

ANNALES DES MINES,

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES
SUR L'EXPLOITATION DES MINES,
Et sur les Sciences qui s'y rapportent ;

RÉDIGÉES PAR LE CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES ;

Publiées sous l'autorisation du PAIR DE FRANCE, Conseiller d'État,
Directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines.

TOME PREMIER.

ANNÉE 1816.

A PARIS,

CHEZ TREUTTEL et WURTZ, Libraires, rue de Bourbon,
N^o. 17; et même Maison de commerce,
A LONDRES, 50 Soho-Square; et à STRASBOURG, rue des
Serruriers, N^o. 5.

1817.

AVERTISSEMENT.

LE *Journal des Mines*, dont trente-huit volumes ont été publiés successivement par l'Administration des Mines depuis 1795, jusques et compris 1815, a cessé de paraître au commencement de 1816. Vers la fin de cette même année, S. E. le ministre de l'Intérieur a bien voulu, sur la demande qui lui en a été faite par M. le Directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, autoriser la publication d'un volume de mémoires relatifs à l'art des mines ou aux sciences qui y ont rapport. M. le Directeur-général a chargé le Conseil-général des mines de la réunion des matériaux de ce recueil, et a jugé convenable de lui donner un titre nouveau, qui indiquât cependant qu'il pourrait faire suite au *Journal des Mines*, dont vingt années d'expérience ont prouvé l'utilité.

En conséquence, le présent volume, destiné à remplacer le Journal pour l'année 1816, formera le tome I^{er}. de la collection des *Annales des Mines*. Ces Annales paraîtront ensuite, de trois en trois mois, par livraison de sept à huit feuilles d'impression chacune, avec des planches.

Le tout sera imprimé dans le même format et de la même manière que le *Journal des Mines*, et avec des caractères semblables.

Les deux premières livraisons de 1817 paraîtront dans le cours de juillet prochain.

Le prix de la souscription aux *Annales des Mines* est fixé à douze fr. par an pour Paris, et à quatorze fr. pour les départemens. On s'abonne à Paris, chez MM. TREUTTEL et WÜRTZ, libraires, rue de Bourbon, n°. 17, ainsi que dans leurs Maisons établies à *Londres*, 30 Soho-Square, et à *Strasbourg*, rue des Seruriers, n°. 3; et dans les départemens, chez les principaux libraires. On réservera un certain nombre d'exemplaires, pour être envoyés, à titre d'échange, aux rédacteurs des ouvrages périodiques qui sont relatifs aux sciences et aux arts.

M É M O I R E

SUR

LA TOPOGRAPHIE EXTÉRIEURE ET SOUTERRAINE

*Du territoire houiller de Saint-Étienne
et de Rive-de-Gier (département de
la Loire);*

Par M. BEAUNIER, ingénieur en chef au Corps royal des mines, directeur de l'École de mineurs de Saint-Étienne (1).

INTRODUCTION.

LES mines de houille du département de la Loire sont peut-être celles dont la bonne exploitation importe le plus à la France; placées au

(1) *Note des Éditeurs.* Le Mémoire que nous publions est extrait d'un grand travail intitulé : *Topographie extérieure et souterraine du territoire houiller de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier, exécutée pendant la fin de 1812 et le commencement de 1813, sous la direction de M. l'Ingénieur en chef Beaunier.* Cette Topographie se compose d'un atlas en 46 feuilles, d'un volume de texte et d'un registre de nivellement.

En 1811, M. Héron de Villefosse, inspecteur-divisionnaire au Corps royal des mines, fut chargé d'inspecter la division dans laquelle sont situées les importantes mines de houille du département de la Loire, connues depuis longtemps sous le nom de *mines du Forez*. Les rapports de cet

centre du Royaume, dans un territoire resserré qui s'appuie à deux grands fleuves, elles se trouvent en effet dans des circonstances extrêmement favorables pour verser leurs produits sur une immense surface.

Le Rhône reçoit les produits des mines de Rive-de-Gier par le canal de Givors, pour les répandre dans les nombreux départemens qui bordent son cours, dans quelques provinces de l'Italie, et dans toute la contrée que traverse le canal des Deux-Mers (1), tandis qu'à l'est, la Loire, rendue navigable au port

inspecteur-divisionnaire firent sentir à l'Administration qu'il était indispensable, pour parvenir à régulariser ces exploitations, de commencer par définir exactement le précieux dépôt naturel de combustible qu'elles ont pour objet; ce qui ne pouvait avoir lieu qu'à l'aide des opérations de la géométrie combinées avec les observations de la géologie et avec les principes de l'art des mines, comme l'indiquaient d'ailleurs l'exemple et le succès de plusieurs établissemens célèbres de l'Allemagne, où d'habiles mineurs avaient procédé, de cette manière, à la restauration de mines longtemps livrées au désordre.

D'après les renseignemens que M. l'inspecteur-divisionnaire avait déjà recueillis sur les lieux, on fut en état de poser les bases principales du travail; M. l'ingénieur en chef Beaunier fut appelé extraordinairement à Saint-Etienne pour en diriger l'exécution; il a eu pour collaborateurs, M. Guenyveau, ingénieur ordinaire de l'arrondissement et MM. les aspirans Chéron, Gabé, Dubosc et de Gargan.

(1) L'avantage que présente la navigation du canal de Givors, du Rhône et du canal des Deux-Mers, est tel que les produits des mines du département de la Loire sont transportés avec bénéfice à Toulouse et même à Bordeaux, et, sur cette longue route, ils soutiennent la concurrence de prix avec les produits des mines exploitées à de petites distances des lieux de consommation, dans les départemens de l'Ardèche, du Gard, du Tarn, etc.

de Saint-Rambert, sert à transporter les produits des mines du canton de Saint-Etienne jusque dans la capitale et au-delà par le canal du Centre.

Ces avantages sont indépendans des événemens politiques, ou plutôt c'est quand nos ports sont plus difficilement accessibles du côté de la mer, que la navigation intérieure, si favorable à la prospérité des mines du département de la Loire, acquiert sa plus grande activité.

A de si puissans motifs d'apporter une attention particulière à la bonne administration des mines qui vont nous occuper, s'en joignent beaucoup d'autres d'un grand poids, mais qu'il n'est point de notre sujet d'exposer.

Nous nous contenterons de faire observer que ces mines donnent lieu à une extraction annuelle d'environ trois millions de quintaux métriques de houille, ce qui forme aujourd'hui près du tiers du produit total des mines de houille du Royaume, que la houille de Rive-de-Gier, et sur-tout celle de Saint-Etienne, surpassent en qualité celle que fournissent la plupart des autres contrées de l'Europe, et qu'enfin de l'économie convenable, apportée dans les travaux souterrains du département de la Loire, dépend la prospérité future de la première manufacture d'armes de France et des villes de ferronnerie de Saint-Etienne ou des villes voisines, remarquables, sinon par le *fini* du travail, du moins par la quantité des *ouvrages* qu'on y fabrique.

Toutefois, si on en excepte un petit nombre

de cas particuliers, l'exploitation et sur-tout l'administration des mines ne présentent peut-être en aucun autre lieu des vices aussi nombreux que dans le département de la Loire, et il est à remarquer qu'on n'a, jusqu'à cette époque, usé d'aucun moyen efficace de faire cesser les désordres qu'une cupidité mal entendue, une législation long-temps incertaine et des coutumes locales contraires à la prospérité des exploitations, ont introduit, depuis un temps fort reculé, dans les mines de cette contrée.

En vain chercherait-on à justifier cette longue indifférence, en avançant, comme on l'a si souvent fait, que l'extrême abondance des combustibles minéraux, répandus autour de Saint-Etienne, et d'heureuses circonstances d'exploitation, ont autorisé et autorisent peut-être encore le peu de soin que l'on a apporté à la conservation d'une richesse regardée à tort comme inépuisable.

Le tableau qu'on va avoir sous les yeux de la situation actuelle des choses, dément cette assertion, et prouve que l'oubli des principes de l'art a créé ici, comme en beaucoup d'autres lieux, des causes de dépense et de danger qu'il eût été facile de prévenir.

La législation qui régit maintenant les mines de France, offre un moyen de faire cesser un état de choses qui devient de plus en plus funeste, et de concilier l'intérêt de chaque exploitant avec l'intérêt de la société entière. Ce moyen consiste à partager la contrée houillère de l'arrondissement de Saint-Étienne en un nombre convenable de concessions, et à pres-

crire dans des cahiers de charges sagement discutés, des travaux *coordonnés* les uns aux autres pour un même *système de gisement*.

Mais la division la plus utile du sol houiller et la fixation des conditions à imposer aux futurs concessionnaires, supposent une connaissance suffisamment étendue de l'objet à concéder, c'est-à-dire du sol à diviser et des masses minérales qu'il recèle.

C'est dans la vue d'acquérir cette connaissance préliminaire indispensable, que S. Ex. le Ministre de l'intérieur a prescrit le travail dont nous offrons l'extrait.

Ce travail devait consister en un *levé de plan*, un nivellement et une reconnaissance du *terrain houiller* propre à éclairer sur les *principales circonstances* du gisement, et sur les *principaux moyens d'émergence et d'exploitation des mines*, en même temps qu'à consacrer les *droits de propriété*, tant des *concessionnaires actuels* que des *futurs impétrans de concession* (1).

Nous allons d'abord exposer les moyens qui ont été mis en usage pour parvenir au but important qu'on vient d'exprimer; on acquerra par-là la mesure de confiance qui doit être accordée aux divers résultats qui ont été obtenus dans le cours du travail général, et notamment à ceux que nous publions dans ce mémoire.

(1) Avis du Conseil général des mines, du 24 février 1812, approuvé par M. le directeur général.

PREMIÈRE PARTIE.

Moyens employés pour dresser la topographie extérieure et souterraine des mines du département de la Loire, et détails d'exécution.

PREMIÈRE SECTION.

Levé des cartes de la superficie.

LA rédaction des cartes de la superficie, précédée d'une reconnaissance des limites du sol que ces cartes devaient embrasser, a été l'objet d'un traité particulier passé entre l'ingénieur en chef chargé de diriger l'ensemble des opérations, et l'ingénieur vérificateur du cadastre du département de la Loire.

Par ce traité, l'ingénieur vérificateur s'est engagé, 1°. à fournir des copies des levés précédemment exécutés pour le cadastre, dans l'étendue du territoire houiller de l'arrondissement de Saint-Étienne; 2°. il s'est chargé, sous la surveillance et l'inspection de l'ingénieur en chef des mines, de l'entreprise du levé de toutes les portions de ce même territoire non encore cadastrées.

Les cartes, soit qu'elles aient été relevées des feuilles du cadastre, ou exécutées à neuf aux frais de l'Administration des mines, représentent, d'après les conditions du traité, les limites des communes, les chemins de toutes les classes, les ponts, les rivières et ruisseaux,

les forêts domaniales, les villes et villages, les maisons isolées, et généralement toutes les constructions, telles que tours, ruines, etc., etc.

La tolérance pour l'exactitude des levés est d'un centième sur les grandes dimensions.

Enfin il a été stipulé que les triangulations auxquelles la suite du travail pourrait donner lieu, seraient exécutées de concert par les ingénieurs des mines et les agents du cadastre.

Par un hasard, dont on doit se féliciter, un assez grand nombre de communes, comprises dans l'étendue du territoire houiller, avaient été levées pour le cadastre, soit simplement, avec la distinction des différentes masses de culture, comme cela a eu lieu dans l'origine, soit suivant la méthode dernièrement usitée du *parcellaire*. Toutes les communes situées dans les cantons de Rive-de-Gier et de Saint-Chamond sont dans ce dernier cas.

La carte générale sur laquelle ont été tracées les limites du territoire houiller de St.-Étienne, comprend une superficie totale de 25,696 hectares, sur lesquels 18,267 hectares avaient été levés pour le compte de l'Administration du cadastre. Savoir, 11,021 hectares, avec la simple distinction des différentes masses de culture, et 7,246 hectares suivant la méthode du *parcellaire*. Reste 7,429 hectares levés à neuf aux frais de la Direction générale des mines.

Les levés du cadastre ont été précédés, dans tous les temps, des *triangulations* nécessaires pour ajuster les plans des différentes communes entre eux. Tous les canevas trigonométriques ont été recueillis dans les bureaux du cadastre, et on y a rattaché la *triangulation* exécutée

pour le *levé* à neuf des portions non cadastrées du territoire houiller. Cette triangulation embrasse, en tout ou en partie, les communes de la Tour-en-Jarect, Saint-Héant, la Fouillouse, Saint-Victor-sur-Loire, Unieux, Saint-Paul-en-Cornillon, Chazeau, Fraissé et Firminy.

L'échelle de 1 à 5,000 employée le plus ordinairement dans les travaux du cadastre, a été adoptée pour rassembler les plans dont la carte a été formée.

SECONDE SECTION.

Reconnaissance des gîtes de houille à l'extérieur, et nivellement général de la contrée.

La reconnaissance des gîtes de houille à l'extérieur et le nivellement ont eu pour objet de réunir les élémens nécessaires :

1°. Pour figurer sur les cartes la trace des couches de houille au jour, ou les *affleuremens* ;

2°. Pour tracer l'intersection de ces mêmes couches avec un *plan horizontal donné* ;

3°. Pour faire connaître la position des ouvertures des mines en activité et des mines abandonnées ;

4°. Pour déterminer à l'avance les moyens d'écoulement naturel des eaux que la forme du sol comporte, relativement aux exploitations ouvertes ou à ouvrir.

Cette partie du travail se compose en conséquence et du *levé* particulier, et du nivellement des points visibles des couches de houille

au jour, de toutes les ouvertures de mines anciennes ou modernes ; enfin d'un grand nombre d'autres points propres à faire connaître la configuration extérieure du sol, et les moyens d'*émergement* qu'il comporte.

Les *levés* dont il s'agit ici, rapportés sur les cartes de la superficie, ont été exécutés à l'aide de simples boussoles carrées, à pinules. Cet instrument a l'avantage de se manœuvrer avec une grande promptitude, et il conduit à une exactitude suffisante quand on se borne à déterminer la position de points épars, à l'égard d'autres points voisins, fixés à l'avance d'une manière plus rigoureuse.

L'opération du nivellement était à-la-fois beaucoup plus délicate et beaucoup plus étendue.

Dans l'origine, on avait cru devoir se borner à rapporter les côtes du nivellement à la hauteur des eaux du Rhône, au confluent du Gier ; mais on a pensé ensuite qu'il serait préférable à bien des égards, de déterminer la hauteur de tous les points nivelés au-dessus des eaux de la Méditerranée. Cette dernière méthode offre cela d'avantageux, qu'en l'employant, la presque totalité des travaux des mines portent des côtes de hauteur *positives* (le niveau de la mer étant pris pour le point zéro de nivellement), et ce qui importe davantage, c'est qu'elle rend comparable le nivellement du territoire houiller de la Loire avec les nivellemens également rapportés à la mer, qu'on a exécutés dans plusieurs autres contrées de mines.

En même temps donc qu'on a *opéré* avec le *niveau* sur toute l'étendue du *sol houiller*, à partir du Rhône près Givors, on s'est attaché

à déterminer, par un nombre convenable d'observations barométriques, l'élévation de l'un des points nivelés au-dessus des eaux de la mer.

Tous les nivellemens de détail ont été rapportés à trois branches principales d'opérations liées entre elles, et prenant naissance à un même point situé au *sud-ouest*, et à peu de distance de Saint-Etienne. C'est le lieu désigné sur les cartes par le nom de *Croix de la Cotencière*.

La première branche, conduite d'abord par le chemin le plus court, dans le vallon du Janon, suit le cours de ce ruisseau en descendant; puis celui du Gier, ou le canal de Givors jusqu'au Rhône. Son développement est d'environ 40 mille mètres.

La seconde branche conduite d'abord directement de la Croix de la Cotencière au Furens, suit le cours de cette petite rivière jusqu'à son confluent dans la Loire, près du village d'Andresieux. Son développement est d'environ 30 mille mètres.

Enfin la troisième branche de nivellement a été menée de la Croix de la Cotencière à un point beaucoup plus élevé de la Loire, en suivant le cours de la rivière d'Ondaine, qui passe à Firminy. Cette branche est de 27 à 30 mille mètres.

Ces grands nivellemens, et ceux qui y rattachent par des branches latérales plus ou moins étendues, les points dont il fallait connaître la hauteur, ces nivellemens, disons-nous, ont été exécutés à l'aide du *niveau d'eau* ou du *niveau à bulle d'air*, selon que la disposition des lieux rendait préférable l'emploi de l'un ou de l'autre de ces instrumens, et toutes les

opérations ont été inscrites sur un registre propre à justifier les *cotes* qui ont été portées sur les cartes, et à faciliter par une désignation précise la recherche sur le terrain, de plusieurs points de *repère* qu'il eût été impossible de figurer convenablement.

Ce registre renferme l'annotation de plus de 2,750 stations (ou 5,500 coups de niveau), et donne les hauteurs relatives d'environ 650 *points de repère* plus ou moins éloignés les uns des autres.

On croit être au-dessous de la vérité en portant à 200 mille mètres (environ 40 lieues communes de France), le développement de toutes les lignes que le niveau a parcourues sur le terrain (1).

L'emploi que l'on a fait du niveau d'eau n'offre rien de particulier (2); mais il est peut-

(1) On admet, d'après le relevé du registre de nivellement que l'on a donné :

1°. 1,600 coups de niveau dans les grandes vallées, la mire étant placée à une distance moyenne de 15 mètres; ci. 120,000 mètr.

2°. 5,800 coups de niveau, ou environ, donnés sur des pentes plus ou moins rapides, dans les opérations de détail, la mire étant supposée à une distance moyenne de 18 mètres; ci 68,000

3°. On ajoute pour les opérations faites à l'aide du *niveau à bulle*. 15,000

Total. 203,000 mètr.

(2) On dira ici un mot des *mires* dont on a fait usage : dans celles-ci, comme dans beaucoup d'autres, la tige principale, faisant l'office de première règle, est percée d'une rainure dans laquelle glisse une autre règle mobile. Mais ce que les mires dont il s'agit présentent de remarquable, c'est

être utile de faire connaître le grand avantage que l'on a retiré de l'emploi du niveau à *bulle d'air* et à *lunette* de M. Chezy, perfectionné par M. Egault, ingénieur des ponts et chaussées (1).

Avec ce dernier instrument, plusieurs observations répétées se contrôlent et se rectifient d'elles-mêmes, et on arrive à ne plus redouter les erreurs auxquelles l'instrument pourrait donner lieu, mais seulement celles qui résultent du vice de l'observation. Or, cette dernière cause d'erreur perd son importance si l'on multiplie convenablement les estimations de hauteur, et lorsqu'on les compare.

Dans trois estimations ainsi répétées pour une même station de plus de 500 mètres de

que le *voyant* peut lui-même glisser à volonté le long de la tige principale ou être fixé à l'extrémité supérieure de la règle mobile, disposition qui dispense de retourner la mire dans aucun cas; enfin une autre disposition, également fort ingénieuse, mais qu'il est difficile d'indiquer sans le secours du dessin, permet au *porte-mire* de trouver la hauteur de la ligne de niveau, à un quart de millimètre près, sans changer de position.

Les règles de ces mires sont construites en bois de noyer très-sec, que l'on a plongé à plusieurs reprises dans l'huile bouillante, et frotté chaque fois fortement, avec de la pierre ponce.

Du reste, les mires dont il s'agit sont semblables à celles décrites par Puissant (*Traité de topographie et de nivellement*. Livre IV, page 222).

(1) C'est l'instrument décrit dans l'ouvrage de Puissant (page 225), avec quelques nouvelles dispositions heureuses et un mécanisme fort simple, pour faire varier à volonté le plan du plateau sur lequel repose le niveau. L'instrument dont on s'est servi a été exécuté avec beaucoup de succès par MM. Putois et Rochette, opticiens.

longueur, on a successivement eu pour les erreurs d'observations 0.^m048; 0.^m051; et 0.^m008.

On rapporte ces résultats principalement pour recommander l'emploi de l'instrument qui les a fournis.

Toutes les fois que le niveau a été placé à des distances inégales des *mires d'avant* et *d'arrière*, on a fait les corrections nécessaires pour ramener le *niveau apparent* au *niveau vrai*, et on a tenu compte dans ces corrections des compensations opérées par l'effet de la réfraction (1).

Telle a été en général la méthode suivie dans le nivellement du territoire houiller du département de la Loire. On ne cherche point à se dissimuler que des opérations très-nombreuses qui, le plus ordinairement, n'ont pas été répétées, peuvent parfois ne pas conduire à une exactitude absolue dans les résultats; mais ce que l'on peut du moins affirmer, c'est que le degré de précision auquel on est arrivé remplit et au-delà le but qu'on s'est proposé.

En effet, de quoi s'agissait-il dans la plupart des opérations? de déterminer l'élévation relative de différens points des couches de houille, pour, avec la connaissance de leur direction et de leur inclinaison, parvenir à en rapporter la trace sur des plans également donnés de hauteur et de position..... Or, il ne faut pas se le dissimuler, les variations que subissent, la plupart du temps, les allures des couches,

(1) On a fait usage à cet égard des tables renfermées dans un nouvel ouvrage intitulé : *Essai sur le nivellement*, etc.

dans la profondeur, présentent des causes d'erreurs bien autrement importantes que celles qui proviendraient d'une légère inexactitude dans les nivellemens.

Nous exceptons ici le cas assez fréquent où l'allure des couches a été reconnue sur de grandes dimensions, par les levés souterrains.

Au reste, si l'on s'en tient aux moyens de vérification qu'on a employés à l'égard des principales branches de nivellement, l'ensemble du travail devra inspirer une grande confiance.

Entre plusieurs de ces vérifications consignées dans le registre de nivellement, on choisit les suivantes pour exemple :

1°. La première et la seconde des branches principales du nivellement, ayant pour point de départ commun la Croix de la Cotencière, aboutissent, avec un développement d'opérations de 70 mille mètres ou 14 lieues, d'une part, au Rhône, au confluent du Gier, et de l'autre à la Loire, au confluent de Furens, et la différence de niveau entre les eaux des deux fleuves, donnée par ces nivellemens, a été de. 210^m. 75^c.

Or, cette même différence de niveau, déterminée, il y a quelques années, par MM. les ingénieurs au corps royal des Ponts et Chaussées, au moyen d'un nivellement direct, a été trouvée de. 212 73

Différence à partager entre les deux résultats. 1^m. 98^c. (1).

(1) Les ingénieurs des Ponts et Chaussées avaient pour

2°. Dans deux nivellemens offrant ensemble un développement d'environ 15 mille mètres, et fermés à un même point, sur la grande route de Saint-Étienne à Lyon (le pont de l'Ane), la hauteur de ce point, au-dessus des eaux du Rhône, a été trouvée, par le premier nivellement, de. 354^m. 43^c.

Et par le second de. 354 37

Différence. 0^m. 06^c.

Il est peut-être nécessaire de parler ici de la différence qui existe, relativement à la déter-

objet de reconnaître la possibilité de joindre les deux fleuves par un canal.

Il résulte des communications qu'a bien voulu faire M. l'ingénieur en chef du département de la Loire :

1°. Que la pente de Rive-de-Gier au Rhône, mesurée du couronnement du mur de revêtement du bassin du canal de Givors, au busc d'aval de l'ancienne écluse de l'embouchure du canal dans le Rhône, est de. 82 m. 88 c.

2°. Que du bassin de Rive-de-Gier, au versant des eaux, en suivant le vallon du Gier jusqu'à Saint-Chamond, et le vallon de Janon, jusqu'au point désigné, à 1,940 mètres avant Saint-Étienne, pour être le point de partage du canal, s'il était continué vers la Loire, la différence du niveau est de. 286 79

Élévation de ce point de partage au-dessus du Rhône. 369 m. 67 c.

3°. La pente du point de partage à la Loire en suivant la gorge du Furens jusqu'à son embouchure, à Andresieux, a été trouvée de. 156 04

Pente effective de la Loire au Rhône, entre les points désignés. 212 m. 73 c.

mination de la pente de la Loire, entre le résultat de nos opérations et le résultat présenté par MM. Croizier, à l'appui d'un projet soumis au Gouvernement, et tendant à rendre la Loire navigable au-dessus de Saint-Rambert.

Ce projet est accompagné d'un nivellement dans lequel la pente de la Loire, entre l'embouchure de l'Ondaine, près de Firminy et Saint-Rambert, est évaluée à . . . 51^m. 39°.

Le nivellement des ingénieurs des Mines, fait avec un soin tout particulier, donne pour la pente de la Loire, depuis Saint-Rambert, jusqu'à Andresieux (embouchure du Furens) 3 54

Total de la pente de la Loire, entre l'embouchure de l'Ondaine et celle de Furens, d'après ces données 54 93

Or, les nivellemens des ingénieurs des mines donnent pour la hauteur des eaux de la Loire au-dessus du Rhône :

1°. A l'embouchure de l'Ondaine 252^m. 20°.

2°. A l'embouchure des Furnes 210 75

D'où il résulterait que la pente de la Loire, entre les deux points désignés, serait de 41^m. 45°.

ci 41 45

Différence entre les résultats présentés par MM. les ingénieurs et ceux présentés par MM. Croizier. . . 13^m. 48°.

Cette différence était trop remarquable pour qu'on ne cherchât point à connaître de quel côté l'erreur avait été commise ; on répéta donc le nivellement de l'Ondaine, en partant d'un point précédemment vérifié, par une suite d'opérations fermées.

Cette épreuve, favorable au premier résultat obtenu, lui donne tout le poids nécessaire et autorise à considérer comme fautif le nivellement de la Loire présenté par MM. Croizier. On peut d'ailleurs faire observer, au désavantage de ce dernier nivellement, qu'il a été confié à des personnes peu exercées, et exécuté au milieu des rochers très-escarpés dont les bords de la Loire sont hérissés, tandis que nous présentons un nivellement contrôlé et opéré sur des pentes douces, d'une part, dans la vallée du Furens, de l'autre, dans la vallée de l'Ondaine.

C'est maintenant le lieu de dire comment on a rapporté, à l'aide d'observations barométriques, les nivellemens à la hauteur des eaux de la mer.

Cette partie du travail devait consister, ainsi que nous l'avons dit, à déterminer l'élévation de l'un des points nivelés au-dessus de la Méditerranée, pour, la hauteur de ce point au-dessus du Rhône étant déjà donnée, en induire la pente du fleuve.

Les observations ont été faites à Saint-Étienne ; elles embrassent le mois de janvier et les quinze premiers jours du mois de février 1813.

On s'est servi du baromètre de Fortin à cuvette et à vis de rappel. L'instrument porte un thermomètre centigrade ; la température

de l'air, à l'extérieur, a été donnée par des thermomètres dont on a étudié soigneusement la marche, en les comparant avec le thermomètre du baromètre.

Les observations ont été calculées une à une, suivant la formule de M. de la Place, avec les diverses corrections indiquées dans les tables publiées par M. Ramond.

On a recueilli les observations correspondantes de Paris et de Clermont; les observations de Paris, parce qu'on a pensé qu'étant faites dans une plaine très-vaste, elles seraient peu soumises aux causes accidentelles de perturbation, et les observations de Clermont, parce qu'elles sont faites à une médiocre distance de Saint-Étienne, et avec une exactitude qu'on espérait vainement trouver ailleurs; M. Ramond a bien voulu joindre de précieux conseils à la communication qu'il en a donnée.

On a remarqué une analogie à-peu-près constante entre les conditions atmosphériques sous lesquelles ont été faites les observations correspondantes de Clermont et de Saint-Étienne, et de grandes différences au contraire dans l'état journalier de l'atmosphère de cette dernière ville et celui de Paris. Aussi est-il arrivé que les hauteurs données par des observations correspondantes de Paris, ont varié dans des limites infiniment plus considérables que les hauteurs données par les observations de Clermont, considération qui a conduit à ne tenir en effet compte que de ces dernières hauteurs, dont la moyenne est de 546,^m02; or, la cuvette du baromètre était élevée de 576,^m65 au-dessus des eaux du Rhône, au confluent

du Gièr. La pente du Rhône entre Givors et la mer est donc de 169,^m57.

Comparons ce résultat avec quelques autres évaluations barométriques, et les données qu'ont bien voulu nous fournir MM. les ingénieurs des Ponts.

1°. M. de Saussure dit (paragraphe 1644); que le *bas* de Lyon a une hauteur *absolue* de 80 à 85 toises (156 à 166 mètres); il s'en-suivrait que le Rhône aurait une pente un peu moins forte que celle que nous lui assignons; mais notre évaluation a, sur celle de M. de Saussure, cet avantage qu'elle est déduite d'un beaucoup plus grand nombre d'observations.

2°. Lalande⁽¹⁾ donne pour la pente du Rhône jusqu'à la mer, à Lyon 163 mètres, à Condrieu 136, au Pont-Saint-Esprit 45, à Avignon 21, et à Beaucaire 11,^m69. Ces données supposent encore que le Rhône a moins de pente que nous ne lui en accordons; mais quelques-unes d'elles ne s'accordent nullement avec les nivellemens exacts que nous allons rapporter, non plus qu'avec un nivellement de M. Pilot, qui donne pour la pente du fleuve, à partir de Beaucaire, 15 pieds 8 pouces dans les basses eaux, et 31 pieds dans les grandes eaux.

3°. Enfin, voici de quelle manière on peut établir la pente du Rhône, d'après les données recueillies auprès de MM. les ingénieurs des Ponts.

a. Dans le département de la Drôme, la plus grande pente du Rhône est de 200 millimètres par 200 mètres; on peut en conclure

(1) Dans son ouvrage sur les Canaux, pages 208-215.

qu'elle est d'environ 220 millimètres également pour 200 mètres, dans toute la partie du cours du fleuve comprise entre Givors et le département de la Drôme, et dont le développement est d'environ 40 mille mètres.

Pente dans cette portion du cours 44^{m.000}^{mm.}

b. Dans le département de la Drôme, le cours du Rhône offre un développement de 119,500 mètres, avec une pente moyenne de 150 millimètres pour 200 mètres; si l'on suppose que cette pente n'éprouve point de variation sensible jusqu'à l'embouchure de l'Ardèche, à 10,000 mètres au-delà, on aura pour la pente du fleuve jusqu'à ce dernier point. 97 125

c. La cataracte du Saint-Esprit est évaluée à. 0 350

d. De l'embouchure de l'Ardèche à Beaucaire, le cours du Rhône est de 76,400 mètres, avec une pente moyenne de 66 millimètres pour 200 mètres, ci. . . . 25 212

e. Le Rhône, nivelé rigoureusement de Beaucaire à la mer, pour l'établissement du canal de Beaucaire, a dans cette partie de son cours une pente de. 4 080

Pente totale entre Givors et la mer. 170^{m.767}^{mm.}

Pente entre les mêmes points donnée par les observations barométriques faites à Saint-Étienne. . . 169 370

Différence. 1^{m.397}^{mm.}

Ces derniers résultats nous semblent donner un poids suffisant à l'estimation à laquelle nous nous sommes arrêtés, en même temps qu'ils affaiblissent les données présentées, d'ailleurs comme de simples approximations, par MM. de Saussure et Lalande.

La reconnaissance des gîtes de houille à la superficie, consistant principalement, ainsi qu'on vient de le voir, dans le *levé* et le *nivellement* de tous les orifices de mine et des points visibles des couches, a été accompagnée d'une annotation détaillée :

1°. Des principaux accidens du sol au jour ;
2°. De la *puissance*, de la direction et de l'inclinaison des couches de houille près de la surface, et des particularités propres à chaque gîte;

3°. On s'est attaché à recueillir des observations et des témoignages aussi multipliés et aussi exacts qu'on l'a pu sur la liaison, à des distances souvent considérables, des différens gîtes reconnus.

TROISIÈME SECTION.

Reconnaissance des mines à l'intérieur et levé des plans souterrains.

Dans cette portion du travail on est allé au-delà des vues émises dans l'origine par le Conseil général des mines, et d'après lesquelles la *reconnaissance souterraine* aurait seulement eu pour objet de déterminer la disposition générale des substances minérales à l'intérieur, et de tracer les principaux ouvrages d'art des exploitations.

On a pensé devoir faire un usage plus étendu des moyens dont M. le directeur général avait voulu qu'on disposât, et on a fait entrer dans l'atlas des mines de la Loire, les plans de tous les travaux souterrains accessibles.

Ces plans présentent les détails suffisans, non-seulement pour faire connaître d'une manière positive l'allure des gîtes et l'importance des travaux d'art existans, mais encore pour fixer l'opinion sur l'importance des diverses exploitations, et sur la bonne ou mauvaise direction donnée aux travaux de chaque mine.

Ces élémens en effet auront une grande influence sur les déterminations de l'Administration, relativement au choix des futurs concessionnaires, et ils seront également d'un grand secours dans la rédaction des projets généraux d'exploitation auxquels la délivrance des concessions donnera lieu.

A l'égard des mines en *activité*, on a levé les travaux accessibles, et on a indiqué par des signes particuliers placés sur les cartes ou dans un *texte*, l'étendue des portions de ces mines dans lesquelles on n'a pu pénétrer. Chaque plan souterrain représente :

- 1°. Les puits verticaux ou inclinés, et les galeries servant tant au transport des matières au jour, qu'à l'épuisement des eaux ;
- 2°. Toutes les voies de roulage intérieur ;
- 3°. La disposition générale des tailles et l'étendue certaine ou présumée des *déhouillemens* ;
- 4°. Enfin on s'est attaché à faire connaître par des coupes convenablement disposées, les allures et les habitudes les plus ordinaires des gîtes.

Quant aux mines abandonnées, elles sont de diverses sortes : l'abandon de plusieurs est récent, et quelquefois il a été précédé de *levés* plus ou moins soignés, exécutés dans les vues de vider des contestations relatives aux droits des propriétaires du sol. On a rassemblé plusieurs de ces plans et on les a placés sur les cartes de la superficie, au moyen du *levé* qu'on avait précédemment exécuté au jour des orifices de mines abandonnées ; mais lorsqu'il s'est agi (et ce cas est le plus ordinaire) de mines abandonnées sans avoir été l'objet d'aucun *levé*, on s'est attaché à fixer l'étendue des travaux et des *déhouillemens* par les témoignages qui ont semblé devoir inspirer le plus de confiance. On ne se dissimule point que cette dernière portion du travail est incomplète, et qu'elle n'offre que des *à-peu-près* pour bien des cas. Du moins aura-t-on consigné dans ce travail une *tradition* utile pour la conduite future des exploitations, et que le temps devait altérer de plus en plus.

Dix-huit plans de mines ont été levés aux frais des exploitans de Rive-de-Gier et de Saint-Chamond, sous l'inspection des ingénieurs, qui seuls ont disposé les *coupes* du terrain.

Trente-sept plans souterrains ont été levés par les ingénieurs des mines dans l'étendue du territoire houiller compris entre Saint-Chamond et la Loire.

Enfin on a pu rassembler les plans plus ou moins complets de douze mines abandonnées.

Le nombre total des plans de mines dont l'atlas est enrichi, est donc de soixante-sept.

Les *levés* sont accompagnés de l'annotation

des circonstances les plus remarquables de l'exploitation, telles que : la puissance de la couche ou des couches exploitées à diverses profondeurs; la division de ces couches en deux ou plusieurs bandes de houille séparées par des lits de schistes argileux que les mineurs du pays nomment *gore*; la quotité de l'extraction annuelle; les machines en usage avec l'évaluation approchée de la *valeur argent* de ces machines ou des principaux ouvrages d'art, le prix de la main-d'œuvre, etc., etc.

QUATRIÈME SECTION.

Ordre de rédaction.

Maintenant que nous avons fait connaître de quels élémens se compose le travail dont les mines du département de la Loire viennent d'être l'objet, il est nécessaire d'exposer le plan d'après lequel ces élémens ont été classés et présentés.

A. *Rédaction de la partie graphique.*

On a en premier lieu formé un atlas renfermant :

1°. Les cartes de la superficie, dressées comme il a été dit plus haut, et divisées en feuilles égales, semblablement orientées;

2°. Les plans de détail de chaque exploitation, avec les coupes qui s'y rapportent, distribuées sur des feuilles du format de l'atlas.

Les cartes de la superficie représentent en outre des objets qui sont du ressort ordinaire de la topographie :

a. Tous les points visibles des couches de houille au jour, et quand cela est possible, la liaison de ces points entre eux ou la suite des *affleuremens* qui auraient lieu si le sol était mis à nu.

b. Pour chaque système distinct de gisement, l'intersection du plan des couches avec un plan horizontal passant à une hauteur donnée. Cette intersection est déduite de l'inclinaison des couches et de l'élévation relative indiquée par les nivellemens des différens points relevés de ces mêmes couches (1).

(1) On a tracé l'intersection des couches avec un plan horizontal, en considérant leur inclinaison et leur direction moyennes sur une assez petite étendue, pour qu'on pût regarder leur surface comme *plane*.

Le levé des plans souterrains a fourni presque toujours des moyens directs de mesurer l'inclinaison de la direction des couches : on a usé de divers procédés pour arriver au même résultat, toutes les fois que les travaux n'ont pu être parcourus ; ainsi, lorsque trois points de la couche étaient donnés de hauteur et de position, on a cherché l'intersection du plan passant par ces trois points, avec un plan horizontal, et on en a conclu l'inclinaison.

Enfin lorsque l'on a seulement connu (de hauteur et de position) deux points d'*affleurement*, et la quantité dont la couche est inclinée, on a décrit un cercle du point le plus élevé, pris comme centre, avec un rayon égal au côté d'un triangle rectangle, dont l'angle, adjacent au cercle, représente l'inclinaison de la couche, et le côté opposé représente la différence de hauteur des deux points; et on a mené au cercle, par le point le plus bas, une tangente qui est la direction cherchée. Ce moyen conduit à deux solutions, mais l'aspect du sol ne laisse aucun doute sur celle qu'il convient de choisir.

Il résulte de l'intersection des couches de houille avec le sol, des courbes dont on pourrait, avec le secours des élémens mentionnés en *a* et *b*, conclure au besoin la configuration extérieure ou le relief du terrain.

c. Toutes les entrées visibles au jour, des mines en activité ou abandonnées, avec des cotes indiquant leur hauteur relative au-dessus de la mer.

d. Les dispositions principales des travaux souterrains indiqués en simple projection horizontale par un extrait des plans de détail réduits à l'échelle des cartes de la superficie.

e. Les limites présumées des déhouillemens opérés dans les mines abandonnées.

f. La hauteur des points qui semblent pouvoir être choisis pour tracer par la suite des galeries d'écoulement.

En outre des cotes de nivellement, chaque point relevé des couches au jour, porte l'indication de la puissance réduite de la couche, de sa direction et de son inclinaison; et chaque orifice de puits ou de galeries porte l'indication de la distance de cet orifice à la couche ou aux couches exploitées, et celle de la puissance, de la direction et de l'inclinaison de ces couches au point où on les a atteintes.

Enfin des signes particuliers font connaître le nombre et la nature des machines placées sur chaque exploitation et la distinction de divers travaux d'art.

Ajoutons encore que les cartes de la superficie sont suivies de quelques coupes générales du terrain.

B. Rédaction du texte.

L'atlas, dont on vient de faire connaître la composition, est accompagné d'un registre de nivellement et d'un gros volume de texte dans lequel on supplée à l'insuffisance d'une description purement graphique.

Voici l'ordre qu'on a suivi dans la rédaction du texte.

1°. On jette d'abord un coup d'œil sur l'ensemble du sol houiller du département de la Loire, considéré géologiquement; on fixe ses limites et ses relations avec les terrains voisins de formation antérieure ou postérieure. On compare l'élévation de la formation houillère avec celle de la formation primitive, et celle de la formation qui recouvre le sol houiller sur un petit nombre de points; et fixant particulièrement l'attention sur la formation houillère, on fait connaître sa composition la plus ordinaire, la succession des couches qui la constituent, les habitudes de ces couches et notamment des couches de houille, l'extrême puissance de celle-ci sur certains points, le resserrement subit du toit et du mur sur d'autres points, etc., etc.

2°. Une des conséquences que l'on tire de ce premier aperçu, c'est que le sol houiller du département de la Loire peut être partagé en certain nombre de districts ou groupes de mines, circonscrits d'après la configuration extérieure du terrain et la disposition des substances minérales qu'il recèle, abstraction faite de toutes les considérations d'un autre ordre qui pourront avoir de l'influence sur les déterminations du Gouvernement à l'égard du nombre des concessions qui seront ultérieurement formées, et des limites qui leur seront assignées.

3°. On fait voir relativement à chaque système de gisement, de quelle manière il est circonscrit, sa richesse, le nombre des couches

1°. Aperçu géologique du sol houiller.

2°. Ce sol partagé en divers systèmes de gisement.

3°. Description particulière de chaque sys-

tème de gisement, comprenant la description de toutes les mines qu'il renferme.

distinctes qu'on y a reconnu, celui des exploitations actives ou abandonnées auxquelles il a donné lieu.

On arrive ainsi à la description de chaque exploitation en particulier. Cette description fait connaître la date de l'entreprise, les mutations de propriété ou de jouissance de la mine; la disposition des travaux souterrains et des moyens d'épuisement, d'extraction ou d'aérage mis en usage, la valeur approchée (argent) des travaux d'art et des machines; le nombre des ouvriers, le nombre des chevaux, la quantité de l'extraction, les prix de vente, etc., etc.

4°. Tableaux synoptiques.

4°. On a composé des renseignements fournis sur les exploitations, des tableaux propres à faire saisir dans leur ensemble les considérations générales sur lesquelles devront être ultérieurement basés les travaux de l'Administration.

Après avoir exposé le plan qui a été suivi pour l'exécution du travail général dont les mines de la Loire ont été l'objet, nous allons maintenant donner l'extrait des principaux renseignements obtenus à l'aide de ce travail, en écartant d'ailleurs toutes les notions relatives à la discussion des intérêts particuliers.

DEUXIÈME PARTIE.

Du sol houiller : sa division en différens systèmes de gisement.

PREMIÈRE SECTION.

Aperçu géologique.

LE sol houiller de l'arrondissement de Saint-Etienne est contenu de toutes parts dans un bassin d'origine primitive, qui s'étend du sud-ouest au nord-est, entre la Loire et le Rhône, vers les points où les deux fleuves, coulant en sens contraire, sont le moins éloignés l'un de l'autre.

Le bassin est fortement renflé vers l'ouest sur le versant de la Loire, et sa plus grande largeur, prise dans la méridienne de Rochela-Molière, est alors de 13,000 mètres; mais ses bords se rapprochent sensiblement vers Saint-Chamond, et courent ensuite des deux côtés de la rivière du Gier, et parallèlement à son cours jusque vers les limites est du département de la Loire sur le versant du Rhône. Ils se prolongent même sans changer sensiblement de direction jusqu'à ce dernier fleuve et un peu au-delà (1).

A Rive-de-Gier la formation houillère n'a pas plus de 2,300 mètres de largeur, et à Tarta-

(1) On connaît des indices de houille à Ternay sur la rive gauche du Rhône.

ras elle a encore moins. Sa plus grande étendue en longueur, mesurée entre Saint-Paul-de-Cornillon (sur la Loire) et Givors (sur le Rhône) est de 46,250 mètres. Sa surface totale est de 221^{kil.}.43 carrés.

En parlant des bords du *bassin houiller* on entend désigner la ligne continue que formeraient au jour tous les points de la *superposition* immédiate de la *formation des houilles* sur le *sol* primitif, si l'un et l'autre étaient mis à découvert.

On aurait pu désigner par les mêmes termes la suite des sommités primitives qui dominent le sol houiller.

Vers le *sud* ces sommités appartiennent à la chaîne principale du *Pilat* qui sépare le département de la Loire du département de l'Ardèche, et dont les ramifications forment vers le *sud-ouest* la limite du département de la Haute-Loire. A l'*ouest*, les sommités primitives dominent la rive droite de la Loire sur une petite étendue, à partir de Saint-Paul-de-Cornillon, et forment ensuite, quand on se rapproche du Rhône, une crête à-peu-près continue qui domine au *nord* tout le bassin houiller, de la même manière que la chaîne de Pilat le domine au *sud-ouest* et au *sud*.

La charpente principale de ces terrains primitifs est généralement composée de granit, dont le *feldspath* et le *mica* sont les élémens dominans. La première de ces substances se présente le plus ordinairement sous l'apparence de noyaux qu'enlacent des feuilletés formés de mica ou quelquefois de talc. Cependant, il n'est pas rare de voir les différens élémens du granit

se présenter d'une manière beaucoup plus distincte; le mica est alors moins abondant, et les cristaux de feldspath, souvent de teinte rosée, acquièrent un assez grand volume.

En un grand nombre de lieux, au contraire, le mica devient l'élément dominant de la roche, et le sol n'est plus formé que d'un gneiss qui pourrait être regardé, tantôt comme un granit veiné, et tantôt comme un schiste micacé ou un schiste talqueux.

A l'*ouest* et au *nord-ouest* il est assez ordinaire que le *sol houiller* repose sans intermédiaire sur les granits; au *sud* et au *sud-ouest* il repose le plus souvent sur des gneiss, des schistes micacés ou talqueux, ou même sur des serpentines. Ces roches le séparent des granits qu'on retrouve en se rapprochant des crêtes primitives. Au-delà, sur le revers opposé au terrain des houilles, le sol primitif renferme des gîtes métalliques (1).

Nous dépasserions les bornes qui nous sont prescrites si nous fixions plus long-temps notre attention sur le terrain étranger à la *formation* des houilles.

Celle-ci est composée, s'il est permis de s'exprimer ainsi, des débris plus ou moins divisés du *vase* qui la contient. Ces débris sont disposés en couches d'allure variable qui alternent avec des couches de houille et de schiste argileux qui, outre les débris très-

(1) Les mines de plomb sulfuré de *Saint-Julien-Molin-Molette*, au sud-est du Pilat; plusieurs filons de la même substance, au nord-ouest de Rive-de-Gier, vers Fontaine et Saint-Martin-la-Plaine.

triturerés qui les composent, contiennent des vestiges plus ou moins bien conservés de corps organiques du règne végétal.

Nous présenterons l'énumération suivante des différentes sortes de *poudings*, de *grès*, de *schistes* et de houilles qui occupent le bassin houiller (1).

1°. *Poudings* formés de gros fragmens de schistes micacés ou talqueux primitifs et de granits à peine liés entre eux. Ces fragmens ont souvent un volume de plusieurs mètres cubes. (Beaux exemples au nord de Saint-Etienne vers la Fouillouse;..... à Rive-de-Gier, entre cette ville et le pont de la Madeleine, etc.....)

2°. *Poudings* formés de fragmens moins volumineux, liés par la pâte ordinaire du *grès houiller*. (Ces poudings sont plus répandus que les précédens dans la contrée.)

3°. *Grès* à gros grains, mélangés de petits fragmens roulés de diverses roches.

4°. *Grès* à grains de grosseur uniforme, mélangés de paillettes de *mica* et fortement agrégés. (C'est la pierre de taille désignée dans la contrée sous le nom de molasse.) Elle constitue des bancs d'une grande épaisseur.

5°. *Grès* à grains moins gros, et déposés en couches minces.

6°. *Grès* micacés, feuilletés, dont le grain est très-fin et les feuilletés très-minces.

7°. *Schiste* micacé, d'un tissu lâche et dans lequel on distingue de petits grains de sable.

(1) Cette énumération s'accorde, à beaucoup d'égards, avec celle que M. de Bournon a présentée dans son *Essai sur la lithologie du Foréz*.

8°. *Schiste* d'un tissu plus serré, et dans lequel le mica est encore visible.

9°. *Schiste* d'un tissu très-serré. Cette sorte est la moins commune.

10°. *Houille* (1) peu bitumineuse, terreuse, mêlée de schiste. (On la trouve spécialement à Tartaras, à Saint-Chamond et à Rive-de-Gier, dans la couche appelée *bâtarde*.)

11°. *Houille* plus bitumineuse que la précédente, homogène, à cassure brillante, généralement dure, et se détachant en gros fragmens. (C'est la houille préférée pour le chauffage; on la désigne à Rive-de-Gier sous le nom de *Raffaud*; elle est très-abondante aux environs de Saint-Etienne; la plus estimée est celle de la Beraudière ou de la Ricamarie.)

12°. *Houille* très-bitumineuse, très-homogène, à cassure brillante et d'un beau noir, légèrement friable; c'est la variété désignée dans la contrée sous le nom de *maréchale*. (La plus estimée est celle des territoires de la Grand-Croix et de la Chauchère, près de Rive-de-Gier et de Saint-Etienne; celle du Bois d'Arveize, du Clusel, de Roche-la-Molière, sur la couche appelée le *Seignat*; cette variété est généralement réservée pour les forges.)

Les poudings à gros fragmens, à peine adhérens, n'accompagnent jamais la houille immédiatement; ils composent, par-tout où ils

(1) On sait que le mot de houille est synonyme de celui de charbon de terre, plus employé dans le langage vulgaire. La houille des mines de la Loire est le *Steinkohle* des Allemands, et se rapproche très-souvent de la variété nommée *Schieferkohle* par M. Voigt.

existent, les premières assises de la *formation houillère* sur le terrain primitif; mais souvent les mêmes *assises*, placées sans intermédiaire sur l'ancien sol, sont formées de grès de différentes sortes sur lesquels reposent des couches de houille très-près des bords du bassin (1). Quand ces couches se présentent avec une suite un peu étendue, elles sont généralement comprises entre des couches du grès compacte de la variété n°. 4.

Souvent la superposition de la houille sur ce grès est immédiate; d'autres fois (et ce cas est ici moins ordinaire qu'ailleurs) le *toit* ou le *mur* de la couche de la houille, ou tous deux ensemble, sont formés de schistes à empreintes de végétaux. Il est peu d'exemples de couches de houille qui ne soient point divisées dans leur épaisseur par des *lits* d'un schiste à tissu plus ou moins serré, qui porte, dans la contrée, le nom de *Gore*.

Il est impossible de rien dire de général sur la puissance qu'affectent les couches de houille. Dans certaines localités (2) on en exploite qui n'ont que 48 centimètres d'épaisseur. Mais le plus souvent les exploitations ont été dirigées sur des couches dont l'épaisseur moyenne varie entre 1 et 5 mètres. Et sur certains points ces mêmes couches éprouvent des renflemens subits qui leur font acquérir une puissance beaucoup plus considérable (16 à 20 mètres); ou

(1) Bel exemple de ce fait sur la route de Rive-de-Gier à Lyon, au-dessus du pont de la Madeleine.

