFINITION DE L'ALLURE DES GITES.

Puissance. — Épontes. — Direction et inclinaison. — Affleurement. — Chef ou tête. . . . .	10	8
---	----	---

§ 4. — STRUCTURE DES FILONS, LEUR PARALLÉLISME, LEUR CONTINUITÉ ET LEUR VARIATION DE RICHESSE EN DIRECTION ET EN PROFONDEUR . . . . .	11	9
---	----	---

§ 5. — EXEMPLE DE QUELQUES GISEMENTS SE RATTACHANT AUX INDICATIONS QUI PRÉCÉDENT . . . . .	18	11
--	----	----

2<sup>me</sup> LEÇON.

## § 6. — STRUCTURE DES COUCHES.

	Page	Page
Parties riches et parties stériles . . . . .	25	16
Résistance et solidité des épontes . . . . .	26	17
Sillons, nerfs, havries, terres, couches minces, moyennes, grandes couches . . . . .	30	17
Clivages, leur influence . . . . .	31	17
Variations dans la composition des couches . . . . .	32	18

## § 7. — ACCIDENTS QUI N'ALTÈRENT PAS LA CONTINUITÉ DU GITE.

Brouillages, resserrements, ondulations des couches, plis, dressants et plateaux . . . . .	33	18
--	----	----

## § 8. — ACCIDENTS QUI ALTÈRENT LA CONTINUITÉ DU GITE.

Recoutelages, failles, rejets, filons croiseurs et filons croisés. — Règle de Smith. . . . .	37	18
Recoupage par une voie horizontale d'une veine rejetée. — Règle simple. — Applications et exemples de rejets . . . . .	44	19

§ 9. — PHÉNOMÈNES QUI SE MANIFESTENT DANS LE VOISINAGE DES FAILLES. . . . .	47	19
---	----	----

§ 10. — CHUTES DE MONTAGNES. . . . .	49	19
--------------------------------------	----	----

## CHAPITRE II.

3<sup>me</sup> LEÇON.

TRAVAUX D'EXPLORATION ET DE RECHERCHE . . . . .	50	19
---	----	----

§ 1. — TRAVAUX D'EXPLORATION. . . . .	51	19
---------------------------------------	----	----

## § 2. — TRAVAUX DE RECHERCHE.

Fouilles superficielles, fendues, puits et galeries . . . . .	53	19
---	----	----

## Sondages.

Ce qu'on entend par un sondage. — Sondages par percussion, à tiges rigides ou à la corde. — Sondages par rodage. . . . .	57	19
--	----	----



**TABLE DES MATIÈRES.**

**369**

**§ 3. — SONDAGES PAR PERCUSSION.**

	N <sup>o</sup> .	Pages.
Riges et accessoires . . . . .	58	33
Appareils à chute libre . . . . .	59	34
Trépans . . . . .	60	35
Aléseurs et élargisseurs. . . . .	61	36
Outils servant au curage des trous de sonde et à la prise des témoins . . . . .	62	36
Outils qui servent en cas d'accidents . . . . .	63	37
Tubage des trous de sonde. . . . .	64	38
Engins, chèvres et baraques . . . . .	65	39

**4<sup>me</sup> LEÇON.**

Prix de l'outillage et du matériel de sondage . . . . .	69	42
---	----	----

**§ 4. — EXÉCUTION DES SONDAGES.**

Choix d'un emplacement . . . . .	71	46
Garantie des droits d'inventeurs . . . . .	72	47
Premières appropriations et commencement du sondage. . . . .	73	48
Travail en régie et travail à l'entreprise . . . . .	74	49
Prix des sondages, avancement journalier . . . . .	75	50
Echantillons, journal de sondage. . . . .	77	54

**§ 5. — SONDAGES AU DIAMANT . . . . .**

Description du système. . . . .	79	55
Préparation d'un sondage par ce procédé. . . . .	81	58
Application au fonçage des puits. . . . .	82	59
Données d'expériences et résultats économiques . . . . .	83	59

