

SE TROUVE À PARIS, chez le C.^{en} COQUEBERT,
rédacteur, rue de Tournon, n.º 1125; et chez le
C.^{en} FUCHS, libraire, hôtel de Cluny, rue des
Mathurins.



JOURNAL
DES MINES.

N.º XLIII.
GERMINAL.

R A P P O R T

FAIT À L'INSTITUT NATIONAL,
*SUR un Mémoire du C.^{en} Baillet, Inspecteur des
mines, relatif à l'exploitation des mines en
masses ou en amas;*

Par le C.^{en} DAR CET, Membre de l'Institut.

P A R M I les divers travaux dont s'occupe avec succès la conférence des mines, l'Institut n'en verra pas sans intérêt un dont nous avons dans ces derniers temps, plus que jamais, reconnu la nécessité, et dont les résultats ne peuvent pas manquer d'être d'une importance majeure pour le bien de la chose publique.

Il s'agit de l'exploitation des mines; mais comme ce sujet pris dans son ensemble présente un plan très-vaste, le conseil a jugé nécessaire de le diviser. Il se propose de le traiter par parties, afin d'attacher à chacune toutes les lumières de détail qu'exige une sage et utile exploitation.

Les mines ne sont pas toutes de la même espèce; la manière de les exploiter varie donc suivant la différence de leur nature, suivant qu'elles sont en masse, en plus ou en moins grande masse, ou qu'elles marchent en filon : et à cet égard, la nature du sol, les lits de pierres ou de terres plus ou moins inclinés, la dureté, la solidité, la consistance des roches ou des terrains, leur élévation au-dessus des vallons voisins, l'eau enfin, dont elles peuvent être plus ou moins pénétrées; mille autres circonstances qui peuvent traverser ou faciliter le travail, en font varier ou changer la méthode d'exploitation.

La partie de la minéralogie qu'on a arrêté de traiter la première, c'est les mines en masse, et le choix n'est pas de hasard; il a été dirigé sur les objets que les arts et la guerre ont rendus de première nécessité, et dont la révolution nous a fait si cruellement sentir le besoin; je veux parler du fer, du cuivre, du plomb et du charbon de terre.

On a donc commencé par rechercher les obstacles qui se rencontrent dans ce genre de travaux; et d'après cet examen, on a passé à l'analyse des moyens adoptés jusqu'ici pour y remédier: cette marche sage et mesurée a fait naître des idées, établi des comparaisons, et fait poser des principes qui serviront de bases aux diverses méthodes qu'on propose. C'est ce premier travail que le C.^{on} Baillet, après l'avoir rédigé avec grand soin, est venu présenter à l'Institut; et si, comme il l'a dit lui-même, on n'ose assurer que ses méthodes soient exemptes d'inconvéniens, du moins paraissent-elles être les meilleures qu'on puisse adopter dans l'état actuel de ce genre d'exploitations.

Lorsque le filon ou la couche n'a pas au-delà

de deux mètres d'épaisseur; lorsque ses parois ne sont pas trop éloignées et qu'elles ont de la solidité; lorsque le massif de la mine a de la consistance et que son inclinaison approche plus ou moins de la verticale, on rencontre alors peu d'obstacles, et s'il s'en présente, il est plus aisé d'y remédier; l'exploitation enfin est plus facile.

Mais si la puissance de la mine passe ces bornes, si ce n'est plus un filon ni des couches, mais un amas d'une épaisseur et d'une étendue indéterminée; si les parois sont très-éloignées; si le massif n'a point de tenacité, alors les obstacles se multiplient à l'infini et deviennent souvent insurmontables; comment suffire à l'énorme quantité de bois qu'il faut pour étayer, ou pour rétablir ce qui est ruiné! comment parer aux éboulemens qui deviennent si fréquens! comment dans une grande et profonde exploitation qui se fait par galeries placées les unes sur les autres, s'assurer d'un juste aplomb dans les piliers! alors les obstacles naissent en foule; la mine qu'on étaye d'un côté va s'écroulant de l'autre, on est forcé de sacrifier en piliers ou en massifs de sûreté le tiers ou la moitié de l'exploitation: l'aérage et l'épuisement des eaux deviennent presque impossibles, et le feu, qui dans les mines de houille pyriteuses prend si souvent dans les parties éboulées ou négligées, excite bientôt un incendie qui se communique à toute la masse; alors il faut tout abandonner.

Tels sont les obstacles qui s'opposent si souvent à ces travaux; et bien grandes sont les dépenses et les difficultés qui se présentent, lorsqu'il s'agit d'y remédier: mais avant d'en chercher les moyens, on a pensé, avec raison, devoir exposer de quelle manière s'exploitent aujourd'hui

Les mines ne sont pas toutes de la même espèce; la manière de les exploiter varie donc suivant la différence de leur nature, suivant qu'elles sont en masse, en plus ou en moins grande masse, ou qu'elles marchent en filon: et à cet égard, la nature du sol, les lits de pierres ou de terres plus ou moins inclinés, la dureté, la solidité, la consistance des roches ou des terrains, leur élévation au-dessus des vallons voisins, l'eau enfin, dont elles peuvent être plus ou moins pénétrées; mille autres circonstances qui peuvent traverser ou faciliter le travail, en font varier ou changer la méthode d'exploitation.

La partie de la minéralogie qu'on a arrêté de traiter la première, c'est les mines en masse, et le choix n'est pas de hasard; il a été dirigé sur les objets que les arts et la guerre ont rendus de première nécessité, et dont la révolution nous a fait si cruellement sentir le besoin; je veux parler du fer, du cuivre, du plomb et du charbon de terre.

On a donc commencé par rechercher les obstacles qui se rencontrent dans ce genre de travaux; et d'après cet examen, on a passé à l'analyse des moyens adoptés jusqu'ici pour y remédier: cette marche sage et mesurée a fait naître des idées, établi des comparaisons, et fait poser des principes qui serviront de bases aux diverses méthodes qu'on propose. C'est ce premier travail que le C.^{te} Baillet, après l'avoir rédigé avec grand soin, est venu présenter à l'Institut; et si, comme il l'a dit lui-même, on n'ose assurer que ses méthodes soient exemptes d'inconvéniens, du moins paraissent-elles être les meilleures qu'on puisse adopter dans l'état actuel de ce genre d'exploitations.

Lorsque le filon ou la couche n'a pas au-delà

de deux mètres d'épaisseur; lorsque ses parois ne sont pas trop éloignées et qu'elles ont de la solidité; lorsque le massif de la mine a de la consistance et que son inclinaison approche plus ou moins de la verticale, on rencontre alors peu d'obstacles, et s'il s'en présente, il est plus aisé d'y remédier; l'exploitation enfin est plus facile.

Mais si la puissance de la mine passe ces bornes, si ce n'est plus un filon ni des couches, mais un amas d'une épaisseur et d'une étendue indéterminée; si les parois sont très-éloignées; si le massif n'a point de tenacité, alors les obstacles se multiplient à l'infini et deviennent souvent insurmontables; comment suffire à l'énorme quantité de bois qu'il faut pour étayer, ou pour rétablir ce qui est ruiné! comment parer aux éboulemens qui deviennent si fréquens! comment dans une grande et profonde exploitation qui se fait par galeries placées les unes sur les autres, s'assurer d'un juste aplomb dans les piliers! alors les obstacles naissent en foule; la mine qu'on étaye d'un côté va s'écroulant de l'autre, on est forcé de sacrifier en piliers ou en massifs de sûreté le tiers ou la moitié de l'exploitation: l'aérage et l'épuisement des eaux deviennent presque impossibles, et le feu, qui dans les mines de houille pyriteuses prend si souvent dans les parties ébouleées ou négligées, excite bientôt un incendie qui se communique à toute la masse; alors il faut tout abandonner.

Tels sont les obstacles qui s'opposent si souvent à ces travaux; et bien grandes sont les dépenses et les difficultés qui se présentent, lorsqu'il s'agit d'y remédier: mais avant d'en chercher les moyens, on a pensé, avec raison, devoir exposer de quelle manière s'exploitent aujourd'hui

les mines de ce genre, tant en France que dans les pays voisins. C'est dans les mines d'alun du pays de Liège, dans celles de calamine du pays de Limbourg, dans les mines en amas de Hongrie, dans les mines de fer, dans celles de houille, dans les ardoisières et les carrières de pierre, que l'auteur va puiser les exemples variés qu'elles présentent; et c'est de l'examen détaillé et de la comparaison des méthodes qu'on y suit, des avantages enfin et des inconvéniens qu'on y trouve, qu'il déduira les principes, et qu'il établira les règles d'une bonne ou d'une meilleure exploitation.

Le premier exemple de ce genre est pris des mines d'alun du pays de Liège: ce sont des couches de schiste alumineux et pyriteux, qui ont de 15 à 20 mètres d'épaisseur, et dont l'inclinaison varie de 80 à 85 centièmes du quart de cercle; elles peuvent donc à raison de leur puissance, être considérées comme des mines en masse; et comme la manière de les exploiter est particulière au pays, on les a jugées dignes d'attention.

On pratique d'abord une fosse d'extraction, qu'on place hors des couches alumineuses du côté du mur; on la prolonge jusqu'à une galerie d'écoulement; car les deux premiers objets qu'on se propose dans toute exploitation de ce genre, qui ne se fait pas à ciel ouvert, c'est l'écoulement des eaux intérieures et la libre circulation de l'air: on parvient à remplir ces conditions, à l'aide des galeries d'écoulement et des puits d'aérage; et si la situation des lieux ne le permet pas, on a recours aux machines hydrauliques et aux machines à feu.

Les premiers travaux commencent par la partie

supérieure et près du jour: on pratique une galerie de traverse qui vient couper les couches alumineuses au mur et se prolonge jusqu'au toit, afin de bien reconnaître la puissance de la mine.

L'exploitation se mène ici de la partie supérieure en descendant: elle se fait par des galeries d'allongement pratiquées le long du mur et qu'on mène jusqu'à 100 mètres, ou tant que la jouissance de l'air peut le permettre; c'est par ces galeries d'allongement qu'on exploite en travers, depuis le mur jusqu'au toit, les couches alumineuses, et que la mine est portée auprès du puits d'extraction.

En même temps qu'on ouvre les traverses, on étaye; une traverse étant finie, on enlève les étais et l'on fait ébouler successivement de droite et de gauche jusqu'à la galerie d'allongement. La deuxième traversée n'est pas plutôt terminée, qu'on recommence une autre; et ce premier niveau fini, on reprend le même travail à six mètres au-dessous.

On donne aux galeries deux mètres de hauteur, et on laisse toujours un massif de quatre mètres entre le ciel de la galerie et le sol des parties supérieures déjà exploitées.

Enfin, à mesure que les entailles transversales sont terminées, on facilite la chute des massifs; on enlève la mine éboulée, et l'on descend successivement à un niveau plus bas.

Cette manière d'exploiter a plusieurs avantages: 1.° les affaissemens des terrains supérieurs ne peuvent jamais être dangereux; l'exploitation se trouve toujours assise sur un sol ferme et neuf; 2.° les eaux qui s'infiltrèrent entre les terres éboulées se réunissent et vont se perdre par la galerie d'écoulement; 3.° cette manière d'exploiter épargne une

grande main-d'œuvre à cause des éboulemens qu'on pratique et qu'on peut évaluer aux deux tiers de la mine; 4.^o le boisage est peu dispendieux, le même bois servant toujours d'un ouvrage à l'autre; 5.^o le puits d'extraction est solide, étant percé hors de la mine, et les ouvriers toujours en sûreté, par conséquent placés sur un sol ferme, ils conduisent les éboulemens à volonté.

Mais il faut dire aussi que cette méthode oblige de laisser une partie de la mine en piliers ou dans le plafond, lorsque la mine n'éboule pas.

Au reste cette méthode, qui est bonne pour les mines d'alun et pour celles dont le minéral est homogène, ne peut pas autant convenir aux mines de houille, parce qu'elles sont toujours mêlées de crains et de failles, et qu'il importe pourtant de les obtenir pures et en gros morceaux.

Ce mémoire est d'ailleurs accompagné d'une carte ou plan qui facilite beaucoup l'intelligence de cette exploitation, et sans lequel il serait difficile de s'en faire une idée nette et précise.

Mines de calamine de Limbourg.

CES mines présentent un autre modèle d'exploitation : c'est une masse de 30 à 35 mètres d'épaisseur sur une longueur de 2 à 300 mètres, avec une profondeur inconnue; les Espagnols, de qui sont les anciens travaux, l'avaient attaquée à tranchée ouverte; ce qu'attestent l'excavation immense qui subsiste, et l'amoncellement des déblais qui en couvrent les bords. Ici le grand talus qu'ils donnaient à l'excavation, les mettait à l'abri des éboulemens; il n'y avait donc alors d'autre inconvénient que l'obligation où l'on était d'extraire et

de porter au dehors les déblais de la mine pauvre et des roches stériles.

Mais aujourd'hui que les travaux se trouvent descendus au-dessous du valon, que les eaux n'ont plus d'écoulement, et que l'extraction à tranchée ouverte n'est plus praticable, il a fallu adopter une autre méthode : on a donc ouvert des puits; on a mené des galeries dans le sens de la longueur de la masse, séparées par des piliers qu'on recoupe ensuite. Enfin lorsqu'on a ainsi exploité un premier niveau, on descend plus bas, et l'on établit une nouvelle exploitation au-dessous de la première, laissant des massifs intermédiaires pour préserver des éboulemens. Aujourd'hui les travaux sont à 40 ou 50 mètres de profondeur, et les épuisemens se font par des machines.

Les désavantages qui se trouvent à l'exploitation actuelle, ce sont les piliers pris sur la masse de la mine même, qu'on est forcé de laisser; et que le mineur est obligé d'ouvrir ses entailles, sans brèche, sur aucune autre face que la face antérieure.

Mais aussi cette méthode permet de trier le minéral dans la mine même, sans s'inquiéter des déblais qu'on y abandonne.

Mines de Hongrie.

LA méthode usitée en Hongrie est l'ouvrage en travers : on mène d'abord une galerie d'allongement sur le mur du filon; on établit même une partie de son entaille sur son sol, afin d'y asseoir plus solidement les canaux pour l'écoulement des eaux, et c'est au bout de cette galerie qu'on attaque le filon.