(2) A Rive-de-Gier, par exemple, exploitation de Mont-Doxien.

bien par un effet contraire, et non moins prompt, résultant du rapprochement du *toit* et du *mur*, elles diminuent d'épaisseur au point qu'on en perd souvent, tout-à-coup, la trace sur une grande étendue. Ce dernier accident, connu par les mineurs de la contrée sous le nom de *coufflée*, est plus ordinaire à la formation qui nous occupe qu'à aucune autre; il soumet l'exploitation des mines de Saint-Etienne à des conditions particulières, et jette une grande difficulté sur l'opération du tracé continu des couches de houille.

Après avoir exposé l'ordre de superposition le plus ordinaire qu'affectent les couches qui constituent la *formation houillère*, il est nécessaire de considérer les habitudes communes à ces différentes masses. A cet égard on doit distinguer ce qui a lieu dans la partie du *bassin houiller* où règne une vallée unique, de ce qui a lieu quand le bassin, étant très-dilaté, se trouve sillonné en différens sens par plusieurs petites vallées.

Lorsque la formation des houilles a été resserrée entre deux chaînes suivies et parallèles, il est arrivé que les couches du terrain se sont moulées en forme de berceau renversé sur l'ancien sol, et qu'elles ont donné naissance à une nouvelle vallée encaissée dans la vallée primitive.

C'est ce qui a lieu dans la plus grande partie du territoire de Rive-de-Gier, où les couches étendues en nappes parallèles aux parois de la vallée qui les renferme, sont horizontales ou légèrement arquées dans la profondeur, et se

redressent ensuite rapidement de part et d'autre pour atteindre le jour (1).

Quand, au contraire, comme cela a le plus ordinairement lieu sur le versant des eaux dans la Loire, la *formation* des houilles est très-dilatée, et qu'elle est coupée en différens sens de vallons plus ou moins profonds, on observe, à quelques exceptions près, que toutes les couches du terrain sont inclinées en sens opposé de la pente des monticules isolés ou des coteaux qui appartiennent à la *formation*. C'est ainsi que l'on voit les *affleuremens* des couches reindre, presque de toutes parts, ces monticules ou ces coteaux, et se projeter sur les cartes par des lignes sinueuses dont les points diffèrent généralement peu de *niveau*. Il s'ensuit que la trace (donnée dans l'atlas) de toutes les couches de houille sur des *plans coupans* horizontaux, est, dans un grand nombre de cas, sensiblement parallèle aux lignes d'affleurement.

Les couches de houille peuvent donc, relativement à la portion du territoire houiller qui nous occupe en cet instant, être considérées comme des surfaces courbes qui tendraient à former des sortes de calottes ou de berceaux renversés, dont les parties inférieures, c'est-à-dire les points les plus éloignés du jour, seraient précisément placées sous les sommités que la *formation* houillère présente

(2) Un coup d'œil jeté sur les coupes de terrain placées dans l'atlas de la Topographie du département de la Loire, donnerait une idée précise de ce que nous ne faisons qu'indiquer.

dans l'état actuel des choses; fait conforme à ce qui s'observe en plusieurs autres contrées (1), mais dont on n'a peut-être point encore tiré cette conclusion singulière et presque rigoureuse, que les points les plus bas du terrain *primitif* sur lequel la *formation* des houilles a été déposée, répondent précisément aux points de cette formation qui sont aujourd'hui les plus élevés, ou, en renversant la proposition, que les dernières vallées creusées dans la formation des houilles, courent généralement sur des points qui correspondent aux sommités primitives que cache le sol actuel (2).

Cet aperçu, qui est peut-être neuf, suppose à la vérité qu'on nous accorde ce que plusieurs géologues mettent en question : c'est que, dans

(1) C'est l'allure que les mineurs désignent communément sous le nom de *CUL-DE-CHAUDRON*, *CUL-DE-BATEAU*. Dans la *formation* houillère d'Alais, appuyée sur les Cévennes (Gard), le cul de bateau est généralement sous les sommités du sol actuel.

(2) En rédigeant cette partie du Mémoire, nous éprouvons, comme on l'éprouve presque toujours dans les descriptions géologiques, la nécessité d'user d'images plus ou moins bien choisies, pour représenter les relations des différentes masses minérales entre elles; et nous admettons, pour quelques instans, des *événemens* qui auraient eu pour résultat d'imprimer aux choses le caractère avec lequel elles s'offrent aujourd'hui à nos yeux; c'est un artifice utile et rien de plus.

En effet, les événemens qui ont réellement accompagné les premières *formations minérales* ont-ils aucune analogie que notre esprit soit assuré saisir, avec les conditions qui régissent maintenant la surface du globe? Est-il réservé à notre intelligence de réunir toutes les parties de la longue chaîne avec laquelle on rattacherait aux causes qui, de nos jours, agissent sur les minéraux, les causes si différentes qui, dans les premiers âges du monde, ont opéré la création successive des diverses sortes de terrain?

la formation des houilles, les couches du terrain sont aujourd'hui dans la même situation qu'à l'époque où elles se sont moulées sur le sol primitif. Or, cette supposition nous semble appuyée, relativement à la contrée qui environne Saint-Etienne, sur des faits si multipliés, que nous n'avons pu nous refuser à l'admettre. Nous présenterons à cet égard les considérations suivantes :

1°. Lorsque les couches de houille, ou, si l'on veut, les couches du terrain sont fortement inclinées, il arrive généralement que leur épaisseur croît dans la profondeur, effet analogue à ce qui aurait lieu à l'égard de matières déposées en talus sur des plans plus ou moins inclinés.

2°. Quand les premiers dépôts de sol secondaire ont été formés de très-gros fragmens peu ou point adhérens, il a dû s'ensuivre que ces matières ont roulé dans les bas-fonds du sol primitif de manière à les combler en partie, et à donner de nouveaux talus peu inclinés, sur lesquels se sont formés les bancs de grès, de schiste et de houille, qui alors ont tout naturellement affecté une inclinaison beaucoup moins considérable que les pentes voisines appartenant au sol primitif... Or, des observations multipliées prouvent que cet état de choses que l'on conçoit facilement, n'a été troublé par aucune catastrophe postérieure à la formation.

3°. Dans les nombreux points où l'on peut saisir la superposition immédiate du terrain houiller sur le terrain primitif, on voit très-nettement le premier de ces terrains prendre

toutes les courbures commandées par le relief du second, sans qu'il en résulte aucune *solution de continuité*, aucune fracture dans les couches.

Les choses se présenteraient-elles ainsi à l'observateur, si les roches antérieures au dépôt, et le dépôt lui-même, avaient été soumis aux secousses et aux ébranlemens que suppose un redressement de couches?

4°. Un simple coup d'œil jeté sur l'atlas qui accompagne le travail dont ce mémoire est extrait, fait voir comment, dans la partie où le bassin est le plus élargi, les couches du sol houiller ont enlacé, comme dans une sorte de réseau, les monticules du sol primitif; effet si facile à saisir qu'on peut, en le suivant dans tous ses détails, se représenter jusqu'à un certain point la configuration du sol qui est maintenant caché, et juger que cette configuration n'a été, depuis l'époque des derniers dépôts, altérée par aucune révolution importante.

Nous pourrions nous étendre beaucoup davantage sur ces considérations, et fortifier notre opinion d'un plus grand nombre de faits, si nous n'étions arrêtés par la crainte de dépasser les bornes que nous nous sommes prescrites. C'est un tort que nous nous reprocherions même déjà, si l'aspect particulier sous lequel nous venons d'envisager une *formation* importante, ne devait point dans certain cas jeter un nouveau jour sur la recherche et la poursuite des gîtes de houille (1).

(1) Nous rapportons à cet égard un fait frappant.....
Les concessionnaires des mines de la Grand-Combe, situées

C'est ici le lieu de dire que le sol houiller, circonscrit de toutes parts par le terrain primitif, supporte lui-même, sur une étendue, à la vérité très-bornée, de faibles restes d'une formation moins ancienne, déchirée à l'époque du dernier creusement des vallées, et dont les lambeaux recouvrent aujourd'hui les seules sommités de *Saint-Priest* et de la *Tour*, situées près de la rivière du *Furens*, entre Saint-Etienne et la Loire.

Cette formation a cela de particulier que des tufs volcaniques et des fragmens de basalte y sont empâtés dans une matière siliceuse très-abondante, déposée sur le sol houiller en bancs sensiblement horizontaux.

Ce fait ne se reproduit nulle autre part dans la contrée de Saint-Etienne; et les monticules volcaniques qui existent dans la plaine du Foréz, n'ont aucune liaison immédiate avec la formation houillère qui nous occupe.

M. de Bournon a décrit les minéraux de Saint-Priest et de la Tour, et donné une énumération très-détaillée des divers accidens qu'ils présentent. Il cite des bois pétrifiés par la matière siliceuse, et parfaitement caractérisés (1).

près d'Alais (Gard), supposant, d'après quelques indications vagues, que les couches de houille qu'ils exploitent formaient le *cul-de-bateau* dans la profondeur, dirigèrent une galerie d'écoulement, de manière à atteindre ces couches en un point qui se trouvait dans la verticale abaissée du sommet de la montagne; c'est en effet là qu'ils rencontrèrent le fond du *cul-de-bateau*.

(1) *Essai sur la Lithologie des environs de Saint-Etienne*, page 45 et suivantes.

On doit regretter que la jeunesse de l'auteur et l'état de la science au moment où il a écrit, aient donné lieu à plusieurs méprises qu'il n'est point de notre sujet de relever.

L'atlas des mines de la Loire fournit le moyen d'assigner les limites extrêmes des niveaux auxquels ont été observés les différens sols qu'on vient de passer en revue.

1°. On peut suivre sans interruption le sol primitif, à partir du Rhône près de Givors (à une hauteur absolue de 169 mètres) jusqu'aux sommités principales du Pilat, élevées (également au-dessus de la mer) d'environ 1,200 mètres (1).

2°. C'est le puits du *logis des Pères*, près de Rive-de-Gier, qui a fait connaître le sol *houiller* à une plus grande profondeur. Le fond de ce puits est à 25 mètres au-dessous du niveau de la mer (2). D'un autre côté, la plus haute sommité du même sol (le mont Salson, près Saint-Etienne), est élevée au-dessus de la mer de 725 mètres. Il s'ensuit que la plus grande distance verticale entre les différens points où la formation des houilles a été observée, est de 750 mètres.

3°. La plus grande élévation de la *formation* observée à Saint-Priest et à la Tour, est de 600 à 650 mètres.

(1) La hauteur du Pilat est évaluée à 1,215 mètres dans l'*Annuaire statistique du département de la Loire*, imprimé par ordre de M. du Colombier, ancien préfet; nous ignorons quelle sorte d'opération a conduit à ce résultat.

(2) Le puits du Matouret, profond de 325 mètres, mais dont l'orifice est plus élevé que celui du puits du Logis-des-Pères, fait connaître le sol houiller, à une hauteur absolue de 8 mètres au-dessous du niveau de la mer.

SECONDE SECTION.

Division du sol houiller en divers systèmes de gisement.

L'exposé qu'on vient de lire conduit naturellement à faire deux grandes parts de la *formation houillère* de la Loire : la première se compose de tous les gîtes situés dans la partie la plus évasée du bassin, c'est-à-dire dans les territoires de Saint - Etienne et de Saint-Chamoud, et la seconde est formée de toute la portion du bassin qui appartient à la vallée du Gier.

Cette division principale déduite des circonstances de gisement que nous avons fait connaître, est d'ailleurs justifiée par des considérations d'un autre ordre qu'on ne devait point négliger.

En effet, les mines des environs de Saint-Etienne et de Saint-Chamond diffèrent également des mines de Rive-de-Gier, soit que l'on considère la disposition des substances à exploiter, soit que l'on envisage ces mines relativement aux débouchés qui leur sont propres, aux travaux dont elles ont été l'objet, à l'importance des capitaux mis dans l'exploitation, etc.

A Saint - Etienne et à Saint - Chamond les travaux souterrains s'étendent généralement à peu de distance du jour, le mode d'exploitation varie d'une petite localité à une autre ; les débouchés moins considérables qu'à Rive-de-Gier, sont aussi moins assurés. Ils se composent principalement de l'exportation, souvent

languissante, qui a lieu par la Loire, et de la consommation locale dépendante de l'activité donnée à la fabrication des armes à feu ou de la *quincaillerie*.

Les mines de Rive-de-Gier n'ont en quelque sorte de commun avec les précédentes que d'appartenir à une même contrée et à une même *formation*. Les débouchés de leurs produits se composent, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, de la consommation locale singulièrement accrue par l'établissement de nombreuses verreries et de fours à chaux, d'une exportation plus ou moins active qui s'opère par voitures de terre, et de l'immense exportation qui a lieu par le canal de Givors, le Rhône, la Méditerranée et le canal des Deux-Mers.

A Rive, l'importance des débouchés et la disposition des couches de houille ont donné lieu de porter les travaux souterrains à de grandes profondeurs, et mis les *exploitans* dans l'obligation d'avoir recours à des machines puissantes en versant de grands capitaux dans les entreprises.

Dans la description abrégée qu'on va offrir des principaux travaux de chaque mine, le territoire de St. - Etienne et de Saint-Chamond, beaucoup plus étendu que le territoire de Rive-de-Gier, sera sous - divisé en un certain nombre de districts ou de groupes de mines, circonscrits d'après la configuration extérieure du sol, la disposition des substances minérales et la nature des débouchés propres à chaque localité.

Ce dernier partage, modifié, s'il y a lieu,

par les considérations qui naîtront, soit de l'étendue ou des bornes du commerce de la houille, soit des droits respectifs des demandeurs en concession, doit conduire à partager définitivement le sol houiller de la manière la plus utile et la plus juste.

Quant aux mines de Rive-de-Gier, elles sont réparties sur un petit espace de terrain, et il suffira en les décrivant de les représenter dans l'ordre de localité que l'usage a consacré parmi les exploitans.

TROISIÈME PARTIE.

Description des mines de houille de Saint-Étienne et de Saint-Chamond, par systèmes de gisement (1).

PREMIÈRE SECTION.

Généralités.

LES mines de Saint-Étienne et de Saint-Chamond, exploitées sans doute depuis une époque très-reculée, ont dû être long-temps abandonnées à ceux qui voulurent les premiers entreprendre d'en extraire la houille; la quantité de couches qui venaient alors sortir à la sur-

(1) Il faut consulter la topographie souterraine du département de la Loire, elle-même, à la Direction générale des mines, pour acquérir, sur l'exploitation de chaque mine en particulier, des notions sur lesquelles on va être forcé de passer très-légèrement.

face de la terre; la facilité de l'exploitation, et plus encore, à la même époque, l'abondance des bois dans la contrée, sont autant de causes qui ont retardé, pendant des siècles, la nécessité d'un travail souterrain suivi. Toutefois, dans l'origine, la propriété des mines s'est trouvée naturellement attachée à celle de la surface, et lorsque l'établissement de quelques ateliers de serrurerie ou de clouterie a donné de la valeur au combustible minéral, c'est le propriétaire du sol agricole, qui d'abord a disposé du droit d'exploitation, en le cédant moyennant une rétribution ou *cens*. Mais les travaux à faire pour suivre l'exploitation des mines étant devenus de jour en jour plus dispendieux, ceux qui se livraient à ces sortes d'entreprises sentirent la nécessité d'être assurés d'une longue jouissance, et de pouvoir utiliser, sur une certaine étendue de pays, les ouvrages d'art établis ou à établir: d'un autre côté, le Gouvernement voulut arrêter les désordres et les accidens multipliés auxquels l'exploitation des mines donnait lieu, en mettant en vigueur, dans le Forez, les lois et réglemens du royaume sur le fait des mines: c'est ce qui donna lieu à l'établissement de diverses concessions.

En 1767 le duc de Charost demanda et obtint une concession qui s'étendait à 1,500 toises de rayon à partir de son château de Roche-Jamolière; cette concession a été ensuite cédée et augmentée par les arrêts de 1786 et 1789; il y en eut d'autres accordées à M. de Curnieu pour les mines de Villars; à M. Chaland, pour celles de Poyeton; à M. Jovin, pour celles de la

Périnière et du Treuil, et plus tard (en 1790), à M. Jovin Molle, à Renieux; mais ces quatre dernières concessions étaient seulement assises sur les propriétés des titulaires dans une étendue déterminée. Celle donnée (en 1774) à M. Gallet de Montragon, s'étendait au contraire sur tout le marquisat de Saint-Chamond.

Il paraît que le baron de Vaut obtint également une concession de mines voisines de Saint-Étienne, et que cette concession fut révoquée en 1763.

Pour assurer à la ville de Saint-Étienne, à un prix modéré, la quantité de houille nécessaire aux besoins de ses ateliers de ferronnerie et de la fabrique d'armes de guerre, le Roi lui accorda, en 1763, la faculté d'empêcher la sortie de la houille extraite dans un cercle dont le rayon est de 2,000 toises, la ville prise pour centre; la contravention à ce règlement devait être punie par la confiscation et une très-forte amende.

L'ouvrage de *Morand* sur les mines de charbon de terre, publié en 1766, fait connaître l'état des exploitations des environs de Saint-Étienne; à cette époque on y voit que le propriétaire cède à des entrepreneurs le droit d'exploiter, et traite selon la *facilité des débouchés*, à tant par jour, par semaine ou par mois, pour chaque piqueur employé dans la carrière (page 582). C'est ce qui se pratique encore aujourd'hui dans plusieurs cantons. Les remarques que fait cet auteur sur certains vices d'exploitation, sont également encore applicables à beaucoup de mines.

Aux environs de Saint - Etienne, les exploi-

tations étaient ainsi distribuées vers l'année 1765 :

Au *Treuil*, un puits qui était le *seul* dans le pays; à *Monthieu*, deux fosses; à *Terre-Noire*, une fosse; à *Saint-Jean-de-bonne-Fonds*, plusieurs fosses; à *Villars*, deux fosses; au *Bois Mouzier*, deux fosses; à *Roche-de-la-Mollière*, trois fosses; à la *Béraudière*, deux ou trois fosses; à la *Ricamarie*, trois fosses; aux environs du *Chambon*, trois fosses; à *Firminy*, trois ou quatre fosses; à *Saint-Genest-Lerpent*, deux ou trois fosses.

A Saint-Chamond les mines du château étaient en activité; et celles de la *Variselle* venaient d'être abandonnées à cause du feu *Grisou*.

Au temps où *Morand* écrivait, la plupart des couches de houille avaient été de cette manière fouillées depuis la surface du sol jusqu'à une profondeur plus ou moins grande, suivant l'abondance des eaux, la qualité de la houille, la facilité du débit, etc. Et aujourd'hui il est à-peu-près démontré que toutes les couches exploitables de la contrée ont été l'objet des travaux qui se sont enfoncés jusqu'à 50,100 et même 160 mètres mesurés sur la ligne de pente.

Les mines enflammées qu'on remarque près de la *Béraudière* et de la *Ricamarie* brûlent depuis plus de trois cents ans, suivant *Alleon-du-Lac*; il en trouve la preuve dans d'anciens terriers qui assignent ces carrières pour *confius*, et s'expriment en ces termes : *Juxta claceriam inflammatam*, etc.

Les ouvrages d'art qui sont usités dans les environs de Saint - Etienne pour l'exploitation des mines, sont de trois espèces : les galeries

ou puits inclinés qu'on appelle *sendues* ; les puits *verticaux* servant à l'extraction, et les *galeries d'écoulement*.

Fendues.

Les *sendues* servent à la descente des ouvriers et le plus souvent à l'extraction de la houille qui est élevée, à dos d'homme, de la profondeur. Ces *sendues* sont ouvertes non pas précisément dans la houille, mais 3 ou 4 mètres au-dessus de l'affleurement, afin d'obtenir une plus grande solidité : elles joignent la couche à peu de distance de leur orifice ; quelquefois aussi, pour rendre la pente plus uniforme ou bien pour éviter d'anciens travaux, les *sendues* sont conduites dans le rocher sur une plus grande étendue. Cette espèce d'entrée de mine était presque la seule en usage à Saint - Etienne il y a quarante ans ; maintenant il y a beaucoup de puits verticaux, et cela peut faire juger de l'accroissement rapide des difficultés de l'exploitation, même dans un pays extrêmement riche en mines.

Les *sendues* présentent un moyen économique d'attaquer les couches de houille dans le cas très-ordinaire à la contrée qui nous occupe, où elles s'enfoncent sous des collines.

Puits.

Les puits verticaux sont d'un usage préférable dans beaucoup de circonstances. A Saint - Etienne, leur profondeur n'excède guère 100 mètres, ils sont circulaires et de 17 à 22 décimètres de diamètre, ordinairement sans boisage ni muraillement, si ce n'est à la partie supérieure pour soutenir la terre végétale. On voit des puits creusés depuis moins de trente ans sans le secours de la poudre.

Le prix du mètre courant varie pour le creu-

sement des puits de 60 à 100 francs, suivant la profondeur à laquelle on est arrivé, la dureté du rocher et la quantité d'eau qui afflue dans le puits.

On a pratiqué pour plusieurs mines de petites galeries ou plutôt des conduits creusés à tranchées ouvertes, et recouverts, qui servent à épuiser l'eau à un certain niveau. On doit cependant distinguer quatre ou cinq de ces ouvrages qui méritent le nom de galeries d'écoulement : on les a conduits sur la plus grande étendue possible dans les couches de houille ; le reste a été creusé partie dans le rocher et partie sous le gazon ; ces galeries ne servent jamais au transport du combustible ; il n'y en a même aucune qu'on puisse parcourir dans son entier.

Galeries d'écoulement.

Le prix du creusement d'un mètre courant de galerie dans le rocher, varie de 20 à 40 francs ; mais, relativement aux galeries d'écoulement faites partie dans la houille, partie dans le rocher ou la terre végétale, c'est porter les dépenses assez haut que de supposer qu'elles ont coûté, prix moyen, de 18 à 20 francs le mètre courant. Elles ne sont que bien rarement boisées ou murillées.

Les machines d'extraction sont des machines à molettes à un ou deux chevaux, construites avec assez peu de soin, et dont la valeur, y compris le hangar qui les recouvre, varie de 900 à 2000 francs. Il y en a cependant de petites qui n'ont pas coûté plus de 300 francs. Le tambour cylindrique de ces machines a 1 mètre à un 1,50 mètre de diamètre ; le diamètre du manège est de 7 mètres à 10 mètres. La barre n'est point assez élevée pour que les

Machines.

chevaux passent dessous : il suit de cette construction vicieuse, qu'il faut les dételer pour faire changer le sens du mouvement de la machine. La houille est élevée dans des *tonnes* qu'on appelle *benes*, de la contenance de 2 à 3 hectolitres. Quelquefois les machines à molettes ont été destinées à faire monter des chariots chargés de houille, suivant un plan incliné disposé sur le sol d'une fendue; ce procédé ne peut être avantageux que dans les cas où le percement d'un puits vertical, n'est pas praticable; on voyait autrefois un grand nombre de ces dernières machines; il n'en existe aujourd'hui qu'une seule à la mine de Villards.

Les câbles qu'on emploie ordinairement, coûtent 72 à 78 francs le quintal ancien; leur durée varie de 6 à 8, 12 ou même 15 mois, suivant l'état de sécheresse ou d'humidité de l'air des puits.

Les machines à molettes servent aussi dans la portion du territoire houiller qui nous occupe, à l'épuisement des eaux; mais alors les *benes* sont plus grandes, et l'on attelle un plus grand nombre de chevaux.

On fait usage pour l'épuisement des eaux, dans les mines exploitées par *fendues*, de machines à manège et à pompes, à l'aide desquelles on peut s'enfoncer à une profondeur de 100 à 150 mètres; on les appelle *calendres*. Pour en avoir une idée il suffit de se représenter une machine à molettes ordinaire dont l'arbre porte, au lieu de tambour, une roue horizontale garnie de dents qui engrènent dans une ou plusieurs lanternes dont l'axe se termine par une manivelle; ces manivelles font mouvoir

des varlets, et par suite les tirans de *deux* ou trois paires de pompes. Ces machines sont exécutées d'une manière fort imparfaite; les pompes, inclinées comme le sol de la fendue dans laquelle on les a placées, sont en bois et de 15 centimètres de diamètre; les pistons et les tirans sont aussi en bois; la longueur de chaque pompe est de 10 mètres.

Quand il ne s'agit que d'opérer l'épuisement à une petite profondeur, ces machines peuvent suffire; mais les mauvais effets de leur construction se font sentir quand cette profondeur excède 100 mètres: elles exigent l'emploi d'un grand nombre de chevaux pour procurer un résultat médiocre.

La machine dont il s'agit coûte de 2000 à 2500 francs; mais en ajoutant le prix des pompes, le placement, le hangar, etc., la dépense totale est d'environ 4000 francs. Il n'y en a que *trois* en activité dans la contrée, et l'une d'elles est très-petite.

Les machines à molettes suffisent pleinement à l'extraction ordinaire de la houille; mais lorsqu'il s'agit d'épuiser en même temps une quantité d'eau déjà considérable, et qui ne peut qu'augmenter par la continuation de l'exploitation, l'usage des machines à vapeur de rotation est bien préférable; on peut aisément les disposer pour monter des chariots lorsque les puits ne sont pas verticaux, et il existe dans les environs de Saint-Étienne des exploitations assez considérables pour subvenir avec avantage aux frais de l'établissement et de l'entretien de pareilles machines. Il est même à présumer qu'on en verrait déjà plusieurs dans

cette portion du territoire houiller, si l'incertitude qui règne relativement aux choix des futurs concessionnaires n'eût empêché d'engager de grands capitaux dans les exploitations.

Les mines de Villards, du Cluzel, de Rochella-Molière, de Firminy et de la côte de Thiollière, ne peuvent particulièrement se passer de machines de rotation.

On suit, pour exploiter les diverses mines de Saint-Etienne, des procédés assez différens, et qui sont subordonnés à l'épaisseur, à la pente et à la composition de la couche sur laquelle on entreprend des travaux; la solidité du toit et l'abondance des eaux ont aussi une influence marquée sur la disposition et les dimensions des ouvrages. On trouvera dans la description de chaque groupe de mine, et souvent dans celle de chaque exploitation en particulier, ce qu'il y a de remarquable à cet égard. On se borne à exposer ici ce qui est commun aux différentes mines des environs de Saint-Etienne.

L'exploitation se fait toujours au moyen de galeries, séparées par des piliers plus ou moins épais; on ne pratique guère qu'un étage de travaux, même sur les couches les plus puissantes; et quand on en fait deux, il n'y a aucune connexion régulière de l'un à l'égard de l'autre. Les galeries sont horizontales ou inclinées, suivant la ligne de pente; les premières sont appelées *fonds*, et les autres *pointes* ou *descentes*. Dans les couches puissantes on commence par mener les galeries au *mur*, si le toit est solide et si l'on peut détacher facilement la houille qu'on laisse vers cette partie

de la couche; ou bien on commence les entailles à une certaine élévation au-dessus du mur, et on enlève en revenant ce qu'on a laissé sous ses pieds.

Les galeries horizontales sont, du moins au commencement de l'exploitation, les véritables *tailles*; on leur donne une largeur proportionnée à la dureté du charbon, mais toujours la plus grande possible (de 3 à 5 mètres), dans la vue de détacher plus aisément la houille et de l'obtenir en plus gros morceaux. Les galeries inclinées sont beaucoup moins larges et ne servent qu'à établir les communications nécessaires pour l'aérage, le transport ou l'épuisement, à moins toutefois que la couche n'ait qu'une très-faible inclinaison.

Les galeries horizontales sont espacées de 10 mètres en 10 mètres.

La seconde époque de l'exploitation est celle où l'on revient sur ses pas, en cherchant à emporter le plus de houille qu'il est possible, sans s'inquiéter de la conservation des travaux; c'est ce qu'on appelle le *dépilement*.

Cette opération se fait sans beaucoup d'ordre et suivant le caprice des ouvriers; on amincit, on refend les piliers et l'on fait tomber la houille qui a pu rester au *faîte*: dans quelques mines où les couches sont très-épaisses, on enlève ainsi la *moitié* de la houille qui compose les couches; dans d'autres, seulement le *quart* ou le *sixième*; mais il y a des exploitations où l'on extrait la couche en totalité.

L'entaille de la houille se fait comme partout ailleurs, latéralement et en-dessous, et l'on abat en chassant des coins dans la partie

supérieure des galeries. Lorsque la couche est divisée par un ou plusieurs lits de rocher, on en profite pour faciliter l'entaille; souvent aussi les diverses qualités de la houille dans les différentes portions de la couche, obligent de les exploiter séparément; d'autres fois ces exploitations partielles et successives des parties d'une même couche ont pour objet d'opérer naturellement le triage des bandes schisteuses, appelées *gores*.

A Rive-de-Gier, c'est la disposition des *fissures* naturelles ou des *lits* de la houille qui détermine la direction des tailles; mais à Saint-Etienne on n'en tient aucun compte; on y a cependant un égal intérêt à obtenir la plus grande quantité possible de houille en gros blocs (*pérat*) (1).

Il y a bien peu de mines à Saint-Etienne qui n'aient qu'une ouverture à l'extérieur; ainsi l'air peut se renouveler facilement quand on le dirige d'une manière convenable.

Lorsqu'il n'y a qu'un puits, on se sert d'un soufflet à bras pour porter de l'air au fond des travaux, à l'aide d'un canal en bois.

Plusieurs mines des environs de Saint-Etienne sont sujettes à renfermer du gaz hydrogène carboné, *grisou*; d'autres, dans l'intérieur desquelles on laisse la houille menue, sont exposées à prendre feu par l'effet de la fermentation qui s'établit dans cette houille avec le concours de l'humidité.

Le boisage s'exécute avec assez de soin dans

(1) Le pérat se vend plus cher que le menu, et est d'un débit plus facile.

plusieurs mines à Saint-Etienne, sur-tout dans celles où la puissance de la couche ne surpasse pas 2 mètres; dans les autres, la hauteur des galeries en rend l'emploi peu efficace.

Il arrive souvent qu'on laisse de la houille au *toit* pour en augmenter la solidité. On se sert aussi parfois des parties stériles de la couche pour remblayer les galeries; mais cela n'a malheureusement lieu que dans un bien petit nombre de mines.

Les bois de construction sont rares et chers; le pin et le sapin qui servent à étayer, viennent des montagnes voisines, et se vendent à raison de 15 à 20 centimes le pied courant (la pièce ayant 3 ou 4 pouces de diamètre au petit bout).

On boise souvent l'orifice des puits; plus souvent on exécute un muraillement à chaux et sable, et si l'on craint les eaux de la surface, on place entre deux murs un *béton* épais de 30 à 35 décimètres; ces murs sont appuyés sur le roc ferme.

Dans presque toutes les mines les transports se font à dos d'homme; dans trois ou quatre seulement la houille est traînée dans une *benne* portée sur deux portions de cercles garnies d'une bande de fer, suivant la méthode également usitée à Rive-de-Gier.

L'extraction au jour se fait, ainsi qu'on l'a déjà dit, à l'aide de machines ou à dos d'homme; cette dernière méthode, qui doit être proscrite de toute bonne exploitation, est ici d'autant plus pénible et d'autant plus dangereuse, que les escaliers ou les rampes sont faits avec très-peu de soin. Les *sorteurs* marchent ordinairement pieds nus; ils portent la houille dans

un sac de toile qui se termine d'un côté par une espèce de capuchon qu'ils ajustent sur le front, de manière à retenir la charge : ils tiennent à la main un petit bâton qui sert à les aider dans leur marche et à soutenir le fardeau dans les haltes.

On a déjà parlé des moyens d'épuisement et d'écoulement que l'on emploie généralement à Saint-Etienne ; il suffit d'ajouter ici que dans la profondeur on fait très-souvent usage d'une *pompe* à bras appelée *canal* : ces pompes, en bois, et de 10 mètres de longueur, sont placées sur le plan de la couche et mises en mouvement par un ou deux hommes. L'eau est retenue dans des réservoirs creusés dans le charbon, et portée au pied des pompes à l'aide de petits canaux disposés d'étage en étage.

Les ouvriers sont classés de la manière suivante :

1°. Le *maître mineur*, ordinairement chargé du *boisage* ;

2°. Les *piqueurs*, ce sont eux qui abattent la houille ; ils sont payés à la journée, et, dans ce cas, leur tâche est déterminée, ou bien à tant par *benne* de houille. Le prix de la journée d'un piqueur varie de 1 franc 75 centimes à 3 francs ; il gagne davantage que les autres ouvriers, et d'autant plus que les mines donnent plus de houille en gros morceaux ;

3°. Les *sorteurs*, *porteurs* ou *traîneurs*, qui gagnent de 1 franc 50 centimes à 2 francs 25 centimes par jour ;

4°. Il y a enfin d'autres hommes employés au service des pompes, des machines, au mesurage pour la vente, etc., etc.

Ce sont les ouvriers eux-mêmes ou le maître mineur qui réparent les outils.

Les chevaux employés au service des machines sont ordinairement de peu de valeur ; leur dépense annuelle, y compris le remplacement, est de 600 à 700 francs.

Les mines diffèrent beaucoup entre elles sous le rapport de l'espèce de houille qu'on en retire. L'espèce la plus recherchée dans le commerce, et la plus rare dans les mines de Saint-Etienne, c'est la houille en gros quartiers qu'on appelle *pérat* ; ensuite vient la houille en morceaux moins gros, séparée du menu et qu'on appelle *chappelé* ou *grèle* ; enfin vient le *menu* qui n'a de valeur qu'autant qu'il peut être employé aux travaux de la forge.

Le prix de vente varie dans les divers cantons suivant la qualité de la houille, et sur-tout suivant les saisons ; le *pérat* se vend en hiver 90 centimes le quintal métrique ; le *grèle* ou *chappelé*, 60 ou 65 centimes ; le *menu*, depuis 30 jusqu'à 50 centimes.

Les *mesures* de vente sont de trois espèces : le *faix* ou *fardeau*, pesant 40 kilogrammes sur certaines mines, et 45 sur d'autres ; et la *benne*, dont le poids est à très-peu-près de 100 kilogrammes. Le *menu* se vend aussi souvent au *char*, dont le poids varie de 625 à 700 kilogrammes.

La mine la plus avantageuse, toutes choses égales d'ailleurs, est celle qui donne le plus de houille (*pérat* ou *grèle*) propre au *chauffage*. Il y a beaucoup de différence entre les houilles destinées à cet usage, et même on n'est pas bien d'accord sur les qualités qu'on

doit principalement y rechercher : les unes s'enflamment aisément et produisent un feu clair, mais qui dure peu; d'autres sont plus difficiles à mettre en combustion, mais elles donnent une chaleur plus long-temps soutenue, et sont d'un emploi plus économique.

Les houilles de la *Béraudière*, du *Seignat*, de *Roche-la-Molière*, etc., passent pour être de la première sorte; elles prennent feu à la flamme d'une bougie. Les mines plus rapprochées de la ville de Saint-Etienne, fournissent presque toutes les sortes de houille.

On dit que la houille est *trop vive* et qu'elle ne convient pas au travail de la forge sur de grosses pièces, lorsqu'elle procure d'abord une chaleur capable de faire brûler le fer à la surface avant que le centre ait atteint une température convenable. Les gens du pays prétendent que certains *charbons* sont trop gras, et qu'ils ont besoin d'une assez longue exposition à l'air ou du transport par bateaux pour être employés avec avantage; ils ajoutent que la houille perd ainsi de son *soufre*, ce que pourrait confirmer l'action de l'eau et de l'air.

Le produit des mines de Saint-Etienne et de Saint-Chamond est évalué à 1,050,000 quintaux métriques de houille; 600,000 quintaux ou environ sont consommés dans la contrée même, le reste est exporté en presque totalité par la Loire.

Pendant long-temps les mines de Roche-la-Molière ont été, avec celles de Villards et du Cluzel, les seules dont les produits fussent conduits au port de Saint-Just sur la Loire, lieu de l'embarcation pour les départemens

situés à l'ouest et au nord de Saint-Etienne; maintenant qu'on a ouvert une nouvelle route de Saint-Etienne à la Loire, le port d'Andresieux offre un nouveau débouché où les mines situées dans les communes de Mont-Haut, d'Outre-Furens et de St.-Jean-de-Bonnefonds peuvent envoyer leurs produits.

Le nombre des bateaux expédiés chaque année par la Loire, varie de 2 à 3000; la moyenne est de 2200. Ces variations ne sont pas relatives à la quantité de houille embarquée qui est à-peu-près constante, mais à l'état de la rivière qui permet de charger plus ou moins chaque bateau.

Les bateaux sont construits en sapin avec les bois que l'on tire des montagnes qui séparent la plaine de Foréz du département du Puy-de-Dôme; chacun d'eux coûte 250 à 300 francs.

On charge annuellement 2000 bateaux en houille menue; chaque bateau porte, terme moyen, huit voies du pays, pesant 25 quintaux métriques chacune; le poids moyen de la charge d'un bateau est de 200 quintaux métriques. L'exportation totale du *menu* est donc de 400 mille quintaux métriques ou environ.

Les 200 bateaux que l'on charge en *pérat* portent 12 voies chacun; et la voie pèse 15 quintaux métriques; le chargement annuel est donc d'environ 36 mille quintaux métriques.

Total de la houille exportée annuellement par la Loire: 436 mille quintaux métriques.

Le prix moyen de la houille *menue* prise sur les mines, est de 45 centimes le quintal métrique; et celui du *pérat* est de 75 centimes.

La valeur totale de la houille exportée est donc d'environ 207 mille francs.

Le prix d'achat des bateaux s'élève à plus de 600 mille francs.

A Paris, le quintal métrique de houille *menue* se vendait, avant l'ouverture du canal du Nord, 4 francs 23 centimes. Depuis que les houilles du Nord arrivent dans la capitale, il ne se vend plus que de 3 francs 10 à 3 francs 20 centimes (la voie de Paris pèse 17 quintaux métriques).

La houille en gros morceaux vaut, à Paris, de 5 francs à 5 francs 50 centimes le quintal métrique (ces prix sont ceux de 1813).

SECONDE SECTION.

Description des mines.

A. DISTRICT DE FIRMINY.

Groupe N^o. 1 de la Carte d'assemblage (1).

Cartes
N^{os}. I, II,
IV et V.

Les couches reconnues dans le bassin de Firminy sont au nombre de dix-huit, dont douze forment un système suivi et bien déterminé : elles ont donné lieu à des exploitations plus ou moins importantes, ouvertes à diverses époques. La pente la plus ordinaire de ces couches est au levant ; mais elle change parfois, même pour une même couche, et dans la partie méridionale du bassin, les couches s'enfoncent au nord. L'opinion des mineurs du pays est que quand une couche prend une certaine épaisseur, celles qui lui sont superposées en ont alors très-peu.

(1) Voyez cette carte qui est ci-jointe : chacune des cartes de l'atlas, déposé à l'Administration, s'y trouve figurée, en petit, avec son numéro d'ordre.

La couche A a peu de suite ; son épaisseur est de 14 décimètres ; elle est coupée par des *coufflées* fréquentes, et l'exploitation en est abandonnée depuis plus de trente ans. La houille était de mauvaise qualité. Quelques travaux se sont étendus sur son prolongement à la rive droite de l'Ondaine près du bois de la Tour. Il s'y est aussi manifesté un incendie souterrain dont on aperçoit encore les traces.

La couche B a 16 décimètres de puissance ; la houille qu'on en a extraite était d'assez bonne qualité : on l'a exploitée jusque sous l'affleurement de la couche C. Les travaux entrepris sur cette couche ont été abandonnés depuis long-temps, et sont aujourd'hui presque entièrement comblés.

La couche C a une profondeur de 20 décimètres ; elle a fourni de la houille de bonne qualité pour la forge. Les travaux ont été poussés jusqu'à la profondeur de 40 mètres, mesurés suivant la pente de la couche, c'est-à-dire à une plus grande profondeur que sur les couches qui précèdent. La couche C se prolonge dans le coteau qui est sur la rive droite de l'Ondaine, et elle y a été l'objet d'une exploitation assez considérable, mais actuellement abandonnée.

Les couches A, B et C, ont, près du jour, les mêmes allures que la couche dite *grande masse* dont on va parler ; mais les mineurs prétendent que les unes et les autres se réunissent et se confondent dans la profondeur.

La couche D dite *grande masse*, épaisse de 60 décimètres, plonge au levant dans une de ses parties, et au nord dans l'autre ; son incli-

naison moyenne est de 15 à 18 degrés. Elle a été l'objet de beaucoup de travaux.

Dans la présente année 1813, les mines en activité assises sur cette couche sont les suivantes :

Carte I.
Couche D.
Ouverture
numéro 12.
Commune
de Firminy
ainsi que
les mines
suivantes.

1^o. Mine exploitée par le sieur Martin. Cette mine, environnée de vieux ouvrages inondés, est elle-même noyée en grande partie. Elle n'a été en activité que pendant les deux premiers mois de l'année 1813. Son exploitation ne sera reprise avec avantage que quand on se décidera à faire usage de moyens d'épuisement puissans et communs aux exploitations voisines.

Les principaux ouvrages d'art consistent en un puits de 66 mètres et une machine à chevaux. On emploie 8 chevaux et 18 ouvriers. La couche D a 88 décimètres d'épaisseur. En 1812 on a extrait 40,200 quintaux métriques de houille grosse, et 30,000 quintaux métriques de houille menue.

Carte I.
Couche D.
Ouverture
n^o. 14.

2^o. Mine exploitée par le sieur Charpin. Cette exploitation, qui a été commencée en 1808, a succédé à celle des Molières, abandonnée en 1806; l'une et l'autre ont été entreprises par les sieurs Latour, Veron et compagnie.

Ici la couche appelée *grande masse* n'a que 57 décimètres de puissance totale. Elle est divisée par un lit de schiste de 2 décimètres; la partie supérieure de la couche a 15 décimètres d'épaisseur. La houille qui en provient, encore intacte, n'est bonne que pour la grille; la partie inférieure de la couche a 40 décimètres d'épaisseur, et fournit de la houille de forge de première qualité.

Dans le canton dont il s'agit, la *grande masse*

est peu sujette aux resserremens que l'on nomme couffées.

La mine Charpin, la plus importante de celles qui sont actuellement en activité à Firminy, est environnée de vieux ouvrages *noyés*, auxquels on pourrait appliquer les moyens d'épuisement que l'on a proposé de mettre en usage pour la mine Martin.

L'aérage s'opère à l'aide d'un simple soufflet mu par un homme; le mode d'exploitation consiste à percer des galeries sur la pente et sur la direction; en laissant derrière soi des piliers d'une épaisseur convenable: on exploite un seul étage en laissant au mur une assez grande épaisseur de houille, que l'on prend en suivant une marche rétrograde quand on a atteint les limites de l'exploitation; en se retirant on diminue également l'épaisseur des piliers.

En février 1813, la houille menue que l'on a l'usage de laisser dans l'intérieur des travaux jusqu'en été (1), s'est enflammée spontanément; mais on est parvenu à isoler les parties de la mine incendiées.

Les principaux ouvrages d'art consistent en un puits de 104 mètres et une machine à chevaux pour l'extraction. On emploie 6 chevaux et 26 ouvriers. En 1812 l'extraction a été de 29,700 quintaux métriques de houille grosse et 29,700 quintaux métriques en houille menue.

La couche D, appelée *grande masse*, en outre des travaux en activité dont elle est aujourd'hui l'objet, a été l'occasion de beaucoup

(1) C'est à cette époque seulement qu'on en trouve le débit.

d'autres ; sur l'étendue desquels on a recueilli des renseignemens plus ou moins certains qui se trouvent consignés dans le travail dont nous présentons l'extrait. On distingue encore aujourd'hui l'emplacement de 8 à 10 puits, dont la profondeur variait entre 30 et 50 mètres. Six ouvriers mineurs furent noyés, il y a environ 22 ans, dans ces anciens travaux.

La couche E a été exploitée à ciel ouvert auprès du Breuil. Elle est divisée en trois parties dans son épaisseur (10 mètres), par des lits de rocher peu épais ; sa pente est au levant. La houille qu'elle fournit est bonne pour le chauffage, mais elle ne peut être employée à la forge. Au-dessous de la couche E et à six décimètres de distance, on trouve une couche trop mince pour être exploitée.

On en a aussi trouvé une supérieure dans les puits *Didier* ; son épaisseur varie de 6 à 16 décimètres. On ne l'a point exploitée. (C'est la couche F.)

Les mines en activité assises sur cette couche E sont les suivantes :

Carte I.
Couche E.
Ouverture
n^o. 17.

1^o. Mine exploitée par le sieur Antoine Just. — Cette exploitation a été ouverte en 1806 sur une portion de couches désignée sous le nom de *masse du pré du Breuil*, et formée d'un premier lit de 18 à 20 décimètres d'épaisseur vers le toit ; vient ensuite un autre lit de rocher, épais de 40 à 50 décimètres, puis vers le mur un dernier lit de houille de 50 décimètres d'épaisseur. Ce gîte est sujet à de fréquentes *coufflées* qui interrompent l'exploitation. Le toit est solide.

Il y a 2 puits, l'un de 13 et l'autre de 14

mètres, et une fendue ; de plus, une machine à chevaux pour l'extraction, et deux roues hydrauliques pour l'épuisement. La puissance réduite de la couche est de 70 décimètres. En 1812 on n'a employé que cinq ouvriers, et on n'a tiré que 3,000 quintaux métriques de houille grosse, et 2,250 de houille menue. Du reste, la mine n'était point en activité en janvier 1813, et les deux puits ne servent plus à l'extraction.

2^o. Mine de la Chaux. — Cette exploitation est en activité depuis dix ans sur le prolongement de la couche appelée *masse du pré du Breuil* ; la houille qu'on en extrait est de médiocre qualité. Le gîte se comporte à-peu-près comme dans l'exploitation du sieur Just ; les travaux sont distribués en un ou deux étages suivant que la houille est plus ou moins résistante.

On compte une fendue de 6,5 mètres un puits de 13,5 mètres et une roue hydraulique. La couche a 92 décimètres de puissance réduite. On a employé dix ouvriers en 1812, et obtenu 8,850 quintaux métriques de houille grosse, et 6,000 de houille menue.

3^o. Mine exploitée par le sieur Didier. — Cette exploitation est assise sur la masse du *pré du Breuil*, qui se présente ici avec les mêmes allures que dans l'exploitation de la Chaux.

Il y a deux puits, un de 43 mètres et un de 10 mètres, et une machine à chevaux pour l'extraction. En 1812 on a employé quatre chevaux et quatorze ouvriers pour extraire 18,900 quintaux métriques de houille grosse. L'exploitation avait cessé en janvier 1813.

La couche E a été également l'objet d'anciens travaux d'une certaine importance ; elle a même

Carte I.
Couche E.
Ouverture
n^o. 18.

Carte I.
Couche E.
Ouverture
n^o. 22.

donné lieu à une exploitation de *houille à ciel ouvert* (1) qui a cessé en 1812, après plusieurs accidens assez graves, et en vertu des ordres émanés de l'autorité supérieure.

La couche E bis a été exploitée près *du Soleil*; son épaisseur est de 8 pieds; mais elle est peu suivie, et c'est probablement ce qui a déterminé, il y a environ trois ans, le sieur Faure à abandonner une *fendue* qu'il y avait pratiquée. La houille qu'elle fournit est de bonne qualité pour le chauffage; mais le menu est sans valeur.

La couche G, dont l'affleurement se montre assez loin et à l'est de Firminy, a été exploitée en plusieurs endroits par des *fendues* qui ne se sont jamais étendues au-delà de 50 mètres sur la pente. La houille de cette couche est de médiocre qualité pour la forge. L'épaisseur de la couche est de 2 mètres. Le sieur Portefaix l'exploite à la mine Terasson.

L'origine de ces travaux remonte à plus de trente ans; ils se composent d'un assez grand nombre de *fendues* successivement abandonnées. Ils n'ont fourni que de la houille menue de médiocre qualité.

Il y a deux *fendues*, une de 17 mètres et une de 25, et de plus une galerie d'écoulement de 1,200 mètres de longueur: l'épaisseur réduite de la couche exploitée est de 16 décimètres. En 1812 on a employé cinq ouvriers pour extraire 8,100 quintaux métriques de houille menue. Du reste, l'exploitation a été souvent reprise et abandonnée.

La couche H, épaisse de 16 décimètres, n'est

(1) La mine du sieur Mallet.

pas bien suivie; la houille qu'on en extrait est mêlée de beaucoup de rocher; on ne l'a employée qu'au chauffage. L'exploitation a eu lieu par *fendues*, actuellement abandonnées, qui n'ont pas atteint une profondeur de 40 mètres mesurés sur la pente.

La couche J a une épaisseur moyenne de 6 mètres; elle est partagée en deux parties par un lit de rocher de 6 centimètres. La houille qu'on en extrait n'est que de seconde qualité, et on l'emploie au chauffage.

La seule mine en activité sur cette couche, est celle de la Malafolie exploitée par le sieur Bruyère.

Cette mine est ouverte depuis trente ans. Ici la couche a 6 mètres de puissance; mais elle est divisée par un lit de schiste de 5 à 6 centimètres d'épaisseur, et elle est fort sujette aux *coufflées*: le toit en est solide.

Il y a un puits de 23 mètres; deux *fendues*, l'une de 12 et l'autre de 7 mètres 8; une galerie d'écoulement de 1,200 mètres et deux roues hydrauliques. La puissance réduite de la couche est de 55 décimètres. En 1812 on a employé huit ouvriers pour extraire 9,720 quintaux métriques de houille menue.

La couche K, dont l'affleurement se montre dans la montagne, a une puissance très-variable de 1 mètre près des barges; de 4 mètres sous le jardin du sieur Veyron, et, dit-on, de 16 mètres sous le petit étang. La pente générale est de 27 degrés au nord-est. Cette couche n'est plus exploitée. Elle a fourni d'excellente houille (1).

(1) On a placé sur la carte une couche K bis, bien que

La couche L a été trouvée à 6 mètres de la surface en perçant le puits Veyron ; elle a 16 décimètres d'épaisseur : la houille en est bonne pour la forge. On croit que c'est sur cette couche, devenue plus puissante, qu'a existé une grande exploitation près du moulin Chaponneau.

La couche M, dont on voit l'affleurement dans la garenne de Chaponneau, un peu au-dessus du chemin, a une épaisseur de 13 décimètres ; la houille en est de médiocre qualité. Les travaux peu nombreux qui ont été exécutés sur cette couche, n'ont pas pénétré à plus de 20 ou 30 mètres.