**CHAPITRE III.**

**5<sup>me</sup> LEÇON.**

**DES MOYENS EMPLOYÉS POUR L'ABATAGE DES ROCHES.**

**§ 1. — CLASSIFICATION DES EXCAVATIONS.**

Excavations à ciel ouvert et excavations souterraines. . . . .	86	61
Différentes formes de puits, bures ou beurtias. . . . .	87	62
Différentes sortes de galeries . . . . .	90	62

## § 2. — LES OUTILS DU MINEUR.

	N <sup>o</sup> .	Page
Difficultés que présentent les roches à l'abatage. . . . .	91	65
Outils qui servent à l'entaillement des roches . . . . .	92	66
Outils accessoires. . . . .	98	71

## § 3. — TIRAGE DES COUPS DE MINE.

Données générales sur les matières explosives en usage dans les mines. — Poudre de mine . . . . .	100	73
Nitroglycérine . . . . .	101	74

6<sup>me</sup> LEÇON.

## TIRAGE DES COUPS DE MINE (suite).

Dynamite. . . . .	102	75
Compositions plus lentes que la poudre de mine, poudre au nitrate, lithofacteur . . . . .	105	79
Dispositions à donner aux coups de mine. . . . .	106	79
Forage des coups de mine, curage, chargement, bourrage. . . . .	107	81
Procédés d'amorçage dans le tirage à la poudre. . . . .	108	82
Procédé ordinaire d'amorçage dans le tirage à la dynamite . . . . .	109	83
Tirage des coups de mine par l'électricité . . . . .	110	77
Générateurs électriques, exploseur Brégnét, machine Bornhardt . . . . .	111	85
Fils conducteurs . . . . .	113	87
Amorces électriques . . . . .	114	88
Avantages que présente l'emploi de l'électricité. . . . .	115	89
Accidents qui peuvent survenir dans le tirage des coups de mine, leurs causes; précautions à prendre pour les éviter . . . . .	116	90

7<sup>me</sup> LEÇON.

## TIRAGE DES COUPS DE MINE (suite).

Comparaison du forage à un homme et du forage à deux hommes . . . . .	117	91
Données économiques concernant l'abatage des roches à la main et applications diverses . . . . .	119	95
Organisation du travail de l'abatage en galeries. — Entreprises . . . . .	120	100

## § 4. — PROCÉDÉS EMPLOYÉS POUR L'ENTAILLEMENT DES ROCHES DANS LES CHANTIERS OÙ DES CONDITIONS PARTICULIÈRES DOIVENT EXCLURE L'USAGE DES MATIÈRES EXPLOSIVES.

Emploi des aiguilles-coins . . . . .	122	102
Aiguilles-coins perfectionnées de M. Ch. Demanet . . . . .	123	103
Aiguilles-coins à vis de M. Degheye. — Appareils hydrauliques de M. Chubb et de MM. Bidder et J. Jones, système de M. J.-G. Jones. . . . .	121	101
Appareil hydraulique de M. Levet . . . . .	129	109

CHAPITRE IV.

8<sup>me</sup> LEÇON.

APPLICATION DES MOYENS MÉCANIQUES A L'ENTAILLEMENT  
ET A LA PERFORATION DES ROCHES.

	N <sup>o</sup> .	Pages.
§ 1. — PERFORATION A LA MAIN. . . . .	130	108
Perforateur Lisbet. . . . .	131	109
Modification de M. Von Balzberg. . . . .	132	112
§ 2. — EMPLOI DE L'AIR COMPRIMÉ. — PERFORATION MÉCANIQUE.		
Considérations sur l'emploi de l'air comprimé dans les mines. — Rendement théorique . . . . .	133	112
Rendement pratique : effet utile partiel, effet utile total . . . . .	134	116
Influence de l'échauffement de l'air pendant sa compression sur le rendement pratique des compresseurs . . . . .	135	117
Moyens employés pour combattre l'échauffement de l'air pendant la compression . . . . .	136	119
Distinction des divers appareils que comporte la perforation mécanique . . . . .	137	120
Les moteurs. . . . .	138	120

9<sup>me</sup> LEÇON.