On place le premier mineur tout à l'extrémité : il entaille le minéral sur une hauteur de deux mètres et sur une largeur de deux à trois. Le second mineur se place en deçà, à la distance de trois entailles du premier : on suit le même ordre pour les trois, quatre, cinq, &c. C'est dans cet ordre qu'ils attaquent le filon et le percent jusqu'au toit. On boise selon le plus ou le moins de solidité de la mine : on enlève le minéral, on trie celui qui est mêlé de roche, et on le dépose sur le côté des traverses.

Ce premier ouvrage achevé, on comble les traverses et on enlève les étais. Les deux premiers mineurs reviennent se placer sur l'intervalle des trois entailles qu'ils ont laissées entre eux ; ils entament la première et la troisième : quant à la seconde, celle du milieu, elle est enlevée immédiatement après, c'est-à-dire la dernière.

Tel est l'ordre qu'on suit dans le travail ; et pendant qu'on exploite ainsi ce premier étage, on prépare le second au-dessus de la même manière ; mais comme la galerie inférieure sert de passage et de roulage pour toute l'exploitation supérieure à la hauteur de 15 à 20 mètres, on la boise avec soin, ou on la muraille selon les cas ; ainsi le minéral des étages supérieurs à la galerie du roulage, y est descendu par des cheminées ou trous de décharge, murillés à sec, ou boisés, qu'on prolonge à mesure que l'exploitation s'élève. Les avantages de cette exploitation sont, 1.° que le mur et le toit ne sont jamais à découvert, que sur une longueur de 2 à 3 mètres dans chaque étage ; 2.° que l'ouvrier est toujours en sûreté par un boisage solide, pendant qu'il excave ; 3.° que les entailles se font avec facilité, la roche étant à

découvert sur trois faces ; savoir l'antérieure, celle de dessous et celle de côté ; 4.° que le boisage s'enlève et vient servir dans les ouvrages supérieurs ; 5.° que tout le minéral est extrait, et qu'on ne laisse rien en piliers.

Exploitation des carrières et ardoisières.

LES carrières de pierre, de marbre et d'ardoise s'exploitent ordinairement à ciel ouvert, à moins qu'elles ne soient profondes, ou qu'elles ne s'enfoncent obliquement sous une montagne élevée ; alors comme il n'est plus possible de déblayer les terres supérieures, il faut bien attaquer ces masses horizontales ou inclinées par des chemins ou galeries, dont la largeur soit proportionnée à la solidité du banc supérieur, qui sert de toit. On a soin de laisser de distance en distance des piliers, dont le nombre, la force et l'épaisseur soient en raison de la hauteur et de l'état du ciel de la carrière.

C'est ainsi que s'exploitent les carrières de Tournai, renommées par l'excellente chaux qu'elles fournissent ; celles de marbre près Namur, les belles carrières de lave près de Volvic et celles de Maestricht, si célèbres par les os fossiles qu'on y trouve, et plus encore par leur prodigieuse étendue.

Exploitation des mines de fer en masse dans différens cantons de France.

LES mines de fer en masse se trouvent dans divers états : elles sont pour l'ordinaire d'alluvion, plus ou moins mélangées de sable et d'argile, tantôt en grains et tantôt aglutinées ; quelquefois

ce sont des masses considérables d'hématite ou roche dure et compacte.

La manière la plus ordinaire de les exploiter, est à ciel ouvert; mais comme l'épuisement des eaux devient très-dispendieux, il en résulte qu'on ne peut pas mener cette exploitation à une certaine profondeur, à cause des frais que les machines exigent et que ce genre de mine ne comporte pas.

Cependant à Poisson, département de la Haute-Marne, on exploite à ciel ouvert à plus de 50 mètres de profondeur; mais ce cas est particulier et tient à l'encaissement solide formé par des assises calcaires, qui s'élèvent perpendiculairement, et forment une vaste excavation, que le minéral a rempli à une profondeur indéterminée. Ici les eaux heureusement s'infiltrant et vont se perdre dans les fentes des couches inférieures.

Les mines de fer en roche s'exploitent aussi très-souvent à ciel ouvert; mais il faut d'abord pourvoir à l'écoulement des eaux.

Lorsque le minéral se trouve en couches épaisses et à de grandes profondeurs, comme dans les départemens du Cher, de la Nièvre, de l'Orne, de l'Eure, des Ardennes, &c. on exploite par fosses et par galeries; mais cela se fait sans surveillance, sans ordre et sans boisage; et lorsque le travail devient ou trop pénible ou trop dispendieux, le mineur l'abandonne, et s'en va ouvrir une fosse nouvelle plus loin; ou si la mine est riche, ou qu'il soit plus hardi, il persiste et pousse l'ouvrage plus avant. L'intérêt du moment est la règle qui le guide: heureux si les éboulemens qui surviennent, souvent même l'ouvrage à peine commencé, le forcent d'y renoncer.

On sent tous les vices de cette exploitation:

d'abord les ouvriers sont dans le danger habituel de perdre la vie; une grande partie du minéral se perd tant en piliers entre les galeries qu'en massifs inexploités, au plafond et au sol.

Mines de houille du Creusot, département de Saône-et-Loire.

LA mine de houille du Creusot est formée d'amas déposés presque verticalement entre des couches de schiste micacé et de grès granitifforme. Elles ont été exploitées, dans le principe, près du jour par un grand nombre de fosses peu profondes; mais on a bientôt senti combien était vicieuse cette exploitation ainsi établie à la surface, lorsqu'il a fallu l'approfondir et aller chercher la houille au-dessous des anciens travaux. L'auteur se propose de faire voir tous les vices des exploitations superficielles; mais voici l'état actuel de celle qui est établie au Creusot.

Aujourd'hui on creuse les puits d'extraction dans la masse même, et on les mène jusqu'au dessous des anciens ouvrages; on établit d'abord une galerie principale, dirigée dans le sens de la longueur de la masse, en laissant un massif de trois mètres au plafond. La hauteur de la galerie est de deux mètres, et sa largeur de près de trois: ensuite on recoupe la mine par des traverses perpendiculaires à la galerie d'allongement, et qui mettent ainsi à découvert le mur et le toit de la masse; enfin, on laisse entre ces galeries transversales, des massifs de trois mètres d'épaisseur.

Ensuite on recoupe ces massifs par de nouvelles traverses parallèles à la grande galerie, à la distance de trois mètres, ce qui forme un échiquier

de piliers de trois mètres carrés, qui restent perdus dans la mine.

Lorsque l'exploitation est finie à ce premier niveau, on descend pour en établir un second à 5 mètres au-dessous de la première; et comme on donne à ces galeries 2 mètres de hauteur, il reste encore un massif de 3 mètres pour le plafond: ajoutez à cette masse la prodigieuse quantité de piliers disposés en quinconce, et qu'on juge de l'énorme quantité de minéral qui échappe ainsi à l'exploitation, et qui, vraisemblablement, sera perdue pour jamais. Cette perte est si considérable, qu'un calcul facile, et qui n'est pas exagéré, la porte aux $\frac{2}{3}$ de la masse totale.

Il y a donc de grands vices dans cette exploitation, qui se pratique ainsi des parties supérieures voisines du jour, et du haut en bas. 1.° Une masse énorme y est abandonnée; 2.° des éboulemens souvent très-étendus qui se communiquent à la surface, les puits mêmes sont bouleversés; 3.° l'infiltration des eaux qui s'accumulent et inondent les travaux; 4.° et ceci est bien plus à craindre, et c'est ce dont la mine du Creusot et tant d'autres mines de charbon, nous offrent beaucoup d'exemples, l'air qui s'y trouve renfermé, échauffé, fait fermenter les débris, les décompose et produit dans l'intérieur de la mine un incendie qui consume tout.

De tous ces exemples que nous venons de citer, d'une bonne et mauvaise exploitation, on a fait un résumé des principes qui pourront donner pour la suite une base plus solide aux différentes méthodes qu'on devra adopter dans chaque espèce de mine qu'il s'agira d'exploiter.

1.° On doit exploiter à ciel ouvert une masse

de minéral, lorsque le banc de terre qui le recouvre est peu épais, et que la masse a peu de profondeur.

2.° On peut exploiter à ciel ouvert, lorsque la masse, à quelque profondeur que ce soit, est encaissée dans un terrain solide, formé par des couches de pierres horizontales, sur-tout si les eaux ont un écoulement facile par les fentes du terrain, ou si elles peuvent être épuisées à l'aide de machines peu dispendieuses.

3.° Dans tous les autres cas, il est plus avantageux d'exploiter par fosses et par galeries.

4.° L'exploitation par fosses peut se faire en commençant par les parties supérieures, lorsque la mine ne contient pas beaucoup de matières étrangères: on pratique des galeries de traverse à côté les unes des autres; on facilite les éboulemens, comme cela s'exécute pour l'exploitation des mines d'alun de Liège.

5.° On peut encore, en faisant des fosses et des galeries, commencer l'exploitation par les parties supérieures, quand ce ne sont que des carrières de matières peu précieuses, et qu'on peut laisser sans perte, beaucoup de piliers épais entre les galeries.

6.° Mais si la masse qu'on veut exploiter a assez de prix, pour qu'il faille l'extraire en entier, il faut l'attaquer de bas en haut par un ouvrage en travers, en ne laissant aucuns piliers, en enlevant les étais et boisages, et en remblayant à mesure les excavations.

Si la mine est peu solide, on suivra la même méthode de l'ouvrage en travers et des remblais; on fera seulement les entailles plus étroites.

Si même la mine n'a pas de tenacité, si l'on

craint qu'elle ne se détache, alors il faut boiser les galeries et les entailles avec du bois blanc de peu de valeur, qu'on laissera dans les remblais, ou bien on substituera au bois, le muraillement à sec, qu'on fera marcher de front avec l'extraction des remblais.

7.° S'il y a du danger que la masse ne descende et ne s'affaisse, on doit, en conservant toujours la méthode de l'ouvrage en travers, laisser des piliers ou des murs de refend, qui s'élèveront depuis le fond du premier étage inférieur, jusqu'au plafond de l'étage où se fait l'extraction; et ces piliers ou refends, toujours à plomb sur eux-mêmes, soutenus par les remblais des étages inférieurs, ne seront jamais à découvert que sur la hauteur de l'étage supérieur, et il sera possible, lorsque l'exploitation générale sera terminée, d'y revenir, une fois que les remblais se seront consolidés; et de pratiquer de nouvelles fosses sur les piliers pour les exploiter.

8.° Il faut placer la fosse hors de la masse, afin de ne point laisser autour d'elle des piliers inexploités, et de ne s'exposer à aucun danger.

9.° Il faut entailler la masse de manière que la brèche soit toujours faite sur deux ou trois faces.

10.° Enfin, il faut attaquer par le bas, en remblayant les excavations, s'élever toujours sur les remblais et laisser monter les eaux successivement.

Ces principes étant posés, l'auteur les applique successivement à trois méthodes générales;

1.° Pour les mines métalliques en masses solides;

2.° Pour les mines métalliques peu solides, telles que les mines de fer par alluvion;

3.°

3.° Pour les mines de houille en masse.

Dans le premier cas, où il s'agit d'exploiter des mines métalliques en masses solides, sans doute il faut adopter l'ouvrage en travers commencé par le fond: il réunit tous les avantages et n'a aucun inconvénient; mais la sûreté du travail exige le remblai des étages inférieurs; et si les ouvrages de la mine ne fournissent pas assez de décombres, il faut se les procurer de dehors, ou par des éboulemens faits à côté et dans des lieux où ils soient faciles et nullement dangereux: dans l'un et l'autre cas, les frais seront toujours au-dessous des avantages de l'exploitation.

S'il s'agit, au contraire, d'exploiter des mines peu solides, l'auteur propose trois cas: 1.° si la masse est épaisse et près du jour, on doit l'exploiter à ciel ouvert; l'excavation se fera donc en talus, afin de prévenir les éboulemens; et les entailles par bancs et par gradins, de manière à permettre que les eaux aillent se réunir dans le bas de l'excavation;

2.° Mais si la masse s'enfoncé à une grande profondeur, alors il faut creuser des puits et pratiquer des galeries; et, 3.° comme ce genre de mines est souvent un mélange de sable, d'argile et de minéral, et qu'on doit tout enlever, il faut pratiquer l'ouvrage en travers, et le commencer par le haut; enfin on facilitera les éboulemens, comme cela se pratique pour les mines d'alun du pays de Liège.

Il est des cas où la mine est à une telle profondeur qu'il n'est pas possible d'enlever les terrains supérieurs; et cependant sa masse peut être assez bornée pour permettre qu'on puisse l'enlever par un seul étage d'exploitation: alors il est plus simple de mener des galeries ceintrées ou boisées de part

et d'autre des puits : on les conduit aussi loin qu'on le peut et que le permettent la libre circulation de l'air et les frais du roulage : ensuite on pratique des galeries perpendiculaires aux précédentes, et on laisse les massifs intermédiaires que l'on vient recouper en dernier lieu.

Mais ce qui vaut mieux encore, c'est de n'exploiter d'abord que des galeries transversales, sans recouper les massifs, et de se réserver d'y revenir par une seconde exploitation, après avoir bien pourvu à la consolidation des fosses et des galeries principales : pour lors, les galeries comblées serviront de piliers à ce second travail. Il importe sur-tout de ne pas abandonner à des ouvriers le soin de la conduite de ces travaux. On courerait risque de perdre de grandes masses de minéral, si l'on ne tenait pas un journal exact des fosses et des piliers abandonnés.

Méthode d'exploitation pour les mines de houille en masse.

D'APRÈS les principes posés jusqu'ici, il est aisé de juger que la meilleure manière d'exploiter ces mines est de bas en haut, et par un ouvrage en travers, en remblayant toujours les excavations inférieures. On extraira tout si la masse a quelque solidité, et si elle est friable, on doit laisser quelques montans de fond ; mais dans les deux cas, point de massifs entre les étages : s'élever toujours sur les déblais, boiser ou murailles selon le besoin, et se conserver la faculté d'exploiter un jour les piliers qu'on aura laissés.

La méthode d'extraire en entier, lorsque la mine est solide, est la même que celle de Hongrie dont nous avons déjà parlé. Le calcul rassure contre

les frais des remblais : fût-on obligé de les apporter du dehors, ils ne peuvent jamais coûter plus de 1 franc 50 centimes par mètre cube de remblais : or 1 mètre cube de mine en produit $1 \frac{1}{2}$ ou 150 myriagrammes (32 quintaux) qui valent sur le carreau de la mine huit à neuf fois autant.