On a reconnu, dans la montagne de Layat, au nord de Firminy, trois couches, dont une principale a été embrasée autrefois. Ce n'est que depuis trois ou quatre ans qu'on a cessé d'apercevoir les fumées de cet incendie. Ces couches plongent vers le nord.

Enfin il existe à la côte Martin des veines épaisses de 10 à 13 décimètres, dont l'exploitation n'a eu aucune suite.

Il a été jusqu'ici ordinaire, à Firminy, de voir les propriétaires du sol s'associer à des *entrepreneurs* pour exploiter les mines qui se trouvent sous telle ou telle portion de leur propriété, dont on fixe exactement les limites dans des conventions écrites. Les entrepreneurs sont chargés de tous les frais et de tous les risques ;

plusieurs motifs puissent réellement porter à confondre cette couche avec la couche K. La couche K bis a été l'objet d'une grande exploitation abandonnée il y a environ trente-six ans, par suite d'un incendie ; sa puissance, dans la portion exploitée, étoit de 65 décimètres. A l'est elle a moins d'épaisseur. Elle a fourni de la houille de fort bonne qualité.

mais ils se remboursent de leurs avances aussitôt que l'exploitation donne des produits : ce n'est que lorsque toutes les dépenses d'établissement sont payées, que le propriétaire peut prétendre à jouir de la moitié du bénéfice ou revenu net de la mine.

L'exploitation proprement dite est conduite avec assez peu de soin dans la plupart des mines ; pour les couches épaisses, il est assez rare que l'on fasse deux étages, et, dans ce cas, il n'arrive presque jamais que les piliers ou les galeries se correspondent d'un étage à l'autre. Ordinairement on perce des galeries horizontales de 2, 3 ou 4 mètres de largeur, et d'autres moins larges, sur la pente, de manière à laisser 2 ou 3 mètres de houille vers le sol ; et, quand on a atteint les limites de l'exploitation, on revient sur soi-même, en attaquant en partie les piliers et en prenant une portion de la houille laissée au mur de la couche. Comme l'épaisseur considérable de la plupart des couches ne permet pas d'employer très-utilement les *stampels*, on soutient l'exploitation par de forts piliers, et quelquefois même en laissant au toit de la houille perdue pour toujours ; il arrive ainsi que la quantité de houille extraite n'est guère que la moitié de celle qui compose les portions de couches exploitées.

Dans quelques mines, les matières sont élevées au jour avec des machines à molettes ; dans un plus grand nombre d'autres, elles le sont à dos d'homme.

L'épuisement s'opère, soit par des galeries d'écoulement peu étendues, soit au moyen de petites machines hydrauliques, faites grossière-

ment, soit enfin avec le secours de machines à molettes qui servent à l'extraction des matières. Il seroit très-utile d'établir un épuisement commun pour les mines assises sur la couche dite la *grande-masse*. Les travaux actuels sont situés au-dessous de vieux ouvrages remplis d'eau ; il en résulte des causes journalières et éminentes de danger.

A Firminy, la mesure de vente est la *benne*, du poids d'environ 100 kilogrammes, et le *faix* évalué à 40 kilogrammes.

En 1812, l'exploitation des mines du premier groupe n'a été que de 187,120 quintaux métriques de houille de toutes qualités.

Les débouchés de l'exploitation se réduisent à la consommation locale pour le chauffage, et à une exportation peu importante dans le département de la Haute-Loire ; la houille menue est employée à la fabrication des clous, qui forme une branche d'industrie assez étendue.

Cartes V,
IX et XIV.

B. DISTRICT DE ROCHE-LA-MOLIERÈRE.

Groupe N^o. 2 de la carte d'assemblage.

Les couches de houille reconnues dans le territoire de Roche-la-Molière, sont contournées d'une manière assez bizarre : un coup d'œil jeté sur la carte donnera une idée plus nette de leur allure, que la description qu'on pourrait placer ici. Il suffit de faire remarquer que le bassin particulier qui renferme les couches de Roche-la-Molière, est dominé par des coteaux sous lesquels elles s'enfoncent presque de toutes parts. Les affleuremens se dessinent sur le penchant de ces coteaux en lignes sinueuses, suivies

et presque parallèles, qui enveloppent le château de Roche du côté de l'est (1).

Les couches reconnues dans le territoire de Roche, sont au nombre de neuf ; elles ont donné lieu à des travaux plus ou moins considérables : leur épaisseur est très-variable, et à l'exception de celle appelée la couche du *Saignat*, elles offrent une succession irrégulière de renflemens et de rétrécissemens qui en rendent l'exploitation incertaine et difficile.

La couche A, appelée *grande masse de la Neyrette*, a une épaisseur de 22 à 25 décimètres ; la houille en est de très-médiocre qualité. Les travaux exécutés sur cette couche n'ont été poussés qu'à une petite profondeur, parce qu'on n'a point fait usage de moyens puissans d'épuisement, et que les localités ne permettent pas de faire de galerie d'écoulement.

La couche B, appelée *petite masse de la Neyrette*, a 13 décimètres d'épaisseur ; elle est peu connue : la houille en est de mauvaise qualité.

Couche C, appelée couche du *Petit-Bois* (16 décimètres de puissance) ; elle n'est connue que par deux attaques faites à une petite profondeur (houille d'assez mauvaise qualité).

Couche D, appelée couche de la *Grille*, épaisse de 32 à 48 décimètres : houille d'assez bonne qualité pour le chauffage, mais peu propre aux travaux de la forge. — Grande affluence d'eau dont on ne peut se débarrasser par une galerie

(1) Voyez ce qui a été dit plus haut, de l'allure la plus ordinaire des couches de houille dans les environs de Saint-Etienne.

d'écoulement. — Les ouvriers assurent que cette couche se réunit à la suivante dans la profondeur.

Carte IX.
Couche E.
Ouverture
numéro 10.
Commune
de Roche-
la-Molière,
ainsi que
les mines
suivantes.

La couche E, appelée *petite masse*, a 13 décimètres d'épaisseur; elle fournit de la houille de bonne qualité. Beaucoup de travaux ont été exécutés dans l'origine, sur la tête de cette couche; aujourd'hui elle est l'objet de la seule exploitation du sieur Labarre. — Cette exploitation a été commencée il y a sept ans et demi; mais la *fendue* qui sert actuellement à l'extraction n'est ouverte que depuis deux ans et demi: cette *fendue* et une autre avec laquelle la première a été mise en communication, ont été poussées à travers d'anciens travaux jusqu'à la partie encore vierge de la couche.

Cette mine, exploitée très-irrégulièrement et sans le secours d'aucune machine, a pour tous travaux d'art un petit canal d'écoulement de 8 à 10 mètres de longueur, exécuté sous le gazon. On se sert, pour élever les eaux de la profondeur, de pompes à bras, qui sont insuffisantes une grande partie de l'année; il faut alors suspendre les travaux en tout ou en partie.

On n'a employé de boisage que pour traverser les vieux ouvrages. Le *toit* de la couche est solide.

L'exploitation du sieur Labarre profite de la galerie d'écoulement pratiquée dans la couche du Saignat, mais seulement jusqu'à une profondeur de 10 mètres.

On compte deux *fendues* . La couche a 11 décimètres de puissance réduite. En 1812 on a employé vingt-cinq ouvriers, et on a extrait 36,720 quintaux métriques de houille grosse.

La couche F, appelée couche du *Saignat*, a une épaisseur de 14 à 16 décimètres. La houille qui en provient, très-recherchée pour la forge, est embarquée sur la Loire pour Paris. Les divers travaux qui ont eu lieu sur cette couche n'ont point dépassé le ruisseau du Saignat: ils ont été fort multipliés.

La seule mine aujourd'hui en activité sur la couche du *Saignat*, est celle du sieur Neyron. Cette exploitation a été ouverte en 1808, dans l'enclos attenant au château de *Roche*.

Il y a deux *fendues* et une galerie d'écoulement, qui n'a point été faite par les exploitans, mais seulement un embranchement dans la houille. La puissance réduite de la couche F est de 16 décimètres. En 1812 on a employé vingt-cinq ouvriers, et on a tiré 22,747 quintaux métriques de houille grasse, et 68,243 quintaux métriques de houille menue.

Tous les travaux inférieurs à la galerie d'écoulement sont noyés. Le sieur Neyron exploite donc seulement près du jour, et il marche en *retraite en défilant* .

La houille est transportée à dos d'homme dans l'intérieur de la mine, ainsi que cela se pratique aujourd'hui dans toutes les mines de Roche.

L'exploitation s'opère par galeries horizontales de 2 mètres de largeur, distantes de 10 mètres, et *coupées* par des *descentes* de 16 décimètres de largeur, séparées par des massifs de 4 ou 6 mètres d'épaisseur.

Parmi les travaux abandonnés dont la couche du Saignat a été l'objet, on distingue :

1°. Une *fendue* abandonnée en 1809 par la

Carte IX.
Couche F.
Ouvertures
nos. 22 et
23.

compagnie d'Osmond, et successivement reprise et abandonnée depuis par d'autres extracteurs; cette fendue dépendait d'une exploitation importante; on y élevait, à l'aide de machines, des chariots chargés de houille;

2°. Différens puits creusés aux frais d'un sieur Mandart, et abandonnés seulement depuis six ou sept ans. Ces puits, qui n'ont servi que pendant deux années à une exploitation dans laquelle on n'a point *dépilé*, pourraient, selon l'apparence; être repris avec grand avantage, quand on voudra y placer des machines d'épuisement un peu puissantes;

3°. Plusieurs autres puits portant le nom de puits *Siméon*. Ils ont appartenu à des exploitations abandonnées depuis 1807.

La couche G, appelée couche *Siméon*, a une épaisseur ordinaire de 32 à 48 décimètres, quelquefois 66; elle fournit la qualité de houille la plus recherchée après celle du Saignat. On a fait beaucoup de travaux et creusé des puits assez profonds sur cette couche.

La couche H, appelée couche de la *Pomareize*, a une épaisseur variable entre 40 et 50 décimètres, quelquefois même 80, et quelquefois aussi seulement 10 à 12. Elle se prolonge jusque dans le bassin du Cluzel. La houille qu'elle fournit est de médiocre qualité.

La seule mine aujourd'hui en activité sur la couche H, est celle exploitée par la *dame Bussat*.

Cette mine est ouverte depuis 1808; la couche s'y montre avec une épaisseur moyenne de 5 mètres.

On compte deux fendues et une machine

à chevaux pour l'épuisement des eaux. En 1812 on a employé six chevaux et onze ouvriers. On a tiré 46,170 quintaux métriques de houille menue.

Au commencement de 1813 l'extraction était suspendue, et l'on était occupé du percement d'une nouvelle *fendue* dirigée vers une partie encore vierge de la couche.

La houille *menue* que fournit la couche H est de seconde qualité pour la forge.

La tête de cette couche présente les traces de plusieurs anciens travaux abandonnés, et qui n'ont dû avoir qu'une médiocre importance.

La couche J a été reconnue par la seule mine *Buat*; on ne connaît point sa liaison ou ses relations d'allures avec les couches voisines; ce pourrait bien être une des masses isolées auxquelles les mineurs du pays ont donné le nom de *Bouton* ou de *Jass*.

La mine *Buat*, exploitée par le sieur Buat dans la propriété du sieur Riveraux, a été ouverte en 1806 sur la couche J, dont l'épaisseur varie entre 5 et 9 mètres.

Deux incendies se sont déjà manifestés dans cette mine; maintenant l'aérage y est bon.

Le gîte paraît avoir peu d'étendue, et l'exploitation tire à sa fin. Il y a deux puits hors de service et une fendue de 42 mètres; la puissance réduite de la couche est de 70 décimètres. En 1812 on a employé sept ouvriers, et on a extrait 23,490 quintaux métriques de houille menue.

Le bassin de Roche-la-Molière offre, comme on vient de le voir, plusieurs couches dont les affleuremens suivis et multipliés ont donné lieu

à de nombreuses exploitations; un petit nombre d'entre elles atteint ces couches à une profondeur verticale de 50 mètres.

Le mode d'exploitation est assez uniforme lorsque la couche est réglée comme celle du *Saignat*; du fond du *puits* ou de la galerie inclinée qui conduit jusqu'au *massif*, on mène des galeries horizontales qu'on appelle *fonds*, prolongées jusqu'aux limites de l'exploitation, c'est-à-dire jusqu'aux limites du champ assigné aux travaux par les conventions faites avec le propriétaire du sol. Les *fonds* ont une largeur de 2 mètres ou plus; ce sont les véritables galeries d'exploitation. Les piliers ou murs qui les séparent ont 8 mètres d'épaisseur; ils sont coupés par des galeries dirigées sur la pente de la couche, et que l'on appelle *descentes*: celles-ci ont un mètre 70 centimètres de largeur, et distantes les unes des autres de 4 à 7 mètres. Elles servent soit à l'aérage, soit au transport des matières; mais elles ne se correspondent point d'un *fonds* à l'autre. Quand on est parvenu soit aux limites de l'exploitation, c'est-à-dire à des points qui correspondent verticalement aux bornes de la propriété cédée, soit à une *coufflée* qu'on ne veut pas percer, soit à de vieux travaux, soit enfin à une profondeur que l'on juge trop considérable pour continuer d'exploiter avec avantage en suivant le mode usité, on recoupe les piles, et à l'aide d'étais en bois, et quelquefois de déblais provenant de la mine, on enlève le plus de houille que l'on peut.

Les propriétaires du sol cèdent ordinairement, comme on l'a déjà fait remarquer, à des entrepreneurs, la faculté d'exploiter dans un espace

déterminé; ceux-ci font tous les frais, et payent, quand ils sont arrivés à la houille, une rétribution plus ou moins forte, établie par tête d'ouvrier (piqueur et sorteur), employé; quelquefois les entrepreneurs ne payent aucune rétribution au commencement de l'exploitation, ou lorsqu'ils vont chercher le charbon à une certaine profondeur; la rétribution moyenne ordinaire est de 1 franc 50 centimes par homme; mais elle est portée, lorsqu'on *dépille*, jusqu'à 6 ou même 8 francs.

Le prix des journées d'ouvriers est de 1 franc 75 centimes à 2 francs.

Le prix du creusement des puits est de 60 à 75 francs le mètre courant, et de la moitié de cette somme pour les galeries creusées dans le rocher. Les bois d'étais se payent à raison de 15 à 17 centimes le pied courant (la pièce ayant 3 ou 4 pouces de diamètre). Les bois de construction, et sur-tout le chêne, sont très-chers dans la contrée.

La couche du *Saignat* donne de la houille de première qualité pour la forge, et très-recherchée à Paris; on la vend au *char*, mesure qui pèse de 14 à 16 ou 18 quintaux du pays (625 à 700 kilogrammes). Le prix du char varie sur la mine de 2 francs 75 centimes à 3 francs. Le charroi du char jusqu'au port de Saint-Just ou Saint-Rambert, est de 4 francs à 4 francs 50 centimes, suivant les saisons.

L'extraction des mines du second groupe a été, en 1812, de 197,370 quintaux métriques en houille de toutes qualités.

Cartes V,
VI et X.

C. DISTRICT DE LA RICAMARIE ET LA BÉRAUDIÈRE.

Groupe N°. 3 de la carte d'assemblage.

Les nombreuses couches de houille qui se montrent dans le voisinage de la Béraudière et de la Ricamarie, forment un système de gisement distinct de tout autre; dirigées du *sud* au *nord* sur une certaine étendue, elles s'infléchissent ensuite presque à angle *droit* pour marcher de l'*est* à l'*ouest* sans perdre sensiblement de leur parallélisme. Elles s'enfoncent de toutes parts sous les coteaux qui les renferment. On en compte vingt-une bien distinctes, dont les affleuremens multipliés ont donné lieu à un nombre prodigieux d'*attaques*. Plusieurs de ces couches ont une grande puissance; et en général, on peut dire que plusieurs couches de ce district fournissent la houille la plus estimée de la contrée pour le chauffage et pour la forge.

Les couches A B C sont peu connues; l'une d'elles, la couche B, a, dit-on, 65 décimètres d'épaisseur: elle a été successivement tâchée par des ouvertures pratiquées sur ses affleuremens, et qui sont abandonnées depuis longtemps.

La couche D, épaisse de 8 à 10 mètres, est depuis longtemps la proie d'un incendie qui l'a consumée en partie à une profondeur que l'on estime être de 40 à 50 mètres. Le feu est encore très-actif dans quelques parties; mais il trouvera des bornes naturelles, et qu'il ne pourra point dépasser dans une *coufflée* dont on connaît la position. On a exécuté des travaux très-voisins du foyer de l'incendie, et même au-des-

sous des parties embrasées. La houille que fournit cette couche est de très-bonne qualité.

La couche E, dont l'épaisseur varie de 11 à 20 décimètres, donne de la houille de médiocre qualité, mêlée de pierres: elle a été exploitée jusqu'à la profondeur de 15 mètres, et, dans quelques endroits, de 60.

Les mines aujourd'hui en activité sur cette couche, sont les suivantes:

1°. Mine de l'Hospice, ouverte en 1810, est exploitée par les sieurs Chomier et compagnie: elle possède une galerie d'écoulement, ou plutôt un embranchement de galerie d'écoulement rattaché à une très-ancienne galerie percée dans le rocher, et qui, dit-on, a coûté 3000 francs.

On compte deux fendues et une galerie d'écoulement. En 1812, on a employé dix ouvriers, et on a extrait 9,720 quintaux métriques de houille grosse, et 9,720 quintaux métriques de houille menue.

2°. Mine du *mas des Broses*, exploitée par le sieur Bougrant.

Cette exploitation, long-temps suspendue, a été reprise depuis peu. Ici la couche n'a que 12 décimètres de puissance, le toit en est mauvais, et elle est *étranglée* par une *coufflée* de 50 à 60 mètres de largeur, qui mettra un terme très-prochain à des travaux dont la fermeture a d'ailleurs été ordonnée par M. le préfet de la Loire.

Il y a deux fendues. En 1812, on a employé quatre ouvriers, et on en a tiré 540 quintaux métriques de houille grosse, et 4,860 quintaux métriques de houille menue.

La couche F a été très-peu fouillée dans une certaine partie de son étendue, sans doute à

Carte V.
Couche E.
Ouvertures
n°. 4, 5 et
6. Com-
mune de
Fougerol-
les, ainsi
que la sui-
vante.

Carte VI.
Couche E.
Ouverture
n°. 7.

cause de la mauvaise qualité de la houille qu'on en a extraite; dans l'autre partie, vers la mine de l'Hospice, où son épaisseur est de 25 décimètres, on a exécuté des travaux étendus en longueur, et qui ont été poussés jusqu'à 70 mètres de profondeur mesurée sur la pente de la couche. C'est l'abondance de l'eau et les frais qui résultent du transport intérieur à de grandes distances, qui ont fait cesser ces exploitations.

La couche G, de 20 décimètres d'épaisseur, n'a été exploitée que sur une petite partie de l'affleurement vers le *sud*; les travaux ont été poussés jusqu'à 80 mètres de profondeur suivant la pente; les autres portions de la couche n'ont fourni que de mauvaise houille dont l'extraction était plus onéreuse que profitable.

La couche H, appelée *grande masse*, a une épaisseur, dit-on, de plus de 7 mètres; l'exploitation en est abandonnée depuis long-temps, à cause de l'abondance des eaux: il paraît qu'elle a été poussée jusqu'à 60 ou 70 mètres de profondeur suivant la pente de la couche.

La couche H, qui a fourni de la houille de bonne qualité, a été consumée par un incendie sur une longueur de 120 à 140 mètres, et à une profondeur de 80 à 100 mètres. Le feu a cessé, faute d'aliment, quand il a eu atteint une *coufflée*.

La couche J a une épaisseur de 20 décimètres. Elle n'a pas été reconnue sur une très-grande étendue; les travaux dont elle a été l'objet, abandonnés depuis long-temps, n'ont pas été poussés à plus de 50 mètres sur sa pente.

La couche K, appelée la *Petite Veine*, a une épaisseur de 13 à 16 décimètres. La houille

n'en est bonne que pour le chauffage. On n'a exploité cette couche que jusqu'à 40 ou 45 mètres de profondeur: maintenant qu'on a cessé de travailler sur la *grande veine* (couche L), on reprend l'exploitation de celle-ci pour utiliser des galeries d'écoulement existantes, et qui peuvent servir également à l'assèchement de l'une et de l'autre couches.

Les mines actuellement en activité sur la couche K sont les suivantes:

1°. Mine Larderet (à la Béraudière), exploitée par les sieurs Larderet frères.

Cette mine a été ouverte il y a environ dix ans. Les travaux, d'abord portés sur la couche L appelée *grande veine*, fournissaient de la houille de première qualité pour le *chauffage* et pour la *forge*. Ils ont atteint une profondeur de 160 mètres (mesurés sur la pente de la couche), c'est-à-dire, beaucoup au-dessous du niveau d'une galerie d'écoulement qui existe encore aujourd'hui; mais à cette profondeur les dépenses causées par un mode d'épuisement imparfait, et la rencontre d'une *coufflée*, découragèrent les entrepreneurs, et leur firent abandonner l'exploitation de la *grande veine*. Plus tard la couche K fut attaquée, et les travaux dont elle est maintenant l'objet, ont été mis en communication avec l'ancienne galerie d'écoulement dont on a déjà parlé.

Le toit de la couche K, peu solide, force à multiplier les étançons; toutefois il n'y a guère plus du huitième de la houille laissé dans les travaux après l'époque du *dépilement*. Les galeries ont ordinairement 20 à 24 décimètres de largeur.

Carte VI.
Couche K.
Ouvertures
n^{os}. 16 et 17.
Commune
de Valbe-
noite.

Il y a d'ailleurs deux fendues et une galerie d'écoulement. La puissance réduite de la couche est de 10 décimètres. En 1812 on a employé 9 ouvriers, et sorti 2,928 quintaux métriques de houille grosse, et 5,847 de houille menue.

Carte V.
Couches K
et L. Ouvertures n^{os} 14,
20 et 21.
Commune
de Fonges-rolles.

2^o. Mine de Montrambert. (*Voyez les exploitations assises sur la couche L.*)

La couche L, appelée la *grande veine*, a une épaisseur de 20 à 23 décimètres; elle a été reconnue sur une très-grande étendue: dans la partie *Ouest* du système, son épaisseur diminue, et la houille qui est de première qualité dans la partie *Est*, devient médiocre et cesse d'être propre aux travaux de la forge. Cette couche a été exploitée sur la plus grande partie de son étendue jusqu'à une profondeur qui varie entre 70, 100 et 140 mètres. C'est la limite à laquelle on a été généralement arrêté par l'abondance des eaux ou par la rencontre de *coufflées*, obstacles qu'on ne pouvait vaincre à une profondeur même médiocre, dans une exploitation entreprise avec des fonds peu considérables, et entravée d'ailleurs par des coutumes locales diamétralement opposées aux intérêts des exploitans, et sur-tout à ceux des consommateurs.

C'est ainsi que cette belle couche L fouillée en un nombre infini de points sans aucune unité de vue, ou plutôt dans des vues, la plupart du temps, opposées les unes aux autres, est aujourd'hui l'objet d'une seule exploitation en activité.

La mine *Montrambert*, située vers l'ouest, et ouverte en 1809 (par le sieur Rebaud, dans la propriété du sieur Palluat), d'abord pour

la seule exploitation de la *grande veine*, s'étend depuis quelque temps sur la couche inférieure K, dont l'épaisseur est ici de 12 décimètres.

Les localités permettent de pratiquer une galerie d'écoulement à un niveau très-bas, si l'abondance des eaux vient à augmenter.

On compte deux fendues. La puissance réduite des deux couches exploitées est de 10 décimètres. En 1812 on a employé 5 ouvriers, et on a extrait 7,290 quintaux métriques de houille grosse.

Indépendamment des travaux qu'on vient de faire connaître, les couches K et L ont été l'objet d'exploitations abandonnées très-nombreuses, sur lesquelles le Mémoire dont on présente l'extrait donne d'amples renseignements; on se contente de citer l'exploitation importante du sieur Bayau (1), abandonnée seulement en 1812, après avoir été poussée à un niveau inférieur de 70 mètres à la galerie d'écoulement. On a été arrêté à cette profondeur par une *coufflée* qu'on a percée sans succès, sur l'étendue, à la vérité médiocre, de 20 mètres.

Couche M, épaisse de 12 décimètres. — Houille mêlée de beaucoup de rocher. — Sans exploitation.

Couche N, épaisse de 14 décimètres. — Exploitée autrefois en quelques endroits, jusqu'à 120 mètres de profondeur mesurés sur la pente.

Couche O. — Houille de mauvaise qualité.

(1) Le plan intérieur de cette mine figure dans l'atlas des mines du département de la Loire.

— 13 décimètres d'épaisseur. — A été peu fouillée.

Couche P. — Epaisseur de 14 décimètres. — On cite le puits de Changeplenev, de 18 mètres de profondeur, abandonné depuis 20 ans à raison de l'affluence des eaux et de la médiocre qualité de la houille que fournit la couche.

Couches de Beaubrun.

La couche Q se montre à nu dans la carrière du sieur Fauvain; son épaisseur est de 11 décimètres : la qualité de la houille en est médiocre.

La mine du sieur Fauvain, en activité depuis

1810, est assise sur cette couche.

Carte X.
Couche Q.
Ouvertures
n^{os}. 36 et 37.
Commune
de Montand.

Il n'y a qu'une fendue. En 1812 on a employé 3 ouvriers. On a livré 2,160 quintaux métriques de houille grosse, et 2,160 quintaux métriques de houille menue.

Couches R et S sur lesquelles on n'a point de renseignements satisfaisans.

Couches T et U. — Epaisseur de 15 décimètres. — Houille d'assez mauvaise qualité : on a autrefois pratiqué pour leur exploitation une galerie d'écoulement qui avait son orifice extérieur entre les deux domaines de Beaubrun.

Couche V. Elle est peu connue.

Dans le district dont il s'agit, comme dans presque toute la contrée, les propriétaires des terrains ou l'on soupçonne l'existence de la houille, cèdent à des entrepreneurs le droit de faire les recherches et les travaux préparatoires, et d'exploiter ensuite, sous la charge d'une certaine rétribution; dans les mines qui sont actuellement en activité, cette rétribution,

qu'on appelle la *cens*, est souvent de 1 franc 50 centimes par tête de *piqueur* et de *sorteur* employés dans la mine; au reste cette *cens* varie suivant l'état de la mine, la facilité de l'exploitation. Les exploitations de la mine de l'Hospice donnent au propriétaire le septième du produit brut.

La houille est sortie à *dos d'hommes* de toutes les exploitations des environs de la Ricamarie; chaque *sorteur* doit monter un nombre déterminé de *faix* pour la journée; ce nombre, et même le poids de ce fardeau, varie suivant la profondeur des mines. Les journées des ouvriers sont payées 1 franc 50 centimes à 2 francs.

L'exploitation se fait par galeries horizontales et galeries sur la pente, dont la largeur est de 2 mètres à 2 mètres 50 centimètres. Tant que l'on avance, on laisse des piliers très-épais que l'on enlève plus tard en revenant sur ses pas, après avoir atteint les limites assignées d'avance à l'exploitation; on parvient à ne guère laisser, dans les mines que l'on abandonne, que le huitième, et quelquefois moins, de la houille renfermée dans l'enceinte de l'exploitation.

Toutefois ces exploitations partielles entraînent une énorme perte de combustible, par les obstacles qu'elles créent pour les exploitations à venir.

Les galeries d'écoulement qui existent aujourd'hui dans le district de la Ricamarie, sont insuffisantes; ce n'est qu'à l'aide d'une machine d'épuisement puissante ou d'une grande galerie d'écoulement conduite dans l'une des couches, à partir du trablin (le pied du pavillon placé dans le groupe sur la carte), qu'on parviendra à

reprendre avec suite et avantage l'exploitation des couches les plus importantes par leur puissance ou par la qualité de la houille qu'on en extrait.

A la Ricamarie et à la Béraudière, la vente se fait presque toujours au *faix* dont on a supposé le poids moyen de 40 kilogrammes. Quelquefois le menu se vend au *char*, dont le poids très-variable a été supposé de 700 kilogrammes.

En 1812, on a extrait de toutes les mines de ce groupe 45,225 quintaux métriques de houille de toutes qualités.

Cartes IX, X, XIV, XV, XX et XXI. D. DISTRICT DU CLUZEL, DE VILLARDS, MONTAUD, etc.

Groupe N°. 4 de la carte d'assemblage.

Les couches qui ont été reconnues dans le quatrième groupe sont au nombre de onze. Plusieurs d'entre elles forment un système de gisement réglé; d'autres sont isolées ou semblent l'être.

Dans la circonscription des groupes, on a cru devoir couper la couche C par une ligne perpendiculaire à sa direction, au point où elle sort du bassin de roche pour se prolonger dans la vallée du Cluzel.

La couche A, appelée *petite masse*, a une épaisseur de 15 décimètres au plus; bien mieux réglée que la couche B, elle est peu sujette aux *coufflées*. La qualité de la houille qu'on en extrait est inférieure à celle de la houille que fournit la grande masse. Le *MENU* de la petite

masse acquiert de la qualité dans le trajet quand on le transporte, dit-on, par eau à Paris.

La couche A a été l'objet d'exploitations communes à la couche B, et que l'on fera connaître en parlant de celles qui sont assises sur cette dernière couche.

La couche B, appelée *grande masse du Cluzel* et de Villards, a une épaisseur qui varie entre 20, 50 ou même 60 décimètres; elle offre de fréquentes *coufflées*: la qualité de la houille en est généralement bonne.

A Villards, les couches A et B sont très-voisines, et leur puissance est moindre qu'au Cluzel. Leur inclinaison varie de 30 à 18 degrés.

Les mines en activité, assises sur la couche B, sont les suivantes:

1°. Mine de *la Boutonne*, exploitée par le sieur Granjette; et pour le compte de la compagnie d'Osmond, dans la propriété du sieur Prud'homme.

Cette exploitation très-ancienne a été successivement abandonnée et reprise à diverses époques. Les ouvertures qui servent à l'exploitation actuelle datent seulement de quatre années. Elles ont été pratiquées sur les couches A et B; la première de 11 décimètres, et la seconde de 48 décimètres de puissance.

D'anciens travaux fort étendus sont très-voisins de l'exploitation actuelle; l'extraction s'exécutait, il y a quelques années, à l'aide de chariots élevés par une machine à *manège* et à pompes qui servoit aussi à l'épuisement des eaux. Aujourd'hui l'exploitation principalement dirigée sur la petite couche A, est d'une fort médiocre importance.

Carte XIV.
Couches A
et B. Ouvertures n°. 3
et 13. Commune de Villards.

Il y a deux fendues et une galerie d'écoulement ancienne, longue de 256 mètres. En 1812 on a employé cinq ouvriers, et sorti 4,050 quintaux métriques de houille grosse.

Carte IX.
Couches A
et B. Ouvertures n^{os}. 1, 2, 4, 5 et 6.
Commune de Saint-Genest-Lurpot.

2^o. Mine du Cluzel exploitée par le sieur Besquet. — Cette mine est à-la-fois ouverte sur les couches A et B. L'exploitation en a été reprise en 1808. Ici la grande masse a environ 5 mètres de puissance, et la *petite masse* seulement 16 décimètres.

Les travaux du Cluzel présentent des difficultés particulières qui naissent de l'allure très-variable de la couche supérieure. Le toit en est peu solide, et la houille tellement friable que des galeries de 30 à 40 décimètres de hauteur ont besoin d'être soutenues par des cadres garnis et distans entre eux seulement de 60 centimètres.

L'exploitation a souvent lieu par étage double; on y redoute les moffettes.

La couche inférieure fournit de la houille plus dure, mais de moins bonne qualité que la couche principale B.

Il existe quatre fendues, une galerie d'écoulement de 173 mètres, et une machine à chevaux pour l'épuisement. En 1812 on a employé neuf chevaux et vingt-un ouvriers. On a sorti 39,690 quintaux métriques de houille menue.

3^o. Mine de Villards.

Carte XIV.
Couche B.
Ouvertures n^{os}. 15 et 16.
Commune de Villards.

Cette mine est exploitée depuis long-temps par la famille Curnieux. Les travaux s'étendent à d'assez grandes distances sur la seule couche B, appelée *grande masse de Villards*. Ici sa puissance est de 32 décimètres; elle est partagée au tiers de son épaisseur par un nerf de 8 à 12 centimètres d'épaisseur. La houille qui en provient

est de très-bonne qualité pour le chauffage quand elle est en gros morceaux; le *menu* est de seconde qualité pour la *forge*, il est exporté par la Loire.

L'exploitation a été poussée à de grandes distances du jour, au moyen de piliers très épais laissés intacts. La partie de la couche comprise entre le nerf et le toit est la seule qu'on ait exploitée. Elle est sujette aux *moffettes*; mais on évite le danger qui pourrait en résulter, par un bon aérage. — Le toit est solide.

L'exploitation actuelle est séparée par une *coufflée* d'une autre exploitation beaucoup plus ancienne qui a été poussée jusqu'à 340 mètres du jour, mesurés sur l'inclinaison de la couche; l'étendue des travaux en largeur était de part et d'autre d'environ 200 mètres.

L'exploitation date de 1807: on y compte une fendue de 50 mètres, une galerie d'écoulement de 297 mètres, et une machine à chevaux pour l'épuisement. En 1812 on a employé douze chevaux et vingt-neuf ouvriers. On a extrait 30,240 quintaux métriques de houille grosse et 22,680 quintaux métriques de houille menue.

Indépendamment des exploitations que l'on vient de faire connaître, les couches A et B ont été l'objet d'un assez grand nombre de travaux abandonnés depuis plus ou moins de temps. On remarque entre autres, à la *Boutonne*, une fendue éboulée, qui renferme encore les débris d'une machine à pompes et à manège, qui a servi aussi à élever des chariots. Ces objets dépendaient, dit-on, d'une mine exploitée pour le compte de la compagnie d'Osmond.

Couche C — est une portion de la couche H

de Roche-la-Molière. — Epaisseur, 30 décimètres. — Houille de bonne qualité. — Sans exploitation.

Carte IX. Couche D. Ouverture n^o. 21. Commune de Saint-Germain-Lerpot. La couche D, épaisse de 10 à 12 décimètres, fournit de la houille d'assez bonne qualité, exploitée à la mine Grangette.

Cette exploitation, interrompue pendant un certain temps, a été reprise en 1811 par le sieur Portefaix dans la propriété du sieur Grangette.

Les anciens travaux s'étendent à une médiocre profondeur, le toit de la couche n'est point solide; l'épuisement intérieur a lieu au moyen de simples pompes à bras.

On exploite par une fendue de 20 mètres : en 1812 on a employé onze ouvriers, et l'extraction a fourni 4,387 quintaux métriques de houille grosse et 13,163 quintaux métriques de houille menue.

La couche E, de 10 à 12 décimètres d'épaisseur, a été exploitée anciennement; la houille en est de bonne qualité.

Couche F est épaisse de 7 à 8 mètres; les eaux y abondent, c'est ce qui en a fait abandonner l'exploitation. Cette couche a été sur-tout l'objet de travaux considérables à la Brunandière.

Couche G — très-peu épaisse. — Houille de mauvaise qualité; elle n'a point été exploitée.

La couche H supérieure à la couche B de Villards, a, à la mine de Bois Mouzier, une épaisseur totale de 16 décimètres; mais l'épaisseur réduite de la houille n'est que de 12 à 13 décimètres.

Carte XV. Couche H. Ouvertures n^{os}. 31 et 32. La mine de Bois Mouzier (la seule qui soit aujourd'hui en activité sur la couche H), a été ouverte en 1807 par le sieur Peyret Ciserme.

Cette exploitation est sujette au *feu grisou*. Il résulte du mode de travail qui y est en usage, que le *quart* ou environ de la houille qui forme la couche, reste dans les parties de la mine qu'on abandonne. Commune de Villards.

On compte deux puits, dont un de 39 mètres 80 centimètres, et l'autre de 27 mètres, et deux machines à chevaux pour l'extraction. En 1812 on a employé cinq chevaux et quatorze ouvriers. Les produits ont été de 18,800 quintaux métriques de houille grosse, et 9,900 quintaux métriques de houille menue.

Les produits sont exportés presque en totalité par la Loire.

La couche H a été fouillée à différentes époques sur une grande partie de son étendue, et principalement au nord du *Bois Mouzier*, dans les propriétés des dames *Carrières, le Maure*, etc. — On y voyait encore des exploitations en activité il y a cinq ans. Ces travaux, maintenant noyés en totalité, n'ont pas été portés à une profondeur plus considérable que ceux du sieur Peyret.

Couche J — très-peu connue quoiqu'on l'ait exploitée assez long-temps sur quelques points.

La couche L, exploitée au quartier Gaillard et à Chavassieux, a une épaisseur de 30 décimètres; elle est partagée en deux bandes par un nerf de 16 centimètres: son inclinaison est de 30 degrés. La houille en est de bonne qualité.

1^o. Mine du *quartier Gaillard*, exploitée par le sieur Gidrole dans la propriété du sieur Palluat. — Cette exploitation est ouverte depuis 1808. Elle opère la consommation d'une grande quantité de bois d'états payé à raison de 15 cen- Carte X. Couche L. Ouverture n^o. 35. Commune de Montaud, ainsi que les suivantes.

times le *pied courant*. — On laisse à-peu-près le quart de la houille dans la mine.

Il y a une seule fendue; la puissance réduite de la couche L est de 29 décimètres. En 1812 on a employé huit ouvriers qui ont extrait 3,780 quintaux métriques de houille grosse, et 13,230 quintaux métriques de houille menue.

On a abandonné un puits de 78 mètres de profondeur, du fond duquel les travaux ont encore été poussés à une nouvelle profondeur de 40 mètres. A ce terme la houille était terreuse.

Au midi, et à 52 mètres de la fendue qui sert à l'exploitation actuelle, existe une *coufflée* que l'on suppose devoir être fort épaisse. Au nord il existe encore de la houille susceptible d'exploitation, et d'anciens ouvrages remplis d'eau.

Carte X.
Couche L.
Ouvertures
n^{os}. 38 et 39.

2^o. Mine de *Chavassieux*, exploitée par le sieur Massardier dans sa propriété.

Cette exploitation, ouverte en 1810, est sou-vent entravée par la rencontre des *coufflées*. La houille *menue* qui en provient est de l'espèce qu'on dit être *trop grasse*, et qui acquiert de la qualité dans le trajet quand on la transporte par bateaux jusqu'à Paris.

Il y a deux fendues, une galerie d'écoulement de 100 mètres, qui a été ouverte pour une exploitation plus ancienne, et une machine à chevaux pour l'extraction. La couche L a 50 décimètres de puissance réduite. En 1812 on a employé trois chevaux et dix-huit ouvriers. On a sorti 7,576 quintaux métriques de houille grosse, et 31,104 de houille menue.

La couche M exploitée à Mont-Haut, a une

épaisseur de 13 décimètres; elle est divisée par un lit d'argile.

La mine de Mont-Haut, exploitée par le sieur J. Picard dans la propriété du sieur Palle, a été ouverte en 1810. — L'exploitation a lieu par galeries que l'on remblait à mesure qu'on les élargit, ce qui ne dispense point de faire encore usage d'étais. On laisse à peine la dixième partie de la houille dans les parties de la mine abandonnée. L'extraction des matières s'exécute à dos d'homme, et la vente a lieu par *faix* ou *fardeau*, du poids d'environ 45 kilogrammes; le propriétaire perçoit le *cinquième* du produit brut.

Il y a une seule fendue. La couche M a 12 décimètres de puissance réduite. En 1812 on a employé douze ouvriers; on a sorti 11,150 quintaux métriques de houille grosse, et 2,430 de houille menue.

Couches N et O. — Peu connues et seulement par des affleuremens; on peut supposer qu'elles sont le prolongement des couches exploitées à Villards.

L'exploitation des couches dont on vient de parler, n'offre aucune particularité remarquable. Ici, comme cela a la plupart du temps lieu dans toute la contrée, les propriétaires du sol afferment les mines au moyen d'une rétribution en nature ou en argent.

Les débouchés principaux des mines situées dans le quatrième groupe, sont l'exportation par la Loire, et la consommation des habitans de la plaine de Foréz. Quelques mines débitent la presque totalité de leurs produits à Saint-Etienne.

Carte XV.
Couche M.
Ouvertures
n^{os}. 41 et 42.

En 1812, le produit brut des exploitations de ce quatrième groupe s'est élevé à 213,380 quintaux métriques de houille de toutes qualités.

Cartes X, XV, XVI, etc. E. DISTRICT DES MINES DU THREUIL, DU ROS, DE FAY, DE MION, etc.

Groupe N°. 5 de la carte d'assemblage.

Les couches reconnues dans ce district sont à-peu-près au nombre de treize. Elles sont toutes inclinées dans le même sens; toutefois elles semblent constituer trois systèmes ou assemblages de gisement différents, à la Périnière, au Fay et au Brûlé. Quelques-unes de ces couches ont une épaisseur assez considérable et peuvent donner lieu à des exploitations importantes.

La couche A du *Cros* est, dit-on, le prolongement de l'une de celles de Villards; on assure qu'elle a été l'objet de quelques fouilles dans le voisinage de l'Etivallière: son épaisseur moyenne à la mine du *Cros* est de 30 décimètres; la houille en est très-tendre et de médiocre qualité.

Carte XV.
Couche A.
Ouvertures
nos. 1 et 2.
Commune
d'Outre-Fu-
rens, ainsi
que les sui-
vantes.

La couche A n'est aujourd'hui exploitée qu'à la mine du *Cros*, ouverte ou plutôt reprise en 1810 par le sieur Tiblier. Cette exploitation exige une grande quantité de bois d'étais; les parties de la mine qu'on regarde comme entièrement épuisées, et qu'on abandonne, renferment le tiers ou environ de la houille qui y existait primitivement.

Il y a un puits de 26^m.30, et une machine à chevaux pour l'extraction. En 1812 on a employé quatre chevaux et six ouvriers; on a ex-

trait 6,750 quintaux métriques de houille grosse, et 5,140 de houille menue.

Il existe au midi du *Cros* d'anciens travaux dans une des propriétés de M. de Rochetaillée. On y voit encore l'orifice d'un puits qui avait 28 à 30 mètres de profondeur; il est douteux que ces travaux aient été assis sur la couche A.

La couche B, inférieure à trois autres reconnues dans la montagne de la Périnière, est exploitée au *Threuil*; son épaisseur moyenne est de 13 décimètres.

La mine du *Threuil* (la seule qui soit en activité sur la couche B), est exploitée par les sieurs Jovin frères, en vertu d'un ancien acte de concession. L'exploitation actuelle n'a été ouverte qu'en 1810. Quand on a *dépilé*, il reste encore dans la mine un cinquième de la houille qui y existait primitivement.

Carte X.
Couche B.
Ouverture
n°. 3.

On compte un puits de 17^m.86, une galerie d'écoulement de 40 mètres, et une machine à chevaux pour l'extraction. En 1812 on a employé deux chevaux et seize ouvriers; on a sorti 10,800 quintaux métriques de houille grosse, et 21,600 de houille menue.

Les autres couches situées dans la colline de la Périnière, présentent les traces de fouilles très-multipliées et très-anciennes.

La couche C, appelée *grande masse*, est épaisse de 32 décimètres; elle a été exploitée pendant très-long-temps à la Périnière (Creit de Roch); elle l'est actuellement à la mine de la Roche, dont l'exploitation a été reprise en 1806 par le sieur Gilibert (major) et compagnie.

Carte X.
Couche C.
Ouvertures
nos. 7, 8 et 9.

Les puits de la Roche traversent deux couches supérieures avant d'atteindre la *grande masse*.

La première de ces couches n'est point susceptible d'être exploitée, la seconde a un mètre de puissance et donne de la houille *menue* estimée. Ici la couche est divisée par un nerf de 8 décimètres d'épaisseur; elle est l'objet principal et presque unique des travaux actuels.

L'exploitation a lieu par galeries horizontales de 4 mètres de largeur, séparées par des massifs de 2 mètres, que l'on coupe plus tard par des traverses de 2 mètres de largeur.

Il existe trois puits ayant 39^m; 48^m 72, et 39^m. De plus, deux machines à chevaux pour l'extraction. En 1812 on a employé huit chevaux et vingt ouvriers; l'extraction a été de 14,400 quintaux métriques de houille grosse et 28,800 de houille menue.

Parmi les anciens travaux dont la couche C a été l'objet, on peut faire remarquer la *fendue de la Varillière*. C'est une des entrées de mine assises sur la *grande masse* les plus récemment abandonnées. Cette fendue servait au passage de chariots mis en mouvement par une machine à manège.

La couche B (*bis*), n'est très-probablement que la couche précédente prolongée; son épaisseur est de 5 mètres. Elle est exploitée dans l'emplacement de l'ancien étang de *Mion*, par MM. Neyron et Royet, propriétaires du sol.

Carte XV.
Couche B
bis. Ouvertures n^{os}. 10
et 11.

La mine de Mion ouverte en 1810 sur une portion de couche, où elle n'est divisée par *aucun nerf*, et où elle est exempte de couffées, pourrait à elle seule fournir à une grande consommation.

On l'exploite à l'aide de deux puits, ayant l'un 23^m 38, et l'autre 31^m 18. Il y a en outre deux

machines à chevaux pour l'extraction. En 1812 on a employé cinq chevaux et douze ouvriers. On a tiré 9,450 quintaux métriques de houille grosse, et 18,900 de houille menue.

Couches D et E, reconnues dans les puits des mines de la Roche, et qui ont donné lieu à des travaux très-anciens dans la colline de la Périnière. — La couche D appelée *bâtarde*, est à 20 mètres au-dessus de la *grande masse*; elle a 10 décimètres d'épaisseur; la houille en est d'assez bonne qualité. La couche E appelée *la Crue*, a 13 décimètres de puissance, et se trouve à 8 mètres au-dessus de la précédente.

La couche F, située sur la rive droite de l'Ozon, n'a été reconnue que par un puits profond de 30 mètres; son épaisseur est de 25 décimètres; la houille était de très-bonne qualité pour la forge. On aperçoit vers le village de *Sorbier* beaucoup d'affleuremens qui annoncent plusieurs couches de houille; il ne paraît pas cependant qu'on y ait ouvert d'exploitations, d'où l'on peut conclure que les recherches n'ont pas donné de résultat satisfaisant.

La couche G a une épaisseur variable et qui est de 22 décimètres à la mine du Fay. Elle est divisée en plusieurs parties; la houille est de bonne qualité. Cette couche se prolonge jusqu'au Mont-Cel, où il y a eu beaucoup de travaux actuellement abandonnés.

La mine du Fay, exploitée par les sieurs Guoulland frères, est la seule qui soit en activité sur la couche G; elle a été ouverte en 1805 sur une portion de la couche qui a 4 mètres de puissance totale divisée en six parties par des

Carte XVI.
Couche G.
Ouvertures
n^{os}. 15 et 16.
Comm. de
Saint-Jean-
de-Bonne-

fonds, ainsi que les suivantes.

bandes de nerfs qui réduisent l'épaisseur réelle de la houille à 22 décimètres.

La houille du Fay est de bonne qualité; une grande partie est convertie en coack, et transportée aux fonderies de cuivre de *Sainbel*.

La mine est sujette au *feu grisou*, et le mode d'exploitation est approprié à cette circonstance: on se sert des déblais pour remplir toutes les excavations inutiles et diriger l'air frais sur les tailles. L'exploitation a deux étages séparés par un nerf de 2 mètres d'épaisseur. On laisse dans les travaux une quantité de houille qui peut être évaluée au *quart* ou au *sixième* de celle qui y existait originairement.

Il s'y trouve un puits et une fendue, l'un et l'autre de 35 mètres, et une machine à chevaux pour l'extraction. En 1812 on a employé deux chevaux et dix ouvriers; l'extraction a été de 9,450 quintaux métriques de houille grosse, et 4,725 de houille menue.

La couche G a été à diverses époques l'objet de travaux considérables, exécutés près de l'*habitation* du Mont-Cel. Ceux qui ont existé dans la propriété de la famille de Grézieux, sont abandonnés depuis vingt ans; et ceux qui ont existé dans les propriétés du sieur Théséas, seulement depuis dix ans. Quelques-uns de ces travaux ont été portés à une profondeur de 120 mètres.

La couche H, séparée de la précédente par un intervalle de 26 décimètres de rocher, a une épaisseur de 6 décimètres dans la mine Raymond.

Carte XVI.
Couche H.
Ouverture
n°. 17.

Cette exploitation entreprise vers la fin de 1812, par le sieur Raymond, consiste à fouiller

d'anciens travaux; elle devrait être fermée, aux termes de l'arrêté de M. le préfet de la Loire, du...

Il y a deux fendues. En 1812 on a employé quatre ouvriers, et on a extrait 2,240 quintaux métriques de houille grosse, et 1,000 de houille menue.

Les couches J et K, reconnues à la Buissonnière et la Châtaigneraie, sont séparées par un intervalle de rocher de 16 décimètres d'épaisseur; la couche J a 13 décimètres de puissance, et l'autre 16. La houille en est de médiocre qualité vers la *Faillère*, et meilleure sous la Châtaigneraie. Ces couches, anciennement fouillées vers leurs affleuremens, ne sont point exploitées aujourd'hui.

La couche L a une épaisseur totale de 30 à 36 décimètres; elle est divisée en deux parties par un rocher de 6 décimètres d'épaisseur. La houille en est de médiocre qualité; le *menu* ne se vend pas.

La mine de la Chazotte a été ouverte en 1804 sur la couche L, par M. Jovin des Hayes, dans sa propriété. Le mode d'exploitation consiste à pousser des galeries dans la partie inférieure de la couche, en soutenant d'abord la bande de nerf du milieu et la partie supérieure; plus tard on enlève les étais et l'on exploite par éboulement la houille qui se trouve encore dans la mine. On pourrait employer les déblais à construire des piliers en pierre sèche.

On travaille par deux puits, ayant l'un 19^m.50, et l'autre 17^m.54; il y a une machine à chevaux pour l'extraction. La couche L a 22 décimètres de puissance réduite. En 1812 on a employé

G 2

Carte XVI.
Couche L.
Ouvertures
n°. 20, 21,
et 22.

trois chevaux et huit ouvriers; il a été extrait 12,150 quintaux métriques de houille grosse.