EMPLOI DE L'AIR COMPRIMÉ. — PERFORATION MÉCANIQUE (suite).

Les compresseurs. . . . .	140	122
1 <sup>re</sup> classe. — Compresseurs à refroidissement nul . . . . .	141	123
2 <sup>me</sup> classe. — Compresseurs à refroidissement extérieur . . . . .	142	123
3 <sup>me</sup> classe. — Compresseurs à mince couche d'eau sur le piston . . . . .	143	125
4 <sup>me</sup> classe. — Compresseurs à pistons hydrauliques . . . . .	144	126
5 <sup>me</sup> classe. — Compresseurs à injection d'eau dans les cylindres . . . . .	145	128
6 <sup>me</sup> classe. — Compresseurs à injection d'eau pulvérisée et à circulation multiple . . . . .	146	130
Prix de revient du mètre cube d'air comprimé et de la force d'un cheval utile transmise à un kilomètre par l'air comprimé . . . . .	147	133
Les perforateurs. — Premiers essais . . . . .	148	134
Perforateur Dubois et François . . . . .	149	134
Données numériques relatives aux perforateurs de MM. Dubois et François . . . . .	150	136

10<sup>me</sup> LEÇON.

EMPLOI DE L'AIR COMPRIMÉ. — PERFORATION MÉCANIQUE (suite).

Modifications apportées au perforateur Dubois et François par M. Mercier . . . . .	151	138
Modifications nouvelles apportées au perforateur Dubois et François. — Appareils de la Compagnie de Nœux . . . . .	152	138

	N <sup>o</sup>	Pag.
Modifications apportées au perforateur de MM. Dubois et François par la Compagnie d'Anzin . . . . .	153	12
Autres systèmes de perforateurs. — Systèmes Darlington-Blanzy, Sach, Ferroux, Mac-Kean. — Perforateur Schram . . . . .	154	13
Fleurets . . . . .	155	14
Affûts . . . . .	156	16
Distribution de l'air comprimé . . . . .	157	18
Réservoirs . . . . .	158	19
Accessoires . . . . .	159	20
Prix des installations. . . . .	160	20

11<sup>me</sup> LEÇON.

## EMPLOI DE L'AIR COMPRIMÉ; PERFORATION MÉCANIQUE (suite).

Organisation et conduite du travail . . . . .	163	21
Résultats généraux obtenus par la perforation mécanique . . . . .	164	22
Applications. — Données numériques. — Prix de revient . . . . .	165	20
§ 3. — PERFORATION MÉCANIQUE VERTICALE. . . . .	170	26
§ 4. — HACHEUSES MÉCANIQUES . . . . .	174	27
§ 5. — BOSSEYEUSE MÉCANIQUE . . . . .	178	27

## CHAPITRE V.

12<sup>me</sup> LEÇON.

## SOUTÈNEMENT DES EXCAVATIONS.

De la nécessité du soutènement dans les excavations. . . . .	179	23
--	-----	----

## § 1. — DE L'EMPLOI DU BOIS DANS LES MINES.

Essences diverses, leurs usages . . . . .	180	27
Classification des bois employés dans le boisage courant. — Mode d'achat . . . . .	181	28
Consommation et approvisionnement . . . . .	182	28
Altération du bois dans les mines . . . . .	184	29
Descente et rapprochage des bois de mine. . . . .	185	29

## § 2. — BOISAGE DES TAILLES ET DES GALERIES.

Ouvriers, surveillance . . . . .	186	29
Boisage des tailles. . . . .	187	30
Boisage des galeries . . . . .	188	30

13<sup>me</sup> LEÇON.

BOISAGE DES GALERIES (suite).

	N <sup>os</sup> .	Pages.
Boisage des galeries dans les terrains où la résistance des cadres ordinaires devient insuffisante . . . . .	189	196
Prix de revient du boisage des galeries . . . . .	190	198
Boisage des galeries dans les terrains ébouleux. . . . .	191	200

§ 3. — BOISAGE DES PUITIS.