Cette méthode de l'ouvrage en travers demande un boisage solide, soit pour les galeries, soit pour les tailles : on laisse les étais ; ou l'on substitue le muraillement au boisage, si la houille menace d'ébouler ;

Mais comme cette méthode d'exploitation en travers est susceptible de bien des modifications, on a eu soin d'indiquer les moyens qu'il y a à employer pour parer aux accidens divers que les circonstances peuvent faire naître, ce qui établit deux manières d'exploiter différentes ; l'une regarde l'ouvrage en travers avec piliers isolés, montant de fond ; et l'autre avec piliers de refond, toujours montant de fond ; mais comme on ne peut bien entendre ceci qu'avec une extrême attention, et les plans et la carte à la main, nous croyons devoir renvoyer au mémoire même pour juger des détails dans lesquels on y entre sur ce muraillement, sur la manière de l'établir, de le faire solide, sur la force de l'épaisseur qu'il convient de lui donner, sur les remblaiemens enfin qui doivent suivre sans cesser le travail, et l'on sentira qu'en ne mettant à découvert le plafond de chaque étage que par parties, la masse de houille repose sur des appuis solides et ne court jamais risque d'ébouler.

Il résulte de cet ordre dans la conduite des travaux que les piliers montant de fond seront toujours posés d'aplomb, et que les remblais serviront à leur donner plus de force et de solidité ; qu'on ne

sera pas obligé de laisser des massifs intermédiaires entre les étages ; que les crains ou roches qu'on contournera serviront même d'excellens piliers ; qu'en supposant les galeries égales en largeur à la double épaisseur des piliers , on exploitera par cette méthode les $\frac{8}{9}$ de la masse , ou si la masse de la mine était friable au point de ne permettre de donner aux galeries qu'une fois et demie l'épaisseur des piliers , la houille extraite serait encore égale aux $\frac{21}{25}$ de la masse totale : comme au contraire , si la houille a du corps , rien n'empêchera alors de donner aux galeries une largeur proportionnée , et qui sera même aux piliers comme 4 à 1.

Ajoutons que les eaux ne donneront jamais ici beaucoup d'embarras , parce que s'infiltrant tout au travers des remblais , elles s'en iront naturellement dans les puisards. La circulation de l'air ne sera jamais interrompue dans les tailles : on sera toujours le maître , soit en ouvrant ou en bouchant les galeries parallèles , d'en diriger ou d'accélérer à volonté le courant ; soit enfin par un foyer placé dans une fosse d'aérage , ainsi que cela se pratique dans tous les cas.

Il en est de même des murs de refend : on leur donnera plus ou moins d'épaisseur , et on les rapprochera , on les espacera davantage , selon que la mine de houille aura plus ou moins de tenacité.

On a déjà dit que les piliers ou murs de refend ne seront pas perdus : on sera le maître par la suite de revenir , en cas de besoin , à leur exploitation : elle sera d'autant plus facile , qu'on ne sera jamais embarrassé pour les reconnaître , et qu'avec des fosses placées de distance en distance , et des galeries menées dans les décombres que le

temps aura consolidés , on pourra tout extraire sans courir de danger.

Telle est l'importance du Mémoire que nous venons d'analyser ; on ne saurait donc s'occuper trop tôt , soit pour le temps présent , soit pour les temps à venir , de l'exploitation des mines. Si les bois et les forêts se ruinent ou se détruisent , le temps et une sage administration peuvent les rétablir et les reproduire ; mais une mine de houille une fois épuisée , ou , ce qui est le même , ruinée par un mauvais travail , ne se régénère plus : elle est perdue pour jamais , et si elle reste ignorée dans les profondeurs de la terre , c'est comme si elle n'était pas. L'exemple du passé doit donc nous instruire. Jamais , je le répète , on n'a senti le malheur de la dépendance de ses voisins comme dans les diverses circonstances de la révolution , où tous les moyens de défense , le fer , le cuivre , le plomb , le salpêtre même et la houille , tout nous était soustrait ou interdit.

Cependant la France , avec un sol immense par son étendue , riche par sa variété , et non moins assurée des ressources que ce sol resserre dans son sein , que de celles que lui offre sa surface par sa fertilité , s'est vue tout à la fois manquer de tout pour s'être trop reposée sur les ressources qu'elle avait toujours trouvées dans le commerce étranger.

La conférence des mines l'a bien senti ; aussi tourne-t-elle tous ses regards , tous ses soins vers cette branche de nos richesses intérieures , faites autan pour faire prospérer nos arts et notre industrie , que pour assurer notre repos et notre tranquillité. Ses travaux , secondés par ceux de l'institut , ne peuvent pas manquer , sous peu

d'années, d'élever en France la science et l'art d'exploiter les mines, au point de pouvoir, dans le besoin, nous passer de nos voisins, et de n'avoir rien à redouter de nos ennemis.

C'est d'après cet exposé du Mémoire de la conférence des mines, rédigé par le C.^{en} *Baillet*, que nous pensons qu'il est digne de l'approbation et des encouragemens de la classe des sciences physiques et mathématiques de l'institut, et qu'il est à désirer que ce Mémoire soit rendu public, afin d'exciter l'émulation des Français, et porter leurs regards vers ce genre d'industrie, l'une des grandes sources de la prospérité de l'Allemagne et de l'Angleterre.

M É M O I R E ,
ET RAPPORT
FAIT À LA CONFÉRENCE DES MINES,
*Sur l'exploitation des mines en masse ou
en amas ;*

Par le C.^{en} BAILLET, Inspecteur des mines, Commissaire nommé par la Conférence, avec les C.^{ens} DUHAMEL fils, Inspecteur, LAVERRIERE et BLAVIER, Ingénieurs des mines.

§. I.^{er} LA conférence des mines nous a chargés, les C.^{ens} *Duhamel fils*, *Laverriere*, *Blavier* et moi, de lui présenter des observations sur la meilleure manière d'exploiter les mines en masse.

Le premier objet qui s'est présenté à nos recherches a été l'examen des *obstacles* qui se rencontrent dans l'exploitation des mines en masse ; nous avons ensuite passé en revue les moyens adoptés jusqu'ici dans différentes mines pour parer à ces obstacles, et nous en avons apprécié les avantages et les inconvéniens.

Ce travail nous a mis à portée d'établir des *principes généraux* sur lesquels doit être basée une bonne exploitation des mines en masse, et nous en avons conclu diverses méthodes d'extraction applicables à différens cas.

Nous allons suivre la même marche dans ce rapport ; et quoique nous n'osions avancer que les méthodes diverses que nous proposons dans notre conclusion, soient exemptes d'inconvéniens, nous croyons avoir rempli la tâche qui nous était

imposée, parce qu'elles nous paraissent être les meilleures qu'on puisse adopter dans l'état actuel de l'exploitation des mines.

CHAPITRE PREMIER.

DIFFICULTÉS que présente l'exploitation des mines en masse.

§. II. IL est presque toujours facile d'exploiter une couche ou un filon dont l'épaisseur n'excède pas deux mètres, quelle que soit son inclinaison; mais il n'en est pas de même quand sa puissance augmente: les obstacles naissent alors en foule; ils croissent comme l'épaisseur du filon ou de la couche, et souvent même ils suivent une progression plus accélérée. Le boisage devient plus dispendieux: on a beau multiplier les étais, ils cèdent tôt ou tard sous la pression; on les renouvelle, ils cèdent encore: de fréquens éboulemens ont lieu et engloutissent, en pure perte, des tas énormes de minerais qu'il n'est plus possible d'extraire. Ces obstacles, au reste, peuvent être beaucoup modifiés par l'inclinaison de la couche ou du filon et la nature de ses parois; ils sont moindres, quand l'inclinaison approche de la verticale, ils sont plus grands quand elle s'en éloigne; et ils deviennent presque insurmontables, quand les parois du filon et de la couche n'ont point de ténacité.

§. III. MAIS si la puissance de la mine est telle que ce ne soit plus un filon ou une couche; mais un *amas immense*, une *masse* indéterminée de minerais, de nouvelles difficultés se présentent. Il ne suffit plus de proportionner à la pression du terrain la résistance des étais, il faut leur trouver un appui: on ne peut plus s'aider des parois de la

mine, elles sont trop éloignées; il faut chercher, dans la masse même qu'on excave, le moyen d'établir les excavations. Mais c'est ici que la difficulté augmente, lorsqu'on croit l'avoir levée: on est forcé de laisser en piliers une partie du minéral, et cet appui est lui-même insuffisant. Les massifs qu'on a laissés n'ont pas tous un parfait aplomb les uns au-dessus des autres; ils ne peuvent se correspondre avec exactitude, et on conçoit qu'il suffit d'un seul *porte-à-faux* pour entraîner un vaste éboulement. Les piliers eux-mêmes s'écrasent, les étais plient, ils se rompent; les excavations se combent, tout est culbuté, et ce n'est qu'avec de grands frais qu'on peut réparer ce désordre: heureux encore quand on en est quitte pour des réparations. Le plus souvent l'exploitation est ruinée; des fentes et des crevasses se multiplient dans toute la masse, et les eaux s'y infiltrent avec rapidité.

§. IV. IL est d'autres difficultés non moins importantes et dignes d'être remarquées. Les entailles sont plus nombreuses dans les mines en masse, le travail plus pénible, les galeries et les excavations plus vastes; l'aérage moins bon et moins facile. Dans les mines de houille pyriteuses, la houille perdue et éboulée, celle négligée, celle tombée au pied des piliers, s'échauffent, s'enflamment et peuvent communiquer l'incendie à toute la masse.

§. V. QU'OPPOSERONS-NOUS à tant de difficultés? comment surmonter tant d'obstacles?

Avant d'en indiquer les moyens, exposons comment les principales mines en masse de France et des pays voisins sont exploitées. Les mines

d'alun du pays de Liège, les mines de calamine de Limbourg, les mines en amas de Hongrie, les carrières, les mines de fer, les mines de houille de France, nous offrent des exemples assez variés, examinons avec détail les méthodes d'exploitation qui y sont usitées, et essayons d'en reconnaître les avantages et les inconvéniens.

CHAPITRE II.

MÉTODES d'exploitation usitées dans les mines en masse de France et des pays voisins.

1.^o MINES D'ALUN du pays de Liège (1).

§. VI. LES mines d'alun du pays de Liège sont des couches de schistes alumineux et pyriteux, épaisses de 15 à 20 mètres, presque verticales, et dont l'inclinaison varie de $\frac{80}{100}$ du quart de cercle : elles peuvent être, en raison de leur puissance, considérées comme des masses : la manière dont on les exploite mérite quelque attention ; elles est particulière au pays de Liège.

§. VII. ON commence par placer la fosse d'extraction hors des couches alumineuses, et du côté du mur : on l'approfondit, s'il y a lieu, jusqu'à une galerie d'écoulement, puis on pratique, dans la partie supérieure et près du jour, une tranchée ou galerie de traverse, qui vient couper les couches alumineuses au mur : on prolonge cette traverse jusqu'au toit, afin de reconnaître la puissance des couches.

(1) Ces mines ont été décrites dans le n.^o X du Journal des mines.

C'est à ce premier niveau qu'on établit ce qu'on appelle un premier ouvrage : on mène, le long du mur, à droite et à gauche de la première galerie de traverse, des galeries d'allongement ou chemins dans les couches alumineuses : on les prolonge tant que l'air peut le permettre, c'est-à-dire, environ cent mètres de chaque côté.

Ces galeries d'allongement servent alors à exploiter les couches alumineuses en travers, depuis le mur jusqu'au toit, en la manière qui suit :

A l'extrémité de ces galeries d'allongement, on perce, vers le toit, une première traverse et on la boise : on conduit au puits et on élève au jour, la mine que ce travail produit. Lorsque la traverse est parvenue au toit, on enlève les derniers étais qui sont près de ce toit ; on laisse ébouler les parties supérieures des couches alumineuses : on recueille la mine à mesure qu'elle tombe et on la conduit au puits ; on facilite et on étend cet éboulement, en ôtant successivement les bois jusqu'à la galerie d'allongement.

Cette première traverse ainsi exploitée, on en pratique une semblable à côté de la première et parallèlement, en laissant un pilier intermédiaire épais d'un mètre environ ; on la boise de même et on en enlève ensuite les étais pour faciliter les éboulemens supérieurs. Généralement, ces éboulemens se communiquent jusqu'à quatre mètres au-dessus du plafond de la galerie d'allongement et six mètres au-dessus de son sol.

On continue de la même manière à mener des traverses parallèles du mur au toit, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la traverse principale qui part du puits ; alors on a terminé l'exploitation à ce premier niveau : le premier ouvrage est achevé ; il s'agit d'en

entreprendre un second. Pour cela on ouvre dans le puits, six mètres au-dessous de la première galerie de traverse, une deuxième galerie de traverse, haute de deux mètres, qu'on mène jusqu'au toit des couches alumineuses : on pratique ensuite les deux chemins d'allongement sur le mur, et on laisse ainsi un massif de quatre mètres entre le ciel de ces galeries et les parties supérieures exploitées. On exploite ce second ouvrage comme le premier, c'est-à-dire par entailles transversales, menées parallèlement entre elles et successivement du mur au toit, et en facilitant, par l'enlèvement progressif des étais, la chute du massif laissé entre les deux ouvrages; on continue ainsi l'exploitation, toujours de la même manière, et en pratiquant de nouveaux ouvrages de six en six mètres.

§. VIII. ON conçoit que, par cette méthode, des affaissemens doivent avoir lieu et se faire sentir vers la surface. Dans le pays de Liège la crête des couches alumineuses paraît s'être creusée sur toute leur longueur exploitée; les couches calcaires du toit restées en saillies se détachent quelquefois, mais les affaissemens supérieurs n'influent en rien sur l'exploitation, qui est toujours assise sur un sol ferme et inexploité. Quant aux eaux elles filtrent aisément à travers les décombres et les terrains bouleversés, et on s'en inquiète peu, parce qu'elles se versent d'elles-mêmes sur l'arène ou galerie d'écoulement.

§. IX. PLUSIEURS avantages sont attachés à cette manière d'exploiter, 1.^o on économise beaucoup de main d'œuvre, les éboulemens épargnant la peine d'entailler et d'abattre les deux tiers de la mine; 2.^o le boisage est très-peu dispendieux, les mêmes

étais servant sans cesse; 3.^o le puits d'extraction est solide et à l'abri de tout danger; 4.^o les ouvriers sont toujours en sûreté, ils conduisent les éboulemens comme ils veulent; ils les arrêtent ou les excitent, et ils sont toujours sur un plancher ferme que rien ne peut ébranler (1).