Les couches M, N, O, montrent leurs affleurements au lieu appelé le *Brûlé*, sans doute à cause d'un ancien incendie souterrain dont on aperçoit encore très-nettement les traces.

Carte XVI.
Couche M.
Ouverture
n°. 23.

La couche inférieure M a environ 22 décimètres d'épaisseur; il paraît que c'est sur son prolongement qu'a été ouverte en 1810 la mine de Reveux, actuellement exploitée par M. Tivet, propriétaire du sol.

Il y a deux fendues; la couche exploitée a 7² décimètres de puissance réduite. En 1812 on a employé un ouvrier qui a extrait 1,350 quintaux métriques de houille grosse.

La couche N, qui n'est séparée de la précédente que par un intervalle de 26 décimètres, a 6 mètres de puissance; la houille en est de bonne qualité; on l'a exploitée par des puits sous le village de Chaney. Enfin la couche supérieure O est peu connue, et seulement par affleurement.

Carte XVI.
Couche P.
Ouverture
n°. 25.

La couche P, sur laquelle est assise la mine très-peu importante exploitée à Reveux par le sieur Flachet, a une épaisseur de 10 décimètres; la houille en est de bonne qualité. Cette couche se prolonge dans la montagne appelée *Creit de la Ronze* (groupé n°. 6).

Cette exploitation ancienne n'a qu'une fendue; deux ouvriers ont, en 1812, tiré 2,000 quintaux métriques de houille grosse.

Il y a, comme on vient de le voir dans le cinquième groupe, plusieurs exploitations importantes et un plus grand nombre de petites. Les débouchés se réduisent à la consommation

de la ville de Saint - Etienne et des environs; quelques mines envoient leurs produits aux ports situés sur la Loire, et la mine du Fay sert à l'approvisionnement des fonderies de Sainbel. La nouvelle route de Saint - Etienne à Rouanne sera utile à ces mines. On peut remarquer que les débouchés ne sont proportionnés ni au nombre des exploitations, ni à la puissance des couches.

En 1812 l'extraction des mines de ce cinquième groupe a été de 146,855 quintaux métriques de houille de toutes qualités.

F. DISTRICT DES CÔTES-THIOLLIÈRE, DU BOIS-D'AVEIZE, DU GRAND-CIMETIÈRE, etc.

Cartes X.
XI et XVI.

Groupe No. 6 de la carte d'assemblage.

Ce groupe est composé de douze couches dont l'ordre de superposition est bien marqué, et parmi lesquelles il faut sur-tout distinguer la couche C, sur laquelle sont assises les mines de Poyeton, de la petite Chaux, de Luyat, de la Côte - Thiollière; sa puissance et la qualité de ses produits l'ont fait exploiter depuis très-long-temps, et elle présente encore aujourd'hui les mines les plus importantes des environs de Saint - Etienne. Les couches du bois d'Aveize ne sont pas moins remarquables par leur nombre et leur puissance, que par l'espèce de houille qu'on en retire; elle est très-recherchée pour la forge.

La couche A se montre au jour presque au sommet du *Creit de la Ronze*, à une élévation absolue au-dessus de la mer de près de 672 mètres; on présume que l'exploitation

Flachat, du cinquième groupe, a été ouverte sur son prolongement. Son épaisseur moyenne est de 10 à 12 décimètres; la qualité de la houille y est très-médiocre, sur-tout dans les parties supérieures.

Carte XI.
Couche A.
Ouverture
n°. 4.

La mine *Dancer* a été ouverte en 1805 par le sieur *Dancer* sur la couche dont il s'agit. Cette exploitation est située désavantageusement pour la vente, et fournit d'ailleurs de la houille de médiocre qualité, presque uniquement employée au chauffage dans les habitations voisines.

Il s'y trouve une fendue de 40 mètres; six ouvriers ont, en 1812, sorti 8,990 quintaux métriques de houille grosse.

Il existe beaucoup de vieux ouvrages à l'est de la mine *Dancer* sur la couche A; à l'ouest quelques parties de cette couche sont encore vierges; il paraît qu'elle a donné lieu à l'exploitation *Javelle*, actuellement abandonnée.

La couche B est seulement connue par la fendue ouverte nouvellement près du puits *Thiollière*. Son épaisseur est de...

La couche C (*grande masse*) épaisse de 8 à 10 mètres, est divisée en trois ou quatre parties par des nerfs d'environ 30 centimètres d'épaisseur; c'est la partie inférieure qui donne le *menu* employé pour la forge.

Les mines actuellement en activité sur la *grande masse*, sont les suivantes :

Carte XI.
Couche C.
Ouvertures
n°. 7, 8 et
9.

1°. Mine de la Côte-*Thiollière*, formant avec les travaux successivement abandonnés du même canton, une exploitation suivie depuis plus d'un siècle par la famille *Thiollière*; elle est aujourd'hui dans les mains du sieur *Louis Thiollière*,

qui ne néglige aucun soin pour assurer la solidité et la durée de ses travaux; mais l'incertitude où il est du parti que le Gouvernement adoptera à l'égard des mines de St.-Etienne, a retardé le moment où il se propose de substituer une *machine à vapeur de rotation*, aux machines insuffisantes dont il fait actuellement usage pour l'épuisement des eaux.

Ici la couche C est divisée en quatre bandes par des lits de schiste; la bande supérieure a 13 décimètres d'épaisseur, elle donne de bonne houille pour la grille; la deuxième bande a 21 décimètres d'épaisseur, elle fournit du *pérat* et du *menu* propres à la forge; la bande qui vient ensuite a également 21 décimètres d'épaisseur, on la nomme la *carrade*. Enfin, la partie inférieure de la couche appelée *bon menu*, a une épaisseur moyenne de 16 décimètres. L'exploitation n'a qu'un étage; on commence par excaver la partie inférieure de la couche et on abat le reste, en s'élevant successivement sur les déblais accumulés au sol. Les galeries horizontales ont 3 à 5 mètres de largeur; la houille laissée dans l'intérieur des travaux est sujette à s'enflammer spontanément.

On travaille à l'aide d'un puits de 52 mètres, d'une fendue de 40 mètres, d'une galerie d'écoulement de 130 mètres, et d'une machine à chevaux pour l'extraction; la puissance réduite de la couche C est de 71 décimètres. En 1812 on a employé quatorze chevaux et vingt-deux ouvriers; on a extrait 28,800 quintaux métriques de houille grosse, et 14,400 de houille menue.

Aux travaux actuels se lieront par la suite

ceux qui ont été exécutés par les puits Robert, situés entre le bois d'Aveize et la Côte-Thiollière. M. Louis Thiollière en a fait l'acquisition.

Carte XI.
Couche C.
Ouverture
n^o. 12.

2^o. Mine Fara exploitée depuis 1800, à quelques interruptions près, par les sieurs Jamet, Prié, etc., dans la propriété du sieur Fara.

Ici la couche n'est divisée qu'en trois parties donnant une puissance réduite de 53 décimètres.

Il y a une fendue; cinq ouvriers, en 1812, ont tiré 4,455 quintaux métriques de houille grosse, et 4,455 de houille menue.

Carte XI.
Couche C.
Ouvertures
n^{os}. 13 et
14.

3^o. Mine Luyat, ouverte il y a vingt ans, et exploitée par le sieur R... dans sa propriété.

La couche est divisée de la même manière qu'à la mine Fara; elle a 62 décimètres de puissance réduite; on l'exploite par galeries assez irrégulièrement distribuées les unes au-dessus des autres.

Il y a un puits de 35 mètres, une fendue et une machine à chevaux pour l'extraction; on a employé en 1812 quatre chevaux et quatorze ouvriers; on a sorti 12,420 quintaux métriques de houille grosse, et 12,420 de houille menue.

Carte XI.
Couche C.
Ouvertures
n^{os}. 15, 16
et 17.

4^o. Mine de la petite Chaux exploitée par les sieurs Leynet, Navet, etc., propriétaires, depuis 1801 sans interruption. La couche présente les mêmes accidens que dans les deux mines précédentes.

Cette exploitation est une des plus importantes des environs de Saint-Etienne, et elle est susceptible de prendre de beaux développemens si les débouchés se multiplient ou si le nombre des exploitations vient à être réglé d'après l'étendue du débit de la houille.

Il existe, à 60 mètres au *levant* du plus ancien puits de la mine de la *petite Chaux*, de vieux travaux en partie embrasés; on a muré les galeries qui en sont les plus voisines.

On pratique, pour exploiter, de grandes galeries horizontales de 20 à 23 décimètres de hauteur, sur une largeur de 30, 36 ou 45 décimètres; les descentes ou galeries pratiquées sur la pente de la couche, n'ont que 16 décimètres de largeur, et pour longueur, l'épaisseur des piliers laissés entre les galeries horizontales, c'est-à-dire 8 à 10 mètres.

On travaille à l'aide d'un puits neuf de 94 mètres, d'un autre puits de 46 mètres, d'une fendue de 35 mètres, d'une galerie d'écoulement de 420 mètres, et de deux machines à chevaux pour l'extraction; la puissance réduite de la couche C est de 95 décimètres. En 1812 on a employé sept chevaux et trente-deux ouvriers pour extraire 61,100 quintaux métriques de houille grosse, et 15,288 de houille menue.

5^o. Mine de Poyeton, exploitée par le sieur Dancer dans la propriété du sieur Montoynes.

Carte XI.
Couche C.
Ouvertures
n^{os}. 19, 20
et 21.

Cette exploitation reprise par le puits neuf en 1810, date d'une époque reculée, et a eu lieu dans l'origine en vertu d'une concession actuellement expirée.

La couche se présente avec les mêmes accidens qu'à la *petite Chaux*.

On est occupé (au commencement de 1813) à établir une communication entre les travaux actuels du puits neuf et une ancienne galerie d'écoulement (1), et on a au contraire bouché

(1) Il faut, pour prendre une idée de la relation de ces di-

la galerie qui était en communication avec les ouvrages exécutés par le puits *Dugas*.

L'exploitation actuelle fait suite à celle qui a eu lieu pendant plus de cinquante ans à l'ancien puits du *Grand-Cimetière*, et pour laquelle la galerie d'écoulement a été pratiquée. Les travaux se sont étendus à plus de 24 mètres au-dessous du niveau de cette galerie. On a quelques motifs de croire que le feu s'est emparé de quelques portions des ouvrages abandonnés.

Il y a un puits neuf de 88 mètres, et un autre de 30 mètres, une galerie d'écoulement très-ancienne, et deux machines à chevaux pour l'extraction; la puissance réduite de la couche C est de 95 décimètres. En 1812 on a employé cinq chevaux et quinze ouvriers pour tirer 29,940 quintaux métriques de houille grosse, et 4,455 de houille menue.

La couche D, exploitée à la mine Ogier, est épaisse de 22 décimètres. Il y a lieu de croire que cette même couche a donné lieu aux exploitations de la Rochetta; là elle était séparée en deux parties par une bande de *nerf* de 8 à 10 décimètres d'épaisseur. La partie supérieure avait une épaisseur de 20 décimètres, et donnait de la houille de mauvaise qualité; l'autre portion de la couche avait 23 décimètres d'épaisseur: c'était la seule qu'on pût exploiter avec avantage.

La mine Ogier est exploitée par le sieur Ogier dans la propriété du sieur Lyonnet.

vers travaux entre eux, recourir aux plans souterrains très-détaillés qui accompagnent le grand travail dont nous offrons l'extrait.

On a repris les travaux de cette mine en 1809: les eaux sont élevées de la profondeur jusqu'au niveau d'une galerie d'écoulement, à l'aide de pompes à bras, distribuées sur huit étages. Il existe au fond de l'exploitation actuelle de vieux ouvrages noyés.

On extrait à l'aide d'un puits de 20 mètres, d'une galerie d'écoulement de 107 mètres, et d'une machine à chevaux pour l'extraction; la puissance réduite de la couche est de 32 décimètres. En 1812 on a employé deux chevaux et seize ouvriers. On a obtenu 11,475 quintaux métriques de houille grosse, et 11,475 de houille menue.

Couches de la Chalandière et du Bois d'Aveize.

Les couches E, F, G et H sont peu connues; les deux premières ont donné lieu à quelques travaux abandonnés depuis long-temps et qui n'ont pas été bien importants; on peut présumer que l'épaisseur de ces couches, ou la qualité de la houille, n'ont pas permis de les continuer avec avantage. Les couches G et H ne sont encore connues que par des affleuremens.

La couche J, appelée *grande masse* du Bois d'Aveize, a, à ce que l'on assure, plus de 7 mètres d'épaisseur; l'affluence des eaux a empêché qu'on ne l'ait exploitée à une profondeur plus grande que 60 mètres mesurés sur sa pente. Elle a été, à *Terre-Noire*, l'objet d'une exploitation abandonnée depuis peu de temps.

La couche K, appelée *masse du menu*, a une épaisseur moyenne de 30 décimètres; la houille en est de très-bonne qualité pour la

forge. Vers l'est les travaux exécutés sur cette couche se sont étendus à une profondeur de 170 mètres mesurés sur sa pente. Dans la partie Est il reste encore de la houille exploitable au-dessus de ce niveau, du côté opposé.

Carte XI.
Couche K.
Ouvertures
n^{os}. 32 et 33.
Commune
d'Outre-Fu-
sens.

La mine du Bois d'Aveize, assise sur la couche K, est exploitée par le sieur Robert, propriétaire.

Cette exploitation, reprise en 1809 dans un lieu déjà excavé, s'exécute au moyen de galeries très-étroites. C'est une suite du peu de solidité des pontes. La couche est sujette à de fréquentes *coufflées*; les mineurs assurent même qu'elle est, ainsi que les autres couches du Bois d'Aveize, terminée à une profondeur de 180 mètres, par une de ces coufflées au-delà de laquelle la houille disparaît entièrement. Toutefois il est permis de croire que les entrepreneurs, effrayés de l'accroissement de leurs dépenses, se sont efforcés de persuader aux propriétaires que les travaux ne devaient point en effet dépasser cette profondeur de 180 mètres.

Il y a une seule fendue et une galerie d'écoulement de 270 mètres; la couche a 32 décimètres de puissance réduite. En 1812 on a employé huit ouvriers pour sortir 15,120 quintaux métriques de houille menue.

La couche L, appelée *couche du Rouillat*, est épaisse de 16 décimètres; elle a été exploitée dans une partie de son étendue jusqu'à une profondeur de 170 mètres mesurés sur sa pente.

Carte XI.
Couche L.
Ouverture
n^o. 37.

La mine de la Coche, assise sur la couche du Rouillat, est exploitée par le sieur Pierre Thiollière le Vaillant, dans sa propriété.

Cette exploitation, ouverte en 1810, est sans activité une grande partie de l'année; elle n'a aucune importance.

Comm. de
Saint-Jean-
de-Bonne-
fonds.

Il n'y a qu'une fendue. La couche L offre une puissance réduite de 10 décimètres. En 1812 un ouvrier a extrait 1,500 quintaux métriques de houille grosse.

La couche M, appelée *grande masse du bon menu*, a une épaisseur moyenne, mais très-variable de 32 décimètres. On l'a exploitée jusqu'à 170 mètres de profondeur mesurés sur sa pente.

Les débouchés des exploitations, situées dans le sixième groupe, sont très-variés; les mines du Grand-Cimetière portent leurs produits à St.-Chamond, à Lyon et aux ports de la Loire.

Toutes les mines du groupe contribuent à l'approvisionnement de Saint-Etienne.

En 1812 les mines de ce groupe ont produit 226,293 quintaux métriques de houille de toutes qualités.

G. DISTRICT DE SAINT-CHAMOND ET DE LA
VARIZELLE. Cart. XXII,
XXIII, etc.

Groupe No. 7 de la carte d'assemblage.

Les mines des environs de Saint-Chamond sont comprises dans la concession accordée à M. Gallet de Mont-Dragon, par arrêt du 18 décembre 1774. On compte dans ce territoire trois couches de houille; mais elles sont peu réglées et fréquemment sujettes à des crains et à des changemens de pente; leur peu de suite, leur peu de puissance, et la qualité médiocre de la houille qu'on en extrait, doivent ne faire att-

cher qu'une médiocre importance à cette partie du territoire houillier.

1°. A la *Varizelle*, commune d'Izieux, il y a trois couches plongeant de 30 degrés vers le sud. On les a exploitées sur beaucoup de points à diverses reprises depuis un temps très-reculé, et jusqu'à la fin de 1811.

Chacune des trois couches a environ un mètre 50 centimètres de puissance; la première et la seconde sont distantes de 30 mètres, et la deuxième et la troisième d'environ 50 mètres.

La houille y est d'assez bonne qualité ou du moins bien supérieure à celle des autres parties du territoire de Saint-Chamond.

Plusieurs fendues et douze à quinze puits abandonnés ont servi à exploiter sur les trois couches.

Le puits abandonné en dernier lieu depuis la fin de 1811 est le puits *Grandgeon*, qui a atteint la première couche à une profondeur de 30 mètres. Il n'a pas été approfondi jusqu'aux deux autres couches.

2°. Il a existé au territoire de *la Vieu*, commune de Saint-Julien en Jarest, deux puits d'environ 40 mètres de profondeur, et une fendue, creusés sur la même couche, dont ici la puissance n'est que d'environ un mètre, et l'inclinaison (bien réglée), seulement de 15 degrés.

La houille de *la Vieu* est inférieure en qualité à celle de la *Varizelle*; elle est peu homogène et souvent mêlée de schiste.

Ce territoire est séparé au sud-ouest de celui de la *Varizelle* par un *crain*; et au nord-est du territoire du *Parterre* par un autre *crain*.

On a cessé d'exploiter à *la Vieu* depuis 1809; et les travaux abandonnés, à cause de l'affluence des eaux, n'ont jamais été poussés qu'à une très-médiocre profondeur.

3°. Au territoire du *Parterre*, commune de Saint-Julien en Jarest, les couches toujours au nombre de trois, ont chacune une puissance d'environ un mètre 50 centimètres; d'un assez grand nombre de puits creusés à différentes époques dans ce territoire, un seul est aujourd'hui en activité. On l'appelle *puits Escomel*; il a atteint la première couche à 22 mètres de profondeur; la seconde à 50 mètres, et la troisième à 68 mètres.

Ici les couches plongent vers le sud d'environ 30 degrés, et se relèvent ensuite brusquement en formant le *cul de bateau*.

On a d'abord travaillé sur les deux premières qui sont épuisées, autour du puits; on exploite actuellement sur la troisième.

Le *puits Escomel est tombé* sur le fond du cul de bateau.

Il a été mis en activité en 1808.

Ce puits a 68 mètres de profondeur: il s'y trouve une machine à chevaux pour l'extraction. En 1812 on a employé cinq chevaux et vingt-cinq ouvriers; l'extraction s'est élevée à 8,100 quintaux métriques de houille grosse, et 25,920 de houille menue.

Tout le groupe n°. 7 n'a par conséquent fourni que 32,020 quintaux métriques de toutes qualités, en 1812.

Carte XIII.
Couches A
et B. Ouverture n°. 11.

QUATRIÈME PARTIE.

Description des mines de houille de Rive-de-Gier, par territoires.

PREMIÈRE SECTION.

Généralités (1).

L'EXPLOITATION des mines de houille situées dans le voisinage de Rive-de-Gier, remonte à plusieurs siècles; c'est principalement aux territoires de Mouillon et de Gravenand qu'elle a été faite avec le plus de facilité et d'avantage. Les couches se manifestent à la surface par des affleuremens où elles se montrent souvent avec toute leur *puissance*; la qualité de la houille répondait à son abondance.

Les travaux faits aux Grandes-Flâches, à la montagne du Feu et à la Grand-Croix, sont très-anciens, ainsi que ceux de Tartaras, Dar-goire, Montrond. (*Voyez l'ouvrage de Morand, première partie.*)

En 1763, la houille en gros quartiers (Pérat), se vendait au mouillon, à raison de 51 centimes le quintal métrique, et le *menu* mêlé de *grêle*, 30 centimes (d'après Morand). A Lyon, le prix

(1) Il faudrait consulter la topographie souterraine du département de la Loire, elle-même, pour acquérir, tant sur les exploitations actuelles que sur le nombre ou l'étendue des mines abandonnées de Rive-de-Gier, des notions qu'on se contentera d'indiquer très-brièvement à la suite de ces *généralités*.

était de 2 francs 17 centimes pour le quintal métrique de *Pérat*, et de 1 franc 85 centimes pour l'autre espèce. La consommation de cette ville était évaluée à 360 mille quintaux métriques.

Le prix des journées du piqueur (abattant le charbon), était de 1 franc 10 centimes, et de 1 franc pour les traîneurs, etc. On pourra remarquer dans la suite de ce mémoire que les prix de vente sur les mines sont actuellement triples au moins de ce qu'ils étaient en 1763, et que le prix des journées a augmenté dans le même rapport.

On ne sait point à combien s'élevait dans l'origine la quantité de houille extraite annuellement des mines de Rive-de-Gier, ni le nombre des ouvriers qui y étaient employés. Morand rapporte seulement qu'elles donnaient un tiers de *Pérat* et les deux tiers en *menu*. C'est encore ce qui a à-peu-près lieu aujourd'hui.

Le principal débouché des mines était, comme aujourd'hui, le port de Givors sur le Rhône: douze cents mulets étaient employés au transport de la houille.

L'ouverture du canal de Rive-de-Gier, qui eut lieu en 1778, augmenta l'exportation et donna une nouvelle activité au travail des mines. Depuis le commencement du 18^e. siècle on avait creusé des puits dont la plus grande profondeur était 80 ou 100 mètres; à partir de 1790 on en creusa de plus profonds; enfin, depuis douze à quinze ans on en a creusé qui ont atteint une profondeur de plus de 300 mètres.

A Rive-de-Gier le propriétaire du sol paraît avoir joui exclusivement du droit des mines,

soit qu'il les exploitât lui-même ou qu'il les affermât ; mais dès 1759, le Souverain donna à une compagnie la concession des territoires du Mouillon, de Gravenand et des Grandes-Flâches, les plus productifs qui fussent connus alors.

Cette compagnie a exécuté quelques travaux utiles, et a joui de son privilège jusqu'en 1790, non toutefois sans abuser à certains égards des droits qu'il lui conférait.

Sous l'empire de la loi de 1791, six concessions ont été accordées à des sociétés composées de propriétaires ou de cessionnaires de propriétaires.

Les exploitations se sont trouvées grevées par suite de conventions réciproques, quelquefois ordonnées ou approuvées par le Gouvernement, de redevances très-fortes (le cinquième ou le sixième du produit brut), qui semblent plutôt constituer un *prix de ferme* qu'une indemnité ; le propriétaire du sol jouit de cette manière du revenu le plus net des mines, sans faire aucune mise de fonds et sans courir aucun risque. Il faut remarquer ici que cette rétribution outrée, stipulée en faveur des propriétaires de la surface, a une influence pernicieuse sur l'exploitation des mines, outre qu'elle pèse sur le consommateur et sur l'industrie.

Voici la manière dont se forment et se régissent les diverses entreprises de mines aux environs de Rive-de-Gier.

Une société, ordinairement composée d'un assez grand nombre de personnes qui font profession d'exploiter les mines et qui se nomment *extracteurs*, divise l'intérêt total de l'association

en seize actions qui prennent le nom *d'onces* ; chaque associé a une ou plusieurs actions ou seulement une portion d'action : la transaction ou l'acte de société laisse à chacun la liberté de vendre à qui lui plaît telle ou telle portion de son intérêt, et ce n'est point la majorité des actions qui influe seule sur la décision des affaires.

On sent quelle confusion doivent amener de pareilles conventions, et l'expérience n'en démontre que trop souvent les inconvénients ; il n'y a jamais de première mise de fonds considérable ; chacun s'engage à payer exactement le compte fourni par quinzaine, et faute de remplir cette obligation, l'intérêt de celui qui est en retard est vendu par lui, ou d'office, par ses associés.

La société traite avec les propriétaires du sol, et s'assure ainsi la faculté d'exploiter sur une étendue de terrain qui est de 2, 3 ou 4 hectares au plus ; souvent le propriétaire, outre une rétribution variable du sixième ou huitième suivant la profondeur des mines, exige encore que l'on creuse un puits dans sa propriété et que l'on exploite sous son terrain dans un laps de temps déterminé. Ce traité énonce que la rétribution sera payable en nature et à l'orifice du puits, exempté de toute charge et impôt aussitôt que l'exploitation aura commencé sous la propriété du traitant. La perception de ce droit de propriété est sujette à beaucoup de difficultés, parce qu'il faut connaître dans l'intérieur de la mine sous quelle portion de la surface se trouve tel ou tel ouvrier, combien on extrait de charbon pour telle ou telle per-

sonne, etc. Il paraît que, quand les propriétés sont très-divisées, il y a beaucoup d'abus qui ne tournent pas toujours à l'avantage du propriétaire. Ces arrangemens nuisent par plusieurs motifs à une bonne exploitation; il serait superflu de chercher à le prouver. Les exploitans ou *extracteurs* creusent les puits et font tous les frais de l'entreprise suivant l'intérêt que chacun a dans l'entreprise; dès que l'extraction commence à avoir lieu, la houille est partagée en nature entre les associés et les propriétaires, suivant les conventions stipulées.

Il y a à cet effet, autour des puits, des cases dont l'ensemble s'appelle *la recette*, et chacun fait enlever la houille qui lui revient pour en former des magasins particuliers à chaque individu; car la vente ne se fait point au compte de la société; on compte au plus deux ou trois exceptions à cet usage si contraire aux intérêts bien entendus des exploitans.

Les *extracteurs* forment un nombre considérable d'entreprises partielles qui donnent lieu elles-mêmes à un nombre beaucoup trop grand de puits et d'autres travaux dispendieux; la concurrence réduit à peu de chose les bénéfices, dont la plus grande partie est absorbée par les propriétaires du sol, par ceux qui font le commerce de la houille, et par les capitalistes qui ont fait, à un haut intérêt, les fonds des actions pour le compte des extracteurs.

Mais si l'on ne peut approuver l'ordonnance générale des travaux souterrains de Rive-de-Gier, on doit du moins reconnaître que les entrepreneurs montrent une grande constance dans leurs recherches, et qu'ils savent supporter

toutes sortes de privations personnelles pour surmonter les obstacles et les incertitudes trop souvent attachées aux entreprises naissantes. C'est à cette persévérance, si nécessaire au *mineur*, que l'on est redevable de plusieurs découvertes très-précieuses faites depuis quelques années.

Les exploitations de Rive-de-Gier ont principalement pour objet deux couches de houille séparées l'une de l'autre par un intervalle de 35 à 40 mètres (1).

La couche supérieure, dont l'épaisseur varie depuis 2 mètres jusqu'à 8, 12 et même 15 (moyenne 7 mètres), est divisée en deux parties ordinairement égales, par un nerf épais de 16 à 20 décimètres; en-dessus du nerf se trouve la partie désignée par le nom de *maré-chale*, dont la houille propre aux travaux de la forge donne plus de *menu* que de gros quartiers ou *pérats*; au-dessous est le *raffaud*, dont la houille plus dure et moins bitumineuse donne une plus grande quantité de pérat, mais dont le *menu* est ordinairement si peu estimé qu'on ne peut le vendre et qu'on le laisse dans la mine.

La seconde couche appelée *la bâtarde*, sans doute parce que la qualité de la houille y est très-inférieure à celle de la couche supérieure, est aussi divisée en deux bandes par un nerf plus ou moins épais. Sa puissance *réduite* (abstraction faite du nerf), est de 16 à 25 déci-

(1) Il existe au-dessus de celles-ci une autre couche dont on ne fait pas mention, parce qu'elle n'a été trouvée exploitable que bien rarement.

mètres. L'exploitation n'en est pas très-avantageuse; on a de la peine à vendre le *menu* qui en provient, même lorsqu'il est trié avec soin.

Ces couches qui se suivent assez régulièrement, ont une pente moyenne de 15 à 20 degrés vers la rivière de Gier. Elles sont généralement sujettes à des *resserremens* du toit et du mur souvent tels que la houille disparaît totalement. Cet accident est ordinairement accompagné d'un changement rapide de pente, de sorte qu'on ne retrouve la couche de houille qu'à une certaine distance et à une profondeur plus grande que celle qu'on aurait pu présumer, d'après son allure ordinaire.

Le mode d'exploitation est approprié à des couches peu inclinées; pour en saisir l'ensemble et se rendre raison de toutes ses parties, il faut avoir toujours présent à l'esprit deux remarques importantes: la première, c'est que l'exploitation est d'autant plus avantageuse qu'elle produit plus de houille en gros morceaux ou *pérats*, de sorte que l'extracteur et l'ouvrier sont intéressés à augmenter la production de cette espèce en diminuant la quantité du *menu*; la seconde remarque à faire, c'est que la houille de Rive-de-Gier est dure et difficile à entamer, mais qu'il y a des *fissures* ou *lits*, suivant lesquels elle se détache plus facilement que dans tout autre sens. Le plan de ces lits, que les ouvriers appellent le *gît* du charbon, est toujours perpendiculaire à la couche, mais non pas eu égard à sa *direction* ni à son *inclinaison*; on observe toutes sortes de variations à cet égard. Tous les procédés pour détacher la houille, le percement

des galeries, etc., sont subordonnés aux facilités que la disposition des *fissures* de la houille donne pour abattre le *pérat*, en plus grande quantité et avec le moins de dépense possible.

A Rive-de-Gier, la recherche des mines, qui n'est point exempte de danger, consiste à creuser un puits dans le voisinage ou à la suite de travaux anciens ou en activité, pour reconnaître si les couches exploitées ont une continuation; quelquefois les eaux opposent, au creusement d'un puits, un obstacle qu'on ne peut surmonter; d'autres fois le puits tombe sur une *faille* et ne rencontre point la houille.

L'approche d'une *faille* ou d'un *crain* est annoncée par le peu d'ordre et de suite de la stratification du terrain; les bancs sont brisés, contournés, etc. Lorsque ces bancs sont épais, bien réglés, et le grain du grès uniforme, les couches de houille sont épaisses; les indices contraires annoncent ordinairement que la couche de houille est peu épaisse et mal suivie. On ne fait point d'usage de la sonde dans les recherches, si ce n'est lorsqu'on présume être près de la couche, et que l'on craint d'avoir passé outre, sur un *crain*.

La sonde en usage n'a que 18 ou 20 mètres, et sert fréquemment dans les travaux intérieurs pour aller au devant de l'eau des vieux ouvrages, ou bien pour établir la circulation de l'air d'une galerie dans l'autre.

Les puits, tous circulaires, ont de 20 à 22

Des puits

décimètres de diamètre; quelques-uns, actuellement en creusement, ont 30 décimètres: l'un d'eux est ovale. Au milieu de leur profondeur ces puits sont élargis sur une certaine étendue,

afin que les *bennes* ascendante et descendante (tonnes) puissent passer librement au point de rencontre; le diamètre du plus grand évasement est de 26 ou 27 décimètres.

Le creusement des puits s'exécute à *prix fait*, seulement pour une profondeur de 15 à 20 mètres à-la-fois, et dans la supposition d'une certaine quantité de bennes d'eau affluente par heure. Le mineur s'engage à se fournir de poudre et d'huile; l'exploitant fait réparer les outils, sort l'eau, les déblais, etc. Les prix varient suivant la dureté du rocher, et sur-tout en raison de la quantité d'eau qui afflue dans le puits.

En travaillant à double poste (jour et nuit), le creusement n'avance guère que de 7 ou 8 mètres par mois. On paye de 50 à 60 francs par mètre, lorsqu'il n'y a que peu d'eau.

L'évaluation des puits a paru devoir être faite suivant les données que voici :

De 80 à 100 mètres de profondeur, 110 à 120 francs le mètre courant;

De 150 à 200 mètres, 150 à 160 ou 200 francs le mètre; au-dessus de 200 mètres et lorsqu'il y a de l'eau, 250 et même 300 francs le mètre. On a percé des puits dont les derniers mètres ont coûté plus de 1500 francs.

Il y a en ce moment, à Rive-de-Gier, soixante-quatre puits, servant à l'extraction, à l'épuisement ou à l'aérage; et six en creusement plus ou moins avancés.

On élève les eaux et les déblais avec un treuil jusqu'à ce que le puits atteigne la profondeur de 30 ou 36 mètres; ensuite on établit une machine à molettes. Lorsque le travail est gêné ou interrompu par l'affluence d'une certaine

quantité d'eau, on cherche à boucher les fissures par lesquelles on la voit filtrer; on y chasse des coins de bois, de fer, etc..... Et si ces moyens sont insuffisants, on perce une petite galerie à ce niveau, et on y pratique un réservoir qui contient l'eau pendant un certain temps et dispense de l'élever d'une plus grande profondeur, sans compter l'avantage de ne point interrompre le travail des mineurs.

Quelquefois on creuse simultanément deux puits voisins de manière à épuiser l'eau dans l'un pendant que l'on continue de travailler dans le moins profond; le travail est alternatif. On n'a jamais essayé de pratiquer, à Rive, le *cuvelage* avec *picotage*, usité dans les mines du Nord; aussi voit-on beaucoup de puits abandonnés parce qu'on n'a point employé les moyens convenables de contenir certaines sources.

La partie supérieure des puits, creusée dans la terre végétale ou le roc tendre, est souvent murillée; quelquefois même on fait un *beton* derrière le mur, afin d'empêcher la filtration des eaux de la surface. Il est rare que les puits aient besoin d'être boisés, le rocher étant presque toujours dur et compacte; on se contente de placer des cadres dans certaines parties. Le plus ordinairement, c'est un assemblage de quatre pièces, posées dans des entailles pratiquées à cet effet; quelquefois on fait usage du boisage octogone; on cloue des planches sur ces cadres dans les parties boisées. La distance de ceux-ci varie avec la solidité du sol depuis 20 ou 30 décimètres jusqu'à 10 ou 12; on fait toucher les cadres quand le terrain n'a aucune solidité. Il n'y a point de puits boisés sur toute

la hauteur, et la plupart ne sont soutenus qu'à la partie supérieure. Le puits est terminé à sa partie inférieure par un puisard profond de 4 mètres et destiné à contenir les eaux que l'on ne veut élever que pendant la nuit : dans le jour, le puisard est fermé par un plancher.

Galeries
dans le ro-
cher.

On ne perce de galeries dans le rocher que pour traverser les *crains*, ou pour rejoindre une couche par le *mur*, en partant du fond d'un puits qui l'a déjà traversée (c'est ce qu'on appelle une *repercée*), ou bien enfin pour servir à l'écoulement des eaux. Il existe deux galeries d'écoulement qui ne servent plus aux exploitations actuelles, celle du *Mouillon* et celle du *Bain*; celle des *Grandes-Flâches*, commencée par l'ancienne compagnie concessionnaire des mines de Rive-de-Gier, a 800 mètres de longueur et sert à l'épuisement des mines du territoire dont elle porte le nom.

Le prix du percement des galeries est de 50 à 60 francs le mètre courant, suivant la dureté du rocher, la difficulté de sortir les déblais, etc. Lorsqu'il s'agit d'une très-longue galerie pour laquelle il devient nécessaire de creuser des puits, de distance en distance, le prix moyen du mètre courant peut être évalué à 110 ou 120 francs.

Mode d'ex-
ploitation.

Lorsqu'un puits est arrivé à la couche de houille que l'on veut exploiter, que le puisard est terminé, etc., on commence par reconnaître la couche, en poussant, sur sa *direction*, à droite et à gauche, deux galeries horizontales que les ouvriers appellent *galeries de coursières*; on ne leur donne de pente que ce qu'il faut pour que l'eau se rende au puisard. En

faisant ces percemens, on ne peut manquer de distinguer le sens suivant lequel la houille se détache le plus aisément, c'est-à-dire, de distinguer ce que les mineurs de Rive appellent le *gît du charbon*, et l'on se détermine à commencer l'exploitation proprement dite. Les fissures, qui donnent lieu à cette facile division dans un sens, sont, comme on l'a déjà fait remarquer, à-peu-près perpendiculaires au plan de la couche sans aucune position fixe, eu égard à sa direction, et très-rapprochées les unes des autres.

On ne perce que deux sortes de galeries : les unes, suivant le sens des fissures qu'on appelle galeries de *pointe* ou simplement *pointes*; elles sont les plus coûteuses à creuser et donnent beaucoup de houille menue : on ne pratique que celles qui sont indispensables pour l'aérage, les transports, etc. On les conduit le plus possible en ligne droite, sans tenir compte des petites variations de direction qui ont lieu dans le plan des fissures.

Les galeries perpendiculaires aux *pointes* ou au *gît du charbon*, se nomment *Tays*; ce sont de véritables tailles d'exploitation, presque toujours tortueuses et irrégulières, parce qu'on les dirige exactement suivant une ligne perpendiculaire aux fissures. On leur donne 4, 5 et jusqu'à 7 mètres de largeur, tandis que les *pointes* n'ont qu'un mètre 50 centimètres à 2 mètres au plus. La hauteur de ces ouvrages dépend de l'épaisseur de la couche et de la disposition de l'exploitation en un ou deux étages.

Quelquefois les *tays* se correspondent, d'autres

fois les vides sont en face des piliers : ceux-ci sont irréguliers dans leur forme et leur position, par suite de l'irrégularité des percemens.

Le creusement des *tays* ou la manière d'abattre la houille, consiste à faire des entailles sur le côté, et au sol, de la profondeur de 50 à 60 décimètres, sur 19 ou 20 de largeur à l'entrée, et 10 à 12 centimètres au fond; la masse ainsi dégagée sur quatre faces, est facile à détacher à cause des fissures dont on a parlé, et qui se trouvent dans le plan suivant lequel la houille est sollicitée à se rompre. Le plus léger effort suffit ordinairement, sur-tout quand l'ouvrier avance en montant; quelquefois il est nécessaire de chasser des coins de fer dans le massif; on les place aux *deux tiers* environ de la hauteur du *tays* : c'est ce qu'on appelle faire *une tombée*; un ouvrier est exclusivement chargé de ce travail. On casse les blocs de houille obtenus pour qu'ils puissent être emportés par les *traîneurs*.

Le percement des galeries de *pointes* s'exécute en faisant au milieu de la largeur de la galerie une entaille verticale que l'on élargit à l'aide de coins et de pics, de manière à opérer un vide prismatique triangulaire : cela fait, on peut abattre les parties latérales suivant la manière usitée pour les *tays*, puisqu'on a la facilité de travailler dans l'entaille et d'agir perpendiculairement aux fissures.

Quand on veut percer une galerie de communication en ligne droite, on choisit quelquefois une direction moyenne entre celle des fissures et une ligne qui leur serait perpendiculaire; c'est ce qu'on appelle *entailles*,

moitié tays, moitié pointe : dans cette sorte d'ouvrage les entailles sont dirigées en *biais*, par rapport à la galerie et perpendiculairement aux fissures; on abat ainsi un massif de houille dont la forme est celle d'un prisme ayant un trapèze pour base. En continuant ainsi, on perce la galerie, en ligne droite, sans perdre les avantages de la disposition d'entaille usitée pour les *tays*; mais cette méthode ingénieuse exige beaucoup de surveillance à l'égard des ouvriers, et c'est pour cette raison qu'on n'en fait pas autant d'usage qu'on devrait.

Quand la couche de houille a moins de 27 décimètres de puissance, on exploite par *tays* et *pointes*, en donnant aux galeries toute cette hauteur : toutefois, lorsque le toit n'est pas assez solide, on laisse vers la partie supérieure 40 ou 60 centimètres de houille pour éviter les éboulemens et ne pas être obligé de multiplier les étais.

Quand l'épaisseur de la couche surpasse 3 mètres, étant moindre que 5, comme on ne peut donner aux galeries toute cette hauteur, ni faire deux étages, on commence par exploiter la partie inférieure sur une hauteur de 26 décimètres, ou environ, en mettant à découvert le mur de la couche. Pour exploiter la partie supérieure (la *maréchale*), on profite plus tard de cette circonstance que le sol des galeries se renfle et s'échauffe par la pression des piliers, de manière à ce qu'en deux ou trois années une *taille* de 26 décimètres de hauteur n'est plus en effet élevée que de 10 à 12 décimètres. C'est alors qu'on détache avec facilité le banc de houille demeurée au toit.

Si le *nerf* qui partage la couche est assez solide pour se soutenir au faite des premières tailles, on n'exploite, en premier lieu, que le *raffaud*; et quand le sol se trouve élevé jusqu'auprès du *nerf*, on abat la *maréchale*. Dans le cas contraire, on fait tomber le *nerf*, en exploitant la partie inférieure (le *raffaud*), et l'on enlève la *maréchale* (par *tays* et *pointe*) quand l'élévation du sol permet de le faire avec facilité. Dans ces diverses circonstances, l'exploitation de la *maréchale* n'a lieu qu'après le *dépilement* de la partie inférieure.

Enfin lorsque l'épaisseur de la couche est suffisante (au-delà de 6 mètres), on pratique deux étages d'exploitation; l'un dans le *raffaud*; l'autre, dans la *maréchale*, en procédant toujours par *tays* et *pointes*. Chaque étage a 23 à 26 décimètres de hauteur, et le massif de séparation, de 10, 12 ou 18 décimètres d'épaisseur, suivant que le *nerf* est plus ou moins solide. On a soin de faire correspondre, autant que possible, les piliers de chaque étage pour qu'il n'y ait pas de *porte à faux*; on se dirige, à cet égard, en perçant de distance en distance le plancher avec une sonde. Les deux étages communiquent entre eux par des galeries dont la pente est contraire à celle de la couche.

Dans ces différens modes d'exploitation, on a soin de séparer la houille *maréchale* du *raffaud*, soit en *pérat*, soit en *menu*.

Lorsque l'exploitation a été poussée jusqu'aux limites qu'on lui a assignées, on *dépille*, c'est-à-dire, qu'on enlève, en tout ou en partie, les piliers ainsi que les massifs qu'on a pu laisser pour assurer la solidité des communications. On

les attaque de préférence en remontant, afin que les éboulemens facilitent l'extraction, et pour obtenir la houille en plus gros morceaux. On commence l'opération du *dépilement* par les parties basses de la mine et les plus éloignées des puits; on pose derrière l'ouvrier, à mesure qu'il avance, des étais ou poteaux de bois, de distance en distance, pour prévenir les accidens. Le *dépilement* se termine quand on arrive au puits, ce qui n'empêche pas qu'on ne pénètre encore au bout d'un certain temps dans la mine pour enlever une portion de la houille qui y est demeurée et qui s'est détachée d'elle-même depuis le *dépilement*. Cette dernière opération n'est point sans danger.

Les couches qui ont été exploitées par deux étages, sont *dépilées* en commençant par l'étage supérieur.

L'exploitant jouit de son plus grand avantage à l'époque du *dépilement*. C'est le temps des grands bénéfices; aussi dispose-t-on ordinairement les choses, à partir d'une certaine époque de l'exploitation, de manière à ce qu'il y ait toujours une partie de la mine en *dépilement*. Mais on commet en même temps la faute de laisser les parties *dépilées* et non *dépilées* en grande communication; de là, dans le terrain, de grands mouvemens préjudiciables aux derniers temps de l'exploitation.

On peut estimer que, dans les mines les mieux exploitées, on laisse enfoui sans fruit le *quart* de la houille, souvent le *tiers*, et dans celles moins bien dirigées, la *moitié*. Les effets du *dépilement* se font sentir tôt ou tard à la surface, quoiqu'elle soit éloignée des travaux de

150 ou même 200 mètres, et lorsque l'épaisseur de la couche exploitée est de 3 ou 4 mètres, il en résulte presque toujours des crevasses dans le terrain.

Les galeries sont boisées par les procédés ordinaires; les cadres composés de trois pièces, sont placés à des distances qui dépendent de la solidité des parois; quelquefois, sur-tout dans les *tays*, on se contente de placer des poteaux isolés qui portent sur des *semelles* chassés avec force au toit et au mur de la galerie; il ne s'agit alors que de soutenir le faite qui pourrait s'affaisser lorsque la largeur des *tays* est très-grande. On a déjà dit qu'assez ordinairement la hauteur des galeries diminue chaque année par le rehaussement du sol (1).

Le bois de chêne coûte 1 franc le mètre courant, la pièce ayant 8 décimètres de diamètre au petit bout. Le sapin employé au boisage des galeries, se tire des montagnes de Pilat, et coûte de 46 à 60 ou 75 centimes le mètre courant, le diamètre de la pièce étant au petit bout de 9, 10, 13 centimètres.

Les remblais sont employés, sur-tout quand on enlève les piliers; on pratique des murs en pierres sèches avec les débris du *nerf* de séparation qui se trouve dans toutes les mines; mais cela est bien insuffisant dans les couches épaisses.

Aérage.

L'aérage des mines s'opère facilement lorsqu'il y a deux puits en communication: mais

(1) Le même fait a été observé dans d'autres contrées et particulièrement dans le pays de Liège; mais ce n'est vraisemblablement qu'à Rive-de-Gier que l'exploitant a fait tourner cette circonstance à son profit.

cela n'a pas lieu à toutes les époques de l'exploitation. Quand on n'a pas encore pu se procurer cette ressource, on opère un aérage artificiel en employant des *soufflets* de forge mus par un homme; l'air des soufflets est poussé dans la mine et conduit dans des tuyaux de bois de pin, percés d'un trou circulaire de 16 centimètres de diamètre. On a aussi fait usage de *soufflets à piston*, mus par un cheval ou par la machine à vapeur servant à l'extraction.

Mais ces moyens ne produisent que des effets médiocres, et seulement suffisants pour attendre le moment où deux puits seront mis en communication.

A Rive-de-Gier il n'y a que trois mines dans lesquelles on ait à prendre des précautions contre le feu *grison*; ces précautions se réduisent ordinairement à enflammer le gaz tous les matins avant l'entrée des ouvriers: celui qui exécute l'opération est couvert d'un surtout en cuir, et porte un capuchon de même matière (1). Les autres gaz délétères sont beaucoup plus communs et gênent les travaux dans un grand nombre d'exploitations (2).

L'éclairage s'opère avec des lampes en fer, contenant de 0,12 à 0,15 kilog. d'huile, qui coûte 1 franc 7 centimes le kilogramme. On fournit l'huile à chaque ouvrier, il en consomme ordinairement 0,2 kilog. par journée, de neuf à dix heures; dans les mines où l'air ne circule pas bien, la consommation est plus forte de moitié.

La houille est transportée du lieu où elle a

(1) On l'appelle le *Pénitent*.

(2) C'est ce que les mineurs appellent *la force*.

été abattue jusqu'au point par lequel on la monte au jour, dans des *bennes* en bois, portées sur deux portions de cercle garnies de bandes de fer et faisant l'office de traîneau. Ces bennes sont de la contenance d'un hectolitre ou un hectolitre et un quart; tirées par un *traîneur*, elles glissent assez facilement sur le sol des galeries; lorsqu'il y a des pentes à monter, deux ouvriers se réunissent pour les porter à l'aide de deux barres de bois. Le même *traîneur* conduit sa *benne* jusqu'au puits, étant aidé par ceux qui reviennent à vide; c'est le traîneur qui fait marquer la houille qu'il a amenée pour le *piqueur*, au ras duquel elle a été prise, ce qui sert aussi à constater sous quelle propriété elle a été extraite. La tâche du *traîneur* est fixée, par jour, à une certaine quantité de *bennes*, suivant la distance qu'il a à parcourir.

Les machines à molettes sont les plus usitées pour l'extraction de la houille; elles servent aussi à la *descente* des ouvriers, et le plus souvent à l'épuisement: elles sont presque toutes faites sur le même modèle, à tambour cylindrique. (Il y en a trois seulement dans la contrée, à tambour conique sans *frein*, et disposées de manière que les chevaux peuvent tourner sous la *barre*.) On peut en faire trois classes sous le rapport des dimensions.

Pour les puits qui ont moins de 100 mètres de profondeur, le diamètre du tambour est de 2 mètres, celui du manège de 7 à 8 mètres, celui des molettes, 1.^m50. On attèle *un* ou *deux* chevaux à-la-fois; les *bennes*, appelées alors *bennes d'extraction*, contiennent 2 ou 3 hectolitres de houille. Le prix d'une machine de

cette espèce, y compris le hangar qui la recouvre, est de 1,200 à 1,500 francs.

Pour les puits de 150 à 200 mètres, le diamètre du manège est de 8 à 9 mètres; celui du tambour de 3, et celui des poulies de 1.^m50. On attèle deux ou trois chevaux à-la-fois. Les bennes contiennent de 3 à 4 hectolitres; la valeur totale de la machine est de 2 à 3,000 francs.

Enfin, pour les puits dont la profondeur excède 200 mètres, le diamètre du manège est de 13 à 14 mètres, celui du tambour 5 à 6 mètres, et celui des molettes 2 mètres. On attèle trois ou quatre chevaux à-la-fois. Les bennes sont de 5 à 6 hectolitres; la valeur de la machine est de 3,500 francs.

Quand on extrait de l'eau, on se sert quelquefois de bennes plus grandes, et on attèle un cheval de plus s'il y en a moins de quatre.

Les câbles s'achètent au poids, et coûtent; à Rive-de-Gier, 163 francs le quintal métrique (chanvre d'Ancône); ceux fabriqués avec le chanvre du Dauphiné, ne valent que 120 francs; mais ils sont moins durables: il y a environ 67 mètres courans de câble, au quintal métrique.

La durée des câbles dépend de l'état de l'air dans les puits, de l'eau qui les mouille plus ou moins souvent; elle varie de trois, quatre jusqu'à six, sept ou huit mois, rarement davantage. Les câbles goudronnés par fils et ayant une *ame*, sont plus durables dans les puits humides, mais ils sont plus coûteux.

L'élévation de la houille au jour exige un certain nombre d'ouvriers. Un ou deux hommes remplissent les bennes au fond du puits; deux autres sont à l'orifice pour les traîner jusqu'à

la recette et *marquer*; enfin il y a autant de *toucheurs* (c'est-à-dire de conducteurs) qu'il y a de chevaux.

L'orifice des puits est ordinairement assez élevé pour que l'on puisse renverser les grandes bennes dans les cases destinées à recevoir la houille, après les avoir traînées jusque-là. Quelquefois même le sol de la recette est au niveau des charrettes qui viennent prendre le charbon pour le porter dans les magasins.

Machines
vapeur de
rotation.

On compte en ce moment à Rive, quatre machines à vapeur de rotation, en activité; il y en a en outre une sur un puits actuellement abandonné, et l'on en établit trois qui seront placées dans le courant de 1813.