Boisage provisoire dans un puits circulaire . . . . .	192	200
Boisage définitif dans un puits rectangulaire . . . . .	193	201
Boisage des puits rectangulaires dans les terrains inconsistants . . . . .	194	202
Prix de revient du boisage des puits . . . . .	195	202

§ 4. — MURAILLEMENT DES GALERIES . . . . . 196 203

Maçonnerie en pierres sèches, avec des morceaux pris dans les remblais. . . . .	»	203
Matériaux ordinaires employés dans les maçonneries souterraines . . . . .	197	204
Dispositions diverses pour le muraillement des galeries. . . . .	198	207
Muraillement des galeries dans les terrains ébouleux. . . . .	199	208
Prix du muraillement des galeries . . . . .	200	208

§ 5. — MURAILLEMENT DES PUITIS.

Forme de la maçonnerie. . . . .	201	211
Diamètre intérieur des puits circulaires . . . . .	202	212
Matériaux employés pour le muraillement des puits . . . . .	203	212
Épaisseur de la maçonnerie dans le muraillement des puits . . . . .	205	211

14<sup>me</sup> LEÇON.

MURAILLEMENT DES PUITIS (suite).

Exécution du muraillement des puits . . . . .	206	215
Prix de revient du muraillement des puits . . . . .	209	217

§ 6. — ESSAIS ET PERFECTIONNEMENTS DANS LE REVÊTEMENT DES GALERIES ET DES PUITIS.

Revêtement des galeries en briques de bois. . . . .	210	218
Revêtements métalliques dans les galeries . . . . .	211	219
Soutènement du toit par de vieux rails appuyés sur des piédroits en maçonnerie . . . . .	212	220

	F.	P.
Boisage mixte du Creuzot . . . . .	213	29
Revêtement en fer des galeries de Commentry . . . . .	214	29
Cadres en fer et fonte employés au charbonnage du Bois-du-Luc . . . . .	215	29
Cadres complets en vieux rails éclissés de Ferfay . . . . .	216	29
Cadres circulaires de Mariemont . . . . .	217	29
Revêtements métalliques des galeries de Steierdorf . . . . .	218	29
Revêtement provisoire du puits S <sup>t</sup> -Adolphe à Strépy-Bracquegnies . . . . .	219	29
Revêtement métallique des puits de Fischbachtal et du puits Maria . . . . .	220	29

§ 7. — EXCAVATIONS DE FORMES ET DE DIMENSIONS SPÉCIALES,  
LEUR SOUTÈNEMENT.

Embranchements et bifurcations de galeries . . . . .	222	29
Chambres d'accrochage . . . . .	223	29
Chambres pour machines . . . . .	225	29
Écuries souterraines . . . . .	226	29

CHAPITRE VI.

15<sup>me</sup> LEÇON.

DU FONÇAGE DES PUIITS DE MINE DANS LES TERRAINS AQUIFÈRES.

§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Difficultés que peut présenter le fonçage des puits de mine . . . . .	228	31
Terrains de recouvrement des bassins houillers. — Quantité d'eau fournie par les zones aquifères . . . . .	229	32
Coup d'œil sur les formations géologiques des bassins houillers du Nord et du Pas-de-Calais . . . . .	230	34
Procédés divers employés pour foncer les puits dans les terrains aquifères . . . . .	233	35

§ 2. — PROCÉDÉ ORDINAIRE OU FONÇAGE DIRECT.

Travaux du début. — Installation générale . . . . .	240	37
---	-----	----

16<sup>me</sup> LEÇON.

DU FONÇAGE DES PUIITS DE MINE DANS LES TERRAINS AQUIFÈRES (SUITE).

Cuvelage.

Objet du cuvelage. — Conditions qu'il doit remplir. — Différentes sortes de cuvelages . . . . .	241	38
Cuvelage en bois, description et pose . . . . .	242	38
Dimensions des pièces de cuvelage . . . . .	243	38
Cuvelage en fonte . . . . .	244	38
Renvoi de niveau . . . . .	245	38

*Exemples de fonçages difficiles exécutés par le procédé direct.*

	N <sup>o</sup> .	Pages.
Avaleresses de Saint-Saulve (fossé Thiers) . . . . .	246	263
Puits jumeaux de Saint-Pierre (Société de Thivencelles et Fresnes Midi) . . . . .	247	268
Fonçage de la fosse n <sup>o</sup> 5 de Courrières . . . . .	248	269
Conditions d'exécution de divers fonçages . . . . .	249	273

17<sup>me</sup> LEÇON.