§. X. MAIS cette méthode d'exploitation n'est peut-être praticable que dans les mines d'alun et dans celles dont la nature est homogène, et où aucune substance étrangère ne peut se mêler avec les minerais pendant les éboulemens; elle ne peut convenir aux mines de houille presque toujours parsemée de crains et de failles, et qu'il importé beaucoup d'obtenir pure et en gros morceaux.

Planche XXVIII. Les figures 1.^{re} et 2.^{re} représentent les mines d'alun du pays de Liège.

abcd. Couches alumineuses.

ac. Schistes micacés au mur.

bd. Couches calcaires au toit.

e. Fosse d'extraction.

hi, h'i. Anciens travaux qui ont servi à exploiter les parties supérieures.

lmn. Figure 1.^{re}, traverse qui sert à l'exploitation actuelle.

mo. Figure 1.^{re} et 2.^{re}, galerie d'allongement sur le mur.

(1) Cette manière d'exploiter oblige à laisser une partie de la mine qu'il est impossible d'extraire; telle est celle qui reste en piliers entre les travers, ou celle qui reste au plafond et ne peut s'ébouler; mais lorsque par la suite les décombres entassés ont acquis quelque solidité, on vient glaner dans les anciens travaux, on recueille les parties de mine restantes. Ces parties se sont effleurées et attendries; les mineurs liégeois les appellent *terre de vude* ou *vuide*; elles sont plus riches en alun.

- op, op.* Travail en travers du mur au toit.
qr. Éboulement tel qu'il a lieu dans chaque traverse *op*, à mesure qu'on enlève le boisage.
st. Traverses exploitées et éboulées.

Nota. Les mêmes lettres expriment les mêmes objets dans les deux figures.

La première figure est le plan des travaux à la hauteur de la ligne *xy* de la figure 2.^o

La 2.^o figure en est la coupe selon la ligne *uv* de la figure première.

2.^o MINES DE CALAMINE de Limbourg (1).

§. XI. CES mines appelées *mines de Kelmis* ou de la *Vieille-Montagne*, consistent en une masse de calamine épaisse de 30 à 35 mètres, longue de 2 à 300, et d'une profondeur inconnue.

Les Espagnols ont les premiers exploités cette mine, et ils l'ont attaquée à tranchée ouverte, comme l'atteste l'excavation immense qui subsiste aujourd'hui et les déblais qui sont sur ses bords.

Cette méthode a eu des avantages qu'on ne peut méconnaître. On a extrait toute la masse sans laisser aucun pilier : on n'a pas eu de dépense, de boisage et d'épuisement ; le talus des bords a suffi pour empêcher la chute du terrain, et les eaux ont eu un écoulement naturel dans la vallée voisine. Le seul inconvénient a été peut-être l'extraction forcée qu'il a fallu faire des parties de mines peu riches ou des rochers stériles.

Mais cette exploitation, qui s'est faite avec facilité dans le principe, est devenue impraticable

(1) Voyez la description de ces mines dans le n.^o XIII du Journal des mines.

quand la hauteur des bords a excédé 30 mètres, et quand le fond de l'excavation est parvenu au niveau de la vallée.

§. XII. ON a donc abandonné alors la méthode des Espagnols, et on a ouvert des puits dans la masse : on les a d'abord peu approfondis, et on a extrait la mine en menant, dans le sens de la longueur de la masse, plusieurs galeries séparées par des piliers qu'on recoupait ensuite. Lorsqu'on avait exploité de cette manière, à un premier niveau, on approfondissait les puits de quelques mètres de plus, et on ouvrait des galeries d'extraction au-dessous des premières, en laissant un massif intermédiaire suffisant pour prévenir les éboulements.

On exploite depuis long-temps suivant cette méthode ; les travaux se sont de plus en plus approfondis ; ils sont aujourd'hui à 40 ou 50 mètres de profondeur ; deux machines hydrauliques servent à l'épuisement des eaux.

§. XIII. IL était, sans doute, indispensable d'abandonner la méthode des Espagnols quand l'excavation est parvenue au niveau du fond de la vallée : mais la méthode qu'on a employée depuis donne lieu à quelques observations. Elle permet de trier le minéral dans la mine même ; mais aussi une partie de la masse reste en piliers et en massifs, qu'on ne peut extraire. D'ailleurs, le travail se fait toujours d'une manière désavantageuse, le mineur ouvrant ses tailles dans le ferme et sans brèche sur aucune face.

3.^o MINES MÉTALLIQUES en amas, de Hongrie.

§. XIV. LA méthode d'exploitation usitée en Hongrie, dans les mines en amas, est l'ouvrage en

travers, que *Délius* a décrit avec détail dans son Art des mines, tome I.^{er}, page 375 et suiv.

On commence par mener une galerie d'allongement sur le mur du filon : on entaille en partie son sol sur ce mur, afin de pouvoir, par la suite, y placer solidement des canaux de bois pour la conduite des eaux.

C'est au bout de cette galerie d'allongement qu'on attaque le filon.

Un premier mineur, placé à l'extrémité, entaille la masse du minéral, sur une hauteur de 2 mètres et une largeur de 2 à 3. Un deuxième mineur, placé en-deçà, à une distance telle qu'il reste un intervalle de trois entailles entre les deux mineurs, commence la deuxième entaille ; un troisième, un quatrième, un cinquième mineur peuvent de même ouvrir les troisième, quatrième et cinquième entailles, en laissant de même entre eux un espace de trois entailles.

Ces mineurs coupent ainsi le filon en travers et le percent jusqu'au toit. A mesure qu'ils avancent, ils boisent avec soin : on transporte le minéral sur l'allongement, d'où on le conduit au puits ; s'il se trouve mêlé de rocs, on les trie sur place et on les dépose sur les côtés des traverses.

Ainsi (*figure 3*), lorsque la galerie d'allongement *ab*, qui vient du puits, a été menée sur le mur du filon, les mineurs ouvrent les entailles *c*, *d*, *e*, *f*, en laissant entre eux les intervalles *cd*, *de*, *ef*, égaux à trois entailles, et ils traversent le filon jusqu'au toit en *h*.

Ces premiers ouvrages achevés on les comble, en commençant par leur extrémité *h* ; on y porte tous les décombres de la mine et on enlève à mesure les étais.

Lorsque

Lorsque tout est comblé jusqu'à la galerie *ab*, on commence alors les entailles 1 et 3, et quand elles sont exploitées, on les comble comme les premières ; enfin on termine par les entailles du milieu 2.

§. XV. PENDANT qu'on exploite ainsi un premier étage, il faut préparer au-dessus le deuxième étage, et commencer une seconde galerie d'allongement *a'* (*figure 4*), sur le plafond de la première *a*, afin de pouvoir ouvrir ensuite les entailles transversales. On exploite ce deuxième étage comme le premier, avec cette différence seulement que les mineurs sont placés sur les remblais de l'étage inférieur, et que les étais doivent être posés sur des solles —. Les entailles se font et se comblent de la même manière que celles de l'étage *a* ; et on doit préparer l'allongement *a''* du troisième étage pendant qu'on exploite en *a'*.

§. XVI. IL faut observer que la galerie inférieure *a* sert de roulage et de passage pour toute l'excavation supérieure, sur une hauteur de 15 à 20 mètres : elle doit être boisée solidement ; il est même bon de pratiquer une muraille à sec sur le côté de cette galerie, opposée au mur du filon, et d'établir dessus de fortes traverses pour prévenir l'éroulement des décombres.

§. XVII. LE minéral des étages supérieurs parvient à la galerie du roulage par des cheminées ou trous de décharge, qu'on établit de distance en distance, et qu'on prolonge à mesure que l'exploitation s'élève, et qui sont ou murillées à sec ou boisées.

§. XVIII. LES avantages de cette exploitation, appelée ouvrages en travers, seront aisément sentis.

Journ. des mines, Germ. an VI.

L I

1.° Le mur et le toit ne sont jamais à découvert que sur une longueur de 2 à 3 mètres dans chaque étage ; 2.° l'ouvrier se met toujours en sûreté par un boisage solide pendant qu'il excave, et par le comblement quand il a excavé ; 3.° les entailles se font avec facilité , la roche étant à découvert sur deux et même sur trois faces : savoir la face antérieure, celle de dessous et celle de côté ; 4.° le boisage peut toujours s'enlever et servir à l'étalement des étages supérieurs ; 5.° tout le minéral est extrait , et on ne laisse rien en piliers.

4.° *EXPLOITATION des carrières et ardoisières.*

§. XIX. NOUS plaçons ici les ardoisières et les carrières , parce qu'elles se rapprochent des mines en masse et en amas par l'épaisseur et la nature homogène des bancs qu'elles renferment.

On exploite à ciel ouvert l'ardoise , le marbre et la pierre , quand ces matières sont près du jour , recouvertes de bancs de terre peu épais , et quand elles sont en quantité telle qu'elles composent la masse entière du terrain : cette méthode est , dans ce cas , la plus-économique (1).

(1) Les carrières de Tournai peuvent être citées comme modèles de grandes exploitations à ciel ouvert. Ces carrières sont situées à l'est de Tournai , sur les deux rives de l'Escaut ; mais les plus importantes sont sur la rive gauche , entre l'Escaut et la route de Valenciennes.

Elles consistent en couches de pierre calcaire bleue , disposées à-peu-près horizontalement , et néanmoins un peu inclinées au sud et recouvertes de 4 à 8 mètres de terre , de sable et d'anciens déblais : on les exploite à ciel ouvert. Leur profondeur est , dans la partie la plus élevée de la côte , de 37 mètres , dont 17 au-dessus de l'Escaut et 20 au-dessous. L'épuisement des eaux se fait à l'aide de machines à vapeurs. On comptait

§. XX. MAIS si les bancs de marbre , d'ardoise et de pierre , quoique très-épais , sont placés à une grande profondeur , ou s'enfoncent obliquement sous des montagnes élevées , on ne peut plus déblayer les terrains qui les recouvrent pour exploiter à ciel ouvert , il n'est alors qu'un seul moyen d'extraction , c'est d'attaquer en masses horizontales ou inclinées , par galeries ou chemins d'une largeur proportionnée à la solidité du banc supérieur qui sert de toit : on laisse entre ces galeries des piliers épais qu'on recoupe de distance en distance.

Cette exploitation est sûre quand on laisse au toit un banc ferme et solide , et que les piliers sont placés avec ordre , conservés avec soin et d'une épaisseur proportionnée à leur élévation. — Elle est économique : elle n'exige aucun boisage ni aucuns remblais ; il est vrai qu'on laisse en piliers une perte considérable de la masse , mais cette partie est presque nulle ; la matière qu'on extrait dans ces carrières ayant peu de valeur intrinsèque.

§. XXI. C'EST ainsi que s'exploitent depuis long-temps les belles carrières de lave de Volvic , dans le département du Puy-de-Dôme , celle de marbre de Namur , sur le bord de la Meuse , et celles de la montagne de Saint-Pierre , près de Maestrick. Ces dernières , si fameuses d'ailleurs par les

(au commencement de l'an 5) cinq machines à vapeurs sur les carrières de Tournai , et une sixième était en construction.

Pendant quatre à cinq mois d'hiver les travaux sont suspendus et les carrières pleines d'eau ; il faut ordinairement un mois de temps pour les épuiser.

On extrait de ces carrières quelques pierres de taille , des carreaux et entablemens , &c. &c. ; mais en général on y tire beaucoup de moellons pour faire la chaux. La chaux de Tournai est renommée , et s'exporte au loin dans tous les Pays-Bas.

squelettes fossiles qu'on y a trouvés, il y a dix ans, sont célèbres aussi par l'étendue de leurs excavations souterraines. De grandes rues, de vastes galeries hautes et larges de 9 à 10 mètres, percent la montagne à sa base, se coupent et s'entrecroisent, et offrent l'image d'un labyrinthe immense, dont la largeur est de 9 à 12 cents mètres et la longueur de 5 à 6 mille.

5.^o *EXPLOITATION des mines de fer en masse, dans différens cantons de France.*

§. XXII. LES mines de fer en masse sont, en général, des mines d'alluvion, soit en grains détachés, plus ou moins mélangés de sable et d'argile, soit en grains aglutinés et formant une roche solide; quelquefois aussi ces masses sont des amas considérables d'hémathite ou roche dure et compacte.

§. XXIII. LA manière la plus avantageuse de les exploiter est de les attaquer à ciel ouvert, en enlevant d'abord les terrains qui les recouvrent; mais cette méthode n'est praticable qu'à une petite profondeur. L'éboulement des terrains et l'abondance des eaux sont des obstacles qu'on ne pourrait vaincre qu'à grands frais.

On voit cependant (à Poisson, département de la Haute-Marne) des amas de mines en grains, exploités à ciel ouvert, à la profondeur de plus de 5 mètres; mais dans ces mines (1) le minéral est

(1) Les mines de fer de Poisson se trouvent dans une montagne calcaire, à couches horizontales, et sont encaissées dans de vastes excavations, longues et larges de 20 à 30 mètres et d'une profondeur inconnue: on a trouvé, dans une de ces excavations, au milieu du minéral, un pilier isolé, de forme arrondie, composé de couches calcaires, horizontales, semblables à celles de la montagne. Ce pilier était enveloppé de la masse

encaissé dans de vastes excavations, au milieu d'assises calcaires horizontales. Les parois verticales de ces excavations sont des murailles naturelles qui préviennent tout éboulement, et les eaux filtrent et s'écoulent d'elles-mêmes dans les fentes et les joints des couches inférieures. *Voyez la figure 5.*

§. XXIV. QUANT aux amas de mine de fer en roche dure et compacte, on les exploite aussi très-souvent à ciel ouvert; mais une condition essentielle, quand on veut extraire, même à une profondeur moyenne, c'est de pratiquer une tranchée ou une galerie pour l'écoulement des eaux; l'épuisement à l'aide de machines, entraîne des dépenses que ne peut comporter l'exploitation de cette espèce de mines.

§. XXV. LORSQUE le minéral de fer se trouve en couches épaissées à une grande profondeur, comme dans les départemens du Cher, de la Nièvre, de l'Orne, de l'Eure, des Ardennes, &c., alors on exploite par fosses et galeries; mais il s'en faut bien qu'on travaille avec ordre et méthode.