Ces machines sont à double effet et à régulateur à échappement, et n'ont rien de particulier dans leur construction. Le diamètre du cylindre varie de 5 à 8 décim. (18 à 30 pouc.); la levée du piston est d'un mètre, et il y a trente levées par minute; pendant ce temps les tonnes s'élèvent de 40 mètres. Ces machines coûtent, tout compris, de 30 à 36 mille francs. Les chaudières étant en tôle, les frais annuels de réparation ne sont guère que de 1,000 francs: il y a un *conducteur* qui dirige les mouvemens et un *aide* qui entretient le feu. Un *forgeur* fait les réparations, mais n'est pas entièrement occupé à ce travail.

Voici les résultats généraux d'après lesquels on suppose les effets et les consommations des machines de rotation. Si l'on substitue au cercle qui forme la base du piston, un carré formé sur le diamètre de ce cercle, on trouve que l'effet produit par chaque pouce carré de cette

surface, équivaut à celui que produiroit un poids de 5 livres: la dépense d'eau froide pour l'*injection* est évaluée, par pied carré de cette surface, à 3 pieds cubes par minute.

La consommation de houille est évaluée à 5 hectolitres (4 quintaux métriques) par pied carré de cette surface, la machine allant chaque jour pendant douze ou quatorze heures.

L'eau d'injection est ordinairement amenée de la rivière de Gier; cependant on place actuellement des machines au service desquelles il faudra employer l'eau de la mine.

On se sert pour chauffer les chaudières de houille de bonne qualité (dite petite grêle), et du prix de 75 ou 80 centimes l'hectolitre; l'expérience ayant appris que l'usage de la houille trop menue et de mauvaise qualité n'était point économique. Quoique les machines ne soient en mouvement que pendant douze ou quatorze heures, on entretient le feu pendant toute la journée, mais très-modéré quand il s'agit seulement d'empêcher le fourneau de se refroidir.

Les machines à molettes ont été pendant longtemps les seules machines d'épuisement employées à Rive-de-Gier; on s'en sert encore sur beaucoup de puits.

Machines
servant à l'é-
puisement.

Il existe aux mines de la Grande-Croix une roue hydraulique qui sert à mouvoir une machine à molette, dont l'unique fonction est d'élever de l'eau.

Les machines à vapeur d'épuisement sont au nombre de deux; une seule est en pleine activité, et l'autre, dont le cylindre a 70 pouces de diamètre (environ 19 décim.), ne sera terminée que dans le courant de 1813. Elles font jouer des

pompes de 27 mètres de hauteur. Celle dont on vient de parler élèvera l'eau de la profondeur de 300 mètres, et coûtera 180 mille fr. L'entretien de la machine placée sur le puits de *Chanteyraine*, y compris les pompes, le salaire des ouvriers pour réparer, changer les pistons, etc., peut être évalué à 9 ou 10 mille francs.

Ces grandes machines d'épuisement sont à *simple effet*, et donnent de vingt à vingt-cinq coups par minute; les consommations se calculent comme pour les machines de rotation, et l'effet est évalué à 7 livres par pouce carré, contenu dans le carré du diamètre du piston.

Ouvriers.

Les ouvriers travaillant dans la mine, sont conduits par un chef qu'on appelle *gouverneur*; il est chargé de tous les détails d'exploitation, et payé à raison de 5, 6 et même 8 francs par jour, suivant l'importance des mines et l'idée qu'on se forme de son talent.

Les *piqueurs*, c'est-à-dire les ouvriers qui abattent la houille, entrent dans les travaux à une ou deux heures du matin, et y restent jusqu'à onze heures ou midi. Ils sont payés, dans les grandes exploitations, à raison de 40 à 45 centimes par benne d'extraction, contenant de 5 à 6 hectolitres (4 à 4,8 quintaux métriques) de grosse houille, et seulement de 15 à 17 centimes pour le *menu*. Un piqueur abat dix, douze ou quinze grandes bennes par jour, tant en *menu* qu'en *gros*; il gagne de 3 francs à 3 francs 25 ou 3 francs 50 centimes par jour. Dans les petites exploitations, ou dans les mines où l'on fait beaucoup de menu, les prix sont réglés de manière que la journée soit communément de 3 francs à 3 francs 25 centimes. Au

reste, ce prix varie parfois avec celui de vente de la houille; on fournit au piqueur les outils et l'huile. Outre le salaire qu'on vient de dire, l'usage est de lui donner *une benne d'extraction* par semaine; il la reçoit en nature ou en argent, et dans ce dernier cas, on lui donne 50 centimes par jour en sus du salaire dont on a parlé: le traîneur a le même avantage.

Les traîneurs entrent dans la mine quatre heures après les piqueurs; ils sont payés à tant par benne, et gagnent, comme eux, de 3 francs à 3 francs 50 centimes; et avec leur *benne* de faveur, cela va souvent à 4 francs.

Les *réparationnaires* chargés des boisages et des muraillemens, gagnent de 2 francs 50 centimes à 2 francs 75 c.

Viennent ensuite les *remplisseurs* de bennes, les *receveurs*, les *chargeurs*, les *garnisseurs* de lampes, les *toucheurs* de chevaux (ce sont des enfans), le *forgeron*, les *palefreniers*, etc., qui sont payés à raison de 2 francs, 2 francs 50 centimes par jour. L'on peut remarquer que le salaire des ouvriers est très-élevé à Rive-de-Gier; mais il faut aussi reconnaître que les hommes y sont extrêmement laborieux.

La comptabilité est dressée sur des feuilles qui portent toute la dépense d'une quinzaine, ainsi que la quantité de houille extraite; cette feuille est signée et acquittée par chaque intéressé. Comptabilité.

L'espèce de houille qui procure le plus d'avantage à l'exploitant, est celle qui se détache en plus gros morceaux. La vente en est plus assurée et toujours à un plus haut prix que pour le *menu*; les mines de Rive-de-Gier fournissent une De la houille

grande quantité de houille propre au chauffage ; elles en fournissent aussi de très-estimée pour la forge. La quantité de houille obtenue en gros morceaux est un peu plus du tiers de la totalité de celle extraite ; la grande supériorité que l'on assigne dans le commerce à la houille dure et en gros morceaux, tient à ce qu'elle peut être employée à des usages plus nombreux que le menu, et qu'étant destinée à être transportée au loin, chargée et déchargée plusieurs fois, elle éprouve moins de déchet ; il y a d'ailleurs de l'avantage à acheter de gros morceaux, eu égard à la manière dont on mesure la houille.

La vente aux consommateurs du pays ne s'opère que rarement et en petite quantité à l'embouchure des puits ; la houille est ordinairement transportée dans des magasins situés près du canal. L'hectolitre est la mesure de vente ; son poids moyen est de 80 kilogrammes. On compte qu'un mètre cube de houille solide donne de 16 à 18 hectolitres de houille, en morceaux de moyenne grosseur et menu. On distingue trois espèces de houille, sous le rapport du volume des morceaux.

1°. Le *gros pérat*, dont les moindres morceaux sont d'un pied cube ; vendu pour les voitures de terre, à raison de 1 franc 60 centimes à 2 francs, suivant la qualité ; la quantité n'en est pas considérable ;

2°. Le *pérat ordinaire* ou *grêle*, en morceaux plus petits que le précédent ; le prix varie de 1 franc à 1 franc 40 centimes. Les mines de la *Verrerie* et les *Combes* donnent la première qualité de cette sorte de houille, c'est-à-dire, celle qui a le plus de dureté ; les *Ver-*

chères, le *Sardon*, le *Gourdmartin*, la *Cape*, donnent la seconde qualité ; les *Grandes-Flâches*, etc., donnent des qualités inférieures ;

3°. Le *menu*, dont les plus gros morceaux sont moindres que le poing et la plus grande partie en poussière, première qualité (des mines de la Grand-Croix par exemple), excellent pour la forge, se vend 80 centimes l'hectolitre ; la deuxième qualité, venant des mines du *Gourdmartin*, de la *Chauchère*, assez bonne pour la forge, se vend 65 centimes ; la troisième qualité, bonne pour les verreries (des *Verchères* par exemple), se vend 50 ou 55 centimes. Enfin la dernière qualité (obtenue aux *Grandes-Flâches*, etc.), bonne pour les fours à chaux, se vend difficilement 30 à 40 centimes.

Les prix portés sur les tableaux qui accompagnent le mémoire, ont été donnés pour le quintal métrique. C'est aussi en quintaux métriques que les quotités de l'extraction ont été indiquées.

La quotité d'extraction de chaque mine a été déterminée en répartissant la quantité totale de houille extraite dans l'année 1812, suivant le nombre des piqueurs et divers renseignements. Cette quantité totale de houille se compose : 1°. de 731,414 quintaux métriques de houille *pérat*, et de 703,333 quintaux métriques de *menu*, embarqués sur le canal ; 2°. de 30,771 quintaux de *pérat*, transportés par terre et pris dans les magasins ; 3°. de la consommation des verreries, évaluée à 208,000 quintaux de *menu* ; 4°. de la consommation des machines à vapeur évaluée à 50,000 quintaux en *menu* ; 5°. de la consommation locale, de celle des fours à chaux

et du transport irrégulier par terre, que l'on peut porter à 150,000 quintaux (au minimum) dont le tiers en *menu*. On a donc pour la quantité de houille extraite (en 1812) 1,873,518 quintaux métriques, dont 862,185 quintaux en *pérat*, et 1,011,333 quintaux en *menu*.

Eu égard à la houille exportée par le canal, le mesurage et le chargement des bateaux sont aux frais de l'acheteur. Les bateaux portent 700, 800 et même 900 hectolitres de houille. Les droits perçus pour la navigation du canal sont de 27 centimes (5 sous et demi) par hectolitre. Deux, ou au plus trois hommes, conduisent dans un jour un bateau jusqu'à Givors (il y a vingt-huit écluses à passer); le nombre des bateaux, chargés sur le canal, a été de 2,491 en 1812; en certaines années, il en a été chargé 3,000. La quantité de houille, qui se paye 1 franc à Rive-de-Gier, coûte, à Lyon, au consommateur, rendue chez lui, 1 franc 95 centimes.

SECONDE SECTION.

Description des mines.

A. *Territoire de la Grande-Croix.*

Mine de la Grande-Croix.

Exploitans : MM. Fournas, Estienne, Pascal et compagnie.

On n'a encore exploité dans ce territoire qu'une seule couche appelée la *grande masse*; aucun puits n'a atteint une couche inférieure appelée la *bâtarde*, reconnue sur d'autres points et dont l'existence est ici très-probable.

La puissance moyenne réduite de la couche exploitée est de 8 mètres. La houille est de première qualité *pour la forge*; la mine de la Grande-Croix est très-sujette au *feu grisou*. On y compte quatre puits, savoir :

Le *puits Charrin*, qui atteint la houille à 160 mètres de profondeur. Les travaux sont noyés; on se propose d'y établir une machine à vapeur.

Le *puits Neuf*, dont la profondeur est de 120 mètres; il sert à l'extraction.

Le puits du *Logis-Fournas*, servant également à l'extraction; sa profondeur est de 104 mètres.

Le puits de *la Roue*, qui n'a que 80 mètres de profondeur. Il n'atteint pas la couche et sert à épuiser les eaux d'anciens travaux *supérieurs*, avec lesquels il est mis en communication, par une galerie de 100 mètres.

On compte trois machines à chevaux, une machine à vapeur de rotation, destinées à l'extraction, et une machine hydraulique pour l'épuisement. En 1812, on a employé seize chevaux et cinquante-six ouvriers; on a extrait 35,061 quintaux métriques de houille grosse, et 113,788 quintaux métriques de houille menue; en total 148,849 quintaux métriques.

La mine de la *Grande-Croix* est une de celles du département de la Loire où les travaux sont conduits avec le plus d'ordre et d'intelligence. Les actionnaires, animés d'un zèle constant et très-éclairé, en ont fait exécuter avec soin un plan en relief où sont représentés les vides, les galeries, les puits, etc. Ils ont

également créé une caisse de secours pour les ouvriers mineurs (1).

En outre de cette exploitation, le territoire de la Grande-Croix présente quelques travaux abandonnés.

B. *Terroire du Reclus.*

Les couches y sont peu régulières, tourmentées et ordinairement presque verticales, en approchant du jour vers la limite *sud* du territoire qui est aussi celle du terrain houiller.

Ce canton renferme aujourd'hui deux exploitations.

C. XXVI.
Ouverture
n° 16. Com-
mune de
Rive-de-
Gier.

La *mine Clavel*, exploitée par MM. Clavel, Mathieu, Vier et compagnie, présente un puits achevé (celui des Combes) qui a atteint une couche de 9 mètres de puissance et presque verticale. Deux autres puits sont en creusement. Cette exploitation n'est point encore en pleine activité.

Il y a une machine à chevaux destinée à l'extraction. En 1812, on a employé quatre chevaux et neuf ouvriers.

C. XXVI.
Ouverture
n° 8. Com-
mune de St-
Paul-en-Ja-
ret.

La *mine d'Assaly* est exploitée par MM. Cfozet, Thévenet et compagnie. Le puits d'Assaly a 184 mètres, creusé sur une couche de 2^m.70 de puissance, très-mélangée de schistes.

Il y a une machine à chevaux destinée à l'extraction. En 1812, on a employé quatre chevaux et huit ouvriers; l'extraction n'était point commencée.

(1) Depuis 1813, MM. les actionnaires de la Grande-Croix ont appliqué avec succès, à leur exploitation, la méthode de remblais.

Le territoire d'Assaly est en outre criblé d'un grand nombre d'exploitations. L'Atlas fait connaître la profondeur de douze puits abandonnés.

C. *Territoire de Collenou.*

Ce territoire présente les *affleuremens* de deux couches dont une a, dit-on, 5 mètres d'épaisseur, et fournit de la houille de médiocre qualité. Toutes les exploitations de Collenou sont abandonnées depuis trente ans.

D. *Territoire du Banc.*

Il avoisine la limite nord du terrain houiller. Un ravin et aussi, à ce que prétendent les mineurs, un *crain* qui change la pente des couches, le séparent du territoire de Collenou. On n'y a reconnu qu'une seule couche de 2^m.50 de puissance, donnant de la houille d'assez bonne qualité.

La distance où le Collenou est du canal de Givors, et la difficulté du transport, sont, à ce qu'il paraît, les causes de l'abandon des travaux, qui plus tard pourront être repris avec avantage.

E. *Territoire de la Cape.*

On n'y a encore reconnu qu'une couche dont la puissance est de 12, 15 et quelquefois 20 mètres, et qui pourrait bien être le prolongement de l'une des couches qui se montrent à Collenou. La houille est d'assez bonne qualité. Plusieurs *crains* traversent cette couche et en changent la puissance en même temps qu'ils la rejettent à des niveaux différens; elle est séparée de la couche exploitée à la montagne de Feu et à la Chauchère, par un *crain* dirigé du nord-est

au *sud-ouest*, et qui passe à-peu-près sous le ruisseau du Reize.

C. XXVI.
Ouvertures
n^o 31 et 32,
commune de
St. - Genis-
Terrenoire,
ainsi que les
suivantes.

Mine de la Cape.

Exploitans : MM. Crozet, Neyrand et compagnie.

La puissance moyenne réduite de la couche qui fait le sujet de cette exploitation, est de 10 mètres. La houille, de deuxième qualité, y est mêlée des chiste. Cette circonstance, jointe à l'abondance des eaux à épuiser, rend l'exploitation de la Cape moins avantageuse que ne semblerait le promettre la grande puissance du gîte.

Le puits *Crozet* sert, à l'aide d'une machine à chevaux; à l'épuisement des eaux pendant douze heures du jour, et à l'extraction le reste du temps. Il a 128 mètres.

Le puits *Curé* reçoit une machine à vapeur de rotation qui doit servir à l'extraction et à l'épuisement. Il a 158 mètres.

En 1812, on a employé vingt-deux chevaux et soixante-deux ouvriers. On a extrait 29,881 quintaux métriques de houille grosse, et 65,022 de houille menue; au total 94,903 quintaux métriques.

C. XXVI.
Ouverture
n^o 36.

Mine Laurette.

Exploitans : MM. Crozet, Neyrand, Thévenet, Dumas et compagnie.

Elle fournit de la houille de seconde qualité. Un seul puits (dit de Laurette), ayant 232 mètres de profondeur, et servant à l'extraction et à l'épuisement d'eaux abondantes, vient d'atteindre la couche en un point où sa puissance

est de 8 mètres. Il y a une machine à chevaux. En 1812, on a employé dix chevaux et dix-sept ouvriers pour extraire 2,000 quintaux métriques de houille grosse, et 7,500 de houille menue; au total 9,511 quintaux métriques.

F. Territoire de la montagne de Feu et la Chauchère.

A des dates très-reculées, deux incendies peu importants s'étaient manifestés à une petite profondeur dans les mines alors exploitées dans ce territoire; mais en 1740 un incendie plus grave, et qu'on a vainement tenté d'éteindre pendant trente ans, éclata dans les travaux de la *Garde*.

C'est à ces accidens que le territoire doit son nom. Il a été l'objet d'un grand nombre d'exploitations, ainsi qu'on peut en juger par la trace d'anciens puits dont le sol est comme criblé.

La plupart n'atteignaient que la couche principale qui avait de 10 à 20 mètres de puissance, et fournissait de la houille de première qualité.

Plusieurs puits avaient aussi atteint la couche connue dans tout le pays de Rive-de-Gier sous le nom de *Bâtarde*.

On a voulu reprendre les travaux incendiés de la *Garde*, mais la houille encore existante pétillait au feu, noircissait et ne s'enflammait qu'à une température très-élevée, quoiqu'elle eût conservé son aspect ordinaire.

L'abondance des eaux a fait depuis peu abandonner d'autres puits qui atteignaient la même houille à une profondeur beaucoup plus considérable, et en des points où elle était séparée

de la partie incendiée par des *crains* qui l'ont rejetée en bas.

C. XXVI.

Ouverture
n°. 40. Com-
mune de la
montag. de
Feu, ainsi
que les sui-
vantes.

Mine de la Chauchère.

Exploitans : MM. Paul Journaud , Madignier et compagnie.

Elle est assise sur la couche principale qui est peu réglée et souvent dérangée par des *crains*. La puissance réduite est de 5 mètres; la houille en est très-friable, mais de bonne qualité pour la forge.

Le puits neuf de la Chauchère, qui sert à l'extraction et à l'épuisement des eaux, a 156 mètres de profondeur.

A côté existe un petit puits de 36 mètres qui, à l'aide d'une machine à molettes, sert à l'épuisement particulier d'une couche très-aquifère.

En 1812, on a employé onze chevaux et trente-trois ouvriers; on a extrait 13,662 quintaux métriques de houille grosse, et 75,724 de houille menue; au total 89,386 quintaux métriques.

Un peu plus loin est le puits Journaud, abandonné à cause de l'abondance des eaux. En y établissant une machine à vapeur, on pourrait créer avec le puits neuf une communication d'aérage fort utile.

C. XXVI.

Ouvertures
n°. 37 et 38.

Mine de la montagne de Feu.

Exploitans : MM. Girard, Pitrat et compagnie.

La couche qu'on y a exploitée est la même qu'à la Chauchère, mais avec une puissance de 6 à 10 mètres; la houille est aussi de meilleure qualité.

La mine de la montagne de Feu est en com-

munication avec celle de la Cape et en recueille les eaux. Il paraît même que le ruisseau du Reize s'y jette en partie par des crevasses.

Deux puits ont été creusés jusqu'à la couche; un troisième, beaucoup moins profond, servait seulement à épuiser les eaux d'une source reconnue à un certain niveau; il y a en outre une galerie d'écoulement de 90 mètres. Ces diverses causes rendant enfin l'épuisement des eaux très-dispendieux, la mine de la montagne de Feu a été abandonnée en 1812.

On a employé dans cette année vingt chevaux et quarante-cinq ouvriers, et on n'a extrait que 13,572 quintaux métriques de houille grosse, et 29,260 de houille menue; au total 42,832 quintaux métriques.

G. Territoire du Mouillon et de Gravenand.

Ces deux territoires, séparés par un banc de rocher (probablement un filon), ont pendant long-temps renfermé les mines les plus importantes des environs de Rive-de-Gier. On y compte plus de trois cents puits abandonnés; dont quelques-uns étaient encore en activité en 1812.

Ici la couche principale avait une puissance variable de 2 à 8 mètres. Elle est presque entièrement épuisée, ou ce qui en reste dans les vieux travaux est noyé et entouré de décombres inaccessibles.

La seconde couche appelée *Bâtarde*, exploitée par un moins grand nombre de puits, est encore intacte en quelques points; sa puissance est de 2 à 3 mètres. On pourra en reprendre l'exploitation avec avantage quand les

Verchères, le Gourdmartin, le Sardon étant épuisés, pourront recueillir les eaux du Mouillon, au moyen d'un percement qu'on pratiquera dans la faille qui les sépare des mines qu'on vient de nommer.

Il existe au Mouillon une galerie d'écoulement de 800 mètres, qui asséchait les travaux jusqu'au niveau du Gier.

C'est au Mouillon (en 1790) qu'a été placée la première machine à vapeur employée à l'épuisement des mines du département de la Loire.

H. Territoire du Gourdmartin.

La grande puissance (10 mètres) de la couche principale au Gourdmartin, et le peu d'abondance des eaux dans les travaux souterrains, rendent ce territoire fort important.

Il forme une concession régulière dont les exploitations ne datent que de 1806.

La couche inférieure, appelée bâtarde, est intacte et reconnue par un seul puits qui l'a atteinte en un point où sa puissance est de 4 mètres.

Les mines que renferme le Gourdmartin sont les suivantes :

Mine Tiolier.

Concessionnaires : MM. Vier, Delay, Ramadier et compagnie. Exploitans : MM. Tiolier, Pennet et compagnie.

Elle n'a d'abord eu qu'un seul puits (le puits Tiolier) dans lequel l'aérage s'opérait au moyen de machines soufflantes qui refoulaient l'air extérieur dans les travaux; mais l'insuffisance de ce procédé a fait creuser un second puits

(le puits Morneau), uniquement destiné à l'aérage. Le premier a 192 mètres, et le second 156 mètres. Il y a deux machines à chevaux et une à vapeur de rotation.

La couche a 9 mètres de puissance réduite. En 1812 on a employé seize chevaux et trente-six ouvriers; on a tiré 28,562 quintaux métriques de houille grosse, et 78,026 de houille menue; au total 106,588 quintaux métriques.

Mine Bouret, dont l'exploitation est comprise en partie dans la concession du Grandmartin, en partie dans la concession du Sardon.

C. XXVI.
Ouvertures
n^{os}. 60 et 64.

Exploitans : MM. Bona, Parex, Maniquet et compagnie, concessionnaires du Sardon.

Aujourd'hui le puits Bouret a seul atteint la houille à 203 mètres de profondeur. Il sert à-la-fois à l'extraction et à l'épuisement. L'aérage s'opère très-imparfaitement à l'aide de deux soufflets à piston. L'extraction sera très-lente jusqu'à ce que le puits de la Tuilerie, actuellement en creusement, ait pu être mis au niveau inférieur en communication avec le puits Bouret (1). Il y a une machine à chevaux et une machine à vapeur de rotation.

(1) On voit ici un exemple frappant de l'inconvénient qu'il y a à multiplier outre mesure les exploitations, ou du moins à n'en point coordonner les travaux quand elles sont voisines. Le puits Tiolier et le puits Bouret étaient fort rapprochés; il était tout simple de les mettre en communication pour établir la circulation de l'air dans les travaux: au lieu de cela, deux compagnies voisines tentent d'abord, à grands frais, d'opérer l'aérage séparément, pour chacun des puits, à l'aide de machines soufflantes, et ce moyen étant reconnu insuffisant, elles font creuser à une grande profondeur et avec de prodigieuses

On exploite la première couche dont la puissance est de 9 mètres. En 1812, on a employé cinq chevaux et trente-six ouvriers; on a obtenu 28,569 quintaux métriques de houille grosse, et 56,894 de houille menue; au total 85,463 quintaux métriques.

Mine du Gourdmartin.

C. XXVI.
Ouvertures
n^{os} 61, 62 et
63.

Cette mine est la seule de la concession du Gourdmartin qui soit exploitée par les concessionnaires.

Cette mine a trois puits :

1^o. Le puits Valin, servant à l'extraction et à l'épuisement. Il a 201 mètres; c'est le seul qui ait atteint la batarde dont la puissance n'est que de 3^m.5.

2^o. Le puits du Gourdmartin, servant à l'extraction. Il a 164 mètres.

3^o. Le puits Gilibert, servant à l'extraction; il est tombé sur un crain. Sa profondeur est de 168 mètres.

Il y a trois machines à chevaux; la puissance de la première couche est de 9 mètres.

En 1812 on a employé vingt-quatre chevaux et quatre-vingts ouvriers; les produits se sont élevés à 108,576 quintaux métriques de houille grosse, et 130,044 de houille menue; au total 230,620 quintaux métriques.

J. Territoire du Sardon.

Ce territoire, qui n'est séparé du Gourdmartin

dépenses, deux puits d'aérage, entièrement dépourvus d'utilité si on s'était d'abord entendu pour mettre les puits Bouret et Tiolier en communication.

que par la rivière du Gier, forme aussi une concession.

Les couches que l'on y exploite sont les mêmes que celles exploitées au Gourdmartin et aux Verchères; mais au Sardon elles sont rejetées beaucoup plus bas par un crain. Il n'y a point d'anciens travaux dans ce territoire, mais on y est gêné par une grande abondance d'eau.

Mine du Sardon.

Concessionnaires : MM. de Perex, Maniquet et compagnie. Exploitans : MM. Arond, Dumas et compagnie.

On n'a ici exploité que la première couche, dont l'épaisseur moyenne est de 7 mètres; la Batarde, encore intacte, a été reconnue par un des puits du Sardon; sa puissance a été trouvée de 2^m.6. Les travaux de cette mine ont commencé en 1804, mais l'extraction a été interrompue en 1808 par l'extrême abondance des eaux.

On y remédie par des travaux d'une grande importance :

1^o. Le puits *du Pré*, qui servait à l'extraction, porte une machine à vapeur de rotation; il sera toujours destiné au même usage. Sa profondeur est de 263 mètres.

2^o. Le puits *du Logis des Pères*, qui servait à l'extraction, ne servira plus qu'à l'épuisement. On y a établi une machine à vapeur d'énorme dimension. (Le diamètre du cylindre à vapeur est de 1^m.95; celui des pompes est de 0^m.243). Ce puits a 286 mètres de profondeur.

3^o. Le puits du Martoret qui est en creusement, a déjà une profondeur de 306 mètres sans

C. XXVI.
Ouvertures
n^{os} 65, 66 et
67.

avoir atteint la houille. C'est le plus profond des puits de Rive-de-Gier : il y a une machine à chevaux d'extraction. — Après l'assèchement des travaux, la mine du Sardon pourra devenir, comme par le passé, une des plus importantes mines du pays de Rive-de-Gier.

En 1812 on a employé huit chevaux et vingt-huit ouvriers; mais on n'a point extrait de houille.

K. *Territoire des Verchères.*

Le territoire forme une concession régularisée. Il est séparé du *Mouillon* par une faille qu'on a long-temps regardée comme le terme des couches dans la profondeur, et qui en effet ne faisait que les rejeter à un niveau inférieur dans le territoire des Verchères. Cette circonstance a d'abord rendu infructueuses les recherches des concessionnaires des Verchères; mais avec plus de persévérance ils parvinrent à atteindre la couche principale, qui se trouve avoir 9 à 10 mètres de puissance. Le puits de recherche, commencé en l'an 1797, a atteint la houille trois ans après.

Cette découverte intéressante fit soupçonner, puis reconnaître, que la même couche s'étendait dans les territoires du *Gourdmarin*, de la *Chauchère*, du *Sardon*, de la *Cape*, et donna ainsi naissance aux plus belles et plus importantes exploitations que renferme aujourd'hui le pays de Rive-de-Gier.

La couche inférieure, appelée *bâtarde*, est intacte dans les Verchères. Sa puissance est de 2 mètres. La couche principale fournit de la houille de bonne qualité, mais friable. Le *menu*,

classé dans la troisième qualité de houille, alimente les verreries.

Mine Fleur de Lix.

Concessionnaires exploitans : MM. Fleur de Lix frères et compagnie. C. XXVI.
Ouvertures
n^{os}. 68, 69 et
70.

Cette exploitation a trois puits :

1^o. Le puits de la *Découverte*, ainsi nommé parce qu'il a servi à reconnaître la couche de houille qui fait le sujet de l'exploitation, a 165 mètres de profondeur; il sert uniquement à l'extraction, à l'aide d'une machine à chevaux. Il date de l'an 1800.

2^o. Le puits *Jamin*, servant à l'*extraction* et à l'*épuiement*, à l'aide d'une machine à vapeur de rotation; sa profondeur est de 165 mètres. Il date de l'an 1802.

3^o. Le puits *Mouton*; il a été poussé jusqu'à la *bâtarde*, dont la puissance a été trouvée de 2 mètres. Il sert à l'aérage et à l'épuisement, à l'aide d'une machine à chevaux; il a 195 mètres. Il date de l'an 1802.

La puissance de la couche, la proximité (8 mètres) du canal de Givors et de la route de Lyon, rendent l'exploitation Fleur de Lix l'une des plus avantageuses de la contrée. Malheureusement la couche principale est en grande partie épuisée.

En 1812, on a employé huit chevaux et quatre-vingt-quatre ouvriers; on a extrait 55,217 quintaux métriques de houille grosse, et 138,112 quintaux métriques de houille menue; au total, 193,329 quintaux métriques.

Mine Journoud.

C. XXVI.
Ouvertures
n^{os}. 71 et 72.

Concessionnaires exploitans : MM. Journoud, Madignier et compagnie.

On y exploite la grande masse ou couche principale, ayant 8 mètres, et la *bâtarde*, ayant 2 mètres; la houille de cette dernière couche est de qualité médiocre et très-mélangée de schistes.

1^o. Le puits Journoud, qui date de l'an 1801, sert à l'extraction et à l'épuisement; il sert, depuis 1802, à l'extraction de la couche principale, et depuis 1812, à l'extraction de la *bâtarde*. Il a 175 mètres.

2^o. Le puits Laurent, qui date de l'an 1805, sert également à l'extraction de deux couches et à l'épuisement des eaux; il a 195 mètres.

Deux machines à chevaux font le service.

En 1812, on a employé trente chevaux et quatre-vingt-quatre ouvriers; on a obtenu 189,169 quintaux métriques de houille grosse et 48,021 quintaux métriques de houille menue; au total, 237,190 quintaux métriques.

L. Territoire du Couloux.

Ce territoire est le seul où l'on ait trouvé trois couches. La couche supérieure a 2 mètres 8 centimètres de puissance; on présume que c'est celle qui est exploitée au puits Mont-Joint. On n'y a encore fait que des travaux de recherche.

La seconde a environ 2 mètres. Elle est d'une qualité très-médiocre; on n'y a creusé qu'une galerie de recherche.

Enfin la couche inférieure, qui est la grande

masse des Verchères, prolongée, a 2 mètres 5 centimètres de puissance. Elle est en exploitation.

Les travaux du puits Couloux, établis sur cette troisième couche, ont été mis (au moyen d'une galerie percée dans la houille) en communication avec ceux du puits Laurent, situé aux Verchères. Ce premier puits a 236 mètres; il date de 1801. Il porte une machine à chevaux.

Mine du Couloux.

Exploitans : MM. Mortier frères et compagnie.

Cette exploitation consiste en un puits (celui de Couloux) qui a traversé les trois couches :

La première a 137 mètres; la seconde en a 164; et la troisième a 182 mètres de profondeur.

Les eaux ont forcé à abandonner les travaux pratiqués sur la troisième couche.

La première couche est aujourd'hui seule en exploitation.

En 1812, on a employé cinq chevaux et dix-sept ouvriers; on a extrait 17,191 quintaux métriques de houille grosse et 30,343 de houille menue; au total, 47,534 quintaux métriques.

M. Territoire de Mont-Joint et de la verrerie.

Les couches reconnues et exploitées sur les hauteurs des Grandes-Flâches, se perdent à l'origine de la pente méridionale de ces hauteurs; et une faille, qui n'a point été percée, opère un changement dans leur pente et leur direction.

Les puits de Mont-Joint, la Barrière, Chantegraine, etc., qui communiquent tous ensemble,

C. XXVI
et XXVII.
Ouverture
n^o. 74.

ont atteint les deux couches des Grandes-Flâches. L'épaisseur moyenne de la première est de 2 mètres 25 centimètres à 4 mètres. Elle est presque tout épuisée.

La bâtarde, qui est à 44 mètres au-dessous, est divisée en deux assises d'environ 1 mètre 2 centimètres d'épaisseur.

Ces mines se perdent du côté ouest, de sorte qu'il y a interruption entre elles et celles exploitées au puits Couloux.

Mine de Mont-Joint.

Exploitans : MM. Madiguier, Corret, Journoud et compagnie.

Les travaux de Mont-Joint sont en communication avec ceux de Chantegraine et de la Verrerie, dont nous allons parler.

Ils sont établis sur la première couche. On fait usage des déblais de la mine pour construire des murs intérieurs et renforcer les piliers.

L'exploitation a deux puits, portant chacun une machine à chevaux.

1°. Le puits de la Barrière, qui a servi à l'extraction de la première couche; on l'a approfondi pour arriver à la bâtarde. Il avait, en 1812, 159 mètres; il date de 1792.

2°. Le puits Mont-Joint a 136 mètres; il date de 1760.

En 1812, on a employé quatre chevaux et vingt-quatre ouvriers; on a eu 11,310 quintaux métriques de houille grosse et 10,837 de houille menue; au total, 22,147 quintaux métriques.

Mine de Chantegraine et de la Verrerie.

Exploitans : MM. Madignier, Corret, Journoud et compagnie.

Cette exploitation n'a été assise, jusqu'à ce moment, que sur la grande masse qui a 4 mètres de puissance moyenne. La houille en est de première qualité, pour le *pérat* ou *grosse houille*, à cause de sa grande dureté. La *bâtarde* est intacte.

Deux puits :

1°. Le puits Chantegraine porte à-la-fois une machine à vapeur de rotation pour l'extraction des matières, et une autre machine à vapeur, servant à l'épuisement des eaux. On l'a approfondi pour atteindre la *bâtarde*. Il avait, en 1812, 164 mètres; il date de 1803.

2°. Le puits de la Verrerie ne sert plus qu'à l'aérage; il a 156 mètres. Il date de 1795; il porte une machine à vapeur d'épuisement.

La mine de Chantegraine a l'avantage d'être située près de la route et du canal de Givors, et de donner beaucoup de charbon; mais ces avantages sont balancés par le peu de consistance du toit de la couche exploitée, et par l'abondance des eaux qui affluent dans les travaux.

En 1812, on a employé cinquante-cinq ouvriers, et on a extrait 77,277 quintaux métriques de houille grosse et 74,895 de houille menue; au total, 152,172 quintaux métriques.

N. Territoire des Combes et d'Eguarande.

Les couches reconnues dans ce territoire sont au nombre de trois : la première couche a 4 à 5 mètres d'épaisseur; la seconde n'a guère que 2 mètres de puissance et est de mauvaise qualité; la troisième a de 4 à 5 mètres de puissance. On présume que celle-ci et la première

sont le prolongement de la grande *masse* et de la *bâtarde*, exploitées aux Verchères. La houille en est de très-bonne qualité.

C. XXVI.
Ouverture
n°. 76.

Mine d'Eguarande.

Exploitans : MM. Fleur de Lix et compagnie.

Cette mine consiste en un seul puits en creusement, construit avec beaucoup de soin et qui avait déjà, en 1812, 129 mètres. Les eaux gênent beaucoup dans ce travail; il y a une machine à chevaux et une machine à vapeur d'épuisement; on employait quatre chevaux et six ouvriers.

C. XXVI.
Ouvertures
n°. 77 et 78.

Mine des Combes.

Exploitans : MM. Viguet, Coste et compagnie.

Cette mine a eu successivement pour objet l'exploitation de la troisième et de la première couches, toutes deux sujettes au *grisou*, surtout la troisième.

Elle possède deux puits :

1°. Le puits des Combes, qui date de 1807 et qui a 234 mètres, sert à l'extraction et à l'épuisement. Après avoir poussé l'extraction sur la troisième couche, on a fait des recherches sur une couche, qui d'abord atteinte dans une coufflée où elle n'avait que quelques centimètres d'épaisseur, a acquis, à 60 mètres du puits, une puissance de 4 mètres 50 centimètres; c'est la première couche.

2°. Le puits de la Roche, qui date de 1807 : il n'a pas encore atteint la houille, quoiqu'il ait 156 mètres, et servira à faciliter l'aérage. La houille de la première couche est de pre-

mière qualité pour le *pérat*; elle est si dure que l'on n'en obtient presque pas de menu.

Il y a deux machines à chevaux. En 1812, on a employé douze chevaux et vingt-huit ouvriers; on a extrait 41,043 quintaux métriques de houille grosse et 16,850 de houille menue; au total, 57,893 quintaux métriques.

O. Territoire de Lay.

Ce territoire ne renferme point de travaux en activité; on y remarque plusieurs puits abandonnés qui ont servi à exploiter des couches droites et tourmentées vers leur tête, mais mieux réglées à une certaine profondeur. Il n'y a pas apparence que l'on puisse jamais reprendre les travaux de Lay.

P. Territoire de la Pomme.

Ce territoire a été l'objet d'anciennes exploitations peu importantes, sur deux couches d'un mètre d'épaisseur.

Mine de la Pomme.

C. XXIX.
Ouverture
n°. 94.

Exploitans : MM. Fleur de Lix frères et compagnie.

1°. Le puits *Saint-Jean*, en creusement depuis 1812, a déjà 90 mètres : en le creusant, on a rencontré, à 54 mètres, une couche de houille de 1 mètre 20 centimètres de puissance, d'assez bonne qualité; à 87 mètres, on a rencontré une seconde couche de même épaisseur, mais d'une qualité inférieure. On a continué le creusement du puits dans la vue de rencontrer de nouvelles couches; à 90 mètres, on a rencontré

le schiste argileux micacé, de première formation, sur lequel repose le terrain houiller.

On va suivre l'exploitation des deux petites couches connues. On se sert d'une machine servie par cinq chevaux; il y a deux ouvriers.

Q. *Territoire de Frigerin.*

Ce territoire, l'un des moins importants de Rive-de-Gier, n'a jusqu'ici présenté qu'une seule couche de 0 mètre 8 centimètres de puissance. On pense qu'elle est le prolongement d'une des couches du territoire de la Pomme.

Mine de Frigerin.

Exploitans : MM. Mathevon frères et compagnie.

Cette mine a deux puits :

1°. Le puits Mathevon, qui a 58 mètres de profondeur et sert à l'extraction, date de 1810.

2°. Le puits Gagnières, datant de 1811, sert également à l'extraction; il a 35 mètres de profondeur.

La houille de Frigerin est très-pyriteuse, et on ne peut tirer aucun parti du *menu*.

Cette exploitation est la moins importante de toute la contrée; on se sert de deux machines à chevaux. En 1812, on a employé quinze ouvriers et on a extrait 29,316 quintaux métriques de houille grosse.

R. *Territoire des Grandes-Flâches.*

Le territoire des Grandes-Flâches est depuis long-temps l'objet de nombreuses exploitations dirigées sur deux couches, atteintes à peu de profondeur, et dont la tête se montre au jour;

elles se perdent à l'est, du moins n'a-t-on pas jusqu'ici pu en retrouver la suite; au sud, elles sont séparées, par une faille, des couches exploitées au territoire de Mont-Joint et Chantegraine; à l'ouest, elles sont la continuation non interrompue des couches exploitées au Mouillon.

Les couches du territoire des Grandes-Flâches sont souvent tourmentées par des craus qui en changent la pente et la puissance.

La couche supérieure, épaisse de 2 mètres, est presque entièrement épuisée: la qualité de la houille qu'elle fournit est médiocre; le *menu* ne peut servir à la forge; il alimente les fours à chaux, et est rarement propre au travail des verreries.

La couche inférieure, qui est la *bâtarde*, a de 2 à 3 mètres de puissance réduite. La houille est de qualité inférieure à celle de la première couche; elle est très-mêlée de schiste; elle est divisée par un perf de 1 à 2 mètres. Une galerie d'écoulement, de 800 mètres de longueur, assèche la couche supérieure et une petite partie des travaux pratiqués sur la *bâtarde*.

Il y a, aux Grandes-Flâches, un grand nombre de puits abandonnés et neuf exploitations en activité.

Mine de la Grande-Borne (Concessionnée).

C. XXVIII.
Ouverture
n°. 104.

Concessionnaires : MM. Dugas père et fils; exploitans : MM. Gay, Clavel et compagnie.

Cette exploitation n'a qu'un puits en activité au moyen duquel on glane les piliers d'anciennes exploitations; on se propose de l'approfondir pour attaquer la seconde couche. Il date de

1775. Sa profondeur est de 88 mètres; on profite, pour l'écoulement des eaux, de la galerie des Grandes-Flâches, à l'aide d'un embranchement. On se sert d'une machine à chevaux.

En 1812, on a employé deux chevaux et treize ouvriers; on a tiré 14,658 quintaux métriques de houille grosse et 13,196 de houille menue; au total 27,854 quintaux métriques.

C. XXIX.
Ouverture
n°. 108.

Mine du Replat (Concessionnée).

Concessionnaires et exploitans : MM. Dugas de la Catonnière.

Cette exploitation n'a également qu'un puits servant à l'exploitation de la première couche, épaisse de 3^m.5. Il date de 1811; sa profondeur est de 88 mètres. Elle est asséchée par un embranchement de la galerie d'écoulement des Grandes-Flâches. On se sert d'une machine à chevaux.

En 1812, on a employé deux chevaux et treize ouvriers; on a extrait, tant de la première couche que de la batarde, 11,988 quintaux métriques de houille grosse, et 11,920 de houille menue; au total 23,908 quintaux métriques.

C. XXVIII
et XXIX.
Ouvertures
n°. 109 et
110.

Mine du Cerisier (Concessionnée).

Concessionnaires et exploitans : MM. Dugas de la Catonnière.

Cette exploitation a deux puits :

1°. Le *puits neuf* du Cerisier, profond de 97 mètres, date de 1807; il sert à l'exploitation de la batarde qui a 2^m.3 de puissance réduite; la première couche est épuisée.

2°. Le *puits ancien* du Cerisier, après avoir long-temps servi à l'extraction sur la première

couche maintenant épuisée, ne sert plus qu'à faciliter la circulation de l'air dans les travaux du puits neuf. Il date de 1801; sa profondeur est de 103 mètres.

Il y a deux machines à chevaux; en 1812 on a employé quinze ouvriers et deux chevaux; on a extrait 11,988 quintaux métriques de houille grosse, et 11,920 de houille menue; au total, 23,908 quintaux métriques.

Mine Pirojacques.

Exploitans : MM. Gay, Clavel et compagnie.

Le puits Pirojacques est un des premiers puits creusés aux Grandes-Flâches. Sa profondeur est de 97 mètres. La première couche étant épuisée, on l'a *foncé* jusqu'à la batarde, seul objet de l'exploitation actuelle. On exploite à l'aide d'une machine à chevaux. En 1812, on a employé seize ouvriers et deux chevaux.

On a extrait 9,419 quintaux métriques de houille grosse, et 11,928 de houille menue; au total, 21,347 quintaux métriques.

Mine Bethenod.

Exploitant : M. Bethenod et compagnie.

Cette exploitation a deux puits :

1°. Le puits Bethenod date de 1811; sa profondeur est de 78 mètres; il sert à l'exploitation de la première couche qui a environ 2 mètres de puissance.

2°. Le puits Pugnet, très-ancien et profond de 39 mètres, sert à *l'aérage* et à *l'épuisement*.

Il y a deux machines à chevaux; en 1812, on a employé trois chevaux et douze ouvriers;

C. XXVIII.
Ouverture
n°. 112.

C. XXIX.
Ouvertures
n°. 118 et
119.

on a tiré 9,484 quintaux métriques de houille grosse, et 4,443 de houille menue; au total, 13,927 quintaux métriques.

Mine Belingard.

C. XXIX.
Ouverture
n°. 123.

Exploitans : MM. Jamin, Riche et compagnie.
Un seul puits, le puits neuf Belingard, date de 1811; sa profondeur est de 116 mètres.

La première couche y est encore intacte ou à-peu-près; elle est épaisse de 1^m.5. L'air des travaux est très-mauvais; on y est peu gêné par les eaux, quoique la mine ne soit pas en communication avec la galerie d'écoulement. Il y a une machine à chevaux; en 1812, on a employé quinze ouvriers et deux chevaux; on a sorti 9,048 quintaux métriques de houille grosse, et 7,585 de houille menue; au total, 16,633 quintaux métriques.

Mine Clavel.

C. XXIX.
Ouvertures
n°. 124, 125
et 127.

Exploitans : M. Clavel et compagnie.
Cette exploitation a trois puits :

1°. Le puits Belingard, profond de 136 mètres, et datant de 1792, rencontre la batarde à 36 mètres au-dessous de la première couche épaisse de 2 mètres. On extrait simultanément deux couches.

2°. Le puits Ferdinand, profond de 94 mètres, datant de 1811, sert, sur la première couche, à l'exploitation de quelques piliers répandus çà et là.

3°. Le puits Chambeyron date de 1809; sa profondeur est de 107 mètres : il rencontre la première couche plus bas que les deux premiers puits, sert à l'épuisement des eaux qui sont en

assez grande abondance. Dans l'origine, il servait à l'extraction. On s'occupe dans ce moment à mettre la mine Clavel en communication avec la galerie d'écoulement.

Il y a trois machines à chevaux. En 1812, on a employé six chevaux et dix-huit ouvriers; on a tiré 49,990 quintaux métriques de houille grosse, et 37,765 de houille menue; au total, 87,750 quintaux métriques.

Mine des Grandes-Flâches (Concessionnée).

C. XXIX.
Ouverture
n°. 126.

Concessionnaires exploitans : MM. Vier, Bonnard et compagnie.

Cette exploitation n'a qu'un puits.

Le puits de la compagnie date de 1786 : il est profond de 132 mètres; il a atteint la seconde couche à 34 mètres au-dessous de la première. On en est à *dépiler* sur la première couche.

La batarde est intacte; elle a seulement été reconnue par une galerie qui met le puits de la compagnie en communication avec le puits neuf. On se sert d'une machine à chevaux; en 1812, on a employé dix-sept ouvriers et deux chevaux.

On a extrait 27,370 quintaux métriques de houille, et 19,590 de houille menue; au total, 46,960 quintaux métriques.

Mine Dumas (Concessionnée).

C. XXIX.
Ouverture
n°. 130.

Concessionnaires : MM. Vier, Bonnard et compagnie; exploitans : MM. Dumas et compagnie.

Un seul puits (puits Dumas), profond de 117 mètres, et datant de 1786.

La première couche est épuisée; on n'exploite

plus que la *bâtarde*; un embranchement de la grande galerie d'écoulement assèche naturellement les travaux de la première couche, et reçoit les eaux des travaux de la seconde couche qu'on élève seulement jusqu'à lui. On se sert d'une machine à chevaux.

En 1812, on a employé vingt ouvriers et deux chevaux; on a extrait 20,652 quintaux métriques de houille grosse, et 17,664 de houille menue; au total, 38,316 quintaux métriques.

Outre les puits que nous venons de faire connaître, il existe dans le territoire des Grandes-Flâches un grand nombre de puits abandonnés, dont vingt au moins ont été indiqués sur les plans.

S. *Territoire de Tartaras et Dargoire.*

Le terrain houiller de Tartaras et Dargoire ne se lie avec la formation de Rive-de-Gier que par une sorte d'isthme très-resserré.

On a exploité à diverses époques les couches de houille peu épaisses que renferme le territoire. Il ne présente maintenant qu'une seule exploitation en activité.

Mine de Tartaras (Concessionnée).

C. XXIX.
Ouvertures
nos. 135 et
136.

Concessionnaire exploitant : M. Dugas de Chassagny.

Cette exploitation a deux puits. C'est la seule mine de Rive-de-Gier où le transport se fasse à dos. On se propose toutefois d'y faire bientôt usage de traîneaux pour le roulage intérieur.

1^o. Le puits Jordans, profond de 34 mètres et datant de 1807, sert à l'extraction d'une couche de houille épaisse de 3^m.2 de médiocre qualité

et très-mélangée de schistes : on ne peut tirer aucun parti du *ménu* que fournit cette mine.

2^o. Il existe un second puits servant à l'aérage, profond de 20 mètres, et datant de 1809.

On exploite à l'aide de deux machines à chevaux; en 1812, on a employé onze ouvriers et deux chevaux; on a obtenu 17,182 quintaux métriques de houille grosse.

CINQUIÈME PARTIE.

A. *OBSERVATIONS GÉNÉRALES sur les principaux élémens des tableaux qui terminent le travail général sur les mines de la Loire.*

LES tableaux qui accompagnent le travail original qui a été déposé dans les archives de l'Administration générale des Mines, offrent des résultats financiers très-étendus sur la valeur *argent* des travaux exécutés dans les mines, des machines, bâtimens, etc. Plusieurs considérations s'opposant à ce que tous ces renseignemens soient livrés à l'impression, on en a extrait ceux qui pouvaient sans inconvénient être publiés, et on les a insérés dans le texte du présent mémoire.

L'un de ces tableaux est relatif aux mines de Saint-Etienne et Saint-Chamond, et l'autre aux mines de Rive-de-Gier. Voici quelques détails sur leurs principaux élémens.

PREMIER TABLEAU.

Observation sur la colonne relative à la date de l'exploitation.

Les mines de Saint-Etienne sont souvent abandonnées et reprises, et pour la plupart

d'entre elles on n'a conservé aucun renseignement certain sur les époques de ces variations. Il a donc fallu se borner à indiquer la date de l'ouverture des puits ou galeries portés au tableau, ou celle de la reprise de l'exploitation. Quelquefois une exploitation pourrait faire suite à une autre plus ancienne; mais lorsqu'il n'y a point eu de l'une à l'autre de communication ni de travaux communs, on n'a fait mention que de la plus récente. Le tableau ne présente d'ailleurs que les mines en activité en 1812, et celles dont l'exploitation a pu être interrompue momentanément.

Observation sur les colonnes relatives aux ouvrages d'art et machines.