FONÇAGE DES PUIITS PAR LE PROCÉDÉ DIRECT (SUITE).

§ 3. — RÉPARATIONS AU CUVELAGE DES PUIITS.

Ce qui peut motiver les réparations à faire à un cuvelage . . . . .	250	274
Remplacement des pièces défectueuses . . . . .	251	275
Armatures en fonte . . . . .	252	275
Revêtement métallique intérieur de Fléchinelle. . . . .	253	275
Revêtement métallique intérieur du puits de Carling . . . . .	254	277
Revêtement intérieur en fonte de la fosse Sainte-Marie à Aniche. . . . .	255	278

§ 4. — PROCÉDÉ TRIGER . . . . .	256	278
---------------------------------	-----	-----

§ 5. — PROCÉDÉ GUIBAL . . . . .	257	281
---------------------------------	-----	-----

§ 6. — FONÇAGE A NIVEAU PLEIN PAR LE PROCÉDÉ KIND ET CHAUDRON.

Installations, outillage . . . . .	259	282
Cuvelage, boîte à mousse, fond d'équilibre . . . . .	260	283
Bétonnage. . . . .	261	287
Applications, prix de revient . . . . .	262	287
Accidents et réparations au cuvelage des puits exécutés par le système Kind et Chaudron. . . . .	264	290

§ 7. — BONDAGES DE GRAND DIAMÈTRE : FORAGE DES PUIITS DE MINE A NIVEAU PLEIN ET A PLEINE SECTION, PAR MM. LIPPMANN ET C <sup>ie</sup> . . . . .	265	292
---	-----	-----

FONÇAGE DES PUIITS SOUS STOT.

Procédé ancien et procédé Lisbet. . . . .	266	293
Procédé employé par la Compagnie de Marles . . . . .	267	294

## CHAPITRE VII.

18<sup>me</sup> LEÇON.

## LES MÉTHODES D'EXPLOITATION.

	1 <sup>re</sup> Page	2 <sup>e</sup>
§ 1. — CONSIDÉRATIONS SUR L'ENSEMBLE DES TRAVAUX D'UNE MINE ET SUR LES MÉTHODES D'EXPLOITATION. . . . .	268	26
Travaux de premier établissement. — Travaux préparatoires. — Travaux d'exploitation . . . . .	269	26
Sièges d'extraction. — Champ d'exploitation attribué à un puits . . . . .	270	27
Desserte d'un champ d'exploitation par un ou par plusieurs puits . . . . .	271	28
Production d'un puits; Usage des puits jumeaux . . . . .	272	28
Ce qu'on entend par méthodes d'exploitation; elles se divisent en trois catégories. . . . .	273	30
Généralités sur le choix et sur l'application des méthodes d'exploitation . . . . .	274	30
§ 2. — MÉTHODES D'EXPLOITATION APPLICABLES AUX FILONS ET AUX AMAS . . . . .	275	31
1 <sup>o</sup> Filons de faible puissance . . . . .	276	31
Méthode par gradins renversés . . . . .	277	32
Méthode par gradins droits . . . . .	278	32
Examen critique des deux méthodes . . . . .	279	32
2 <sup>o</sup> Filons puissants et amas.		
1 <sup>er</sup> Cas : Le gîte fournit des matériaux en quantité suffisante pour remblayer complètement les vides produits par l'exploitation . . . . .	280	33
2 <sup>me</sup> Cas : La quantité de matériaux stériles fournis par l'exploitation est insuffisante pour remblayer les excavations . . . . .	281	33
19 <sup>me</sup> LEÇON.		
§ 3. — MÉTHODES D'EXPLOITATION APPLICABLES AUX GISEMENTS D'ORIGINE SÉDIMENTAIRE ET PLUS SPÉCIALEMENT AUX MINES DE HOUILLE . . . . .	282	31
Méthodes en usage dans le Nord de la France et en Belgique.		
Puissance et allure des couches de houille du Nord de la France . . . . .	283	32