Le mineur n'est astreint à aucune règle; il n'a d'autre guide que son intérêt. Le maître de forges

même du minéral, et l'extraction l'a mis à découvert, sur une hauteur de près de 40 mètres: son diamètre va en croissant par le bas; il est de 2 mètres au sommet et de 3 à 4 au niveau du fond actuel de l'exploitation. La *figure 5* représente la coupe de la montagne et de la mine, et l'aiguille calcaire qui subsiste au milieu. *abcd*, couche calcaire de la montagne; *ef*, excavation qui était remplie de mine qu'on a extraite; *fg*, mine non encore extraite; *hj*, aiguille ou colonne calcaire mise à découvert par l'extraction de la mine; *jk*, pied de cette aiguille, qui s'enfonce dans la mine. — Cette observation singulière sera le sujet d'un mémoire particulier que je me propose de donner sur les mines de fer, sises dans les montagnes calcaires. (*Note du C.^o Baillet.*)

ne le surveille pas , et s'inquiète peu comment il exploite ; il ne lui demande que du minéral. Voici , en général , quelle est cette exploitation vicieuse : Un mineur approfondit une fosse jusqu'à la couche de mine de fer ou jusqu'à la partie riche de la couche. Au bas de la fosse deux galeries en croix , menées en ceintre et sans bois , à quatre ou cinq mètres du puits , sont toute l'excavation que fait le mineur. Si la mine est riche , si elle lui paraît solide et s'il est hardi , il ose s'avancer plus loin ; il pratique au bout de la galerie d'autres galeries perpendiculaires et sans bois ; sans soin pour l'aérage , il extrait ainsi un peu de mine ; s'il vient un peu d'eau , il l'épuise.

Cette exploitation grossière terminée , le mineur va se placer à quelque distance ; il ouvre une nouvelle fosse et exploite de la même manière. Souvent des éboulemens qu'il devrait prévoir , l'obligent à abandonner tout son travail , avant qu'il ait poussé les petites galeries jusqu'au terme ordinaire de 4 à 5 mètres.

§. XXVI. CETTE méthode d'extraction présente deux inconvéniens majeurs : 1.^o elle expose sans cesse la vie des ouvriers ; 2.^o elle fait perdre une partie immense de mine soit en piliers entre les galeries dans chaque fosse , soit en massifs inexploités entre les travaux de chaque fosse , soit au plafond et sur le sol des excavations , quand la masse est plus épaisse que la hauteur ordinaire des galeries.

6.^o MINES DE HOUILLE du Creusot , département de Saone-et-Loire.

§. XXVII. LES mines du Creusot sont des amas de houille informes , déposés presque verticalement entre des couches de schiste micacé et

de grès granitiforme. Elles ont été exploitées , dans le principe , près du jour , par un grand nombre de fosses peu profondes ; mais ce genre d'exploitation n'a pu être de longue durée , il a fallu approfondir les fosses et chercher la houille au-dessous des anciens travaux superficiels : on a reconnu alors , mais trop tard , que le bénéfice momentané que peut procurer dans le principe une exploitation près de la surface , est payé bien cher par la suite , par les frais qu'entraîne l'exploitation des parties inférieures ; mais ce n'est pas ici le lieu de montrer les vices des exploitations superficielles : examinons seulement comment on exploite aujourd'hui les amas de houille du Creusot.

§. XXVII. ON creuse le plus souvent les puits d'extraction dans la masse même , et on les approfondit jusqu'au-dessous des anciens ouvrages. On établit alors à cette profondeur , en laissant un massif de 3 mètres au plafond , une galerie principale dirigée dans le sens de la longueur de la masse haute de 2 mètres , et large de 2 mètres 33 centimètres. On recoupe ensuite la masse de houille par des galeries perpendiculaires à la première , et qui mettent à découvert le mur et le toit de la masse. On laisse entre ces galeries transversales des massifs de 3 mètres.

Enfin , on recoupe ces massifs , en pratiquant deux , trois ou plusieurs galeries parallèles à la première galerie longitudinale , selon que l'épaisseur de la masse le permet , et à la distance réciproque de 3 mètres , de manière qu'il ne reste que des piliers de 3 mètres quarrés , et que l'ouvrage achevé présente en plan l'image d'une sorte d'échiquier ou de quinconce. (*La fig. 6* représente le

plan de ce travail tel qu'il s'exécute au Creusot; *la fig. 7* en représente la coupe.) Quand cette exploitation est achevée à un premier niveau, on descend plus bas; on ouvre, 5 mètres au-dessous, une galerie longitudinale de 2 mètres de hauteur; on perce ensuite des perpendiculaires à cette galerie dans la largeur de la masse; on mène enfin des parallèles à la galerie longitudinale: ces diverses galeries n'ont que 2 mètres de hauteur, ce qui laisse toujours un massif de 3 mètres au plafond entre ces travaux et les travaux supérieurs; elles n'ont que 2 mètres 33 cent. de largeur, et elles sont séparées par des masses de 3 mètres. On laisse ainsi dans la mine une quantité immense de houille.

§. XXIX. UN calcul fort simple suffit pour déterminer quelle est l'étendue de cette perte. Il est clair d'abord que chaque étage d'exploitation n'ayant que 2 mètres de hauteur et les massifs qui les séparent ayant 3 mètres, on perd et on laisse intacts, par cette première distribution, les $\frac{3}{5}$ de la masse; et il est aisé de voir ensuite que dans les $\frac{2}{5}$ restans, dans lesquels on perce les galeries d'exploitation, on laisse encore des piliers en échiquier. Ces piliers, de 3 mètres quarrés, sont entourés de galeries de 2 mètres 33 cent. de largeur, et ils équivalent ainsi au $\frac{1}{3}$ environ de l'étage d'exploitation, ou des $\frac{2}{15}$ de la masse, c'est-à-dire aux $\frac{2}{15}$ de la masse totale. Si nous ajoutons ces $\frac{2}{15}$ aux $\frac{3}{5}$ laissés en massifs intermédiaires entre les étages, nous aurons une perte de $\frac{11}{15}$; d'où il suit qu'aux mines du Creusot, sur 15 parties de houille, on ne peut guères en extraire que quatre, selon la méthode actuelle: on peut même assurer que l'extraction ne s'élève pas à 4 parties sur

15; car les massifs qui entourent les puits d'extraction, les puits intérieurs et les cheminées d'aérage, doivent rester intacts et inexploités. Cet inconvénient est grave. Les mines de houille sont précieuses, elles s'épuisent et ne se reproduisent pas; toute la houille abandonnée dans ces exploitations ou sera perdue pour jamais, ou exigera des frais immenses pour être extraite.

§. XXX. AJOUTEZ à cela que dans cette méthode d'exploiter de haut en bas, les excavations supérieures, qui exigent d'abord peu de bois et peu d'étais, finissent par s'ébouler. Il est impossible que les piliers des étages inférieurs correspondent avec les piliers supérieurs; les massifs intermédiaires empêchent qu'on puisse les placer exactement les uns au-dessous des autres, et il se trouve indispensablement un grand nombre de *porte-à-faux*. Les piliers eux-mêmes s'affaiblissent et s'affaissent; les eaux filtrent et augmentent les difficultés de l'exploitation; souvent les éboulemens intérieurs se communiquent au loin, s'étendent et parviennent jusqu'à la surface; des puits entiers sont bouleversés; et ce qui est plus à craindre, et dont l'exploitation du Creusot offre un fâcheux exemple, la houille détachée des piliers et des plafonds et la houille menue laissée dans la mine, s'échauffent par la décomposition des sulfures de fer, s'enflamment et allument un incendie terrible dans l'intérieur de la mine.

§. XXXI. ON peut pressentir que l'exploitation menée de bas en haut, en conservant des piliers montans du fond, et en remblayant sans cesse les excavations inférieures, aurait moins d'inconvéniens, les éboulemens seraient moins dangereux,

l'extraction plus abondante , et le danger de l'incendie presque nul.

C H A P I T R E I I I .

PRINCIPES généraux sur lesquels peut être établie l'exploitation des mines en masse.

§. XXXII. LES diverses méthodes que nous venons de passer en revue , les inconvéniens qu'elles nous ont présentés et les difficultés que nous avons d'abord reconnues dans l'exploitation des mines en masse , nous mettent à portée d'établir des règles d'après lesquelles l'exploitation des mines en masse doit être dirigée.

§. XXXIII. ON doit exploiter à ciel ouvert une masse de minerai , quand le banc de terre qui le couvre est peu épais et que la masse s'enfonce à une petite profondeur , comme de 20 à 30 mètres.

§. XXXIV. ON peut aussi exploiter à ciel ouvert quand la masse s'enfonce à une grande profondeur , si cette masse est encaissée dans un terrain solide , environné d'assises ou couches de pierres horizontales , et si les eaux ont un écoulement facile , soit dans les fentes mêmes du terrain , soit par une galerie , ou si elles peuvent être épuisées à l'aide de machines peu dispendieuses.

§. XXXV. DANS tous les autres cas , il est plus avantageux d'exploiter par fosses ou galeries.

§. XXXVI. L'EXPLOITATION par fosses et galeries , quand le minerai est de nature homogène et offre peu de matières étrangères à trier ,

peut se faire en commençant par les parties supérieures de la masse , en pratiquant des galeries de traverse à côté les unes des autres , et en facilitant les éboulemens successifs du plafond des galeries , comme cela a lieu dans les mines d'alun du pays de Liège.

§. XXXVII. ON peut aussi , en se servant de fosses et galeries , commencer l'exploitation par le haut , quand la matière qu'on extrait est peu précieuse , et qu'on peut abandonner , sans que ce soit une perte sensible , des piliers épais entre les galeries , et des massifs intermédiaires entre les étages ; mais ce cas ne convient peut-être qu'aux carrières.

§. XXXVIII. Si la masse qu'on veut exploiter a assez de prix pour qu'il faille l'extraire en entier , il faut l'attaquer de bas en haut par un *ouvrage en travers* , en ne laissant aucuns piliers , en enlevant les boisages , et en remblayant sans cesse les excavations inférieures.

Si la mine est peu solide , on emploiera la même méthode de *l'ouvrage en travers* et du *remblai* ; mais il faudra avoir soin de mener les entailles plus étroites.

Si la mine n'a point de ténacité , si on craint qu'elle ne se détache , on boisera les galeries et les entailles avec du bois blanc et de peu de valeur , et on les laissera dans les remblais.

Si le bois est rare et précieux , on pourra lui substituer le muraillement à sec ; mais il faudra le faire marcher de front avec l'extraction et le remblai.

§. XXXIX. S'IL y a du danger que la masse

ne descende et ne s'affaisse en entier, on peut, en conservant toujours la méthode de l'*ouvrage en travers*, laisser des piliers ou des refends qui s'éleveront aplomb depuis le fond du premier étage inférieur jusqu'au plafond de l'étage où se fera l'extraction. Ces piliers ou refends, toujours aplomb sur eux-mêmes, soutenus par les remblais des étages inférieurs, ne seront jamais à découvert que sur la hauteur de l'étage supérieur; et il sera possible, lorsque l'exploitation générale sera terminée, et que les remblais se seront consolidés, de pratiquer des fosses sur les piliers et de les exploiter.

§. XL. EN général il faut placer les fosses hors de la masse, afin de ne pas laisser autour d'elles des piliers inexploités, et de ne les exposer à aucun danger (1).

Il faut entailler la masse de manière que la brèche soit toujours faite sur deux ou trois faces au moins.

Enfin il faut attaquer par le bas, en remblayant les excavations, s'élever sans cesse sur les remblais et laisser monter les eaux successivement.

C H A P I T R E I V.

MÉTODES d'exploitation pour les mines en masse.

§. XLI. IL nous reste maintenant à appliquer ces principes à diverses exploitations: mais comme

(1) Il est peut-être un cas unique où cette règle souffre exception, c'est celui où le terrain qui enveloppe la masse de mines renfermerait des eaux abondantes qu'il serait imprudent d'attirer dans les travaux: mais ce cas, qui est possible, ne s'est peut-être pas encore présenté.

il serait trop long et inutile de donner des détails sur tous les cas qui peuvent se rencontrer, nous nous contenterons d'exposer des méthodes générales,

- 1.° Pour les mines métalliques en masses solides;
- 2.° Pour les mines métalliques, en masses peu solides, telles que les mines de fer d'alluvion;
- 3.° Pour les mines de houille en masse.

1.° MÉTHODE d'exploitation pour les mines métalliques en masses solides.

§. XLII. NOUS ne nous étendrons pas sur la manière d'exploiter les mines métalliques en masses solides. L'*ouvrage en travers*, commencé par le fond et continué en remontant (tel que nous l'avons décrit §. XIV et suivans), est celui qu'il faut adopter; il n'entraîne aucun inconvénient et présente, au contraire, de nombreux et grands avantages.

§. XLIII. NOUS ajouterons ici deux observations importantes.

Première Observation. La sûreté du travail et des ouvriers dépend essentiellement du remblai entier des étages inférieurs. Lorsque les ouvrages ordinaires de la mine ne produisent pas assez de décombres, il faut en chercher ou à la surface si le roc de la mine est trop dur, ou dans la mine même, en pratiquant à quelque distance du toit un éboulement naturel si le roc est peu solide. Dans le premier cas, on fait descendre les décombres dans des tonnes vides, ce qui allège d'autant le minéral qu'on élève, ou par une fosse solide non boisée et plus large en bas qu'en haut, s'il est possible.

Dans le deuxième cas, c'est-à-dire, quand le

roc de la mine est peu solide, on peut mener au-delà du toit une traverse de 25 à 30 mètres, et ouvrir, à quelques mètres de son extrémité, deux traverses en croix longues de 8 à 10 mètres: on enlèvera les angles de cette croix, et on laissera le terrain s'écrouler: l'éboulement ira toujours croissant; on ramassera les décombres et on les portera jusqu'au trou de décharge: cet éboulement peut se faire 20 mètres au-dessus du premier étage ou au niveau du deuxième.

Deuxième Observation. Quand on commence une exploitation par un ouvrage en travers, on voit que le premier étage est toujours assis sur un sol ferme, que l'on charge ensuite de décombres à mesure que l'on s'élève; et le plafond des étages successifs qu'on pratique les uns au-dessus des autres offre toujours un massif en minéral intact, inexploité et solide; mais s'il faut par la suite exploiter dans la profondeur au-dessous des étages exploités et comblés, on conçoit qu'à la fin de cette deuxième exploitation on parviendra (en montant) aux anciens ouvrages, et on ne pourra, sans danger, extraire tout le minéral, si les décombres recouvrent immédiatement le premier sol de l'ancienne exploitation.