Les ouvrages d'art portés au tableau, se réduisent aux percemens faits dans le rocher, qui sont d'une utilité actuelle, ou que l'on prévoit devoir être mis plus tard à profit.

Observation sur les colonnes relatives aux produits des exploitations.

On a déduit, d'après un nombre suffisant d'observations, la quotité de l'extraction, du nombre des ouvriers et des chevaux employés dans les mines de Saint - Etienne et Saint - Chamond, en supposant deux-cent soixante-dix jours de travail par année.

DEUXIÈME TABLEAU.

Observation sur les colonnes relatives aux ouvrages d'art et machines.

On n'a considéré comme *ouvrage d'art* que les puits et les galeries percés dans le rocher,

et l'on s'est borné à faire mention de ceux de ces ouvrages qui sont actuellement utiles.

Dans les tableaux originaux, l'estimation en a été faite d'après les renseignemens recueillis dans la contrée, sur le prix ordinaire du percement d'un *mètre courant*.

Les puits de 80 à 100 mètres de profondeur ont été évalués de 110 à 120 francs le mètre.

Ceux de 150 à 200 mètres, de 150 à 160 et 200 francs le mètre.

Enfin, ceux qui ont plus de 200 mètres de profondeur, ont été estimés coûter de 250 à 300 francs le mètre, quand on a supposé que les eaux avaient gêné jusqu'à un certain point le percement.

Les machines à molettes ont été évaluées, y compris le hangar qui les recouvre, et rangées en trois classes.

a. Celles placées sur les puits de moins de 100 mètres de profondeur, et attelées de un ou deux chevaux, ont été portées à la valeur de 1,200 à 1,500 francs.

b. Sur les puits de 150 à 200 mètres, et attelées de deux à trois chevaux, à 2,000 ou 3,000 francs.

c. Celles placées sur les puits de 200 mètres et plus, et attelées de trois ou quatre chevaux, 3,000 à 3,500 francs.

Observation sur les colonnes relatives aux agents d'exploitation.

Le nombre des ouvriers et des chevaux a été inscrit sur les tableaux, d'après les déclarations de messieurs les exploitans.

Observation sur les colonnes relatives à l'extraction en 1812.

La quantité de houille extraite a été calculée en masse, d'après des données exactes, et répartie ensuite par exploitation, suivant divers renseignements dont on ne garantit pas également l'exactitude. Si la quotité de l'extraction a été forcée pour une exploitation en particulier, on en doit conclure qu'elle a été atténuée pour d'autres. Le résultat total n'en demeure pas moins aussi approché de la vérité que la nature du sujet le comporte.

a. L'exportation par le canal de Givors a été, en 1812, de 731,441 quintaux métriques de houille *pérat*, et de 703,333 quintaux de menue.

b. Il a été pris dans les magasins, et chargé sur les voitures de terre, 30,771 quintaux métriques de *pérat*.

c. On a calculé que la consommation des verreries de Rive-de-Gier était de 208,000 quintaux en menu.

d. La consommation des machines à vapeur est de 50,000 quintaux de menu.

e. La consommation locale, celle des fours à chaux et les enlèvements opérés à l'orifice des puits, sont portés à 150,000 quintaux métriques, dont un tiers en *menu*.

B. De la Carte d'assemblage.

De tout le travail graphique qui accompagne l'ouvrage dont nous offrons l'extrait, on n'a gravé que la seule *Carte d'assemblage*.

Nous la publions en faisant remarquer qu'elle présente un grand nombre d'annotations et de

lignes, qui ont pour objet de rendre sensibles différentes considérations administratives, discutées dans le Conseil général des Mines, mais qui sont étrangères à notre sujet.

C. Résultats généraux du travail sur les mines de la Loire.

1^o. Les mines de houille du département de la Loire, resserrées dans une *formation* dont la surface totale est d'environ 221 kilomètres carrés, doivent, *si l'on veille convenablement à leur conservation*, satisfaire aux besoins du commerce et des consommateurs jusqu'à une époque fort reculée, et dont il est difficile d'assigner le terme.

Les tableaux annexés au travail original, déposé à la Direction générale des mines, fournissent les données générales qui suivent :

NOMBRE de mines en activité.	Extraction totale en 1812.	Mouvement d'exploitation.		
		NOMBRE des ouvriers.	NOMBRE des chevaux.	
Mines des environs de Saint-Etienne et de Saint-Chamond.	43	1,050,263	514	114
Mines des environs de Rive-de-Gier.	30	1,873,518	888	242
TOTAUX.	73	2,923,781	1,402	356

Richesse des mines.

Capitaux mis dans l'exploitation, sans compter la mise de fonds courante.

Mines des environs de Saint-Etienne et de Saint-Chamond. . . .

Mines des environs de Rive-de-Gier. . . .

TOTAUX. . . .

	MACHINES				VALEUR des ouvrages d'art et machines.
	à chers.	hydrauliques.	à vapeur		
			de rotation.	d'épuisement.	
Mines des environs de Saint-Etienne et de Saint-Chamond. . . .	26	5	néant.	néant.	francs. 215,771
Mines des environs de Rive-de-Gier. . . .	44	1	7	4	1,861,310
TOTAUX. . . .	70	6	7	4	2,077,181

Prix.

2°. A *Saint-Etienne*, le prix moyen du quintal métrique de grosse houille est de 0 franc 65 centimes; et celui de la houille menue, de 0 franc 40 centimes. La grosse houille forme environ les $\frac{44}{100}$ de l'extraction totale.

A *Rive-de-Gier*, le prix moyen du quintal métrique de grosse houille est de 1 franc 38 centimes; et celui de la houille menue, de 0 franc 48 centimes. La grosse houille forme environ les $\frac{46}{100}$ de l'extraction totale.

Vente.

Il résulte des données consignées dans les tableaux, que le prix total de la vente est :

Pour les mines de Saint-Etienne et de Saint-Chamond, de. 573,268 f.

Pour les mines de Rive-de-Gier, de. 1,853,366

TOTAL. 2,426,634 f.

3°. A *Saint-Etienne* et à *Saint-Chamond*, les débouchés se composent principalement de l'exportation qui a lieu par la Loire, laquelle peut être évaluée à 400 ou 450 mille quintaux métriques, par année, et de la consommation locale dépendante de l'activité donnée à la fabrication des armes à feu ou de la quincaillerie.

A *Rive-de-Gier*, l'exportation qui a lieu par le canal de Givors peut être évaluée à 1,400 ou 1,500 mille quintaux métriques. L'exportation qui a lieu par terre est d'environ 30 mille quintaux métriques; la consommation des verreries est évaluée à 208 mille quintaux, et celle des machines à vapeur à 50 mille quintaux. Le surplus de la consommation locale est d'environ 150 mille quintaux.

4°. L'administration et l'exploitation des mines du département de la Loire présentent des vices nombreux et importants, mais qui sont bien moins du fait des *extracteurs* que des conditions désastreuses auxquelles certains usages soumettent la conduite des travaux souterrains. (*Voyez* les généralités placées en tête des troisième et quatrième parties de ce Mémoire.)

5°. Toutes les vues d'amélioration applicables à la contrée de mines qui nous occupe, paraissent renfermées dans les points qui suivent :

Partager le sol houiller en un nombre de concessions mis en rapport convenable avec la disposition souterraine de la substance à exploiter et l'étendue du commerce de la houille;

Coordonner entre elles les exploitations établies sur un même système de gisement par des travaux d'art généraux;

Débouchés.

Administration des mines et mode d'exploitation.

Vues d'amélioration.

Etablir une juste proportion entre les droits perçus par les propriétaires du sol, sur le produit des mines, et les bénéfices des futurs impétrans de concession, et régler enfin ces droits d'une manière telle qu'ils ne puissent plus avoir d'influence désastreuse sur la conduite des travaux souterrains.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE MÉMOIRE.

INTRODUCTION. pag. 1

PREMIÈRE PARTIE.

Moyens employés pour dresser la topographie extérieure et souterraine des mines du département de la Loire, et détails d'exécution.

1 ^{re} . SECTION. <i>Levé des cartes de la superficie. . . .</i>	6
Canevas trigonométrique. — Echelle. — Objets représentés dans les cartes.	
2 ^e . SECTION. <i>Reconnaissance des gîtes de houille à l'extérieur.</i>	8
Nivellement général de la contrée. — Marche générale du nivellement. — Vé- rifications. — Les cotes de hauteurs sont rapportées au niveau de la mer au moyen d'observations barométriques. — Levé particulier des points de repère. — Annotations placées sur les cartes.	
3 ^e . SECTION. <i>Reconnaissance des mines à l'intérieur, et levés des plans souterrains.</i>	21
L'atlas est enrichi de soixante-sept plans de mines. — Annotations des anciens dé- houillemens et des circonstances les plus remarquables de l'exploitation.	
4 ^e . SECTION. <i>Ordre de rédaction.</i>	24
A. — <i>Rédaction de la partie graphique . . . ibid.</i>	
B. — <i>Rédaction du texte.</i>	26

DEUXIÈME PARTIE.

Du sol houiller; sa division en différens systèmes de gisement.

1^{re}. SECTION. *Aperçu géologique.* 29

Etendue du bassin houiller. — Sa forme. — Quels terrains le circonscrivent. — Composition de ces terrains. — De la formation des houilles en particulier. — Énumération des différentes sortes de *poudings*, de grès, de schistes et de houille qui la composent. — Ordre de superposition de ces diverses substances. — Habitudes qui leur sont communes. — Extrême puissance des couches de houille sur certains points. — Leur disparition sur d'autres points. — Particularité de gisement observée dans les environs de Saint-Etienne; induction qu'on en tire sur les relations du sol actuel avec le sol primitif. — Terrains qui recouvrent le sol houiller en certains lieux. — Élévation comparée du sol primitif; de la formation des houilles, et de la formation qui recouvre le sol houiller sur un petit nombre de points.

2^e. SECTION. *Division du sol houiller.* 24

On forme deux parts principales de la totalité du sol houiller; la première se compose des territoires de Saint-Etienne et de Saint-Chamond; la seconde, du territoire de Rive-de-Gier. — Motifs de cette distinction. — Les territoires de Saint-Etienne et de Saint-Chamond sont divisés en districts ou groupes de mines, circonscrits d'après la liaison des gîtes de houille entre eux.

TROISIÈME PARTIE.

DESCRIPTION des mines de houille de Saint-Etienne et de Saint-Chamond, par systèmes de gisement.

1^{re}. SECTION. *Généralités.* 44

Historique des mines. — Ouvrages d'art. — Machines. — Mode d'exploitation. — Salaires. — Prix. — Qualités diverses de la houille. — Consommation.

2^e. SECTION. *Description particulière des Mines.* 60

A. 1^{er}. GROUPE. District de Firminy. *ibid.*

B. 2^e. GROUPE. District de Roche-la-Molière. 70

C. 3^e. GROUPE. District de la Ricamarie et de la Béraudière. 78

D. 4^e. GROUPE. District du Clusel, de Villars, de Mont-haut, etc. 86

E. 5^e. GROUPE. District de Threuil, du Cros, de Fay, de Mion, etc. 94

F. 6^e. GROUPE. District des côtes Thiolière, du Bois-d'Aveize, du Grand-Cimetière, etc. 101

G. 7^e. GROUPE. District de Saint-Chamond. 109

QUATRIÈME PARTIE.

DESCRIPTION des mines de houille de Rive-de-Gier, par territoire.

1^{re}. SECTION. *Généralités.* 111

Historique des mines. — Concessions accordées. — Droits de propriété. — Combien la manière dont il est réglé et perçu est contraire à la bonne administration des mines. — Qualités diverses de la houille. — Nombre de couches de houille. — Mode d'exploitation, et en particulier de l'entaille de la houille. — Machines d'extraction et d'épuisement. — Salaires. — Ventes. — Prix. — Extraction totale. — Consommation locale. — Exportation.

2. ^o SECTION. <i>Description particulière des mines...</i>		158
A. TERRITOIRES	de la Grande-Croix.	<i>ibid.</i>
B. — —	du Reclus.	140
C. — —	de Collenon.	141
D. — —	du Banc.	<i>ibid.</i>
E. — —	de la Cape.	<i>ibid.</i>
F. — —	de la montagne de Feu et la Chauchère.	143
G. — —	du Mouillon et de Gravenand.	145
H. — —	du Gourdmartin.	146
J. — —	du Sardon.	148
K. — —	des Verchères.	140
L. — —	du Couloux.	152
M. — —	de Montjoint, Chantegraine et de la Verrerie.	153
N. — —	des Combes et Eguarande.	155
O. — —	de Lay.	157
P. — —	de la Pomme.	<i>ibid.</i>
Q. — —	de Frigerin.	158
R. — —	des Grandes-Flâches.	<i>ibid.</i>
S. — —	de Tartaras et Dargoire.	164

CINQUIÈME PARTIE.

OBSERVATIONS générales.

- A, sur les principaux élémens des tableaux qui terminent le travail sur les mines de la Loire. . 165
 B, sur la carte d'assemblage jointe au Mémoire. . 168
 C. Résultats généraux du travail sur les mines de la Loire. 169

Richesse des mines du département de la Loire.
 — Mouvement d'exploitation. — Capitaux mis dans l'exploitation, abstraction faite de la mise de fonds courante. — Prix généraux. — Vente. — Débouchés. — Administration des mines. — Vues générales d'amélioration.

FIN DE LA TABLE.

LA LAMPE DE SÛRETÉ

DE M. DAVY.

ON a proposé, à diverses époques, des moyens plus ou moins ingénieux pour prévenir l'inflammation du gaz hydrogène (*mosfette inflammable, feu grisou*) répandu dans les travaux des mines de houille, et les événemens désastreux qui en sont la suite (1). Ces moyens étaient, en général, fondés sur l'isolement parfait de la lumière du mineur dans des machines que leur poids, leur volume ou le travail manuel qu'elles exigeaient, rendaient d'une application journalière difficile. Aussi, malgré le haut intérêt que cet objet inspire à tous les exploitans, aucune de ces machines n'était devenue et ne pouvait devenir d'un usage général.

Une découverte de Sir Humphry Davy paraît devoir résoudre le problème regardé jusqu'ici comme insoluble. Un simple treillis de fil métallique, dont on entoure une lampe ordinaire, retient sa flamme comme prisonnière, et empêche la combustion de se communiquer au gaz inflammable répandu dans l'atmosphère des travaux.

Cette découverte a été annoncée dans le dernier numéro du *Journal des Mines*, tome XXXVIII, page 465. A cette époque, on s'est

(1) Un appareil proposé par M. de Humboldt, pour conserver la vie des hommes et la lumière des lampes dans les souterrains infectés de vapeurs délétères, a été décrit dans le N^o. 47 du *Journal des Mines*, tome 8, page 839 et suivantes.

empressé de faire, au laboratoire de l'École royale des mines de France, des expériences répétées, pour constater l'efficacité des moyens de préservation proposés par M. Davy.

De nombreuses expériences ont été faites en grand, sur le même objet, dans les mines de houille d'Angleterre; et on assure aujourd'hui que, depuis plusieurs mois, la *lampe de sûreté* est employé par les mineurs dans les houillères les plus dangereuses de *Newcastle* et de *Whitbaven*, sans que son usage ait donné lieu à aucun accident, ni présenté aucun inconvénient. Il est donc permis d'espérer que cet usage deviendra général, et qu'on n'aura bientôt plus à gémir sur les malheurs trop fréquens causés par les explosions souterraines. Honneur au savant célèbre qui se place au rang des bienfaiteurs de l'humanité, en donnant les moyens d'arracher une classe d'hommes utiles et laborieux à une partie des dangers auxquels les exposent journellement leur courage et leur imprudence!

La découverte de sir Humphry Davy est un objet d'une trop haute importance pour l'exploitation des mines, pour ne pas lui consacrer dans ce recueil un article étendu. Nous croyons donc devoir insérer : 1°. la traduction de l'*Instruction pratique* publiée il y a un an par son auteur; 2°. un rapport sur les expériences faites au laboratoire de l'École royale des mines, par MM. Baillet, Lefroy et Laporte; 3°. une Notice, extraite par M. Lefroy, des Journaux de science anglais qui ont parlé, depuis un an, de la découverte de M. Davy et de ses applications.

INSTRUCTION PRATIQUE

Sur l'application des Gazes de métal aux Lampes, pour prévenir les explosions dans les mines de houille, par SIR HUMPHRY DAVY; traduite par M. Baillet, inspecteur divisionnaire au corps royal des mines.

LES terribles explosions qui ont lieu dans les mines de houille, sont occasionnées par l'inflammation du gaz hydrogène carbonné qui se dégage, ou de la houille même, ou des fentes du terrain, et qui, lorsqu'il est accumulé jusqu'à former plus que la treizième partie en volume de l'air atmosphérique, devient explosif au contact d'une chandelle allumée ou de toute autre matière embrasée.

Dans les parties d'une mine où on craint ce danger, les mineurs ont l'habitude de s'éclairer à l'aide des étincelles produites par le frottement d'une meule d'acier sur une pierre siliceuse. Mais quoique cet appareil soit moins dangereux qu'une chandelle, il peut quelquefois causer l'explosion du gaz inflammable.

Les mineurs pourront désormais trouver une sécurité parfaite dans l'usage de la lampe qui transmet sa lumière et qui reçoit l'air extérieur à travers un cylindre de gaze métallique. Cette invention a l'avantage de n'exiger aucune connaissance de mécanique ou de physique de ceux qui doivent s'en servir, et cet instrument peut être fabriqué à bon marché.

Dans le cours de longues et laborieuses recherches sur les propriétés du gaz inflammable (*fire-damp*), sur la nature de la flamme et sur

l'inflammation, j'ai trouvé que les explosions du gaz inflammable étaient incapables de passer à travers des tubes de métal longs et étroits; que la même chose avait lieu si on diminuait en même temps la longueur et le diamètre de ces tubes, et aussi si on diminuait leur longueur en augmentant leur nombre; de manière qu'un grand nombre de petites ouvertures ne laisse point passer l'explosion quand leur profondeur est égale à leur diamètre.

Ces faits me conduisirent à essayer des cribles de gaze métallique, ou des plaques de métal, percées d'un grand nombre de petits trous; et j'ai reconnu que ces cribles et ces plaques ne laissèrent point passer l'explosion.

J'ai exposé successivement les détails de ces recherches, et j'ai tâché d'expliquer l'opération du *criblage de la flamme* dans plusieurs mémoires que j'ai lus précédemment à la Société royale. Mon objet, dans la communication que je lui fais aujourd'hui, est d'offrir quelques avis pratiques aux propriétaires et aux directeurs des mines qui feront usage de la nouvelle lampe.

Les ouvertures ou les interstices de forme carrée de la gaze métallique, ne doivent pas avoir plus de $\frac{1}{20}$ de pouce de côté (1^{mm}.27 au plus). Comme le gaz inflammable n'est pas enflammé par le fil métallique chauffé au plus haut degré de chaleur rouge, l'épaisseur du fil de la gaze est de peu d'importance; mais un fil de $\frac{1}{40}$ ou de $\frac{1}{60}$ de pouce de diamètre est celui qui convient le mieux (1).

(1) Si le fil de $\frac{1}{40}$ de pouce paraissait devoir s'user trop vite, on pourrait en employer de plus gros à volonté; mais plus le

On peut trouver aisément des gazes en fil de cuivre ou en fil de fer de ce degré de finesse chez les ouvriers qui fabriquent des gazes métalliques pour les cribliers. Excepté dans le cas où la lampe doit servir à celui qui lève le plan avec la boussole, on doit préférer les gazes en fil de fer. Quand ces gazes ont l'épaisseur convenable, elles ne peuvent ni fondre ni brûler, et l'enduit de rouille noire qui se forme bientôt à la surface des fils, en garantit l'intérieur de l'action de l'air.

La lanterne ou la cage doit être faite à double joint, c'est-à-dire que les bords de la gaze doivent être repliés l'un sur l'autre, de manière à ne laisser aucune ouverture.

Quand cette lanterne est cylindrique, elle ne doit pas avoir plus de 2 pouces (50 millimètres) de diamètre; car dans des cylindres plus grands la combustion du gaz inflammable chauffe beaucoup trop la partie supérieure de la lanterne; et c'est une bonne précaution que d'ajouter sur cette partie supérieure une deuxième enveloppe de gaze métallique dont le fond soit élevé de $\frac{1}{2}$ ou $\frac{2}{3}$ de pouce au-dessus du fond de la première enveloppe.

Le cylindre de gaze métallique doit être fixé sur un anneau qui s'adapte à la lampe par une vis de quatre à cinq pas; les jointures de la lampe doivent être soudées à la soudure forte, et toute la sûreté dépend de cette circonstance

fil est gros, plus la lumière est interceptée: car les côtés des carrés des ouvertures ne doivent jamais avoir plus d'un $\frac{1}{20}$ de pouce. Dans tous les modèles que j'ai envoyés dans les mines, il y avait sept cent quarante-huit ouvertures dans un pouce carré.

qu'il n'y ait dans l'appareil aucune ouverture plus grande que celle de la gaze métallique.

La forme de la lampe et de la cage, et la disposition de la mèche, peuvent varier de beaucoup de manières; mais il ne faut jamais s'écarter du principe qui assure à ces lampes leur propriété. Un cylindre de gaze métallique qui s'ajusterait sur la lampe, comme le couvercle d'une boîte, offrirait moins de garantie que s'il était ajusté à vis, parce qu'il pourrait arriver qu'il fût tellement incliné qu'il laissât une ouverture où passerait l'explosion. Deux pas de vis seulement seraient préférables.

La *fig. 1^{re}, pl. II*, représente une lampe de sûreté en gaze métallique sur une échelle moitié de la grandeur réelle (1).

A. Réservoir d'huile.

B. Bord ou anneau sur lequel l'enveloppe de gaze métallique est fixée, et qui s'ajuste à vis sur le réservoir d'huile.

C. Orifice d'un tube qui communique avec l'intérieur du réservoir. Il sert à mettre l'huile. On le ferme par une vis ou un bouchon de liège.

D. Le porte-mèche (*fig. 1 et 2*).

E. Fil de fer pour élever, abaisser ou noyer la mèche; le fil passe dans un tube de sûreté.

F. Cylindre de gaze métallique qui ne doit pas avoir moins de six cent vingt-cinq ouvertures dans un pouce carré (*cent au moins par centimètre carré.*)

(1) Ces instrumens se trouvent chez M. Newnman, fabricant d'instrumens de mathématiques, n^o. 7, Lisle street, à Londres.

G. Seconde enveloppe de gaze métallique à la partie supérieure de la lanterne; son fond est élevé de demi ou trois quarts de pouce au-dessus du fond de la première enveloppe.

H. Plaque de cuivre qui peut être immédiatement sur le deuxième fond.

I, I, I, I. Gros fil de fer autour de la cage pour l'empêcher de plier.

K, K. Anneaux pour porter ou accrocher la lanterne.

Quand la lampe de sûreté est allumée et placée dans une atmosphère où se mêle continuellement du gaz inflammable, le premier effet de ce gaz est d'augmenter la longueur et la grosseur de la flamme. Quand l'air inflammable forme plus que le $\frac{1}{12}$ du volume d'air, le cylindre se remplit d'une flamme bleue très-faible; mais la flamme de la mèche se distingue clairement dans l'intérieur de cette flamme bleue, et elle continue à être visible jusqu'à ce que le gaz forme le sixième ou le cinquième du volume de l'air. Dans ce cas, la flamme de la mèche se perd dans celle du gaz qui remplit alors le cylindre d'une lumière assez forte (1).

Tant qu'un mélange de gaz détonant est en contact avec la lampe, cette lampe brûle, et

(1) On peut observer tous ces phénomènes dans une mine, quand on approche d'une fente ou d'une ouverture d'où sort un courant de gaz inflammable. M. Buddle m'a appris que dans les parties des travaux souterrains, qui renferment des mofettes inflammables (*foul parts*), il a produit ces différents états de la flamme, en élevant ou en abaissant la lampe de sûreté, le gaz étant toujours beaucoup plus abondant vers le faite des galeries des mines.

elle ne s'éteint que quand le gaz constitue plus que le tiers du volume de l'air atmosphérique : mais cet air n'est plus propre à la respiration ; car, quoiqu'un animal puisse encore vivre dans un air où la chandelle s'éteint, il ne peut le faire sans souffrance.

Dans le cas où le gaz est mêlé avec l'air atmosphérique, dans les plus petites proportions qui peuvent produire la détonation, la lampe de sûreté peut, en consommant rapidement le gaz inflammable, réduire la quantité de ce gaz au-dessous de celle qui est nécessaire pour l'explosion ; et il arrivera rarement que la lampe soit exposée à un mélange détonant contenant la plus grande proportion de gaz inflammable ; mais, même dans ce cas, l'instrument est absolument sûr, et le tissu métallique acquerrait la chaleur rouge, qu'il ne pourrait transmettre l'explosion.

J'ai soumis ces lampes à des épreuves beaucoup plus fortes que celles qu'elles pourront subir dans les houillères, en faisant passer à travers ces lampes les mélanges les plus détonans d'air atmosphérique et du gaz inflammable de la distillation de la houille, lequel est beaucoup plus inflammable que celui des mines. Je les ai même enveloppées d'une atmosphère détonante contenant trois fois plus d'oxigène que l'air commun ; et quoique dans ces expériences les fils du tissu métallique aient été chauffés au rouge, jamais l'explosion n'a eu lieu. Je dois toutefois prévenir que cette dernière et plus forte épreuve a été faite sur des gazes métalliques qui contenaient neuf cents orifices sur un pouce carré (*cent quarante par centimètre carré.*)

Si les mineurs ont besoin de travailler longtemps dans une atmosphère détonante, il sera bon qu'ils rafraîchissent de temps en temps le haut de la lanterne avec de l'eau, ou qu'ils placent dessus un petit réservoir d'eau dont l'évaporation empêchera que le tissu métallique ne l'échauffe trop.

Quand le gaz inflammable brûle dans le cylindre de gaze métallique, on peut l'éteindre facilement en le couvrant d'une enveloppe en métal, ou même en laine ou en toile.

Les cylindres en tissu de fil de fer doivent être huilés, quand on cesse de s'en servir pour quelque temps, et qu'ils ne sont pas encore couverts d'un enduit de rouille ; et on doit, avant de s'en servir, éprouver leur sûreté, en les plongeant dans une jarre ou un baril contenant un mélange détonant de gaz inflammable.

En obligeant les mineurs à faire toujours usage de lampes de sûreté, dans toutes les parties des mines qui sont sujettes au gaz inflammable, on parviendra à rendre les explosions impossibles.

Des personnes commises *ad hoc* par les directeurs, devront inspecter les lampes chaque jour, et les remplir d'huile ; et pour prévenir les accidens qui auraient lieu si on enlevait le cylindre de gaze métallique, les cylindres seront assujettis à leur lampe par un petit cadenas, quelque inutile que puisse paraître cette précaution.

Il y a des gens qui déprécient sans cesse les sciences et qui cherchent à diminuer l'importance des services qu'elles rendent à l'humanité. Ces personnes ont supposé que l'emploi de ces

lampes dans les mines rencontrerait des difficultés qui n'ont pas pu être prévues.

Je me trouve heureux de pouvoir déclarer que ces lampes ont été éprouvées avec le succès le plus complet, à la parfaite satisfaction, comme au grand étonnement des mineurs, dans les mines les plus dangereuses des environs de Newcastle et de Whitehavens, qui sont les plus dangereuses de la Grande-Bretagne.

Maintenant que leur adoption est sollicitée par des praticiens aussi éclairés que MM. Buddle et Péele, elles ne peuvent manquer d'être généralement employées dans toutes les houillères où il se dégage des mofettes inflammables, et on est fondé à espérer qu'elles sauveront la vie à une classe d'hommes extrêmement utiles; qu'elles ôteront toute inquiétude à leurs familles; qu'elles déchargeront les directeurs des mines d'un grand poids de responsabilité, et qu'elles diminueront considérablement les dépenses des propriétaires de houillères (1).

(1) Le même principe peut s'appliquer à d'autres usages; les lampes de sûreté peuvent prévenir les accidens dans les manufactures de gaz, dans les fabriques et les magasins d'alkool, et dans tous les lieux où il peut se dégager une matière gazeuse inflammable: dans l'usage ordinaire, elles pourront aussi bien prévenir le danger des étincelles que celui de la flamme.

Grosvenor street, féb. 25 1816.

RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES

Faites avec la Lanterne de sûreté de M. Davy, par M. Baillet, inspecteur divisionnaire au corps royal des mines.

LES expériences dont je vais rendre compte ont été faites par M. Laporte, M. Lefroy et moi, dans le laboratoire de l'École royale des mines, dans le but de constater les propriétés importantes de la lanterne de M. Davy.

Nous avons fait usage d'une lanterne en tissu de fil de laitou (1), construite à Paris par M. Dumoutiers, sur le modèle en tissu de fil de fer, rapporté de Londres par M. de Candolle. Nous n'avons pas pu nous servir de la petite lampe adaptée au bas de cette lanterne, parce que la mèche trop élevée au-dessus du réservoir d'huile, ne donnait qu'une flamme très-faible et qui s'éteignait par le moindre mouvement. Nous avons substitué au portemèche un bout de bougie de 12 millimètres de diamètre, et de 15 à 20 centimètres de longueur, qu'on renouvelait lorsqu'il était usé.

On sait, au reste, que M. Davy conseille d'employer un tissu de fil de laitou, et qu'il ne préfère la flamme des lampes que parce qu'elle est toujours à la même hauteur. (Voyez son mémoire dans le n°. 2 des *Annales de Physique et de Chimie.*)

(1) Ce tissu contenait environ deux cent vingt-cinq ouvertures par centimètre carré; c'est-à-dire, environ quatorze cents par pouce carré anglais.

Nos expériences se divisent en cinq séries différentes. Nous avons employé dans la première série le gaz hydrogène pur, retiré de la dissolution du zinc dans l'acide sulfurique affaibli;

Dans la deuxième, le gaz hydrogène carboné, retiré de la distillation de la houille;

Dans la troisième, le gaz hydrogène mêlé d'air atmosphérique en proportions diverses;

Dans la quatrième, le gaz hydrogène carboné, mêlé aussi d'air atmosphérique en différentes proportions;

Dans la cinquième enfin, le gaz hydrogène carboné mêlé de gaz hydrogène pur et d'air atmosphérique.

Je vais exposer les résultats de toutes ces expériences, et je crois devoir faire remarquer d'abord que chacune d'elles a été répétée plusieurs fois, et que les plus importantes l'ont été jusqu'à neuf et dix fois.

PREMIÈRE SÉRIE. — *Gaz hydrogène sans mélange.*

1°. La lanterne étant allumée et placée sur un support, on a fait descendre verticalement sur cette lanterne un récipient renversé, rempli de gaz hydrogène (1).

Aussitôt que le bord inférieur du récipient fut parvenu à la hauteur de la flamme, l'inflammation du gaz eut lieu avec un léger bruit,

(1) Ce récipient, en verre très-épais comme les éprouvettes dont on se sert dans les laboratoires de chimie, avait environ 3 décimètres de longueur et 8 centimètres de diamètre.

la bougie s'éteignit, et le gaz du récipient continua à brûler.

2°. Dans l'expérience précédente on avait fait descendre très-lentement sur la lanterne le récipient rempli de gaz hydrogène. Dans une autre expérience on le fit descendre très-vite; mais le résultat fut le même.

3°. On fit ensuite descendre le récipient plein de gaz hydrogène sur une bougie à l'air libre et sans lanterne; l'inflammation, accompagnée d'un très-petit bruit, eut lieu de la même manière que dans les deux cas précédens, et sans offrir aucune différence appréciable.

DEUXIÈME SÉRIE. — *Gaz hydrogène carboné.*

4°. La lanterne étant allumée et disposée comme dans les expériences précédentes, on fit descendre verticalement sur cette lanterne le récipient rempli de gaz hydrogène carboné; la flamme s'éteignit presque aussitôt que le bord du récipient fut parvenu au même niveau que la bougie.

5°. A l'instant où la flamme de la bougie s'est éteinte, dans l'expérience précédente, on a relevé le récipient et la flamme s'est rallumée; on l'a éteinte de nouveau en faisant descendre le récipient.

6°. On a fait descendre le récipient rempli du même gaz hydrogène carboné, sur une bougie allumée à l'air libre et sans lanterne; le gaz s'est enflammé en produisant un léger bruit, et a brûlé lentement.

7°. On a rempli le récipient de gaz hydrogène carboné, qu'on avait obtenu de la même distillation que le gaz employé dans les expé-

riences quatre, cinq et six, mais qui avait été conservé sous une autre cloche.

On l'a fait descendre sur la lanterne allumée; aussitôt une petite détonnation a eu lieu dans l'intérieur de la lanterne, et la flamme de la bougie s'est éteinte.

8°. Au moment de l'extinction de la flamme de la bougie, dans l'expérience précédente, on a relevé le récipient et la flamme s'est rallumée; on l'a fait redescendre, et on a aussitôt entendu une légère détonnation comme dans le premier cas, et la flamme s'est éteinte de nouveau. En élevant et en abaissant ainsi cinq à six fois alternativement le même récipient sur la lanterne, on a obtenu constamment les mêmes effets, c'est-à-dire l'extinction accompagnée d'un bruit léger. Le gaz restant, après ces expériences, dans le récipient, était du gaz acide carbonique.

9°. Le récipient rempli du même gaz ayant été descendu sur une bougie allumée à l'air libre, le gaz s'est enflammé en produisant un bruit un peu plus fort que dans l'expérience n°. 6, et il a continué à brûler en répandant une lumière un peu plus vive.

TROISIÈME SÉRIE. — *Gaz hydrogène mêlé d'air atmosphérique en diverses proportions.*

10°. Le récipient étant rempli d'un mélange de deux parties en volume d'air atmosphérique et d'une partie de gaz hydrogène, a été abaissé sur la lanterne allumée. Il n'y a point eu de détonnation, et la flamme s'est éteinte presque aussitôt.

11°. Le récipient rempli du même mélange a été abaissé ensuite sur une bougie allumée

à l'air libre, et aussitôt la combustion du gaz eut lieu avec une forte détonnation.

12°. Le récipient étant ensuite rempli d'un mélange de parties égales en volume de gaz hydrogène et d'air atmosphérique, a été abaissé sur la lanterne allumée, et la combustion du gaz a eu lieu aussitôt avec détonnation dans le récipient.

13°. L'expérience précédente répétée un grand nombre de fois, a donné les mêmes résultats; cependant une seule fois la détonnation n'eut point lieu et la flamme s'est éteinte. Cette anomalie peut s'expliquer par l'expérience n°. 10, et il est probable que cette fois le mélange contenait plus de moitié de son volume d'air atmosphérique, soit que cet air se soit introduit à notre insu pendant le transvasement des gaz, soit qu'il ait pénétré sous le récipient pendant sa descente sur la lanterne.

QUATRIÈME SÉRIE. — *Gaz hydrogène carboné, mêlé d'air atmosphérique en diverses proportions.*

14°. Le récipient ayant été rempli d'un mélange détonnant de sept parties d'air atmosphérique et d'une partie de gaz hydrogène carboné, on l'a fait descendre sur la lanterne allumée; la flamme qui n'avait que 18 à 20 millimètres de longueur, s'est allongée de 80 à 90 millimètres, et s'est éteinte presque aussitôt.

Le gaz restant dans le récipient a détonné lorsqu'on y a mis le feu avec une bougie allumée.

15°. Si, à l'instant où la flamme s'éteint (expérience quatorzième), on relève le récipient,

la flamme se rallume, et si on le fait descendre de nouveau, elle s'allonge considérablement et s'éteint. On peut, en procédant ainsi plusieurs fois de suite, brûler tout le gaz inflammable du récipient sans qu'il y ait détonnation.

16°. Dans toutes les expériences précédentes la bougie de la lanterne avait au plus 2 centimètres de longueur, de sorte que la lanterne à tissu métallique s'élevait de 11 à 12 centimètres au-dessus de la bougie, et que, dans aucun cas, la flamme, dans son plus grand allongement (expériences quatorze et quinze), n'a pu atteindre le sommet de la lanterne. Dans l'expérience qui suit on a placé dans la lanterne la bougie allumée au haut d'une tige de 10 centimètres de longueur, de manière que dans son état ordinaire la pointe de la flamme était à 4 centimètres environ du tissu métallique qui bouche la partie supérieure de la lanterne.

On a fait ensuite descendre sur la lanterne le récipient rempli du même mélange détonnant, c'est-à-dire d'un mélange de sept parties d'air atmosphérique et d'une partie de gaz hydrogène carboné; la flamme s'est aussitôt allongée jusqu'au sommet de la lanterne, mais n'en a point traversé le tissu; elle s'est éteinte comme dans les expériences quatorze et quinze. Le gaz restant dans le récipient a détonné quand on l'a allumé à la flamme d'une bougie.

17°. On a replacé et allumé la bougie au bas de la lanterne, comme dans les expériences antérieures à l'expérience seize, et on a fait descendre sur cette lanterne le récipient rempli d'un mélange de neuf parties d'air atmosphérique et d'une partie de gaz hydrogène carboné; la

flamme de la bougie s'est allongée de 9 à 10 centimètres, et s'est éteinte.

18°. Le récipient rempli du même mélange, ayant été abaissé sur une bougie allumée à l'air libre, a détonné aussitôt, mais avec moins de bruit que le mélange employé dans l'expérience quatorze.

CINQUIÈME SÉRIE. — *Gaz hydrogène carboné mêlé de gaz hydrogène et d'air atmosphérique.*

19°. On a mêlé ensemble quinze parties d'air atmosphérique, deux parties de gaz hydrogène carboné et trois parties de gaz hydrogène pur. Ce mélange était faiblement détonnant. On en a rempli le récipient et on l'a fait descendre sur la lanterne allumée; on a entendu au même instant le bruit d'une légère détonnation dans l'intérieur de la lanterne, et la flamme de la bougie s'est éteinte. On a relevé aussitôt le récipient, la flamme s'est rallumée; on l'a redescendu, une deuxième détonnation a eu lieu dans la lanterne et a éteint la flamme une seconde fois.

20°. On a fait un mélange de neuf parties d'air atmosphérique, d'une partie de gaz hydrogène carboné et de deux parties de gaz hydrogène pur. Le récipient rempli de ce mélange ayant été descendu sur la lanterne allumée, les mêmes effets ont eu lieu que dans l'expérience précédente.

21°. On a rempli le récipient d'un mélange de neuf parties d'air atmosphérique, une partie de gaz hydrogène carboné et quatre parties de gaz hydrogène pur. On l'a fait descendre sur la lanterne allumée, et les mêmes effets que

ceux des expériences dix-neuf et vingt ont encore eu lieu.

22°. On a fait un dernier mélange de neuf parties d'air atmosphérique, d'une partie de gaz hydrogène carboné et de huit parties de gaz hydrogène pur. On en a rempli le récipient qu'on fit ensuite descendre sur la lanterne allumée. Cette fois la détonnation du gaz dans la lanterne s'est communiquée au gaz du récipient.

Il suit de là que dans des circonstances semblables à celles des expériences que je viens de décrire :

1°. Le gaz hydrogène pur s'enflamme dans la lanterne à tissu métallique et communique l'inflammation à travers ce tissu au gaz environnant.

2°. Le gaz hydrogène carboné pur éteint presque aussitôt la flamme de cette lanterne. Quelquefois cette extinction est accompagnée d'une petite détonnation, mais l'inflammation n'est point transmise au dehors.

3°. Le gaz hydrogène, mêlé dans la proportion d'une partie en volume sur deux parties d'air atmosphérique, se comporte à-peu-près comme le gaz hydrogène carboné; c'est-à-dire qu'il en éteint bientôt la flamme et ne communique point l'inflammation au dehors.

4°. Le même gaz, mêlé en plus grande proportion et (d'après nos expériences) en parties égales avec l'air atmosphérique, s'enflamme en détonnant dans la lanterne, et transmet l'inflammation, à travers le tissu métallique, au gaz environnant.

5°. Le gaz hydrogène carboné, mêlé dans

la proportion d'une partie sur sept à neuf parties d'air atmosphérique, augmente le volume de la flamme ordinaire de cette lanterne et l'éteint au bout de quelques instans; mais la flamme, lors même qu'elle s'allonge et qu'elle atteint le sommet de la lanterne, n'en peut traverser le tissu.

6°. Le gaz hydrogène carboné, mêlé dans la proportion de deux parties avec trois, quatre et huit parties d'hydrogène pur, et quinze à dix-huit parties d'air atmosphérique, se comporte comme le mélange de gaz hydrogène carboné pur avec l'air atmosphérique; c'est-à-dire, qu'il brûle dans l'intérieur de la lanterne, qu'il en augmente la flamme, mais ne communique pas l'incendie au-dehors.

7°. Enfin le mélange de neuf parties d'air atmosphérique, une partie de gaz hydrogène carboné et huit parties de gaz hydrogène pur, se comporte comme le mélange par parties égales de gaz hydrogène pur et d'air atmosphérique, et son inflammation dans l'intérieur de la lanterne se communique instantanément, à travers le tissu métallique, au gaz environnant.

Suite des résultats d'expériences faites avec la lanterne de sûreté de M. Davy.

Dans les expériences dont j'ai donné ci-dessus les détails, le récipient renversé était rempli successivement du gaz ou du mélange de gaz qu'on voulait éprouver, et on le faisait descendre verticalement sur la lanterne allumée.

Il était important de rechercher quels seraient les résultats, si on forçait les gaz à traverser la partie intérieure de la surface cylindrique

de la lanterne, en même temps que les produits et les résidus gazeux de la combustion pourraient s'échapper dans l'atmosphère.

Pour remplir ces deux conditions, on a pris un cylindre de verre épais, long de 20 centimètres environ et de 7 centimètres de diamètre. On a adapté au dedans de ce cylindre, vers le milieu de sa longueur, un diaphragme en liège percé d'un trou de même diamètre que la lanterne. On a fixé ensuite sur une table un support en liège, ayant la forme d'un cône tronqué et les dimensions convenables pour que l'ouverture inférieure du cylindre de verre pût s'y ajuster exactement. Ce support était percé d'un trou où aboutissait un tube recourbé qui servait à établir la communication avec une vessie munie d'un robinet.

Ces dispositions faites, on a procédé aux expériences ainsi qu'il suit :

A. On remplissait la vessie du gaz dont on voulait faire l'épreuve, et on l'adaptait à vis au bout du tube de communication.

B. On mettait la lanterne allumée sur le support, et on recouvrait le tout avec le cylindre de verre. Le diaphragme de ce cylindre correspondait ainsi à-peu-près au milieu de la lanterne.

C. On ouvrait aussitôt le robinet, et un courant de gaz passait dans la partie inférieure du cylindre de verre pendant tout le temps qu'on pressait la vessie.

Nous avons éprouvé de cette manière des mélanges détonnans d'air atmosphérique avec le gaz hydrogène pur et avec le gaz hydrogène carboné.

1°. Lorsque le gaz hydrogène pur formait le

tiers du mélange avec l'air atmosphérique, la flamme de la lanterne s'est agrandie un peu, a continué de brûler pendant quelque temps, et s'est éteinte.

2°. Lorsque ce même gaz formait la moitié du mélange avec l'air atmosphérique, il est arrivé plusieurs fois que la flamme, après avoir brûlé quelque temps, s'est éteinte comme dans le cas qui précède. Plusieurs fois aussi la détonnation a eu lieu dans la lanterne et dans le cylindre de verre; une fois seulement la flamme de la bougie ayant été éteinte par une petite détonnation dans l'intérieur de la lanterne, on a continué à entendre un grand nombre de petites détonnations successives qui se sont terminées par une forte explosion dans la lanterne et dans le cylindre de verre.

3°. Lorsque le gaz hydrogène carboné est mêlé dans les proportions qui produisent les plus fortes détonnations, c'est-à-dire, avec six, sept, huit et neuf parties d'air atmosphérique, la flamme de la lanterne s'agrandit et s'allonge; elle brûle pendant quelque temps et finit par s'éteindre.

Ces résultats confirment ceux de nos premières expériences, et je me hâte d'ajouter qu'ils sont d'accord aussi avec les observations de M. Davy. Ce savant professeur de l'Institution royale, n'a parlé (dans son Mémoire, dont la traduction vient d'être insérée dans le N°. 2 des *Annales de chimie et de physique*), que du gaz inflammable de mines et du gaz hydrogène carboné retiré de la distillation de la houille; et il n'a nommé le gaz hydrogène pur que pour faire remarquer sa plus grande combustibilité.

Ce gaz, dit-il, qui détonne avec $\frac{3}{7}$ de son volume d'air atmosphérique, s'enflamme par le fer et le charbon chauffés à une faible chaleur; tandis que le charbon bien brûlé, ne donnant plus de flamme et chauffé au rouge intense, et le fer chauffé au plus haut degré de chaleur rouge, n'ont pu enflammer aucun mélange détonnant d'air atmosphérique et de gaz hydrogène carboné. On peut donc conclure de tous les faits que nous avons rapportés, que si la lanterne à tissu métallique n'empêche pas toujours la détonnation du gaz hydrogène, elle a la propriété, très-importante pour l'exploitation des mines de houille, ou de s'éteindre sans produire d'explosion, ou d'arrêter l'explosion et de ne la point transmettre au-dehors, quand elle est placée dans un mélange détonnant d'air atmosphérique et de gaz hydrogène carboné.

Paris, le 30 avril 1816.

L'inspecteur divisionnaire, BAILLET.

NOTICES

RELATIVES à la Lampe de sûreté de M. DAVY, extraites des journaux anglais par M. Lefroy, ingénieur au Corps royal des mines.

§. I^{er}.

Propriétés du gaz inflammable des mines.

LE gaz inflammable des mines n'est jamais pur; il est toujours mêlé avec un peu d'air atmosphérique, et quelquefois avec un peu d'azote et d'acide carbonique. La partie inflammable

est constamment de même nature; le poids de ce gaz, dans le plus grand état de pureté où il puisse se trouver, est de 19 grains 50 par 100 pouces cubes.

Une partie de ce gaz exige deux parties d'oxygène pour être brûlée par l'étincelle électrique: le produit de cette combustion est environ une partie d'acide carbonique.

Lorsque cet air, privé d'oxygène par le phosphore, est exposé à la vapeur du soufre, il y a augmentation de volume, formation d'hydrogène sulfuré et précipitation de carbone. La quantité d'hydrogène sulfuré, formée dans cette opération, est double de l'air inflammable décomposé.

A froid, le chlore n'a aucune action sur ce gaz; mais par l'étincelle électrique, un mélange d'une partie d'air inflammable et de deux de chlore détonne, diminue d'un quart au moins en volume, et produit beaucoup de carbone.

Par l'essai de cet air avec le chlore, soit à froid, soit par l'étincelle électrique, il a aussi été reconnu qu'il ne renfermait ni gaz oléfiant, ni hydrogène, ni oxide de carbone.

Le gaz inflammable des mines est évidemment de même nature que celui des marais, et doit contenir, comme ce dernier, quatre parties d'hydrogène et une de carbone.

Des expériences faites:

Sur la nature détonnante de cet air;

Sur le degré de chaleur convenable pour le faire détonner;

Sur le degré d'expansion que prennent les mélanges pendant leur explosion, et sur leur pouvoir de communiquer la flamme, à travers

des ouvertures, à d'autres mélanges susceptibles de détonner;

Sur le degré de combustibilité de ce gaz;

Sur les changemens opérés, soit dans la combustion, soit dans la détonnation, par la présence de l'azote ou de l'acide carbonique,

Ont donné les résultats suivans :

1°. Un mélange d'une partie de ce gaz sur deux à quatre d'air, brûle à l'approche d'un corps embrasé, ou d'une chandelle allumée; mais il ne détonne pas.

Une partie d'air inflammable et six d'air atmosphérique, traitées de même, produisent un léger bruit en s'enflammant.

Une partie d'air inflammable et huit d'air atmosphérique produisent un bruit plus fort.

Un mélange d'une partie d'air inflammable et de neuf à quatorze d'air atmosphérique, s'enflamme encore; mais la détonnation est moins violente.

Dans un mélange d'une partie d'air inflammable sur 15 d'air atmosphérique, une chandelle brûle sans détonnation; seulement la flamme s'élargit. Le même effet a lieu avec un mélange d'une partie d'air inflammable et de quinze à trente d'air atmosphérique; mais l'agrandissement de la flamme diminue graduellement.

Le mélange le plus détonnant, celui d'une partie d'air inflammable sur huit d'air atmosphérique, produit une détonnation moins forte que celle qui est donnée par le dixième d'un mélange de deux parties d'air atmosphérique et d'une de gaz hydrogène.

2°. Une faible étincelle électrique ne peut faire détonner une partie de gaz inflammable

et cinq d'air atmosphérique; tandis que la détonnation a lieu avec une partie de gaz inflammable et six d'air atmosphérique; mais une décharge de la bouteille de Leyde détermine la détonnation de tout mélange explosif.

Un charbon bien brûlé, à la chaleur rouge, et ne donnant plus de flamme, ne fait détonner aucun mélange.

Le fer (en petite quantité) chauffé à la chaleur rouge n'a également aucune action sur un mélange explosif; mais, lorsqu'il est en pleine combustion, la détonnation a lieu.

La flamme de l'oxide gazeux de carbone et celle du gaz oléfiant font détonner le mélange.

3°. La combustibilité de l'air inflammable des mines est moindre que celle de tout autre gaz inflammable (1).

Car un mélange explosif d'air atmosphérique et de gaz oléfiant ou de gaz hydrogène, est brûlé par le fer et le charbon chauffés à une faible chaleur; et un mélange détonnant d'air atmosphérique et d'oxide gazeux de charbon, est aussi brûlé par du fer et du charbon à la chaleur rouge.

4°. Dans le moment de la plus grande expansion d'une partie d'air inflammable et de six d'air atmosphérique, le volume du mélange ne subit une augmentation que de moitié.

Si l'on fait détonner un mélange d'une partie de gaz de houille (celui provenant de la distillation de la houille) et de huit d'air atmosphé-

(1) Le gaz hydrogène carboné, retiré de la distillation de la houille, en raison du gaz oléfiant qu'il contient, est plus combustible que celui des mines.

rique dans un tube d'un quart de pouce de diamètre et d'un pied de long, il faut plus d'une seconde avant qu'il y ait communication de la flamme d'une extrémité à l'autre; et dans un tube de verre, ayant même longueur que ci-dessus et un septième de pouce de diamètre, on ne peut obtenir de détonnation, même en employant des gaz plus inflammables que celui des mines.