(a). *Exploitation des couches minces.*

	N <sup>o</sup> .	Pages.
Méthode d'exploitation par grandes tailles . . . . .	284	313
Exposé théorique de la méthode. . . . .	285	314
Largeur des tailles . . . . .	286	316
Transport des produits . . . . .	287	316
Aérage. . . . .	288	317
1 <sup>o</sup> Tailles montantes . . . . .	289	317
2 <sup>o</sup> Tailles chassantes . . . . .	290	318
Disposition du travail de l'abatage dans les tailles . . . . .	291	319
Applications pratiques . . . . .	292	321
Discussion des deux systèmes. . . . .	293	321
Remplacement des tailles chassantes par des maintenages dans les veines fort inclinées. — Exploitation par gradins renversés . . . . .	294	322
Exploitation des dressants du Grand Hornu . . . . .	295	323
Exploitation des droits ou dressants de Fléchinelle . . . . .	296	326

20<sup>m</sup>e LEÇON.(b). *Exploitation des couches moyennes.*

Remblayage des tailles à Courrières . . . . .	298	329
Méthodes par piliers et galeries et par longs massifs . . . . .	299	330
Exploitation de la veine Nickel au charbonnage de Bascoup . . . . .	300	330
Méthode par dépilage employée à Bruay . . . . .	302	334

*Exploitation des couches moyennes dans le bassin de la Loire.*

Exploitation par grandes tailles au puits de l'Éparre . . . . .	303	336
Exploitation par longs massifs aux mines de Montrambert . . . . .	304	337
1 <sup>o</sup> Couche des Lattes . . . . .	304	337
2 <sup>o</sup> Première Brûlante . . . . .	305	338
3 <sup>o</sup> Deuxième Brûlante . . . . .	306	339
<i>Exploitation des couches minces et des couches moyennes aux mines de Bessèges.</i>	307	339
<i>Exploitation des couches minces et des couches moyennes en Angleterre . . . . .</i>	309	341
Méthodes par piliers abandonnés et par piliers repris, employées dans le bassin de Newcastle . . . . .	310	341
Méthode Pannel-Works de M. Buddle . . . . .	311	343

21<sup>m</sup>e LEÇON.*Exploitation des couches minces et des couches moyennes en Angleterre (suite).*

Méthode par longues tailles (Long-Work). . . . .	312	344
Méthode du long mur (Long-Wall) . . . . .	313	345

*Exploitation des grandes couches.*

	Page
Distribution géographique des grandes couches de houille . . . . .	315 347
Progrès successifs réalisés jusqu'à ce jour dans l'exploitation des grandes couches .	316 348
Méthodes actuelles. — Principes généraux. — Méthodes avec remblais, méthodes par dépilages partiels . . . . .	317 349
Méthode par piliers longs de Saarbruck . . . . .	318 352
Méthode par panneaux de Kœnigsgrube . . . . .	319 355
Méthode par panneaux de Firminy . . . . .	320 356
Méthode par rabattage de Montrambert . . . . .	321 357
Même méthode à Bézenet . . . . .	322 358
Méthode par tranches inclinées . . . . .	323 359
Considérations sur l'emploi des deux méthodes précédentes. — Cas où il convient de leur substituer la méthode par tranches horizontales . . . . .	325 361
Méthodes par tranches horizontales de Montrambert et de la Béraudière . . . . .	326 362
Application de la méthode par tranches horizontales aux mines de Blanzv . . . . .	327 363

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.







89089725329



B89089725329A

K.F. WENDT LIBRARY  
UW COLLEGE OF ENGR.  
115 N. RANDALL AVENUE  
MILWAUKEE, WI 53706

---

---

ML  
EV7  
1



**K.F. WENDT LIBRARY  
UW COLLEGE OF ENGR.  
215 N. RANDALL AVENUE  
MADISON, WI 53706**



89089725329



b89089725329a