Mais quand on prévoit, dès le principe, qu'on devra un jour exploiter dans la profondeur, on prévient tout danger en couvrant le sol de tout l'ouvrage, et même de la galerie d'allongement, avec des bois de cuvelage placés en travers. Ces bois serviront de chapeaux sous lesquels on placera des étais en *sous-œuvre* quand on viendra exploiter le minéral inférieur, en remontant jusqu'aux décombres.

Cette seconde exploitation, faite au-dessous de

la première, se comble de la même manière; et lorsqu'elle est terminée, les décombres qui la remplissent touchant aux décombres supérieurs des anciens travaux, ne forment plus qu'une seule masse de remblais.

2.^o *MÉTHODES d'exploitation pour les mines métalliques en masses peu solides, telles que les minerais d'alluvion.*

§. XLIV. 1.^{re} *Méthode.* Si la mine est en masse épaisse et peu solide, déposée près du jour, on doit l'exploiter à ciel ouvert; et dans ce cas, nous n'avons d'autre règle à prescrire que de laisser aux bords de l'excavation un talus suffisant pour prévenir leur éboulement, et d'entailler la mine par bancs ou gradins de manière à faciliter le travail et à permettre que les eaux se réunissent toutes dans l'entaille la plus basse.

§. XLV. 2.^{re} *Méthode.* MAIS si la masse s'enfoncé à une grande profondeur, il faut creuser des puits et ouvrir des galeries. Comme ces mines sont ordinairement un mélange informe de minéral, d'argile ou de sable, et qu'il faut tout extraire, l'ouvrage en travers commencé par le haut, et les éboulemens successifs tels qu'ils se pratiquent dans les mines d'alun du pays de Liège (*Voyez* ci-dessus §. VI), ne pourraient-ils pas être adoptés avec avantage?

§. XLVI. 3.^{re} *Méthode.* Si la mine (située à une profondeur telle qu'on ne puisse enlever les terrains supérieurs qui la recouvrent) est en amas d'épaisseur bornée, et telle qu'on puisse l'extraire par un seul étage d'exploitation, la méthode la plus simple est de mener des galeries, ou cintrées ou boisées, de part et d'autre du puits, et de

pratiquer ensuite d'autres galeries perpendiculaires, en laissant entre ces dernières des massifs suffisans. La largeur de ces galeries doit être telle qu'on puisse déposer sur un côté les rocs, argiles et terres étrangères que le triage de la mine fournit. On mène ces galeries le plus loin qu'il est possible, et jusqu'à ce qu'il y ait du danger et trop de dépenses de roulage pour s'étendre plu loin. — On peut ensuite, en revenant vers le puits, recouper tous les massifs. Cette exploitation terminée, on place une nouvelle fosse peu loin de la première, et de manière que les galeries de cette fosse aillent rencontrer celles du puits abandonné.

§. XLVII. 4.^e Méthode. MAIS on voit que par cette méthode, quelques soins qu'on apporte à bien diriger les travaux, on laisse en piliers une partie du minéral; il en est une autre qui paraît plus avantageuse, et qui permet de tout extraire: elle consiste à n'exploiter d'abord que les galeries transversales, sans couper les massifs qui les séparent, et à se réserver d'exploiter ces massifs par la suite, quand, au bout de quelques années, un comblement naturel aura rempli les premières galeries. Ainsi, *figure 8*, à l'aide de la fosse d'extraction *a*, et de celle d'aérage *b*, on exploitera les galeries *c, c, c, c*, et on laissera les massifs *d, d, d, d*, &c. On ouvrira ensuite les fosses *a' b'*, et on exploitera de la même manière. On ne devra boiser que les galeries principales *ab* et *a' et b'*; les transversales *cc nn* ne seront pas menées loin, afin de n'exiger aucuns étais.

Au bout de plusieurs années, lorsque des éboulemens naturels auront comblé les galeries *cc, cc, ab, ab'*

d' b', nn, nn, nn, &c. on ouvrira de nouvelles fosses *pp'* si on ne peut se servir des anciennes *a et b'*, et on exploitera alors les massifs *ddd*; les anciennes galeries *cc, nn*, pleines et comblées, serviront de piliers à cette seconde exploitation.

§. XLVIII. CETTE méthode aura de grands avantages si on place les fosses avec soin, et à des distances calculées, si tout est disposé de manière qu'on puisse exploiter par la suite les piliers avec le même ordre et la même facilité que les premières galeries, et si on conserve un plan de travaux;

Mais on risque de perdre de grandes masses si on laisse aux ouvriers le soin de se conduire, et si on ne tient pas exactement un journal des fosses abandonnées et des parties exploitées.

3.^o MÉTHODE D'EXPLOITATION pour les masses de Houille.

§. XLIX. LES principes que nous avons posés, paragraphes XXXVIII et XXXIX, nous fournissent des moyens d'exploitation préférables au mode de travail suivi jusqu'ici dans les masses de houille: ils nous montrent qu'il faut attaquer ces masses de bas en haut, par un ouvrage en travers, et en remblayant sans cesse les excavations inférieures; tout extraire si la masse a quelque solidité, ou laisser quelques piliers montans de fond, si la masse est friable: dans les deux cas, ne laisser aucun massif, entre les étages, s'élever sans cesse sur les déblais; boiser ou murailles, selon le besoin, et se conserver, par une disposition convenable, la faculté d'exploiter un jour les piliers qui auront été laissés.

De ces principes nous déduisons les trois méthodes qui suivent :

PREMIÈRE MÉTHODE.

Ouvrage en travers.

§. L. NOUS venons de dire que quand la masse a quelque solidité, on doit l'extraire en entier, en remblayant les excavations à mesure que l'on s'élève. Cette méthode est la même que celle de Hongrie (paragraphe XIV), et nous n'entrerons pas dans de nouveaux détails : nous observerons seulement que la dépense du remblai ne doit pas effrayer, elle sera toujours beaucoup au-dessous de la valeur de la houille que le remblai doit remplacer ; car en supposant que les travaux intérieurs ne produisent aucuns déblais, et qu'on ne puisse pratiquer aucun éboulement à quelque distance du toit, et en admettant aussi qu'il faudra extraire la terre du remblai à la surface, la rouler jusqu'à l'ouverture du puits, l'y jeter, la conduire ensuite depuis le fond du puits jusqu'au lieu du remblaiement, il est aisé de calculer que cette diverse main-d'œuvre ne s'élèvera pas à plus de 1 franc 5 décimes par mètre cube de remblai ; or, un mètre cube de houille dans la mine, produit environ 1 $\frac{1}{2}$ mètre cube, et pèse à-peu-près 150 myriagrammes (32 quintaux) qui valent ordinairement, sur le carreau de la mine, huit à neuf fois autant que la dépense du remblai.

Nous ajouterons que cette méthode de l'ouvrage en travers exige qu'on étaye les galeries ou les tailles par un boisage solide, qu'on laisse les étais quand la houille menace de s'ébouler. On pourrait en certains cas substituer le muraillement au boisage.

§. LI. LA construction des murailles sèches n'entraînerait aucunes difficultés : il serait facile d'établir sur le sol ferme du premier étage d'exploitation, en travers de la masse, et sur le côté des entailles, des murailles épaisses de 7 à 8 décimètres, et distantes réciproquement de 2 à 3 mètres. Ces murailles se construiraient à mesure que les entailles avanceraient : elles s'élèveraient jusqu'au plafond : on remblairait leurs intervalles, et comme il serait aisé de chasser des coins entre leur partie supérieure et la masse, et même de les recouvrir de pièces de cavelage placées en travers, on voit que la masse serait appuyée solidement, et qu'on n'aurait à craindre aucun affaissement (1) : quand on travaillerait ensuite dans un étage supérieur, il suffirait d'exhausser les murailles successivement et par partie, et de remblayer de même les vides intermédiaires. Cette exploitation sera à l'abri de tout danger et de tout éboulement quand elle sera conduite avec soin, quand on ne mettra le plafond de chaque étage à découvert que par portions peu étendues, et quand on laissera ainsi la masse de houille constamment reposée sur des appuis solides.

§. LII. LA méthode de l'exploitation en travers est susceptible de diverses modifications, selon le plus ou le moins de solidité de la houille. On peut, si l'on craint l'affaissement de la masse, laisser quelques massifs intacts, les faire monter de fond, remblayer de même au tour de ces massifs, et s'élever sans cesse sur les déblais.

(1) Les entailles étant faites parallèlement entre elles et successivement, il ne faut compter qu'un seul mur pour chaque entaille, le mur de droite de la première devenant le mur de gauche de la deuxième, et ainsi de suite.

Ces massifs peuvent être ou des piliers isolés, ou des piliers de refend du mur à ce toit, ce qui fournit deux méthodes nouvelles qui n'ont point encore été exécutées dans aucune mine. Nous pensons qu'elles seraient suivies du succès, et nous allons les décrire avec assez de détails pour qu'on ne puisse être arrêté par aucune difficulté importante.

DEUXIÈME MÉTHODE.

Ouvrage en travers, avec piliers isolés montant de fond.

§. LIII. SOIT (*fig. 9 et 10*) une fosse d'extraction *a* hors de la masse de houille *h.h.h.h.*

Au niveau *b, b.* (*fig. 10*) ou tout autre, mais mieux au plus bas possible, on ouvre la galerie *bc*, on la conduit jusqu'au toit de la masse; puis on mène sur le mur, s'il est bien réglé, ou dans le milieu de la masse, si le mur n'est pas réglé, les galeries longitudinales *lx* (*fig. 9*). On perce en travers les galeries perpendiculaires *p, z*, et on recoupe enfin tous les massifs *r, r* qui séparent ces galeries de manière à ne laisser que des piliers *q, q, q, q*. C'est par les extrémités *t* qu'on doit commencer cet ouvrage en travers; et à mesure qu'il s'avance, on comble le vide que la houille occupait, comme on le voit en *KKK*. Ce remblai peut permettre l'enlèvement des bois, si la masse de houille a quelque solidité, mais, dans le cas contraire, il faudra laisser le boisage en tout ou en partie.

Ce premier étage exploité, on opère comme dans la méthode (parag. XV). On s'établit immédiatement au-dessus par les remblais *o.o.o.* (*fig. 9*), et sans massifs intermédiaires: on mène des galeries semblables à celles *lx* et *pz*: on laisse des piliers

aplomb sur les premiers, et qui en sont le prolongement: comme l'ouvrier voit les piliers inférieurs à découvert, il peut très-facilement donner au prolongement de ces mêmes piliers, dans l'étage supérieur, l'alignement et l'aplomb nécessaires. Il soutient ses galeries en plaçant les étais sur des solles posées sur les remblais, si le boisage inférieur est enlevé, ou sur les chapeaux de ce boisage, s'il est resté.

§. LIV. ON voit (*fig. 10.*) que les travaux en continuant à s'élever, et les vides inférieurs étant successivement comblés, les piliers se prolongeront aplomb depuis le fond de la mine; et ces colonnes souterraines *s, t*, dont l'épaisseur deviendrait, sans doute, trop faible en raison de leur hauteur si elles restaient isolées, conserveront néanmoins assez de force, parce qu'elles seront soutenues en tout sens par le remblai *m m m*, et ne seront à nud qu'à leur portée supérieure, sur une hauteur égale à celle du dernier étage.

§. LV. ON exploitera ainsi toute la masse, à l'exception des crains ou rochers que l'on contournera, et qui resteront eux-mêmes comme piliers. En supposant les galeries égales, en largeur, à la double épaisseur des piliers, il est aisé de calculer qu'on exploiterait, par cette méthode, les $\frac{3}{7}$ de la masse (1).

Si la houille, trop friable et trop peu tenace, ne permettrait de donner aux galeries qu'une fois et demie l'épaisseur des piliers, la houille extraite serait égale aux $\frac{21}{25}$ de la masse totale, ou aux $\frac{4}{5}$ environ.

(1) Le pilier offre en plan, dans ce cas, un carré = 1 dans un carré qui a 3 pour côté.

LVI. DANS cette méthode, les eaux coûteront peu de dépenses; elles couleront naturellement au travers des remblais, vers le puisard: on les laissera même s'élever et occuper la partie inférieure aux travaux en activité; et il n'y aura point d'inconvénient qu'elles montent jusqu'au-dessous de l'étage en extraction. L'air pourra circuler librement dans les tailles; les galeries parallèles, bouchées ou ouvertes à propos, serviront à diriger le courant comme on le désirera, et on pourra accélérer sa vitesse à l'aide d'un foyer placé dans une fosse d'aérage, comme cela se pratique dans tous les cas. — Quant au remblai, il est aisé de prévoir que les travaux de la mine, les recherches, les ouvrages dans le roc, ne produiront pas assez de décombres pour remplir les vides laissés par l'extraction; il faudra donc en prendre ou à la surface même, ou exciter, à quelque distance du toit, un éboulement qui en produise (ainsi qu'on l'a dit, §. XLII). Le terrain qui accompagne la houille est ordinairement un schiste plus ou moins dur, qui se délite aisément. Il serait facile de mener (dix étages au-dessous du premier qui est le plus bas) une galerie au toit 1, 2 (*figure 9 et 10*), longue de 30 à 40 mètres: on pratiquerait, à son extrémité, la croix 3, 4; et à mesure que l'éboulement aurait lieu, on conduirait les terres et les pierres dans les trous de décharge, qui les verseraient au niveau de l'étage en extraction qu'il s'agirait de combler.

On aura soin, pour que cette exploitation (comme celle suivant la 1.^{re} méthode, §. L,) ne nuise en rien aux exploitations futures qui pourront se faire au-dessus d'elle, de placer, dans le principe, des bois de cuvelage sur le sol

du premier étage, ainsi que nous avons dit que cela devait se pratiquer dans l'ouvrage en travers (§. XLII).

TROISIÈME MÉTHODE.

Piliers de refend montant de fond.

§. LVII. Au lieu de recouper les massifs *rrrr* (*figure 9*), qui séparent les galeries transversales de manière à laisser des piliers (en quinconce ou en échiquier), comme il vient d'être dit, on peut en conserver quelques-uns d'entiers et enlever les autres. Ces massifs transversaux serviront de refends qui soutiendront en même temps la masse supérieure de houille, et arc-bouteront l'une contre l'autre les parois entre lesquelles elle est encaissée.