Les détonnations ne peuvent pas se transmettre, à travers des tubes métalliques, à d'autres mélanges explosifs, lorsque leur diamètre est au-dessous d'un septième de pouce, et que leur longueur est considérable eu égard à leur diamètre, ce qui provient probablement de ce qu'il se perd de la chaleur par la détonnation à raison des surfaces ambiantes qui font descendre la température des premières parties qui détonnent au-dessous de celle nécessaire à l'inflammation du reste.

Au travers de cribles fins de fil métallique, il n'y a pas non plus communication d'explosion.

5°. L'azote et l'acide carbonique ajoutés, même en petites proportions, à des mélanges explosifs, en ralentissent l'inflammation.

Si l'on ajoute une à six parties d'azote à un mélange de douze d'air atmosphérique et d'une d'air inflammable explosif, la détonnation ne peut plus avoir lieu.

Lorsqu'une partie d'azote est mêlée avec sept parties d'un mélange détonnant, on n'aperçoit plus qu'une légère flamme bleue à travers le mélange détonnant.

Le mélange le plus explosif perd sa qualité détonnante par la seule addition d'un septième

de gaz acide carbonique. Cette influence de l'acide carbonique, plus grande que celle de l'azote, est probablement due à sa plus grande capacité pour le calorique, et à son pouvoir conducteur lié à sa plus grande densité.

§. II.

Des épreuves auxquelles ont été soumises les lampes à cylindre de gaze métallique.

C'est la réunion des faits énoncés dans le paragraphe précédent, qui fit naître à M. Davy l'idée de cylindres à gaze métallique pour les mines infestées d'air inflammable.

Dans cette vue, il enferma une petite lampe dans une gaze cylindrique de 640 ouvertures au pied carré; et il boucha avec soin toute issue autre que celle de la gaze.

Cette lampe ayant été allumée et introduite avec son enveloppe dans de grandes jarres contenant différens mélanges explosifs d'air et de gaz de houille (ce gaz provenant de la distillation de la houille est beaucoup plus combustible que l'air inflammable des mines), voici ce qu'il remarqua :

Dans un mélange d'une partie de gaz de charbon, sur onze, douze et treize parties d'air atmosphérique, la flamme du flambeau ne disparaissait pas; toutefois elle se confondait avec la flamme du mélange qui remplissait tout le cylindre. A mesure que la quantité de gaz délétère diminuait, la flamme se rapprochait de la mèche, et elle finissait insensiblement par s'éteindre.

Quand le mélange surpassait les proportions

d'une partie de gaz de houille sur sept à huit d'air atmosphérique, la flamme du flambeau se trouvait d'abord totalement obscurcie par celle du mélange explosif qui était très-brillante; mais elle reparaisait lorsque la flamme du mélange devenait moins explosive.

Lorsque l'air inflammable se trouvait dans les proportions de un à quatre ou cinq d'air atmosphérique, la flamme de la mèche ne paraissait plus pendant la durée de l'expérience, et celle du mélange explosif était plus faible que dans les autres expériences; mais si l'on retirait du mélange la lampe et son cylindre, la flamme de la lampe continuait à brûler dans l'atmosphère.

Si l'on employait de grandes mèches et de petits cylindres, la partie supérieure de la gaze passait à la chaleur rouge dans les premiers instans de l'introduction du cylindre; mais elle perdait bientôt cette température. Cette prompte diminution de la chaleur était probablement due à l'action réfrigérante du grand courant d'air qui s'établissait dans cette partie échauffée du cylindre.

Dans les expériences faites avec des mèches plus petites, il était rare de voir passer le fil métallique même à la chaleur rouge.

Quand on retirait la lampe d'une atmosphère très-explosive, avant qu'elle eût consommé beaucoup de gaz inflammable, le mélange faisait ordinairement explosion au contact de la flamme d'une chandelle; mais le mélange d'une partie de gaz inflammable sur douze à treize d'air, se trouvait bientôt détruit par l'introduction de la lampe à cylindre: cet effet avait même lieu

quand elle était retirée du mélange presque immédiatement après son immersion, et un flambeau y brûlait tranquillement avec une grande flamme.

Dans toutes les circonstances (quelles que fussent les proportions des mélanges), la flamme restait confinée dans l'intérieur du cylindre, et y brûlait jusqu'à ce que les mélanges cessassent d'être explosifs; il n'y eut jamais d'explosion, même quand la température de la gaze s'élevait à la chaleur rouge.

Ces résultats satisfaisans déterminèrent M. Davy à proposer pour l'usage des mines, des lampes ou chandelles ayant pour enveloppe une gaze métallique; ce mode d'éclairage fut publié, à la fin de l'année 1815, dans le *Philosophical Magazine*, et il fut de suite employé avec le plus grand succès dans les mines à charbon de Newcastle.

Le mérite de cette découverte fut bientôt contesté. Il parut dans les journaux anglais un grand nombre de mémoires dans lesquels on cherchait à prouver que ces lampes ne pouvaient pas être sûres dans toutes les circonstances, et plusieurs des objections paraissaient fondées.

En effet, d'après les expériences précédentes, il était bien reconnu que les lampes à cylindre métallique étaient sûres dans des mélanges explosifs, lorsque cette atmosphère était sans agitation, et qu'aucune autre matière inflammable ne s'y trouvait en suspension.

Mais il s'établit dans les mines de forts courans de gaz inflammable et d'air atmosphérique agissant parallèlement ou sous différens angles,

et l'effet de ces courans sur une lampe placée dans leur atmosphère doit être d'accroître la chaleur de la gaze, et par suite d'augmenter son pouvoir à laisser passer la flamme.

Des poussières de charbon, contenant quelquefois des parcelles de pyrites, flottent très-souvent dans l'atmosphère des mines; et ces matières, en contact avec la flamme d'une chandelle, ou d'une lampe brûlant avec flamèche et scintillation, pouvaient transmettre l'explosion.

Il était donc essentiel de s'assurer si, dans ces cas, les nouvelles lampes seraient à l'abri de tout accident. Ces considérations déterminèrent M. Davy à faire quelques expériences à ce sujet.

Dans une mine appartenant à M. J. C. Lumbton, écuyer, où se rencontre un des plus forts souffleurs (1), on procéda ainsi qu'il suit :

PREMIÈRE SÉRIE. A l'extrémité du canal servant à charroyer le souffleur depuis le point où il se dégage jusqu'à la surface de la mine, on adapta un tuyau de cuir, ce qui donna un jet de gaz dont la force, au travers d'un grand courant d'air, se faisait sentir à 2 pieds de l'extrémité du tuyau.

Des lampes à simple cylindre et à double cylindre furent ensuite dirigées vers ce courant, soit à l'air libre, soit placées au centre d'appareils ayant des ouvertures sur le côté et dans la partie supérieure pour le passage des gaz. Dans ces différens essais, l'air inflammable brûla dans l'intérieur des lampes; mais le tissu mé-

(1) Gaz inflammable, qui se dégage avec force et abondance d'une soufflure ou cellule.

tallique n'y fut porté qu'à la chaleur rouge. Quand ces lampes furent parvenues au centre du courant, elles s'éteignirent.

DEUXIÈME SÉRIE. Le conducteur de cuir fut surmonté d'un tuyau de cuivre, de manière à faire passer tout le gaz inflammable par une ouverture qui n'avait pas un demi-pouce de diamètre. Par cette disposition, on obtint un chalumeau des plus puissans d'où le gaz, quand il était allumé, sortait avec force et sifflement, lançant une flamme intense dont la longueur était d'environ 5 pieds. Des lampes à simple et double cylindre furent successivement placées dans cette atmosphère. Au point de concours des deux courans, la gaze métallique de la lampe double passa bientôt à la chaleur rouge; mais elle ne brûla pas et il n'y eut pas d'explosion. La lampe simple ne communiqua pas l'explosion tant qu'elle fut promenée lentement dans le courant, et que la gaze métallique ne fut pas à la chaleur rouge; mais quand elle eut été fixée au point où la combustion était la plus intense, le fil de fer brûla avec projection d'étincelles, et alors l'explosion fut transmise au dehors.

TROISIÈME SÉRIE. Des lampes simples, portant à l'intérieur ou à l'extérieur des plaques d'étain pour diminuer la circulation de l'air, et des lampes à double cylindre furent exposées à toutes les circonstances de ces courans, soit à l'air libre, soit placées dans des appareils. Mais la chaleur ne put jamais s'élever jusqu'au degré de la combustion du fer, et l'explosion ne fut point communiquée.

Un courant de ce genre ne peut jamais se

rencontrer dans les mines. Si toutefois il se présentait, on aurait maintenant le moyen de l'examiner et d'en paralyser les effets. Les lampes de sûreté offrent une ressource que n'offriraient pas les meules d'acier, dont les étincelles produiraient infailliblement une explosion.

On jeta, à plusieurs fois de suite, de la poussière de charbon, de la pyrite pulvérisée dans des lampes brûlant dans un mélange plus explosif que celui des mines (celui du gaz de charbon), et l'explosion ne fut pas communiquée; elle n'eut pas lieu non plus, soit en laissant ces matières flotter pendant quelque temps dans cette atmosphère, soit même en les amoncelant sur le sommet du cylindre lorsqu'il était à la chaleur rouge.

Un mélange de poussière de charbon et de poudre à canon pulvérisées, n'eut aussi aucune action sur le mélange explosif.

On fit même l'essai de matières qui ne se rencontrent jamais dans les mines à charbon, telles que la *résine*, le *soufre* et le *phosphore*, et les mêmes résultats furent obtenus. On remarqua seulement que les deux dernières substances appliquées sur la surface extérieure du cylindre, déterminaient l'explosion; et encore même elle n'avait lieu pour le soufre que lorsqu'il était appliqué en grande quantité, et que sa combustion était activée par un courant d'air frais.

Les mêmes épreuves ont été répétées avec les lampes à double cylindre, et il en est résulté qu'elles offraient une sécurité parfaite contre l'inflammation de toute substance étrangère qui pût jamais se rencontrer dans les mines de houille.

§. III.

Principes sur lesquels repose la sûreté des lampes à cylindre métallique.

Dans ses premiers mémoires, M. Davy avait établi la sûreté des lampes à gaze métallique sur les principes suivans :

1^o. Que l'air inflammable des mines exige une température beaucoup plus haute pour sa combustion, que tout autre gaz inflammable.

2^o. Que l'addition d'une petite quantité d'azote ou d'acide carbonique suffit pour détruire le pouvoir explosif des mélanges d'air inflammable des mines et d'air atmosphérique.

3^o. Qu'il ne peut y avoir explosion de mélange d'air inflammable de mines et d'air atmosphérique, quand la masse de ce mélange est petite relativement aux surfaces frigéranes.

4^o. Qu'une portion d'une atmosphère explosive en communication libre par des ouvertures ou surfaces réfrigérantes avec une autre atmosphère également explosive, peut brûler sans aucun danger d'explosion.

Des considérations ultérieures sur la nature de la flamme, l'ont conduit depuis à envisager, sous un point de vue plus général, ce phénomène de la combustion d'un mélange explosif à l'intérieur d'un cylindre sans communication au dehors. Nous croyons devoir en donner ici la traduction littérale.

« La flamme de tout corps combustible doit être considérée, dans tous les cas, comme la combustion d'un mélange explosif de gaz inflammable et d'air; elle ne peut être regardée comme une simple combustion, n'ayant lieu

qu'à la surface de la matière inflammable. Ce fait est prouvé par l'expérience; car, si l'on place dans le milieu d'une flamme produite par la combustion de l'alcool, un flambeau ou un bâton de phosphore, la flamme de la chandelle ou du phosphore paraîtra au centre de l'autre flamme, preuve que cette dernière flamme contient de l'oxygène dans son intérieur.

» La chaleur communiquée par une autre flamme doit dépendre de sa masse. Il est prouvé que la partie supérieure d'un petit cylindre de gaz métallique n'est jamais portée à la chaleur rouge sombre dans l'expérience sur un mélange explosif; tandis que dans un plus grand cylindre, fait de la même manière, la partie centrale du sommet passe à une forte chaleur rouge.

» Une grande quantité d'air froid dirigée sur une petite flamme, abaisse la température au-dessous du point explosif; et, en éteignant une flamme en soufflant dessus, il est probable que l'effet est produit par la même cause jointe à la quantité d'air ajouté au mélange explosif.

» Si une toile métallique est tenue sur une flamme d'une lampe ou de gaz de houille, elle n'est point traversée par la flamme. Ce phénomène est absolument semblable à ce qui se passe dans les cylindres à gaze métallique. L'air qui passe à travers ce tissu est très-chaud, puisqu'il convertit un papier en charbon: c'est aussi un mélange explosif, car il s'enflamme à l'approche d'un papier allumé; mais il se trouve refroidi au-dessous du point explosif par son passage au travers des fils métalliques, et par son mélange avec un air froid eu égard à sa température relative.

» La température d'une flamme est peut-être aussi forte qu'aucune autre connue; car on peut faire fondre un petit fil de platine dans la flamme d'une chandelle ordinaire (expérience de M. Tennant); et il est prouvé par beaucoup de faits qu'un courant d'air, sans être lui-même lumineux, peut porter un corps métallique à une chaleur rouge.

» Il faudrait échauffer une masse considérable de métal ou une surface très-étendue pour enflammer même du gaz de charbon. Un fil de fer de $\frac{1}{20}$ de pouce de diamètre sur 8 pouces de long à la chaleur rouge, tenu verticalement dans un courant de gaz de houille, ne peut l'enflammer. L'inflammation ne saurait également avoir lieu par un fil de peu de longueur et d'un sixième de pouce de diamètre; mais un fil de la même force et ayant 6 pouces de long, quand il est tenu verticalement dans une jarre contenant un mélange explosif, de manière à ce que la chaleur soit communiquée à toutes les portions du gaz, y produit une explosion.

» Un certain degré de force mécanique, qui lance rapidement sur une flamme un mélange de gaz explosif froid, empêche que l'explosion n'ait lieu au point de contact: c'est ainsi qu'en faisant sortir avec rapidité un mélange explosif d'une seringue ou d'une bouteille de gomme élastique, il ne brûle qu'à une certaine distance de l'ouverture par laquelle il se dégage.

» D'après ces faits, rien ne paraît plus facile que de donner l'explication de la combustion dans l'intérieur *et non à l'extérieur* des cylindres. Car un courant s'établit de bas en haut: la partie la plus chaude du cylindre

est celle par où s'échappent les résultats de la combustion, l'eau, l'acide carbonique et l'azote, matières non inflammables. Les gaz qui entrent ne sont pas suffisamment échauffés à la surface extérieure du tissu métallique pour faire explosion; et comme les gaz ne sont confinés nulle part, il n'y a aucune force mécanique qui puisse presser des courants de flamme vers le même point (1). »

§. IV.

Recherches et expériences sur la grandeur des ouvertures à donner à la gaze métallique, et sur la force des fils.

Une gaze de fil de laiton de $\frac{1}{50}$ de pouce de diamètre, et contenant cent ouvertures au pouce carré, employée de la manière accoutumée, ne communiqua pas l'explosion à un mélange d'une partie de gaz de charbon sur huit à douze parties d'air, tant qu'elle resta froide; mais aussitôt qu'elle fut chaude, il y eut explosion. Un fort mouvement latéral donné à la lampe, suffisait aussi pour communiquer l'explosion.

Une gaze de la même force, et de cent quatre-vingt seize ouvertures au pouce carré, ne transmit pas l'explosion tant qu'elle ne fut pas à la chaleur rouge; lorsqu'elle fut parvenue à ce degré de température, elle ne fut pas long-temps

(1) D'après M. Murray, écuyer (*Philosophical magazine*, juin 1816), l'imperméabilité d'une gaze métallique à petites ouvertures serait due à cette propriété bien constatée, quoique la cause en soit inconnue, qu'il y a répulsion de la flamme à l'approche d'un corps quelconque, et que cette répulsion, quelles que soient la forme et la grosseur du corps, est toujours de $\frac{1}{4}$ de pouce.

sûre; mais tout mouvement donné à la lampe, même dans une jarre fermée, ne put produire l'explosion.

Une gaze de fer dont le fil avait $\frac{1}{50}$ de pouce de diamètre, et contenait deux cent quarante ouvertures au pouce carré, fut sûre dans des mélanges explosifs de gaz de charbon, jusqu'à ce que la partie supérieure du cylindre eût atteint une forte chaleur rouge.

Un fil de fer de la même force que ci-dessus, et de six cent soixante-seize ouvertures au pouce carré, parut sûr sous toutes les circonstances dans des mélanges explosifs de gaz de charbon. On tint, pendant un quart d'heure, une flamme continue dans un cylindre de ce genre, en variant les proportions des mélanges, de manière cependant à ce qu'ils fussent toujours explosifs; le sommet du cylindre passa à la chaleur rouge; mais, quoique les gaz, comprimés par un gazomètre et une paire de soufflets doubles, traversassent rapidement le cylindre, il n'y eut pas d'explosion.

Ainsi, en adoptant des cylindres de neuf cent à six cent soixante-seize ouvertures au pouce carré, et dont le fil ait $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{40}$ de pouce de diamètre, les lampes simples seront sûres dans toutes les atmosphères de gaz inflammable de mines (1).

Quelques personnes avaient avancé que les tissus métalliques seraient trop faibles pour l'usage des mines. Des expériences ont prouvé la fausseté de cette assertion; on a cherché à endommager des lampes simples, soit en jetant

(1) Toutefois quand il existe dans les mines de forts courants, il est préférable de se servir de lampes à double gaze.

sur elles de gros morceaux de charbon de terre, soit même en les frappant avec un marteau de mineur; mais on n'est jamais parvenu à en percer la gaze, et après ces épreuves, ces lampes ont brûlé avec la même sûreté dans des jarres contenant des mélanges explosifs.

Si l'objection tirée de la faiblesse du fil métallique eût réellement été fondée, il eût été facile de doubler, tripler ou même quadrupler la force du cylindre par un système de deux, trois ou quatre fils parfaitement parallèles. Par exemple, un cylindre de vingt-sept ouvertures au pouce carré, composé de vingt-cinq à vingt-six enveloppes, et dont les fils seraient disposés avec soin, n'interceptera guère plus de lumière qu'il n'en est intercepté par un cylindre simple. On a eu des cylindres de cuivre criblés d'une multitude de petits trous, et ils donnaient plus de clarté que des lampes à gaze métallique.

§. V.

Sur la construction des lampes de sûreté.

Pour éviter les répétitions, nous croyons convenable de renvoyer le lecteur au mémoire de M. Davy, inséré ci-dessus, mémoire dans lequel cette partie est traitée avec tous les détails que l'on peut désirer. Il nous suffira d'y ajouter quelques légers détails.

Tant que le principe sur lequel repose la sûreté des lampes est conservé (celui de n'admettre, pour l'entrée et la sortie de l'air, aucune ouverture au-dessous de $\frac{1}{30}$ ou de $\frac{1}{40}$ de pouce de côté); il est évident que la forme de ces lampes est susceptible de varier à l'infini. Ainsi on peut avoir des cylindres dont une partie soit de gaze métallique, et l'autre partie de verre, de

corne ou de mica. Dans les lampes à deux cylindres, l'un des deux pourrait être de verre, de corne ou de mica, pourvu que ce cylindre fût ouvert dans sa partie supérieure, et portât une ouverture sur le côté pour la circulation de l'air. On fera toutefois observer que le verre, en raison de sa grande fragilité, doit être rarement employé, et que la gaze métallique est préférable à la corne et au mica, en ce qu'elle permet une plus grande émission de lumière.

Quand on veut détruire l'air inflammable qui existe sur un point quelconque d'une mine, il convient d'employer une lampe à double cylindre, ayant pour enveloppe une cheminée de cuivre pouvant se lever ou se baisser à volonté, de manière à consommer une plus ou moins grande quantité de gaz de mine. Elle offre l'avantage de pouvoir brûler très-long-temps dans une atmosphère très-explosive, sans production d'une grande chaleur.

Dans les lampes à double cylindre, la gaze intérieure est ordinairement de fil de fer, et celle extérieure en laiton.

§. VI.

Instruction sur l'usage des lampes dans les mines.

Nous ne donnerons ici que les additions que M. Davy a faites dans un dernier mémoire, à l'instruction pratique, dont la traduction est insérée page 179.

Comme il est essentiel que, dans les lieux infestés d'air inflammable, le cylindre ne soit jamais détaché de son support, chaque lampe doit être munie d'une brosse à bouteille, pour

que l'ouvrier puisse nettoyer la gaze quand les ouvertures se bouchent.

D'après le rapport des chefs mineurs, il ne paraît pas que le fil de fer des cylindres soit sujet à se rouiller dans l'usage des mines. Si toutefois cela arrivait, on pourrait employer des fils de laiton, ou même des fils de cuivre plaqué en argent; on pourrait même se servir d'un enduit vitreux, tel que celui d'un composé fusible d'acide boracique et de baryte.

On avait avancé que le fil de fer se brûlerait à la haute température produite par la combustion du gaz inflammable dans l'intérieur des lampes de sûreté. L'expérience a prouvé la fausseté de cette assertion; la matière carbonneuse qui résulte de la décomposition de l'huile, tend non-seulement à empêcher l'oxidation, mais même par elle l'oxide de fer déjà formé serait revivifié; et cette matière bouche les ouvertures supérieures du cylindre, et diminue graduellement la chaleur en diminuant la quantité d'air consommé (1). Toutefois, quand on a à travailler dans des endroits où le gaz inflammable est abondant, on doit, pour plus de sûreté, se servir de lampe à double cylindre (2), ou de lampe simple, dont la circulation de l'air serait diminuée par une plaque d'étain placée à l'intérieur ou à l'extérieur, et servant à réfléchir la lumière.

Si un ouvrier travaille dans un endroit où se trouve un souffleur agissant sur un courant d'air frais, et qu'il voie que le tissu métallique

(1) On suppose qu'il n'existe point là de forts courans.

(2) Jamais, dans ce cas, on n'a vu le cylindre extérieur passer à la chaleur rouge.

du cylindre commence à s'échauffer, il doit ou ôter sa lampe des points de concours des gaz, ou la mettre à l'abri de ces courans.

Quand on a à s'approcher d'un fort courant de gaz inflammable, on doit se servir d'une lampe à double cylindre ou d'une lampe simple, dont la circulation de l'air soit ralentie par des plaques de verre, de mica ou de corne. On pourrait aussi, dans cette circonstance, placer la lampe simple dans une lanterne de verre ou de corne, dont la porte serait ouverte ou aurait été enlevée.

§. VII.

Avantages de la lampe de sûreté.

La lampe de sûreté devient un régulateur pour le mineur; par elle il peut explorer toutes les parties de la mine où il existe du gaz inflammable, et l'état de la flamme lui indique jusqu'à quel point l'air est vicié.

Aussitôt que le gaz inflammable se trouvera mêlé à l'air atmosphérique, la flamme de la lampe s'agrandira.

Quand ce gaz sera parvenu au point explosif, le cylindre se remplira de flamme, mais au travers de cette flamme celle de la mèche se fera apercevoir.

Lorsque l'air inflammable aura dépassé, ces limites, la flamme de la mèche disparaîtra, et celle du gaz deviendra plus pâle (1).

A ce signal de la flamme devenant très-pâle, on doit se hâter de quitter la partie des travaux où l'on se trouve; car, quoiqu'il reste encore assez d'air respirable pour permettre au

(1) La lampe s'éteint quand le gaz inflammable forme le tiers de l'atmosphère.

mineur de rester dans un endroit où une lampe ne jette plus qu'une faible lueur; encore ne serait-il pas prudent de respirer quelque temps un air aussi malsain.

Nous ferons aussi observer que dans une atmosphère où une lampe de sûreté s'éteint, les étincelles produites par le frottement d'une pierre siliceuse y sont d'un rouge sombre, qu'elles tombent sans scintillation, et qu'elles ne donneraient pas assez de lumière pour permettre à l'ouvrier de travailler; d'ailleurs, l'air qu'il y respirerait serait trop fatal à son existence.

Ainsi, une lampe transmettant la lumière et recevant l'air au travers d'un cylindre de gaze métallique, offre tous les avantages que le mineur eût jamais pu désirer.

Elle lui donne la sécurité la plus parfaite.

Le gaz inflammable, en brûlant dans l'intérieur du cylindre, lui procure une lumière utile, et par sa destruction il contribue à la désinfection de l'air (1).

Enfin cette lampe, par l'état de sa flamme, fournit au mineur les moyens de reconnaître le degré de corruption de l'air.

Nous terminerons cette notice par un tableau de l'intensité de lumière donnée par les chandelles employées dans les mines, par les lampes à simple cylindre et à double cylindre, et par les étincelles de la meule d'acier (2).

Intensité de lumière pour la chandelle de mineur. 45—50

(1) La désinfection de l'air n'a lieu que dans les endroits où il n'y pas un dégazement très-abondant de gaz inflammable.

(2) Ce rapport a été établi d'après le carré de la distance à laquelle un petit objet peut être visible.

<i>Pour la lampe simple, portant un réflecteur d'étain opposé au courant d'air, pour diminuer la circulation de l'air.</i>	49—00
<i>Pour la lampe à simple cylindre.</i>	39—00
<i>Pour celle à double cylindre. . .</i>	25—00
<i>Pour la meule d'acier, dont les étincelles donnent une lumière inégale et incertaine.</i>	25—00

REMARQUES DU TRADUCTEUR.

Le tome IV de 1816, du Journal anglais des Arts et des Sciences, contient une notice sur un nouveau perfectionnement fait par M. H. Davy dans la construction des lampes de sûreté.

Il consiste à employer pour les cylindres une gaze métallique, dont le tissu, au lieu d'être fait avec des fils simples, serait fabriqué avec des fils composés de deux torons fortement tordus.

On assure que des lampes simples (à un seul cylindre), construites avec des gazes à fil tordu, ayant soixante dans la trame et trente dans la chaîne, ont été soumises aux épreuves les plus fortes, sans que jamais on ait pu parvenir à faire passer le tissu métallique à la chaleur rouge; ce qui rendrait inutile l'emploi des lampes à double cylindre dans les lieux où existent, soit de forts courans, soit des souffleurs.

Ce tissu aurait en outre l'avantage d'être plus fort que celui à fil simple, et de donner presque autant de lumière.

Il est à regretter que l'auteur de cette notice ait omis la chose la plus essentielle, l'épaisseur du fil simple ou composé; sans cette donnée, on ne saurait établir de comparaison entre les gazes anciennes et les dernières.

Cette nouvelle gaze offre aussi une différence très-remarquable dans sa texture, différence dont il n'est pas parlé dans la notice: c'est que ses ouvertures sont rectangulaires, tandis qu'elles étaient carrées dans les premiers tissus.

Comme les lampes de sûreté, en raison de leur grande utilité, paraissent maintenant être l'objet des recherches de beaucoup de personnes, nous croyons devoir donner un léger aperçu sur les moyens de les comparer sous les deux points

de vue de leur impénétrabilité à la flamme et de leur intensité de lumière.

Posons d'abord les principes nécessaires pour arriver à la solution de ce problème.

La *perméabilité à la flamme* d'une gaze métallique ne dépend point de la grandeur de ses ouvertures (1); elle dépend de la distance qui, dans chaque ouverture, se trouve entre les deux côtés opposés les plus près l'un de l'autre. Ainsi un tissu à ouvertures carrées d'une ligne de côté, serait beaucoup plus facilement pénétré par la flamme, que ne le serait celui dont les ouvertures se trouvant rectangulaires, auraient 4 lignes de long sur $\frac{1}{2}$ ligne de large. Et cependant la surface des premières ouvertures serait moitié moins grande que celle des secondes ouvertures.

Dans des lampes de sûreté à simple cylindre, et dont les fils métalliques ont la même épaisseur ou différent très-peu en diamètre, l'intensité de lumière est proportionnelle à la somme des surfaces des ouvertures que la gaze renferme sur une étendue donnée.

Plus une gaze renferme de fils sur une étendue donnée, moins est grande la surface totale des ouvertures sur cette même étendue, et par conséquent moins elle transmet de lumière.

Il suit de ces principes : 1°. que si l'on pouvait employer des cylindres de fils métalliques sans tissu, c'est-à-dire, composés seulement de fils horizontaux ou verticaux très-près les uns des autres, on aurait des lampes très-imperméables à la flamme, et qui toutefois donneraient beaucoup de clarté.

2°. Que l'une des espèces de fils du tissu (la chaîne ou la trame), ne contribuant en rien à la sûreté de la lampe, mais servant seulement à consolider l'autre espèce de fil, on doit, dans la construction des gazes, ne donner à la chaîne ou à la trame que le nombre de fils nécessaires pour ne pas altérer la solidité du tissu.

Cela posé, appelons :

F. L'intensité de lumière d'une lampe *A* à simple cylindre.

T. Sa qualité d'imperméabilité à la flamme.

a. Le nombre de fils horizontaux et verticaux.

c. L'autre nombre de fils.

$\frac{1}{d}$. Le diamètre du fil (le pouce pris pour unité).

Soit de plus, $a > c$ quand on n'a pas $a = c$.

(1) Les ouvertures carrées font exception; mais c'est un cas particulier.

La surface totale *S* des ouvertures comprises dans un pouce carré sera :

$$S = \left(1 - \frac{a}{d}\right) \times \left(1 - \frac{c}{d}\right) = \frac{(d-a) \times (d-c)}{d^2}$$

La distance *D*, dans chaque ouverture, entre les deux côtés opposés les plus près les uns des autres, sera exprimée par :

$$D = \frac{1 - \frac{a}{d}}{a} = \frac{d-a}{a d}$$

Pour une lampe *A'*, également à simple cylindre, on aura aussi les deux expressions :

$$S' = \frac{(d' - a') \times (d' - c')}{d'^2}$$

$$D' = \frac{d' - a'}{a' d'}$$

Mais, d'une part, dans des cylindres dont les fils ont la même épaisseur ou différent très-peu de diamètre, l'intensité de lumière croît ou décroît comme la somme des surfaces des ouvertures comprises dans une étendue donnée; on aura donc :

$$F : F' :: \frac{(1-ad) \times (1-cd)}{d^2} : \frac{(1-a'd') \times (1-c'd')}{d'^2}$$

D'une autre part, l'imperméabilité augmente quand *D* diminue; elle est moins grande lorsque *D* s'accroît. Mais l'imperméabilité n'est point double, triple, etc., lorsque *D* est sous-double, sous-triple; par conséquent, nous ne nous servirons que des deux annotations suivantes :

$$(M) \dots \frac{1-ad}{a} > \frac{1-a'd'}{a'} \quad I' > I$$

$$(N) \dots \frac{1-ad}{a} < \frac{1-a'd'}{a'} \quad I' < I$$

Application.

M. Davy avait d'abord proposé, pour les lampes à un seul cylindre, des tissus à ouvertures carrées ayant neuf cents

à six cent soixante-seize ouvertures au pouce carré, $\frac{1}{16}$ ou $\frac{1}{20}$ de pouce pour diamètre du fil. Ce qui offre quatre combinaisons.

Il paraîtrait qu'il viendrait d'adopter des lampes dont la gaze, à ouvertures rectangulaires, contiendrait par pouce carré, seize fils en trame et trente en chaîne (quatre cent quatre-vingts ouvertures).

Comparons maintenant cette dernière lampe avec une des quatre premières.

Celle qui aurait six cent soixante-seize ouvertures au pouce carré, et dont l'épaisseur du fil serait de $\frac{1}{16}$ de pouce; et comme on a oublié d'indiquer l'épaisseur du fil composé de deux torons tordus, supposons qu'elle soit aussi de $\frac{1}{16}$ de pouce.

Si nous nommons *A* la lampe à fil simple et *A'* celle à fil composé de deux torons, nous aurons :

$$S = \frac{(50 - 26) \times (50 - 26)}{50^2} = \frac{2304}{10000}$$

$$S' = \frac{(50 - 30) \times (50 - 16)}{50^2} = \frac{2720}{10000}$$

$$D = \frac{50 - 26}{26 \times 50} = \frac{24}{1300} \text{ environ } \frac{1}{54}$$

$$D' = \frac{50 - 30}{30 \times 50} = \frac{1}{75}$$

Ce qui donne :

1°. $F : F' :: 2304 : 2720$; et, en prenant pour unité la lumière donnée par *F*, on a :

$$F' = \frac{2720}{2304} = 1,1$$

2°. *D'* se trouvant beaucoup plus petit que *D*, on a :

$$(M) \dots \dots \dots I' > I$$

Il suit de là que la nouvelle lampe donnerait plus de lumière que l'ancienne (environ un dixième de plus), et qu'elle serait beaucoup plus sûre.

PROCÈS-VERBAL D'EXPÉRIENCES

Sur l'emploi comparatif de la Houille et de la Tourbe, sous des chaudières d'ateliers.

CE JOURD'HUI 11 juillet 1816, Nous soussignés adjoints de la commune de Reims, Nous sommes rendus, sur l'invitation de M. de Gessac, sous-préfet de l'arrondissement, chez M. Simon, fabricant de la même ville, pour assister aux expériences de M. l'ingénieur en chef des mines Blavier, qui ont été faites ainsi qu'il suit, en présence de M. le sous-préfet, pour asseoir des résultats comparatifs de l'emploi de la houille et de la tourbe dans les usines, dont les opérations exigent de porter à une température plus ou moins élevée, ou même d'évaporer l'eau, ou tout autre liquide contenu dans des chaudières.

A. Nous avons reconnu sous un hangar à l'air libre, deux chaudières de la capacité de 1,^m07565 ou (3,^p3089), et de forme hémisphérique, dans chacune desquelles on a versé sept tonnes d'eau de pluie, qui les remplissait jusqu'à l'affleurement de leurs bords.

La plus grande profondeur de la chaudière en cuivre jaune, destinée à contenir l'eau qui devait être échauffée par le moyen de la tourbe, a été reconnue de 1^m; son diamètre de 0,^m974 (2,^p9983), et le point le plus bas du cul de la chaudière correspondait à 40 centimètres au-dessus de la grille.

Celle en cuivre rouge, qui devait être chauffée par la houille, avait 0,^m953 (2,^p9337) dans sa plus grande profondeur; l'élévation de son point le plus bas au-dessus de la grille, était aussi de 0,^m40, et son diamètre de 1,^m55 (4,^p7715.)

Le sol du terrain sur lequel repose la maçonnerie des chaudières, est élevé au-dessus de la base de chacun des cendriers, de $1,^m41$.

Le cendrier du foyer à houille s'étend en profondeur sur $1,^m15$, et sur une largeur de $0,^m385$, tandis que celui du foyer destiné à brûler de la tourbe, est profond de $1,^m23$, et large de $0,^m368$.

La hauteur de la grille du premier de ces deux fourneaux, au-dessus de la base du cendrier, est de $0,^m455$, au lieu de $0,^m515$ pour celle de la grille du second; la première grille est composée de six barreaux larges de $0,^m064$, épais de $0,^m05$, et espacés l'un de l'autre de $0,^m015$; le nombre des barreaux de la grille appropriée à la combustion de la tourbe a été réduit à quatre, en les écartant l'un de l'autre de $0,^m023$; leur épaisseur a été reconnue de $0,^m107$, et leur largeur de $0,^m086$; dans l'une et l'autre de ces grilles, les barreaux sont placés longitudinalement et dans le sens de leur largeur; la longueur de la grille du foyer à tourbe était de $0,^m760$ au lieu de $0,^m655$ pour celle du foyer à houille. L'embouchure de chacune des deux chauffes s'étendait à $0,^m48$ jusqu'à la naissance des barreaux de la grille, sur une largeur de $0,^m37$.

Enfin, nous avons reconnu que ces deux chauffes accolées à un même fourneau à réverbère, étaient surmontées chacune par un tuyau incliné, construit en briques, et venant aboutir à différentes hauteurs à la cheminée verticale, dont l'élévation était de $7,^m15$.

B. Après nous être assurés rigoureusement des dimensions des deux chaudières et de toutes

les parties de l'appareil qui peuvent modifier les résultats de l'opération, nous avons vu peser $133,^k5$ ($272^l,72$), de tourbe dite mousseuse, venant des exploitations ouvertes l'an dernier près du moulin de Compencé, dans les marais de Muison; cette quantité de tourbe étant espacée de la même manière que dans la demi-pile de tourbe, chacune de la contenance de $5,5$ mètr. c. ($160,45$ p. c.), représentait un solide de 400 décimètres cubes, d'où il suit que la pile de tourbe doit peser $3671^k,25$ ou ($7499^l,629$).

La demi-pile de tourbe est un tronc de pyramide à bases rectangulaires, dont la hauteur est de 4 pieds ($1^m,299$); la base supérieure a 7 pieds ($2^m,273$), en longueur $3^p\frac{1}{2}$ ($1^m,136$), en largeur; la base inférieure a 10 pieds ($3^m,248$) en longueur, et 5 pieds ($1^m,624$) en largeur; le tout est surmonté d'un comble de 15 pouces ($0^m,406$) de hauteur.

On a aussi pesé sous nos yeux 60^k ($122^l,652$) de houille à cassure cubique et à larges facettes, venant de Mons par la voie de Charleville; cette houille est reconnue comme produisant un feu très-actif; chacun de ces deux combustibles a été placé près de la chauffe où il devrait être employé séparément.

C. Ces dispositions une fois faites, on a introduit dans le foyer à houille une bourrée ou fascine, sur laquelle on a répandu une première charge de morceaux de houille concassée et de différentes grosseurs; on a aussi arrangé sur la grille de la chauffe à tourbe, une fascine sur laquelle on a disposé le combustible, en ayant soin d'espacer les unes des autres les mottes de tourbe, en les plaçant circulairement et dans

un sens un peu incliné, afin que l'air pût y pénétrer plus facilement et qu'il n'en résultât aucune obstruction dans la grille; l'espace qu'occupaient ainsi la tourbe et la houille dans chacune de leurs chaufes, équivalait aux $\frac{2}{3}$ de celui compris entre les barreaux de la grille et le cul de chaque chaudière dans la partie la plus basse.

D. Avant de commencer l'opération, on a tenu compte de la pesanteur de l'air extérieur à l'aide d'un baromètre à large cuvette, dont l'index correspondait à (27 p. 11 l.); le mercure a monté dans le courant de l'opération, d'une ligne, au moment même où un coup de tonnerre s'est fait entendre; on a ensuite plongé le tube d'un thermomètre à mercure dans l'eau de chacune des chaudières, et l'on a eu, pour celle en cuivre rouge, 130. division de Réaumur, et pour celle en cuivre jaune 130 $\frac{1}{2}$. Cette différence pouvait provenir de ce que la première chaudière était plus exposée à l'air que la deuxième, et qu'en outre la toiture qui la recouvrait était percée de manière à donner passage à la grêle qui est tombée peu de temps avant la mise à feu.

Le même thermomètre exposé à l'air libre a indiqué 120 $\frac{1}{4}$; à l'égard du degré d'humidité de l'air, on n'a pu l'apprécier rigoureusement faute d'un hygromètre, mais on a remarqué que l'air était d'autant plus humide que l'atmosphère était plus chargée de nuages qui fondirent fréquemment en eau.

E. Ces observations une fois terminées, on a mis le feu en même temps sous chacune des deux chaufes, à l'aide d'un bouchon de paille qui a servi à allumer la bourrée, et par suite la

houille et la tourbe; il était alors une heure un quart.

Les deux chaufes sont restées découvertes afin de déterminer pour l'une et pour l'autre le *maximum* de consommation du combustible de chaque espèce.

F. L'ouvrier appliqué au foyer à houille a chargé et entretenu sa chauffe, comme il a coutume de le faire pour amener l'eau au bouillon, et un autre habitué à l'usage de la tourbe pour les fours à chaux cuite avec ce combustible, a aussi chargé progressivement la tourbe dans la chauffe destinée à la recevoir, de manière à entretenir une chaleur convenable; l'un et l'autre ont eu soin de dégrasser la grille à mesure que le besoin l'exigeait, cette manipulation devenant sur-tout nécessaire à la combustion soutenue de la houille. A deux heures on a pesé de nouveau 25^k de tourbe; et, à deux heures 53', 10^k ont été jetés dans le fourneau, ce qui porte le volume total de la tourbe jetée dans le fourneau à 474,15 décimètres cubes.

Le thermomètre plongé à différentes époques dans l'une et l'autre de ces chaudières, a fourni les résultats exposés dans le tableau de la page 230.

G. Aussitôt après que le thermomètre a eu indiqué 79 $\frac{1}{2}$ (1) pour chacune des chaudières, on a arrêté le feu de la chauffe correspondante, et l'on a retiré la matière encore en ignition

(1) On a pris ce terme (79 $\frac{1}{2}$) pour celui de l'ébullition; le mercure ne montant plus dans le thermomètre, et l'ébullition se manifestant à gros bouillons qui s'échappaient par-dessus les bords.

et non consommée, dont on a apprécié le poids pour la houille à 5^k, pour la tourbe à 10^k.

On a ensuite pesé la portion restante de houille non employée, dont le poids était 5^k, et on l'a ajouté avec le résultat précédent pour la soustraire de la houille primitivement pesée.

On en a conclu que l'ébullition de sept tonnes dans la chaudière en cuivre rouge, s'était opérée en une heure 42', avec 50^k (102,140) de houille de Mons de bonne qualité; et que l'ébullition de la même quantité d'eau sous la chaudière en cuivre jaune, avait exigé une heure 41', en employant 158^k,5 (322,177) de tourbe mousseuse de Muison.

Le millier ancien (489^k,506) de houille étant estimé au *minimum* à 28 francs, et la pile de tourbe de la contenance de 11 m. c. (320 p. c. 912), et du poids de (3671^k,25) (7497^k,631) au *maximum* à 45 francs, toute transportée.

Il suit de là que la dépense en houille pour amener au terme de l'ébullition en une heure 42', sept tonnes d'eau de pluie, dont la température primitive est de 13^o $\frac{1}{2}$ dans une chaudière en cuivre rouge, s'élève à 2 francs 86 centimes; et que la dépense en tourbe dont la quantité consommée représente le $\frac{1}{23,20}$ en poids et en volume de la pile, pour produire le même effet en une heure 41', à l'égard d'un poids égal d'eau de pluie, sous une chaudière en cuivre jaune, d'un moindre diamètre et d'une plus grande profondeur, la hauteur au-dessus de la grille étant la même, est de 1 franc 94 centimes.

Cette dépense est encore atténuée par la mise à profit des cendres résultantes de l'opération, et qui servent à la fertilisation des terres; celles

provenant du résidu de la combustion des 158,5^k de tourbe employés, pesaient (18,53), et représentaient en volume 43 litres: ces cendres se vendent dans les environs de Reims, à raison de 1 franc 25 centimes l'hectolitre, et leur mise à profit réduit la dépense en tourbe à 1 franc 40 cent.

Cette expérience comparative sur l'emploi de la houille et de la tourbe fait voir:

1^o. Que l'un et l'autre de ces combustibles chauffent dans un temps égal et produisent avec la même vitesse l'ébullition de l'eau.

2^o. Qu'en partant du prix du millier ancien de houille estimé à 28 francs, tandis qu'il coûte aujourd'hui au moins 30 francs, et en admettant la valeur de la pile de tourbe à un taux supérieur à celui auquel on la vend, il en résulte néanmoins une économie de 32 francs 16 centimes pour 100 en employant la tourbe; tandis que, dans l'état actuel des choses, la pile de tourbe de Muison qui coûte 24 francs sur place, revenant à 35 francs au plus rendue à Reims, cette économie s'élèverait à 50 francs 65 centimes, sans avoir égard au produit des cendres.

3^o. Que cette économie peut encore s'accroître de 12 francs 40 centimes par pile, à raison de la vente des cendres recueillies de la combustion, et qui sont semées avec avantage à la surface des champs qu'on veut fertiliser; ce qui, en conservant les mêmes prix pour la houille et la tourbe, d'où l'on est parti dans les calculs de l'expérience, donnerait un bénéfice de 50^f,996 pour 100 dans l'emploi de la tourbe.

En foi de quoi nous avons signé le présent procès-verbal, etc., etc., etc.

CHAUDIÈRE CHAUFFÉE PAR LA HOUILLE.				CHAUDIÈRE CHAUFFÉE PAR LA TOURBE.			
ÉPOQUE de l'immersion.	SA DURÉE.	Indication du thermomètre.	OBSERVATIONS.	ÉPOQUE de l'immersion.	SA DURÉE.	Indication du thermomètre.	OBSERVATIONS.
1 h. 10 m. $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ minute.	13 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$ avant la mise à feu.	1 h. 10 m.	$\frac{1}{2}$ minute.	13 d.	5' avant la mise à feu.
1 52	2	16 $\frac{1}{2}$	On a brassé l'eau.	1 30	2	20 $\frac{1}{2}$	On a brassé l'eau.
1 49	2	27	<i>Idem.</i>	1 46	2	31	<i>Idem.</i>
2 8	2	44	<i>Idem.</i>	2 5	2	44	<i>Idem.</i>
2 20	2	56	<i>Idem.</i>	2 18	2	55	<i>Idem.</i>
2 29	2	62 $\frac{1}{2}$	On n'a plus brassé le liquide de chaque chaudière.	2 27	2	61	Ce terme de chaleur (79 $\frac{1}{2}$) est celui que plusieurs usiniers désignent sous le nom de bouillon.
2 51	1	78		2 49	2	77	
2 53	1	78 $\frac{1}{2}$		2 52	1	78	
2 55	1	79		2 54	1	79	
2 57	1	79 $\frac{1}{2}$		2 56	1	79 $\frac{1}{2}$	

MÉMOIRE

SUR
L'ÉTENDUE GÉOGRAPHIQUE DU TERRAIN
DES
ENVIRONS DE PARIS,

PAR J.-J. D'OMALIUS-D'HALLOY;

(Lu à l'Institut, le 16 août 1813).

LES savantes recherches de MM. Cuvier et Brongniart ont attiré l'attention générale sur le terrain des environs de Paris, et cela n'est point étonnant; car si les Alpes, ces hautes montagnes où la nature se présente sous des formes si magnifiques, ont inspiré le grand Saussure, le véritable créateur de la géologie comme science d'observation; si la Saxe, contrée que ses richesses métalliques ont fait creuser à de très-grandes profondeurs, a donné au génie de M. Werner l'occasion d'établir le premier bon système de géognosie; les environs de Paris, qui recèlent une si grande quantité de débris d'êtres vivans, ont vu naître la véritable géologie philosophique, celle qui tirant ses déterminations de la connaissance des corps organisés ensevelis dans le sein de la terre, peut seule nous donner des moyens certains de comparaison entre des terrains éloignés, et jettera peut-être un jour quelque lumière sur les diverses catastrophes qui ont changé la surface du globe, de même qu'elle a déjà donné des indications sur la nature des liquides dans lesquels se sont passés quelques-uns de ces phénomènes.

Introduc-
tion.

L'extension géographique du terrain des environs de Paris, et les détails où MM. Cuvier et Brongniart sont entrés dans leur carte géognostique, ne leur ayant pas permis d'y présenter l'ensemble des limites de ce terrain, j'ai cru que la détermination de ces limites dans toute l'étendue du bassin, offrirait quelque intérêt, et j'ai entrepris dans cette intention plusieurs voyages dont je présente ici le résultat. Mais je dois reconnaître, à cet égard, qu'une partie de ce travail avait déjà été faite par M. Desmarest père (1), qui a déterminé avec le plus grand soin les limites de la craie de Champagne. J'ai aussi trouvé beaucoup de ressource dans l'atlas minéralogique de M. Monnet, ouvrage rempli d'observations précieuses, et moins connu qu'il ne devrait être. Enfin, j'ai consulté avec avantage deux mémoires de MM. de Tristan et Bigot de Morogues, pour la partie de ce bassin qui avoisine la Loire.

Etendue et
limites gé-
nérales du
bassin de
Paris.

Les diverses formations qui composent le terrain des environs de Paris, considérées dans leur ensemble et abstraction faite de quelques lambeaux isolés qui se détachent de la masse, occupent une surface d'environ 170 myriamètres carrés sous la forme d'un polygone irrégulier, allongé dans le sens du nord au sud, dont le plus grand axe peut être représenté par une ligne longue de 30 myriamètres tirée de Laon à Blois. Le contour de ce polygone passe dans le voisinage des villes de Laon, La Fère, Noyon, Clermont, Beaumont, Gisors, Mantes,

(1) Dictionnaire de géographie physique, faisant partie de l'Encyclopédie méthodique.

Houdan, Chartres, Châteaudun, Vendôme, Blois, Orléans, Cosne, Montargis, Nemours, Nogent-sur-Seine, Sezanne, Epernay et Reims. Dans toute cette étendue le terrain parisien repose sur la craie, qui forme, ainsi que l'ont remarqué MM. Cuvier et Brongniart, une vaste ceinture autour du bassin de Paris. (*Voy. pl. III.*)

La partie de ces limites, qui est au nord de la Seine, est très-facile à déterminer, et se détache aussi bien sous le rapport physique que sous le rapport géologique; par-tout le terrain parisien se présente sous la forme d'une chaîne de collines plus ou moins dentelée qui s'élève au-dessus de la plaine crayeuse. Cette dernière, en s'approchant du pied des collines, devient même plus basse et plus unie qu'elle n'est habituellement.

MM. Cuvier et Brongniart ont décrit un très-grand nombre de ces chutes du terrain parisien vers la plaine de craie; mais comme ils n'ont point eu occasion de parler de celle qui avoisine Damerie et Reims, je vais en dire quelques mots.

La craie, cachée à l'est de Paris par les terrains postérieurs, commence à se montrer dans la vallée de la Marne au-dessous de Dormans, et s'élève à mesure qu'on remonte cette vallée, de sorte qu'en arrivant à la plaine de Champagne, on voit que cette formation constitue la base des collines jusqu'à quelques mètres au-dessus du niveau de la plaine. Ce fait, qui se remarque dans plusieurs autres endroits de la bordure du terrain parisien, prouve qu'une partie de la vallée de la Marne a été creusée dans la craie, et paraît annoncer encore que

Forme de
ces limites
au nord de
la Seine.

Description
du pays en-
tre Damerie
et Reims.

Craie.

l'existence de la plaine basse qui borde les collines parisiennes, n'est pas l'effet d'un simple hasard qui aurait donné cette forme à la surface du sol crayeux, antérieurement à la déposition du terrain des collines; mais que son origine est due, jusqu'à un certain point, à la même cause qui a entamé la bordure extérieure de ces collines de manière à y former cette grande quantité de caps, d'îles et de golfes qu'on y remarque.