Ainsi (*fig. 11 et 12*), *h, h, h, h*, est la masse de houille; *aa', aa'*, *aa', aa'* sont les piliers de refend, vus en place; et *bb'*, l'un de ces piliers, vu en élévation.

On pourra donner, dans tous les cas, et quel que soit le degré de solidité de la masse, une épaisseur constante à ces piliers, et comme de 2 à 3 mètres; mais leur distance devra varier selon qu'on aura plus à craindre les éboulemens de la houille et les affaissemens de la masse: entrons dans quelques détails.

§. LVIII. 1.^{re} Cas. Si la houille a quelque ténacité, on pourra donner aux intervalles des piliers une largeur qui sera à celle de ces piliers, comme 4 est à 1, ou comme 3 est à 1; ce qui produira une extraction égale aux $\frac{4}{5}$ ou aux $\frac{3}{4}$ de la masse. Ces intervalles seront exploités par une seule chambre ou taille, menée soit par plusieurs ouvriers de front en *oo* (*fig. 11*), soit par plusieurs

ouvriers placés en retraite ou en stross en *eeee* (*fig. 11*), soit par galeries successivement remblayées. On étaiera avec soin ces chambres ou tailles, à l'aide d'un boisage provisoire; on enlèvera ensuite les étais quand on remblayera; et il sera même bon, pour assurer la solidité de la masse et celle des travaux, de remplacer ces étais par des murs en pierre sèche, d'un mètre d'épaisseur, et distans d'un à deux mètres, et recouverts de pièces de cuvelage transversales pour porter le plafond, ainsi que ceux que nous avons déjà proposés. On voit ces murs en *z*, *x* et *y*, *t* (*fig. 11*).

§. LIX. 2.^e Cas. Si la houille est friable et presque sans aucune tenue, on conçoit qu'il faut renoncer à l'avantage de mener des chambres de 9 à 10 mètres de largeur; la prudence exige qu'on exploite par tailles moins étendues, et même par galeries qui soient larges au plus de 15 à 20 décimètres; qu'on ne pousse pas à la fois deux galeries immédiatement voisines; enfin, que les piliers de refend soient moins éloignés, et séparés seulement par trois épaisseurs de galeries. Le muraillement est aussi plus nécessaire que dans le cas précédent; on pourrait l'exécuter ainsi qu'il suit: 1.^o Pousser une galerie *p, p*, (*figure 11*), large de deux mètres, à côté d'un pilier de refend *k* et *y*; construire, du côté opposé au pilier, une muraille *q q*, épaisse d'un mètre; puis, quand la galerie et cette muraille seront achevées, remblayer le vide restant *s*. 2.^o Ouvrir ensuite une deuxième galerie *P' P'*, large aussi de deux mètres, à côté de la première, et y construire aussi une muraille épaisse d'un mètre; enfin, remblayer aussi le vide restant. 3.^o Ouvrir une troisième galerie *p''*, large seulement d'un mètre, entre la muraille *q'* et le pilier *K'* qu'il faut réserver, et la remblayer.

§. LX. NOUS croyons inutile de faire remarquer que, pour empêcher les piliers de perdre leur forme, de s'affaiblir et de s'ébouler, il convient de les revêtir, soit de murs appliqués sur leurs faces, soit de fascines ou de quelques boisages: au reste, les craintes des éboulemens ne seront qu'instantanées; et ces murs ou boisages ne serviront que jusqu'au moment du remblai.

§. LXI. L'EXPLOITATION étant terminée à un premier étage, les massifs restans du mur au toit seront consolidés par le remblai, et le plafond des excavations sera soutenu et par ces massifs mêmes, et par les pièces de cuvelage ou chapeaux placés en travers sur les murailles.

On pratiquera alors, au-dessus des remblais, un deuxième étage d'exploitation semblable au premier.

On enlèvera, à mesure qu'on exploitera, les chapeaux des travaux inférieurs; on laissera, dans la masse de houille, de nouveaux piliers immédiatement aplomb sur les premiers. On continuera aussi les murailles, on les exhaussera jusqu'au haut du deuxième étage, et on les recouvrira des mêmes chapeaux pour soutenir le nouveau plafond.

§. LXII. IL est bon d'observer ici, que (pour ne pas perdre l'avantage des massifs, ou refends de houille, lequel consiste principalement à faire porter l'un sur l'autre le mur et le toit de la masse de houille) il convient que la galerie longitudinale, menée dans la masse, au niveau de chaque étage, alterne de côté, et ne soit pas toujours immédiatement au-dessus de la même galerie inférieure, et qu'ainsi les massifs ou piliers de refend ne soient pas coupés dans toute leur hauteur: on pourra faire alterner ces galeries de côté, de deux

en deux étages , ainsi qu'on le voit dans la coupe transversale de la masse. *Fig. 12.*

§. LXIII. IL serait superflu de donner de plus amples détails sur les méthodes que nous venons de proposer , nous pensons qu'elles présenteront peu de difficultés réelles dans leur exécution.

On objectera , sans doute , que le remblai entraînera de grandes dépenses , que le muraillement sera long à construire , et que la main-d'œuvre sera , en général , plus gênée et moins facile. — Nous répondrons aux gens sans prévention , et à tous ceux qui desireront de bonne foi l'amélioration de l'art : 1.° quant à la dépense du remblai , calculez , ainsi que nous l'avons indiqué (§. L) , et assurez-vous que cette dépense est payée avec usure par la houille que l'on extrait , et qu'il faudrait laisser enfouie sans ce moyen. 2.° Quant au muraillement , calculez encore ; comparez la dépense des murailles à celle du boisage , dépense qui doit varier selon les localités : mettez en balance l'extraction , la conduite et la pose de la pierre , avec le prix et la pose du bois , et faites entrer en compte la valeur de la houille. 3.° Quant à la difficulté de l'exploitation , nous pouvons avancer qu'on n'aura pas plutôt commencé à exécuter l'une ou l'autre des méthodes que nous proposons , que les difficultés s'aplaniront , et la pratique inventera tous les moyens accessoires que nous n'avons pu indiquer.

§. LXIV. AU reste , il faut remarquer cet avantage bien important que présentent la 2.° et la 3.° méthode ci-dessus , par *pilliers isolés* , ou par *refends* transversaux montant de fond : c'est que ces pilliers et ces refends ne sont pas ensevelis et perdus pour toujours. Les mineurs

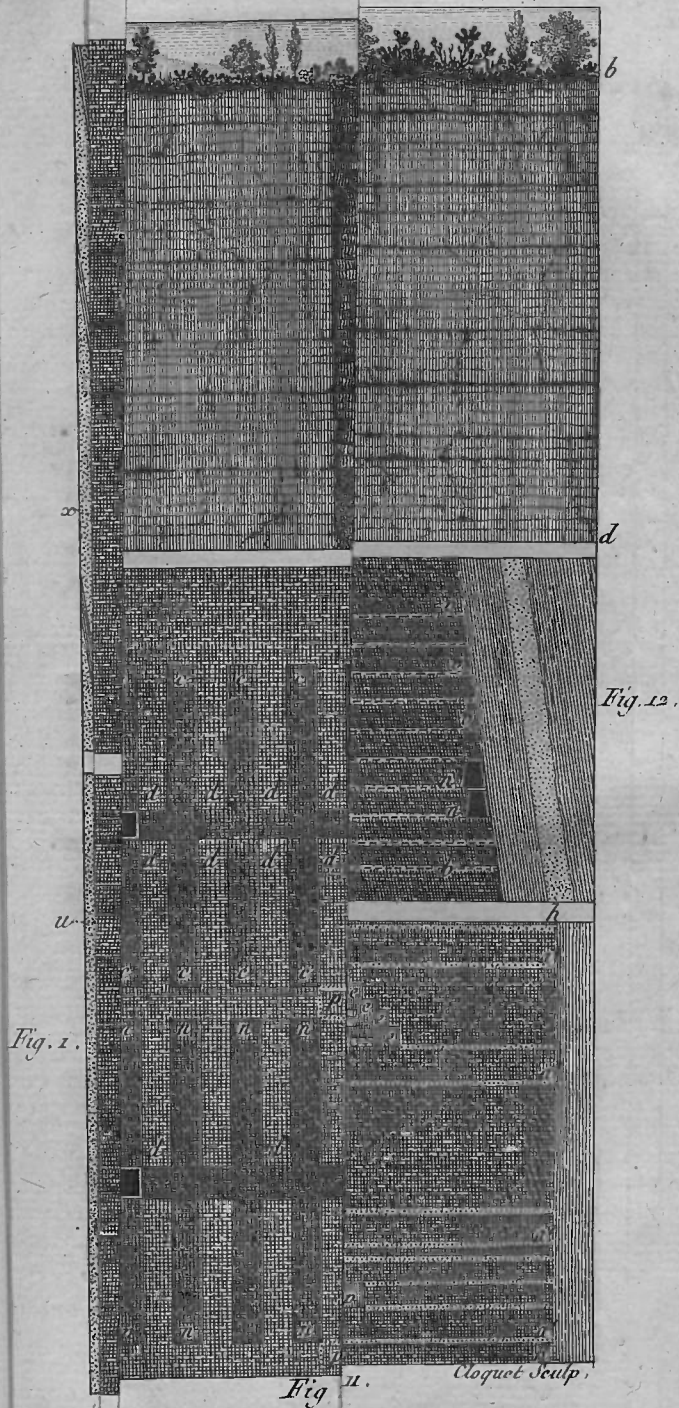
savent qu'il est peu d'exploitations où , après avoir enlevé d'abord tout ce qu'on a pu enlever par une méthode quelconque , plus ou moins régulière , on ne se trouve à la fin trop heureux de repasser à travers d'anciens ouvrages , et d'aller chercher , au hasard , quelques faibles piliers de minéral dont on ignore presque toujours la position. Mais alors , que d'erreurs , que de travaux inutiles ! que d'accidens à craindre ! Les méthodes que nous proposons seront exemptes de ces inconvéniens ; les massifs seront toujours connus , leur épaisseur et leur situation constantes. Il ne sera pas nécessaire d'approfondir une fosse sur chacun de ces massifs ; on pourra les communiquer plusieurs ensemble , à l'aide de galeries dans les décombres entassés autour d'eux , et à travers lesquels on pourra s'avancer sans danger , parce qu'ils auront acquis , par le temps , une solidité et une consistance suffisantes. Cette deuxième exploitation ne sera donc pas à négliger , quand la mine entière aura été exploitée ; elle sera le complément de la première.

§. LXV. TERMINONS ce que nous avons à dire sur l'exploitation des mines en masse , par une observation bien importante , et qui doit nous rendre avertis des mines de houille. Les bois deviennent rares , mais ils peuvent croître ; une révolution de cinquante années suffit pour les renouveler. Il n'en est pas de même des mines de houille : ces dépôts souterrains de combustibles ne se forment plus , et ne peuvent se reproduire. Économisons donc , pour l'avenir , nos richesses en ce genre ; ménageons-les ; exploitons avec art , extrayons tout ; et gardons-nous d'avancer , par des travaux mal ordonnés , le terme plus ou moins éloigné où ces mines seront épuisées pour nous et n'existeront plus.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE XXVIII.

- Fig. 1 et 2. Plan et coupe d'une exploitation de mine d'alun dans le pays de Liège. Voyez les paragraphes 6, 7, 8, 9 et 10.
- Fig. 3 et 4. Plan et coupe d'une exploitation de mine en amas et en filon puissant, telle qu'elle se pratique en Hongrie. Voyez les paragraphes 14, 15 et 16.
- Fig. 5. Coupe verticale d'une exploitation de mines de fer dans le département de la Haute-Marne. Voyez le paragraphe 23, et la note qui y correspond.
- Fig. 6. Plan de l'exploitation de la mine de houille du Creuzot.
- Fig. 7. Coupe en travers de cette exploitation.
a. Fosse d'extraction.
bc. Galeries longitudinales larges de 2 mètres 33 c.
de. Galeries transversales de même largeur.
f, f, f. Massifs de trois mètres carrés, disposés en forme d'échiquier.
g, g, g. Massifs épais de trois mètres intermédiaires entre les étages d'exploitation. Voyez les paragraphes 28, 29 et 30.
- Fig. 8. Plan d'une exploitation régulière de mine de houille. Voyez le paragraphe 47.
- Fig. 9. Plan d'une exploitation de mine de houille en masse, avec *piliers isolés montant de fond*. Ce plan est pris au niveau 6, 1, 2 de la fig. 10.
- Fig. 10. Coupe en travers sur la ligne *a, 1, 2* de la fig. 9. Voyez les paragraphes 53 et 54.
- Fig. 11. Plan d'une exploitation de mine de houille en masse, avec *piliers de refend montant de fond*.
hhh Masse de houille. *gr* Galerie venant du puits.
ll Galerie d'allongement sur le mur de la masse de houille. Voyez les paragraphes 57 à 62.
- Fig. 12. *b, b'* Coupe verticale et transversale de la masse de houille, prise en avant d'un des piliers *a, a', a'* fig. 11. *lm* Galerie venant du puits. *m* et *m'* Galeries d'allongement près du mur de la masse. *n* et *n'* Galeries semblables près du toit. *vvvvv* Lignes ponctuées qui indiquent les différens étages d'exploitation.



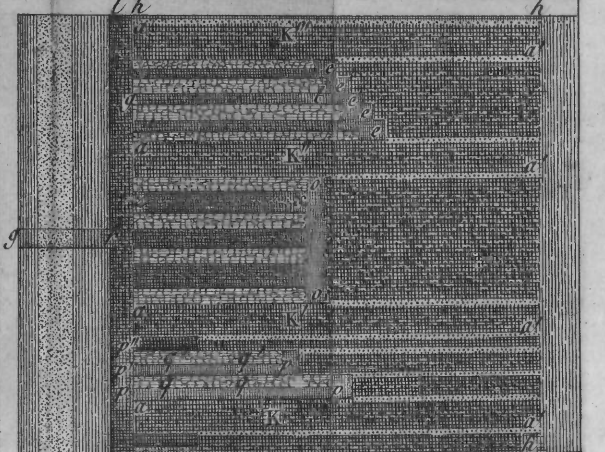
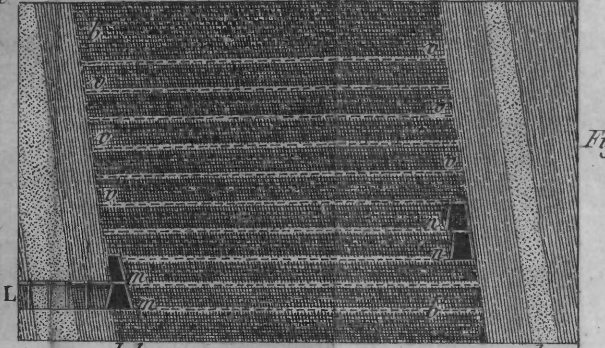
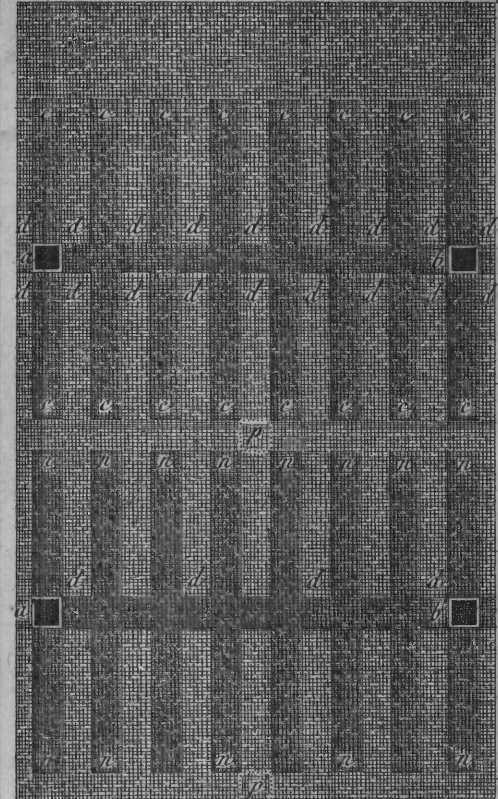
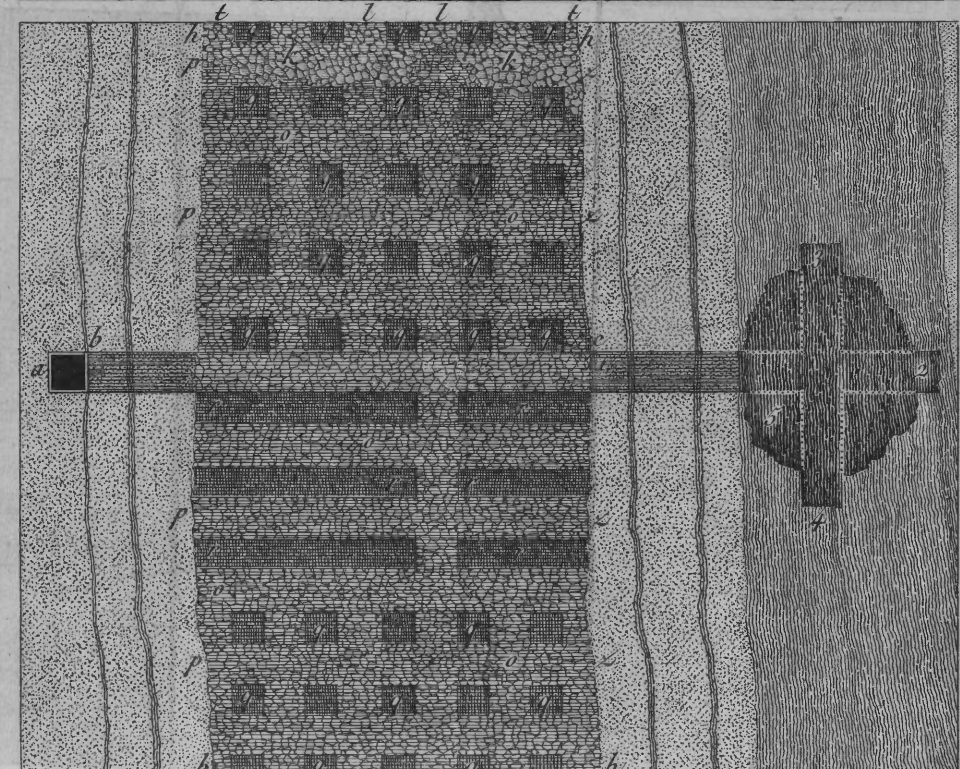
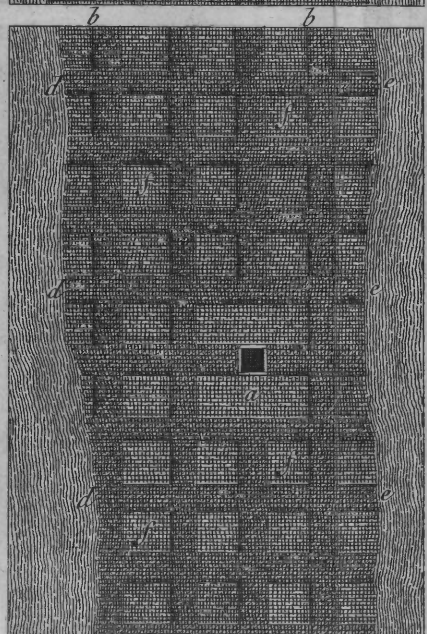
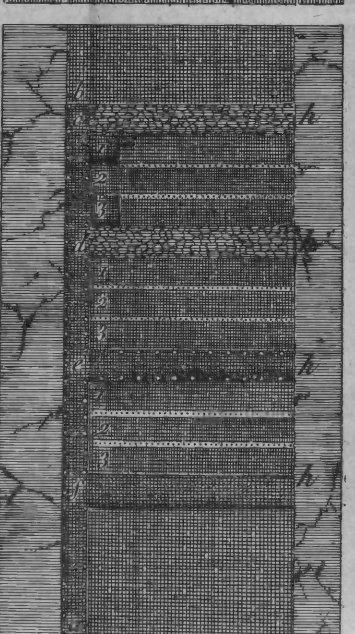
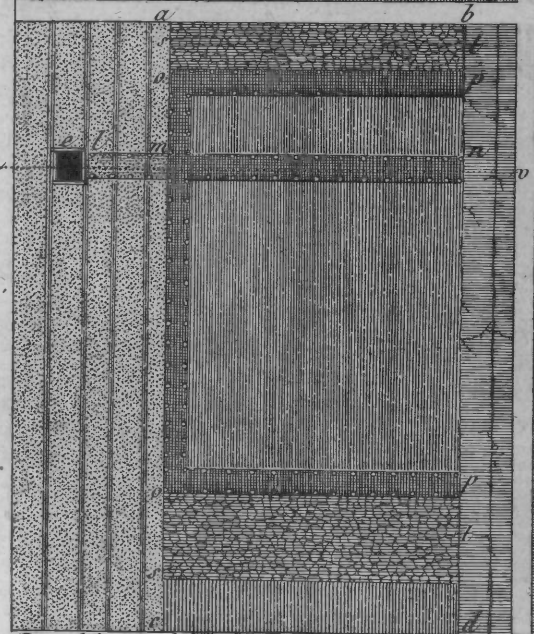
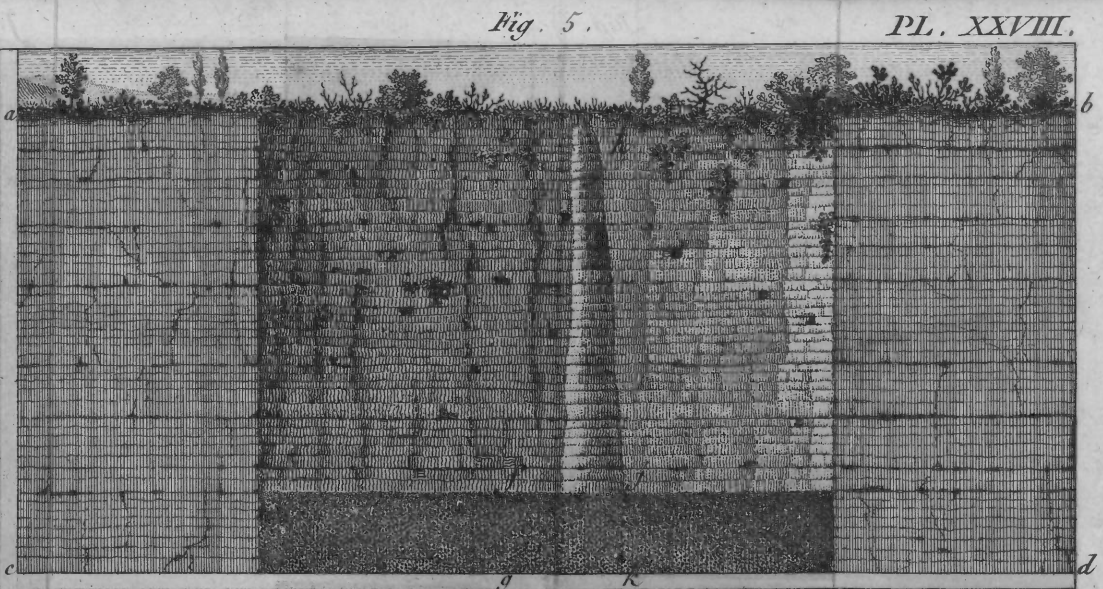
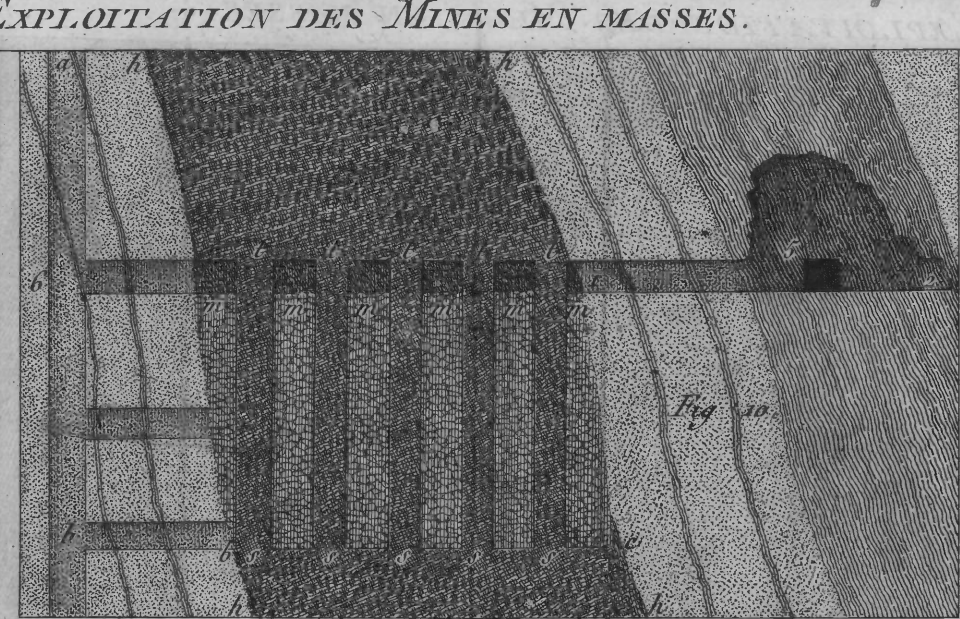
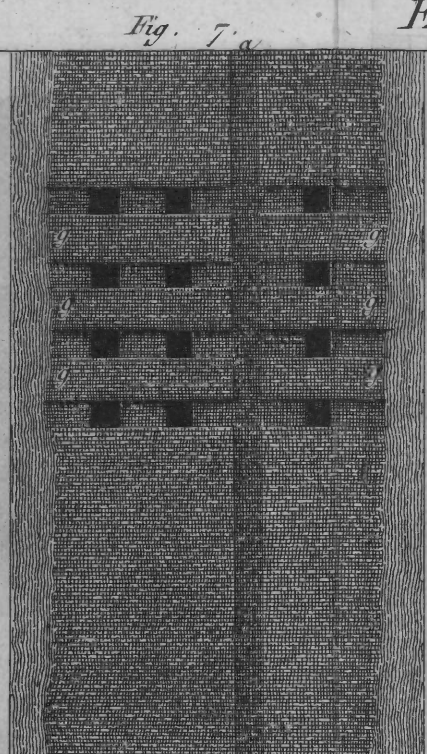
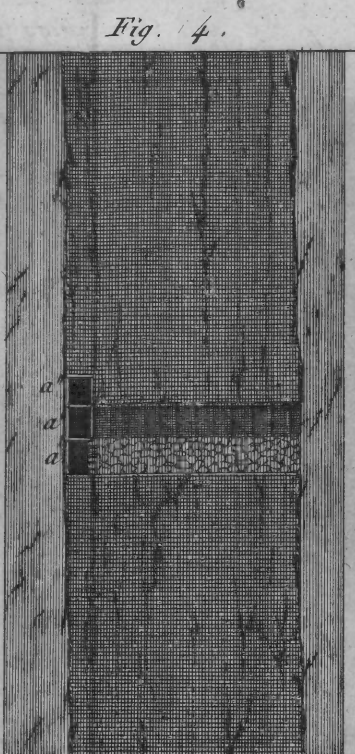
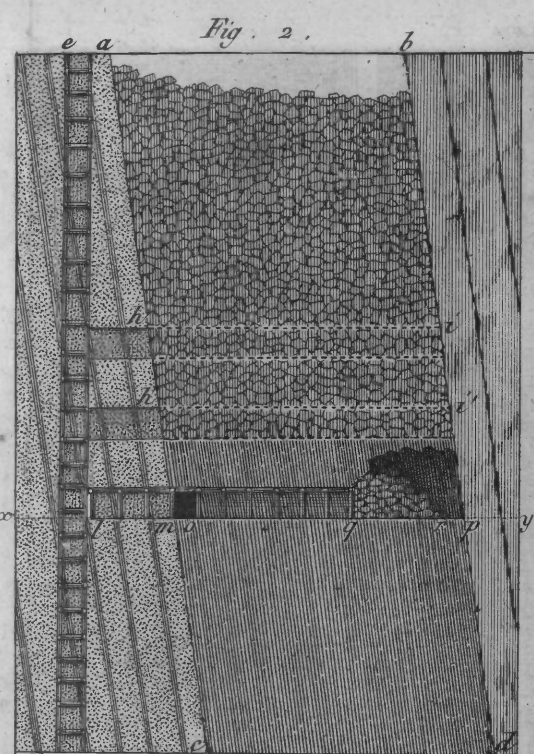


Fig. 3.

Fig. 6.

Fig. 9.

Fig. 8.

Fig. 11.