Terres noires, leurs rapports avec l'argile plastique, et le calcaire à cérîtes.

Je n'ai point vu la formation de l'argile plastique dans cette contrée; mais d'après les observations de M. Desmarest fils, elle s'y présente sous la forme de terres noirâtres, souvent sablonneuses, quelquefois argileuses et presque toujours imprégnées de matières charbonneuses. Ces terres noires, sur lesquelles M. Desmarest se propose de publier un travail, ont beaucoup de rapports avec celles qu'on exploite pour préparer du sulfate de fer, et qui sont très-communes dans la partie septentrionale du bassin de Paris, et même dans la plaine crayeuse où elles constituent des dépôts isolés en forme d'îles ou de petits bassins. Le rapprochement de ces terres noires pyriteuses avec l'argile plastique, jettera sans doute une nouvelle lumière sur l'histoire de cette formation, dont elle étend considérablement le domaine, en même temps que l'existence des fossiles caractéristiques du calcaire à cérîtes dans quelques couches de ces terres noires (1), annonce qu'il y a de

(1) Je n'ai été à même d'observer que deux gîtes de ces terres qui recèlent des cérîtes.

L'un est à Ste.-Marguerite, près Dieppe (Seine-Inférieure),

grands rapports entre la formation de l'argile plastique et celle du calcaire à cérîtes, ainsi que l'avaient déjà soupçonné MM. Cuvier et Brongniart (1).

La formation du calcaire à cérîtes, qui m'a paru reposer immédiatement sur la craie entre Damerie et Reims, n'y présente pas de bonnes pierres à bâtir; ses couches sont au contraire tendres et friables, comme à Grignon, et renferment une immense quantité de coquilles. C'est à ce système de collines qu'appartient le gîte de ces fossiles, si célèbres sous le nom de

Calcaire à cérîtes, fossiles de Courtagnon.

où elles forment un petit bassin dans le terrain de craie. On y voit une série de couches argileuses et sablonneuses, dont les premières alternent avec quelques bancs fortement imprégnés de matières charbonneuses et pyriteuses, qu'on exploite pour la fabrication du sulfate de fer et des assises de coquilles, plus ou moins brisées, dans lesquelles on distingue beaucoup de cérîtes, et des conques, que je crois appartenir au genre cythérée.

L'autre gîte est près de Château-Thierry (Aisne), où la vallée de la Marne présente de l'argile noirâtre, remplie de coquilles, parmi lesquelles on remarque beaucoup d'huîtres, des cythérées, et une cérîte semblable à celle de Ste.-Marguerite. Il est bien probable que ce dépôt est placé entre la craie et le calcaire à cérîte, puisque ce dernier constitue les coteaux environnans, et qu'en remontant la vallée, on voit paraître la craie à dix kilomètres plus loin (*).

(1) Minéralogie géogr. des environs de Paris, pages 17, 18, 124, etc.

(*) Nous avons visité ce dépôt en août 1813; il fait évidemment partie de la formation du calcaire à cérîte, et il est composé, comme le dit l'auteur, d'argile plastique pure dans ses parties inférieures, et d'argile plastique mêlée de sable, de lignite, de pyrites et des coquilles indiquées par l'auteur; on y voit, en outre, des huîtres en très-grande quantité. On doit remarquer que cette disposition se présente absolument de même, et avec les mêmes coquilles, à Marly, près Paris, au-dessus de la craie; à Vauxbuin, près Soissons, département de l'Aisne, etc. (Note du Rédacteur.)

courtagnon, dénomination qui vient de ce que M. de Courtagnon avait formé, dans le château de ce nom, la première collection considérable de ces coquilles; car elles sont tout aussi abondantes et plus faciles à récolter à *Fleury-la-Rivière* et à *Arthy* qu'à *Courtagnon*. On sait que ces coquilles sont en général les mêmes que celles de *Grignon*; on ne croirait pas que deux dépôts aussi éloignés l'un de l'autre pussent se ressembler à ce point (1), car, à quelques exceptions près, ce sont les mêmes espèces réparties à-peu-près de la même manière. Mais, sous le rapport de la conservation, les coquilles de Courtagnon l'emportent sur celles de Grignon; elles sont plus dures, moins blanches, et ont un aspect nacré qui rappelle les coquilles fraîches. Le calcaire grossier qui les renferme à une teinte jaunâtre, qui approche un peu plus de la couleur d'ocre qu'à Grignon; dans certaines parties, il est absolument friable; dans

(1) On peut dire que le dépôt de coquilles observé à Grignon n'a été si célèbre que par le nombre, la belle conservation des coquilles qu'il renferme, et la facilité de les retirer entières; mais la couche dont ce dépôt fait partie ne manque dans aucun des lieux où se présentent même des lambeaux de calcaire à cérîtes, et elle s'étend peut-être à des distances plus considérables qu'on ne le soupçonne. Ce n'est pas ici le lieu de donner des preuves de cette opinion; non-seulement dans le bassin de Paris, mais aussi sur ses lisières, on retrouvera la couche de Grignon toutes les fois qu'on percera entièrement le calcaire à cérîtes; cette couche, il est vrai, ne frappera vivement les observateurs, que quand, étant friable, on pourra en retirer des coquilles entières comme à Perne; au Vivray, près Liancourt; au mont Ouen et au mont Javault, près Gisors; à Septeuil, au S.-O. de Mantes, etc. (*Note du Rédacteur.*)

d'autres, ses grains sont assez adhérens; et comme ces différens degrés de cohésion se trouvent disposés irrégulièrement dans la même masse, on dirait que les parties dures doivent cette propriété à l'infiltration d'une espèce de gluten calcaire (1).

Au-dessus de ce calcaire d'apparence sablonneuse, on voit des couches de calcaire compacte, blanc, solide, alternant, dans les parties supérieures, avec des marnes verdâtres. Je n'ai pu apercevoir de coquilles en place dans ce terrain; j'ai seulement trouvé des fragmens détachés de calcaire blanc qui renfermait des moules intérieurs de *cyclostoma mumia*, et que je crois, d'après plusieurs indices, appartenir aux couches inférieures. On emploie aussi dans ces cantons, principalement aux environs de Dormans, des pierres de taille qui renferment une grande quantité de *cerithium lapidum*. C'est un calcaire blanchâtre, à grain fin, un peu caverneux à la manière du calcaire d'eau douce, et qui m'a paru provenir de couches placées entre le véritable calcaire à cérîtes et celui qui contient les cyclostomes; comme il ressemble beaucoup plus à ce dernier qu'au calcaire marin ordinaire, je serais tenté de croire qu'il a aussi été formé dans l'eau douce, et que ces deux bancs appartiennent au même système de couches

Calcaire et marnes sans coquilles.

(1) Ces rognons calcaires solides, restant en saillie sur les parois verticales des couches friables, souvent comme pénétrés d'infiltration de calcaire spathique, qui donne à leur cassure un aspect chatoyant, se trouvent très-fréquemment dans ces assises friables et inférieures du calcaire à cérîtes, et se voient à Grignon; à la descente de Beaumont-sur-Oise; à Meudon; à Issy, etc., etc. (*Note du Rédacteur.*)

que le *clicart* de Mantes-la-Ville, décrit à la page 229 de la *Géographie minéralogique des environs de Paris* (1).

(1) Je remarquerai ici que beaucoup de circonstances géologiques, jointes aux ressemblances zoologiques, me font soupçonner que le *cerithium lapidum* devrait être rangé avec les potamides de M. Brongniart, ou écrites des terrains d'eau douce. Cette coquille, qui diffère très-peu du *Potamides Lamarkii*, me semble avoir cela de particulier, qu'elle se trouve dans les dernières couches marines et dans les premières assises du terrain d'eau douce, et qu'elle est le seul fossile du terrain marin qui existe *réellement en place* dans celui d'eau douce.

J'ajouterai à cette occasion que j'ai observé à Etampes un potamide qui me paraît plus effilé, et à tubercules moins prononcés que le *Potamides Lamarkii*. Je crois qu'on pourrait le regarder comme une espèce particulière, ou variété principale, qu'on désignerait par le nom de *P. acuminatus*. Il se trouve dans du calcaire blanc, qui forme la partie supérieure du terrain d'eau douce; il est ordinairement transformé en silex blond, et souvent attaché à des rognons de cette substance (*).

Ce même gîte présente aussi de véritables *P. Lamarkii*, qui forment une espèce de dépôt au milieu d'un banc, dont la partie supérieure consiste en un calcaire compacte gris de fumée, assez foncé, et la partie inférieure en un sable légèrement agglutiné, coloré en brun par une matière charbonneuse. Ce banc, placé au-dessous du calcaire blanc, repose immédiatement sur un puissant dépôt de grès et de sable blanc sans coquille, et peut être comparé au banc de glaise feuilletée décrit dans l'ouvrage de MM. Cuvier et Brongniart, page 222.

Je crois que le *P. Lamarkii* et le *P. acuminatus* n'ont

(*) Cette observation de M. Omalius d'Halloy s'accorde parfaitement avec celles que nous avons faites depuis la publication de notre géographie des environs de Paris, sur les assises supérieures des bancs puissans de grès qui se voient aux environs d'Épernon. Ces assises renferment des coquilles turbinées semblables à des cérîtes, qui sont des potamides, et qu'on voit réunies dans le même lieu avec des lymnées, etc. (Note du Rédacteur.)

Les marnes vertes sont recouvertes par un autre calcaire également blanc, mais un peu moins compacte que le précédent, qui présente les cavités tubuleuses caractéristiques de certaines parties de la formation d'eau douce, et qui renferme une grande quantité de coquilles où l'on distingue notamment deux espèces de lymnées et un petit amphibulime (*Bulinus pusillus*, BRONG.)

Enfin le tout est surmonté par les meulières sans coquilles avec les sables et argiles qui les accompagnent ordinairement et qui recouvrent tous les plateaux des environs.

Cet ordre de superposition, déjà digne d'attention par la série de couches qu'il présente, est encore plus remarquable par la constance et l'uniformité avec lesquelles il règne dans tout le pays qui s'étend de Château-Thierry jusqu'auprès de Reims.

Je regarde toute la portion de ce terrain, placée au-dessus du calcaire à cérîtes, comme appartenant aux formations d'eau douce, ce qui

Calcaire à lymnées, etc.

Meulières sans coquilles.

Ces trois derniers terrains sont de formation d'eau douce.

encore été observés que dans le second terrain d'eau douce, tandis que le *C. lapidum* n'a pas été vu au-delà des assises inférieures du premier terrain d'eau douce.

Le calcaire blanc d'Étampes contient, outre les potamides, des lymnées, des planorbes et une coquille qui, jusqu'à présent, n'a été observée que très-rarement; c'est le cyclostome que M. Brongniart a décrit sous le nom de *C. elegans antiquum*. Les nombreux individus que j'y ai observés m'ont paru *constamment* plus épais et plus raccourcis que ceux de l'espèce vivante; de sorte que je crois qu'on devrait les considérer comme une espèce différente, qu'on pourrait désigner par le nom de *C. crassatum*. Ce cyclostome n'a encore été rencontré que dans le second terrain d'eau douce, tandis que le *C. Murexia* est le fossile caractéristique de la première formation.

n'a pas besoin d'explication pour les couches à limnées et même pour celles de calcaire blanc inférieur qu'on rapportera aisément à la partie inférieure de la formation gypseuse de Paris. Mais cette assertion a besoin de quelques développemens pour les marnes vertes et les meulières sans coquilles.

MM. Cuvier et Brongniart, en avançant leur opinion sur le terrain qu'ils ont appelé d'eau douce, y ont mis cette circonspection qui accompagne toujours le vrai mérite; on dirait qu'ils ont craint qu'on leur reprochât de donner trop d'importance à leur découverte, en étendant le domaine de ce nouveau mode de formation; aussi ils se sont bornés à l'attribuer aux terrains dont l'origine était évidente, et n'ont hasardé aucune opinion sur ceux où il n'existait pas de débris d'animaux. Mais actuellement qu'on est plus familiarisé avec cette idée, qu'on sait que ces terrains sont très-abondans à la surface du globe et qu'on pourrait dire, s'il était permis de se servir de cette expression, qu'ils ne coûtent pas plus à la nature que les terrains marins, actuellement, dis-je, nous pouvons nous laisser conduire par des motifs de moindre valeur. Je crois, par exemple, avoir démontré (1) que le calcaire siliceux appartenait au même mode de formation que celui qui renferme les limnées et autres coquilles d'eau douce (2). Cette opinion

(1) Notice sur l'existence du calcaire d'eau douce dans les départemens du Cher, etc. *Journal des Mines*, tome XXXII, page 45.

(2) De nouvelles observations, qui seront publiées dans la seconde édition de notre essai sur la géographie minéralo-

donne un double motif d'attribuer la même origine aux meulières sans coquilles; car on sait que, d'un côté, ces meulières ont beaucoup de rapport avec certains silex de la formation du calcaire siliceux, et que, d'un autre côté, elles ressemblent tellement aux meulières à coquilles d'eau douce, que, les auteurs de la Minéralogie géographique des environs de Paris ont eu de la peine à trouver des caractères bien tranchés pour les distinguer. Il me semble que des analogies aussi fortes, qui ne sont contredites par aucuns faits positifs, doivent suffire pour établir notre opinion.

On peut faire, jusqu'à un certain point, le même raisonnement sur les marnes vertes des environs de Damerie, qui ne présentent pas de coquilles et qui sont placées entre deux systèmes de couches d'eau douce. Je dois observer à cet égard que je n'ai jamais retrouvé à l'Est de Château-Thierry, des traces du terrain marin postérieur à la première formation d'eau douce, comme si le sol de ces cantons avait été trop élevé pour être recouvert par ces eaux marines qui sont revenues, peut-être à diverses reprises, submerger la plaine de Paris, fait qui serait assez important, et qui mériterait d'être vérifié sur un plus grand nombre de points.

gique des environs de Paris, nous font admettre entièrement l'opinion de M. d'Halloy. Nous avons maintenant des preuves directes que le calcaire siliceux fait partie de la première formation d'eau douce, ou formation inférieure; mais nous ne pouvons admettre la ressemblance des meulières supérieures, soit qu'elles contiennent des coquilles, ou qu'elles n'en contiennent pas, avec les silex du calcaire siliceux. (*Note du Rédacteur.*)

Rapports
entre la na-
ture géolo-
gique du sol
et ses pro-
ductions a-
gricoles.

La contrée dont je viens d'indiquer la nature est un des beaux exemples des rapports qui existent entre la disposition géologique du sol et ses productions agricoles. Toute la plaine crayeuse est cultivée en plantes céréales; les pentes de calcaire à cérîtes sont couvertes de vignes, et comme ce calcaire, presque toujours friable, s'est éboulé sur la base crayeuse, la culture des vignes s'étend aussi jusqu'au niveau de la plaine; car le sol de véritable craie n'est pas en général propre à la production de la vigne, et il est bon, pour éviter cette espèce d'erreur qui doit résulter de l'habitude où l'on est, lorsqu'on parle de la Champagne, d'associer les idées de sol crayeux et de pays qui produit de bons vins, de remarquer ici que les vignobles dits de Champagne sont en général sur les bords extérieurs de cette région physique. Ceux de la partie occidentale qui produisent les vins les plus estimés, sont, comme on vient de le voir, sur le terrain de calcaire à cérîtes, et ceux de la bordure orientale appartiennent aux couches inférieures à la craie proprement dite, terrain dont je dirai quelques mots à la fin de ce mémoire. Lorsqu'il y a des vignobles dans l'intérieur de la Champagne, ils reposent communément sur des lambeaux de l'un ou de l'autre de ces terrains, qui se trouvent isolés dans la craie proprement dite.

Le calcaire d'eau douce et les marnes qui l'accompagnent n'ont pas assez d'épaisseur pour offrir un système de culture particulier; souvent même la solidité des couches calcaires est cause qu'elles forment des escarpemens trop verticaux pour être cultivés; mais M. Desmarest fils a

observé qu'on emploie avec avantage les marnes d'eau douce pour rendre les terrains de craie susceptibles de produire des vignes.

Enfin, les plateaux de la formation des meulrières sont communément couverts de forêts ou de landes qui, par les gros rochers qu'on voit épars sur le sol, rappellent les pays primitifs.

Les limites du terrain parisien, dans la partie du bassin située au midi de la Seine, ne conservent pas long-temps cette démarcation physique, tranchée qui caractérise celles de la partie septentrionale; ce qui tient aux changemens qu'éprouve la constitution géologique du sol, changemens que je vais indiquer d'une manière générale.

Quoique nous soyons habitués à considérer les divers étages qui constituent le bassin de Paris, comme posés horizontalement les uns sur les autres, et qu'ils nous paraissent effectivement tels dans la partie centrale du bassin, nous remarquerons en envisageant ces terrains dans leur ensemble, qu'ils ont une pente vers le sud assez prononcée pour qu'ils représentent jusqu'à un certain point des espèces de coins placés comme les tuiles d'un toit, avec cette circonstance particulière que c'est le coin inférieur qui atteint la plus grande hauteur.

Ce premier étage est, comme on sait, le calcaire à cérîtes dont il paraît que le point le plus élevé est à l'extrémité septentrionale du bassin dans les collines de Laon, hautes de 300 mètres au-dessus de l'Océan (1), là précisément où ce calcaire n'est recouvert par au-

Considérations générales sur la disposition des terrains du bassin de Paris; leur division en quatre étages ou formations principales.

1°. Première formation marine.

(1) Lemaître, *Journal des Mines*, N°. 35, page 853.

cune des autres formations. A partir du sommet de ces collines, le niveau de ce terrain s'abaisse continuellement, s'enfonce sous les autres dépôts, et disparaît tout-à-fait au sud de la Marne et de la Seine.

2°. Première formation d'eau douce.

Le second étage, ou première époque d'eau douce, que je considère d'après ce que j'ai dit ci-dessus, comme composé du calcaire siliceux, du gypse, du premier calcaire et des premières marnes d'eau douce, ne commence à se manifester qu'à quelque distance au nord de la Marne et de la Seine; il ne s'élève pas dans les environs de Paris au-dessus de 150 mètres, mais il est probable qu'il atteint une plus grande hauteur du côté de l'est, et sur-tout vers la bordure de la Champagne. Ce terrain domine dans un espace assez considérable, de forme triangulaire, s'enfonce sous ces formations postérieures de même que le précédent, et disparaît dans le voisinage d'une ligne dirigée du nord-ouest au sud-est, qui passerait par Houdan, Arpajon et Nemours. Dans la plus grande partie de cette surface, c'est-à-dire dans celle qui est recouverte par le calcaire siliceux, le calcaire à cérites manque tout-à-fait, ainsi que l'ont remarqué MM. Cuvier et Brongniart; il y est seulement représenté dans quelques endroits par l'argile plastique qui sépare le calcaire siliceux de la craie.

3°. Seconde formation marine.

Les terrains du troisième étage ont une disposition différente de ceux des deux premiers; mais avant de la faire remarquer, je dois exposer quelle est l'extension géologique que je donne à cet égard.

MM. Cuvier et Brongniart, avec cette lumi-

neuse précision qu'ils ont portée dans tout leur travail, ont distingué et caractérisé trois terrains particuliers entre les deux formations d'eau douce, savoir : les marnes marines supérieures du gypse, les sables et grès sans coquilles, et les sables et grès coquilliers supérieurs. Or, je crois qu'en considérant ces terrains d'une manière générale, on peut y voir une grande formation qui constitue la seconde époque marine du bassin de Paris. En effet, les sables et les grès sans coquilles sont placés entre deux formations dont les systèmes de fossiles sont à-peu-près semblables. La supérieure est de même nature que le terrain sans coquilles qui ne se distingue ici que par un caractère négatif; la formation inférieure n'en est pas aussi différente qu'elle le paraît au premier aperçu, puisqu'on sait qu'un même système peut être de nature calcaire ou de nature quartzreuse selon les lieux; et c'est ce qui a effectivement lieu pour celle-ci, puisqu'à Etampes les grès et sables sans coquilles reposent immédiatement sur un dépôt sableux qui recèle beaucoup de coquilles, où l'on distingue une grande quantité de pétoncles, de cythérées, etc.; c'est-à-dire les mêmes fossiles que dans le sable, qui ailleurs recouvre le grès sans coquille. Enfin, l'absence des corps organisés dans cette dernière masse n'est que la répétition d'un fait qui s'observe dans un grand nombre de circonstances, c'est-à-dire que les mollusques diminuaient et même disparaissaient souvent tout-à-fait dans les li- quides qui déposaient des matières siliceuses (1).

(1) Nous adoptons entièrement cette opinion de l'auteur,

Ce second terrain marin, limité de cette manière, n'est pas aussi concentré que le premier terrain d'eau douce. Il commence à se manifester beaucoup plus tôt vers le nord; mais il ne présente en général, sur la rive droite de la Seine, que des lambeaux peu épais: il devient beaucoup plus puissant au sud de cette rivière; c'est lui qui constitue ces escarpemens, ces caps, ces îlots qui forment les traits caractéristiques de la contrée qui s'étend vers Fontainebleau, Versailles, Epernon, etc.; c'est probablement la facilité avec laquelle ce terrain sableux peut être attaqué par les eaux, qui a déterminé cette disposition physique, due, à ce qu'il paraît, à l'enlèvement du massif sableux qui s'étendait de ces escarpemens aux lambeaux de la rive droite.

Je ne sache pas qu'on ait encore observé ce terrain sableux à plus de 200 mètres au-dessus de la mer; du reste, il suit la règle générale d'abaissement vers le sud, et s'enfonce sous le second terrain d'eau douce, et disparaît totalement au midi d'une ligne tirée de Chartres à Nemours.

4°. La seconde formation d'eau douce.

Le second terrain d'eau douce auquel, d'après ce que j'ai dit ci-dessus, j'associe les meulières sans coquilles, forme le quatrième étage; il recouvre presque tout le bassin de Paris; mais dans toute la partie où se trouvent les formations inférieures, il est souvent interrompu et n'est pas assez puissant pour caractériser la contrée; il prend plus d'épaisseur à mesure qu'on s'avance sur la rive gauche de la Seine, et une

sur la puissance de cette seconde formation marine. (*Note du Rédacteur.*)

fois qu'on dépasse la ligne de Chartres à Nemours, où l'on vient de voir que finit le grès sans coquilles, il reste seul de toutes les autres formations parisiennes, et repose directement sur la craie, ainsi qu'on le remarque sur les bords du bassin; car dans l'intérieur le dépôt de calcaire d'eau douce est si puissant qu'il ne laisse apercevoir aucun autre terrain. C'est là, sans contredit, le dépôt de cette nature le plus considérable qui ait encore été décrit; il est aussi digne d'attention par la solidité des pierres qu'il fournit, par la variété des silex qu'il renferme, et par la quantité de coquilles d'eau douce et terrestres qu'il décèle.

La partie de ce terrain qui avoisine la Loire, et en général tout ce qui est au sud de Montargis, Neuville, etc., est recouvert par un dépôt sableux qu'on pourrait jusqu'à un certain point considérer comme un cinquième et dernier étage qui vient se confondre avec les sables qui recouvrent la partie septentrionale de la Sologne. Ces sables sont en général composés de grains assez gros de quartz hyalin blanc, et accompagnés de fragmens arrondis de ce même quartz; on y voit aussi à la surface, du moins dans le voisinage de la Loire, des cailloux roulés de silex blonds. Je reviendrai sur ce dépôt sableux, dont je ne hasarderai cependant pas de déterminer positivement l'époque géologique; je me bornerai à faire connaître les diverses opinions qu'on peut avoir à son égard, lorsque j'aurai exposé dans la suite de ce mémoire quelques faits qui pourront servir au développement de ces idées.

On voit, d'après ce qui précède, que les for-

Dépôt sableux au-dessus du calcaire d'eau douce.

La disposi-

tion géographique de ces terrains divise le bassin en régions physiques. mations principales du bassin de Paris, malgré leur superposition successive, ont une véritable disposition géographique, ce qui divise jusqu'à un certain point la contrée en régions physiques, qui se distinguent par leur aspect et par leurs productions agricoles.

Pays au nord de la Marne et de la Seine.

On a pu remarquer d'abord que le calcaire à cérètes domine dans la partie du bassin qui est au nord de la Marne et de la Seine, et dans une large bande au sud de cette rivière entre Versailles et Houdan. Or, si l'on considère ce pays sous le rapport physique et agricole, on observera que c'est un sol inégal, sillonné par beaucoup de vallées et de vallons, d'une nature assez sèche, où la culture est très-variée et se distingue par la production de beaucoup de vins.

Brie.

Le pays entre la Marne et la Seine, qu'on connaît sous le nom vulgaire de *Brie*, est au contraire humide et couvert d'étangs, ce qui est dû aux argiles qui accompagnent le calcaire siliceux et les meulrières dont le sol est recouvert presque par-tout.

Le terrain sableux de la seconde époque marine n'a pas, comme terrain dominant, une étendue géographique assez considérable pour constituer une région physique; mais tous les plateaux où il est à découvert présentent de vastes forêts.

Beauce.

La *Beauce*, ou le grand plateau de calcaire d'eau douce entre la Seine et la Loire, est remarquable par son uniformité et sa culture presque exclusivement en grains céréales.

Gâtinais.

Le dépôt sableux qui recouvre le calcaire d'eau douce, constitue au sud-est de la Beauce une région particulière qui correspond au pays

nommé vulgairement *Gâtinais*, contrée basse, humide, peu fertile, et généralement couverte de forêts.

Ce même dépôt sableux, mélangé avec le limon d'attérissement de la Loire, détermine le long de ce fleuve, depuis Orléans jusqu'à Blois, l'existence d'un *vignoble* si considérable, qu'on peut le regarder comme une petite région physique qui sépare la Beauce de la Sologne.

Ce qui vient d'être dit sur la constitution physique et géologique de la partie du bassin située au sud de la Seine, suffit déjà pour faire pressentir celle des limites dans ces contrées. Je me bornerai donc à les indiquer d'une manière rapide.

Forme des limites au sud de la Seine.

On a vu dans l'ouvrage de MM. Cuvier et Brongniart, que ces limites se détachaient encore assez nettement de Mantes à Epernon; il en est de même jusqu'au-delà du Gué-de-Longroi, à l'est de Chartres, où la rive droite de la Voise présente un coteau très-prononcé qui constitue la bordure des formations parisiennes, vis-à-vis la plaine crayeuse des environs de Chartres. Cette plaine, de même que celles au nord de la Seine, est d'abord basse et unie, et tend à se relever vers les collines du Perche.

Les limites se dirigent ensuite vers le sud-ouest, passant près de Bonneval, suivent, à une certaine distance, les bords du Loir jusque vis-à-vis de Vendôme, d'où elles se replient sur Blois. Mais il n'y a plus ici de véritable démarcation physique; le sol du terrain parisien y est presque au même niveau que la plaine de craie, circonstance qui vient de ce que toutes

les formations inférieures ont cessé ainsi qu'on l'a vu ci-dessus.

Il devient ensuite très-difficile d'assigner les véritables limites du terrain parisien au sud de la Loire, parce qu'il s'y perd sous le dépôt sableux d'origine indéterminée que j'ai indiqué ci-dessus. Cependant quelques affleuremens et le travail artificiel des carrières, manifestent le calcaire d'eau douce tout le long de la rive gauche de la Loire, depuis Blois jusqu'à Cosne; mais avec cette différence que la craie qui était cachée dans la partie septentrionale de la Sologne, par le sable, se relève au-dessus de Gien, et forme sur les deux rives de la Loire des coteaux assez prononcés, qui encaissent la petite pointe que le terrain de calcaire d'eau douce fait le long de ce fleuve, depuis Gien jusqu'à Cosne; de sorte que le terrain parisien qui domine pendant si long-temps la formation de la craie, qui ensuite se confond avec elle sous un même niveau, vient enfin se terminer dans une vallée plus basse que les collines de craie qui l'entourent.

Si nous reprenons, à partir de cette extrémité sud-est, la suite des limites du bassin de Paris, nous verrons qu'elles ne se détachent pas beaucoup mieux le long du canal de Briare que dans le voisinage du Loir, mais qu'elles se relèvent ensuite au nord de Montargis, et sur-tout aux environs de Nemours, où reparaissent les grès sans coquilles.

Telle est l'étendue du bassin de Paris considéré en masse; car les diverses formations qui le composent prolongent des ramifications plus ou moins étendues au-delà des limites que je viens d'indiquer. Le terrain d'eau douce, sur-

Les terrains d'eau douce, la seconde formation marine et l'argile plasti-

tout, s'étend à des distances considérables; j'ai déjà eu occasion de faire voir qu'il remontait le long des bords de la Loire et de l'Allier et sur les plateaux du Berry (1). On sait même qu'il forme un nouveau bassin très-étendu dans la Limagne d'Auvergne. On le retrouve, mais en plus petite quantité, du côté de Tours et du Mans.

La seconde formation marine forme aussi des lambeaux isolés au-delà des limites du bassin; du moins je crois pouvoir rapporter à cette formation les dépôts de grès blancs qu'on trouve dans les prairies de Picardie et jusque dans les départemens du Nord et de Jemmappe, de même que ceux qui existent dans les pays de craie entre la Seine et le Loing.

L'argile plastique, sous la forme de terres noires pyriteuses, se trouve également par lambeaux détachés sur le terrain de craie au nord de la Seine; et il paraît qu'il y a d'autres dépôts argileux très-éloignés du bassin de Paris, et qui, quoique placés sur des terrains plus anciens que la craie, pourraient bien appartenir à cette formation.

Le calcaire à cérîtes proprement dit paraît, au contraire, circonscrit dans les limites du bassin de Paris; et c'est là une circonstance très-remarquable dans l'histoire de cette formation; du moins je ne l'ai pas encore observé ailleurs, quoique je me sois attaché à vérifier les points où les ressemblances minéralogiques avaient fait annoncer l'existence de ce terrain, et où j'ai reconnu les formations calcaires plus anciennes que la craie proprement dite, qui prenaient la

que s'étendent hors des limites du bassin.

Le calcaire à cérîtes, au contraire, y est circonscrit.

(1) *Journal des Mines*, tome XXXII, page 43.

texture grossière et la couleur jaunâtre de la pierre à bâtir de Paris (1).

Je terminerai ce mémoire par quelques détails sur la formation de la craie, quoique, après la belle description que renferme la minéralogie géographique des environs de Paris, il ne reste plus rien à dire sur la craie ordinaire; mais les assises inférieures de cette grande formation étant en contact avec la partie méridionale du bassin de Paris, je crois qu'il ne sera pas déplacé de faire connaître ici ces modifications.

Parties inférieures de la formation de la craie.

Des couches plus ou moins différentes de la véritable craie, par leurs caractères minéralogiques, par leur nature chimique et même par des fossiles particuliers, séparent ce terrain de l'ancien calcaire horizontal, mais se rattachent

(1) Tel est le cas de tous les calcaires qui existent au-delà de la ceinture de craie qui entoure le bassin de Paris, soit du côté de Caen, de Tours, de Bourges, ou bien en Bourgogne et en Lorraine.

C'est également à tort qu'en 1808 (*Journal des Mines, tome XXIV, page 154*), j'avais considéré le calcaire de Maëstricht comme plus nouveau que la craie proprement dite; c'est, au contraire, la modification d'ancienne craie, dont je vais parler sous le nom de *tuffeau*. A la vérité, ce tuffeau, ou craie grossière, est superposé à une craie à grain fin, ainsi que je l'avais annoncé; mais cette dernière craie ne doit pas être considérée comme la véritable craie, et sa nature marneuse, ses alternatives avec des bancs d'argile, concourent, avec sa position, pour indiquer qu'on doit la rapporter à ce terrain argileux, dont je vais parler comme terminant la formation de la craie.

On a aussi cité, comme calcaire à cérîtes, des échantillons que M. de Maulny avait recueillis dans les environs du Mans; mais ces échantillons ont tous les caractères du calcaire d'eau douce, et les coquilles qu'ils recèlent sont des potamides. Ils n'ont été trouvés qu'en fragmens isolés sur le sol auprès du petit lambeau de terrain à lymnées, planorbes, etc., qui existe à peu de distance du Mans.

à la craie proprement dite par des nuances insensibles. On peut distinguer dans cette série de passages les quatre modifications suivantes: 1°. la craie à silex pâles; 2°. le *tuffeau* ou craie grossière souvent chloritée; 3°. les sables et les grès de la craie qui sont presque toujours mélangés de calcaire; 4°. l'argile grisâtre, ordinairement marneuse, rarement plastique, et d'autres fois chloritée. Les passages et les alternatives de ces diverses modifications l'une dans l'autre, ne permettent pas de déterminer leur ordre de superposition d'une manière bien constante. On peut cependant remarquer que généralement la craie à silex pâles est la plus nouvelle, et qu'elle précède la craie ordinaire à silex foncés, dont quelquefois elle ne se distingue pas sensiblement; qu'au contraire, le terrain argileux est le premier terme de la formation, et qu'il y a même une partie de ce terrain qui appartient plutôt à l'ancien calcaire horizontal qu'à l'ancienne craie.

Leurs divisions en quatre systèmes ou modifications principales.

Les fossiles sont très-abondans dans ces divers systèmes: les uns, tels que les oursins, sont les mêmes que ceux de la craie ordinaire; d'autres, comme les ammonites, sont semblables à ceux du calcaire alpin; il en est, comme les bélemnites, les ténébratules, etc., qui leur sont communs avec la craie et le calcaire alpin; ceux qu'on peut citer comme caractéristiques, tant par leur abondance dans ces systèmes que par leur rareté, peut-être même leur absence totale des autres terrains, sont la gryphée orbiculaire et une grande coquille rapportée au genre spondyle.

Leurs fossiles.

L'immense bassin crayeux qui s'avance comme un golfe dans le nord-ouest de la France, présente ces diverses modifications d'ancienne craie

Pays dont elles forment le sol.

dans tout son contour, excepté du côté de la Manche, où la craie proprement dite s'étend jusqu'au bord de la mer. Par-tout ailleurs on peut en général reconnaître les quatre systèmes que je viens d'indiquer, mais avec cette différence que souvent un ou deux systèmes prenant un développement considérable, masquent les autres qui n'existent qu'en rudiment, et déterminent seuls le caractère de la contrée. C'est ainsi qu'on trouve dans le domaine de cette formation, des pays calcaires, sablonneux et argileux. Il y a aussi cette différence générale que ce terrain ne forme, du côté de l'est, depuis l'Oise jusqu'à l'Yonne, qu'une bande étroite, tandis qu'au sud, et sur-tout au sud-ouest, il occupe un espace considérable. Cette circonstance paraît venir de ce que les couches, malgré leur apparence horizontale, ont dans la partie orientale une inclinaison déterminée par la rapidité avec laquelle s'élève le terrain sur lequel elles s'appuient : d'où il suit qu'un même système ne peut paraître long-temps au jour. Au contraire, dans le sud-ouest où le sol est plus bas, les couches étant plus parfaitement horizontales, se manifestent sur une plus grande étendue.

Le dépôt de terrain parisien n'est pas exactement placé au milieu du grand bassin crayeux, car sa partie méridionale repose sur l'ancienne craie; mais il est très-difficile de dire où cesse la craie ordinaire, attendu que le passage de ce terrain à la craie à silex pâles, se fait d'une manière si insensible qu'on ne peut pas déterminer positivement où il a lieu. Je crois cependant qu'on peut admettre que dans la partie occidentale du bassin, les pays au sud-ouest de Chartres, Courville, Verneuil, etc., appartiennent à la

Plaines entre Chartres et la Loire.

craie à silex pâles, qui forme ensuite la ceinture du terrain parisien jusqu'au-delà de la Loire.

Cette craie diffère très-peu de celle à silex foncés, et renferme quelquefois des bancs subordonnés qui n'en diffèrent pas du tout; elle est en général d'un grain moins fin, d'une cohésion plus faible, et contient une plus grande quantité de sable, quelquefois de l'argile et même de la chlorite dans les assises inférieures; elle est souvent très-avantageuse pour être employée à l'amendement des terres. Les silex y sont généralement plus abondans que dans la craie ordinaire; il y a même des endroits où leur masse surpasse celle de la matière crayeuse; leur couleur est communément le blond ou brun jaunâtre, quelquefois le gris de cendre, rarement le noirâtre. Ils perdent de temps en temps leurs caractères minéralogiques, passent par des nuances insensibles au jaspe, au grès calcari-fère et à des brèches ou poudingues, qui, malgré leur apparence clastoïde, manifestent clairement une origine analogue à celle des autres rognons siliceux.

Les passages et les alternatives de la craie à silex pâles avec la craie grossière et les sables de la craie, rendent aussi très-difficile de tracer une limite entre ces terrains. Mais la prédominance que prennent les couches sableuses à l'ouest de la bande de craie à silex pâles que je viens d'indiquer, y détermine l'existence d'une contrée sableuse qu'on peut considérer comme divisée en deux petites régions par une pointe en forme de cap que fait l'ancien calcaire aux environs de la Ferté-Bernard (Sarthe). L'une de ces régions, connue sous le nom vulgaire de *Perche*, est un pays de bocage, sillonné par de

Craie à silex pâles.

Perche

et plateaux nombreux vallons, qui s'étend des environs de d'entre la Sarthe et le Loir. l'Aigle (Orne), vers Montdoubleau (Indre-et-Loire); l'autre comprend les plateaux arides d'entre la Sarthe et le Loir, et s'étend un peu au nord de la première de ces rivières.

Sable et grès de la craie.

Ces sables pourraient être pris au premier aperçu pour un terrain d'alluvion, d'autant plus que, par suite de leur défaut d'adhérence, les parties supérieures ont été remaniées par les eaux et souvent mêlées avec des cailloux roulés; mais lorsqu'on étudie ces contrées avec plus de soin, on est bientôt convaincu qu'ils appartiennent à la formation de l'ancienne craie; on remarque en effet que la craie devient plus grossière et contient plus de sable à mesure qu'elle s'enfoncé, et qu'alors ses rognons siliceux passent souvent à l'état de grès calcarifères. On voit ensuite que cette craie sableuse alterne avec des couches régulières de sable et de grès que recèlent les fossiles caractéristiques de l'ancienne craie, et on reconnaît distinctement dans plusieurs endroits que la masse principale du terrain sableux plonge sous celle de craie.

Ces sables et ces grès contiennent ordinairement du calcaire dans leur composition, et quelquefois de la chlorite; mais il y en a aussi de tout-à-fait purs: la plupart sont à grains fins et uniformes, d'autres à gros grains inégaux; leur couleur est ordinairement jaunâtre, quelquefois blanchâtre, rarement bleue, rougeâtre, ferrugineuse. Cette dernière couleur appartient principalement à des bancs de grès passant au poudingue, nommés *roussard* dans le pays, et qui se trouvent enfouis au milieu des sables. On ne trouve point en général de corps organisés dans les couches purement quartzesuses,

mais elles sont souvent très-abondantes dans celles qui contiennent du calcaire; les plus communes sont la gryphée orbiculaire, et quelques espèces d'huîtres. Les ammonites commencent à paraître, ou, pour parler plus exactement, ce terrain semble être le dernier terme de l'existence de ces animaux; mais il est probable qu'on reconnaitra, quand on aura mieux étudié les espèces de ce genre, que les ammonites de cette époque sont différentes de celles du calcaire alpin; on y trouve aussi des restes de poissons et des empreintes de végétaux (1).

Au midi de cette contrée sableuse on trouve la *Touraine*, région qui s'étend jusqu'aux pays d'ancien calcaire horizontal, qu'on rencontre au sud de Chatellerault et de Châtillon-sur-Indre, et dont la base du sol est formée de craie grossière. Cette substance, que l'on connaît dans nos départemens de l'Ouest sous le nom de *tuffeau*, est quelquefois tendre et friable; d'autres fois elle est assez dure pour former de belles pierres de taille; sa couleur la plus ordinaire est le blanc jaunâtre, prenant très-souvent une teinte de verdâtre, produite par la présence de la chlorite; les silix y sont presque

Touraine.

Tuffeau, ou craie grossière.

(1) Cette dernière observation est due au zèle de M. de Maulny, naturaliste du Mans.

Je dois remarquer, avant de quitter cette contrée, que je ne prétends pas que tous les sables qui recouvrent les plateaux d'entre la Sarthe et le Loir, soient exclusivement de la formation de la craie; car la présence des bancs minces de meulière disséminés sur quelques-uns de ces plateaux, jointe à l'existence d'un petit dépôt de calcaire d'eau douce près du Mans, rend très-probable l'opinion qu'il existe quelques dépôts superficiels de sable d'eau douce; mais je n'ai point été à même de constater ce fait d'une manière positive.

toujours blonds, passant souvent à la variété cornée, quelquefois au jaspe et au grès calcaire. Les fossiles y sont fort abondans et extrêmement variés; on y distingue sur-tout la gryphée orbiculaire. La puissance que prennent ordinairement les couches de tuffeau, la facilité de leur exploitation, le double avantage qu'on en retire pour la bâtisse et l'amendement des terres, y ont déterminé le creusement d'immenses carrières quelquefois habitées par de modernes troglodytes. Ces carrières font un des caractères particuliers de ce terrain, qu'on retrouve dans les tuffeaux de la Meuse-Inférieure, aussi bien que dans ceux des bords de la Loire.

Le tuffeau de Touraine est recouvert par une couche épaisse de sable, rempli de silex blonds, et quelquefois mélangé d'argile, qui n'est que de la craie sableuse lavée par les eaux; et c'est à ces deux systèmes qu'est dû le contraste que présente la situation agricole de cette contrée. Lorsque le sol est assez entamé pour mettre la couche du tuffeau au jour, il devient d'une fertilité admirable, et justifie bien l'épithète de jardin de la France qu'on lui a donnée. Mais les plateaux recouverts de sable et de silex sont absolument arides, et ne présentent que de vastes landes (1).

(1) Le *salun* qui se trouve sur quelques-uns de ces plateaux, et contribue, comme on sait, à les fertiliser, est un dépôt particulier beaucoup plus moderne que le tuffeau. Les coquilles qui le composent, dont M. de Tristan, naturaliste instruit, prépare une description, ont beaucoup de rapports avec celles du calcaire à cérites de Paris. Mais le *salun* de Touraine diffère de cette dernière formation, en ce qu'il ne passe point à l'état pierreuse, et ne présente, comme l'avait déjà observé Réaumur, que des débris de coquilles plus ou moins brisées.

On trouve encore, sur le sol de cette contrée, des lambeaux

On sait que la *Sologne* est une région basse, marécageuse, peu fertile et de nature sableuse, située au sud de la Loire et à l'est de la Touraine; sa partie méridionale appartient encore très-clairement à la formation de la craie; on y reconnaît aisément les mêmes sables mélangés de silex non roulés, qu'en Touraine. Il y a seulement cette différence que le sol y est moins entamé, que par conséquent le tuffeau paraît plus rarement à découvert, et qu'enfin ce tuffeau moins bien caractérisé, se rapproche davantage de la craie marneuse.

Mais la partie de cette contrée qui est au nord de la Sologne, est recouverte d'un dépôt sableux dont l'origine n'est pas aussi facile à déterminer. Ce sable est le même que celui dont j'ai parlé ci-dessus, comme recouvrant le calcaire d'eau douce du Gâtinais, c'est-à-dire qu'il est formé de grains ordinairement arrondis ou globuleux, de quartz blanc, souvent très-gros, quelquefois très-fins; il est accompagné de quelques fragmens de quartz hyalin, communément blanc, rarement grisâtre, et de silex brun jaunâtre, les uns et les autres plus ou moins arrondis, et qui paraissent ne se trouver que dans les parties superficielles.

On a souvent attribué l'origine de ces sables à des alluvions; mais dans cette hypothèse, on devrait y retrouver les débris des diverses roches qui composent les terrains des contrées voisines, ainsi que cela a lieu dans le véritable attérissement de la Loire, où l'on reconnaît très-bien, jusque dans le sable le plus fin, le mica et le

plus ou moins étendus de terrain d'eau douce, soit à l'état de calcaire coquillier, soit à celui de calcaire siliceux.

Sologne.

Sable particulier et d'origine indéterminée, qui recouvre la Sologne septentrionale, le Gâtinais, etc.

felspath des granites d'Auvergne. Il n'existe nulle part un pays assez exclusivement quartzeux pour que la destruction de ses roches ait pu donner naissance aux sables qui nous occupent; et la supposition d'un tel pays entièrement détruit ou caché, est bien plus contraire à ce que nous connaissons de la nature, que l'opinion qui admettrait que ces sables ont été formés tels qu'ils sont, de même que les divers terrains sableux, dont la formation locale est bien démontrée actuellement, tant par les alternatives avec d'autres roches, que par les fossiles qu'ils renferment.

La première idée qui se présente dans cette hypothèse, c'est de considérer les sables de la Sologne septentrionale comme appartenant à la formation de l'ancienne craie, ainsi que ceux de la partie méridionale de cette même région, de la Touraine, du Perche, etc. L'existence, dans ces derniers, de couches à gros grains, semblables au sable d'entre la Loire et la Saudre, vient encore appuyer cette opinion. Mais, d'un autre côté, la présence de ces sables sur le calcaire d'eau douce des bords de la Loire et du Gâtinais, celle de petits lambeaux de sables analogues, sur le même calcaire, dans d'autres lieux plus rapprochés de Paris, comme à Etampes, à Rambouillet, etc.; enfin, certains rapports qu'ils présentent avec la formation des meulières, pourraient donner l'idée qu'ils sont un dernier terme de la seconde formation d'eau douce du bassin de Paris, ainsi que MM. Cuvier et Brongnart l'ont déjà pensé des sables qui se trouvent sur le sommet des collines de Longjumeau (1).

(1) Minéral. géog. des environs de Paris, page 55.

J'avoue que je ne pourrais pas encore décider pour l'une de ces deux opinions plutôt que pour l'autre, et que si je n'ai pas compris les pays entre la Loire et la Saudre dans le bassin de Paris, je m'y suis déterminé, au défaut de raisons géologiques, par la simple considération de géographie physique, de ne pas démembrer une région aussi naturelle que la Sologne. Il est bon cependant de remarquer à cet égard que, dans l'hypothèse que tous les sables de cette contrée appartiennent à l'ancienne craie, on peut très-bien concevoir leur extension sur le terrain d'eau douce; car ce dépôt de matières meubles situées précisément au débouché des grands cours d'eau qui descendent des montagnes d'Auvergne, aura dû être plus remanié par les eaux que ceux qui se trouvent dans des circonstances différentes; et quelques grandes catastrophes, telles, par exemple, que celle qui a enfoui les animaux des terrains meubles, peut avoir suffi pour rejeter une partie de ces sables sur la bordure peu élevée du pays de calcaire d'eau douce où on les observe actuellement. C'est aussi à des causes de ce genre qu'il faut attribuer la présence des cailloux roulés qui se trouvent plus ou moins superficiellement dans ces sables.

La ceinture crayeuse du bassin de Paris est, pour ainsi dire, interrompue à l'est de la Sologne par la pointe que le calcaire d'eau douce fait le long de la Loire jusqu'à Cosne, où il se rapproche de l'ancien calcaire horizontal. Mais elle se retrouve au-delà de cette pointe où ces derniers systèmes de la formation déterminent une petite région physique couverte d'arbres, de haies, de prairies, qu'on

Puysaie.

connaît sous le nom vulgaire de *Puysaie*, et qui s'étend de la vallée de la Loire à celle de l'Yonne, en embrassant la plus grande partie du pays compris entre Cosne, Montargis et Auxerre.

Le sol de cette contrée, moins uni que celui de la Sologne, montre plus souvent à découvert les divers systèmes de l'ancienne craie, tels que la craie à silex pâles, le sable et sur-tout l'argile qui est le plus abondant, et celui qui forme le caractère de la région. Dans la série de ces dépôts, il y en a un très-remarquable par son utilité économique; c'est l'ocre de Pourrain, qui repose au milieu de couches irrégulières et plus ou moins mélangées de sable, d'argile, de marne et même de calcaire, dans lesquelles on voit d'une manière bien prononcée la série de nuances insensibles qui unit minéralogiquement les substances quartzesuses qu'on désigne par les noms de silex, jaspes et grès.

Les couches argileuses et sablonneuses de la Puysaie cessent à peu près dans la direction de Chaillon-sur-Loing à Joigny; il ne demeure plus alors que la craie à silex pâles, qui, au nord de Montargis et de Joigny, tend à se rapprocher de la craie proprement dite, qui se retrouve très-bien caractérisée dans les plaines de Champagne au nord de l'Yonne.

L'espace occupé par l'ancienne craie se resserre ensuite considérablement, et ne forme plus, ainsi que je l'ai déjà indiqué, qu'une bande étroite qui règne tout le long de la Champagne, depuis l'Yonne jusqu'à l'Oise. Cette bande, déjà décrite par M. Desmarest, est remarquable par sa constance pendant une aussi grande étendue,

Argile de l'ancienne craie qui borde la Champagne.

et l'uniformité avec laquelle elle se présente sous la forme d'une vallée de nature argileuse, bordée d'un côté par les plateaux de craie, et de l'autre par ceux d'ancien calcaire horizontal; car il est à remarquer que le terrain de Champagne, qui ne formait qu'une plaine basse lorsqu'il s'échappait de dessous les collines parisiennes, s'élève successivement, atteint une hauteur qui paraît au moins égale à celle de ces collines, et se termine à la bordure orientale de la région par une espèce d'escarpement qui met à découvert l'argile marneuse inférieure à la craie; mais cette argile est elle-même superposée à l'ancien calcaire horizontal, qui, s'élevant bientôt à un niveau supérieur à celui des plateaux de craie, ne permet pas au terrain argileux de s'étendre. Il paraît aussi que la propriété qu'a ce terrain de se laisser facilement délayer par l'eau, a puissamment contribué à l'enfoncement qu'il présente actuellement, d'autant plus que dans les lieux où cette espèce de vallée est coupée plus ou moins transversalement par le cours d'une rivière, elle présente de grands renflemens, dont le sol argileux est mélangé d'une grande quantité de petits cailloux roulés, de nature calcaire. Il y a entre autres un de ces renflemens placé à la traverse de la Marne et de ses affluens, qu'on connaît sous le nom de *perthois*, et qui est remarquable par sa grande fertilité.

Quoique le terrain argileux forme le caractère principal de cette bordure de la Champagne, les autres systèmes de l'ancienne craie n'y sont pas absolument étrangers; on y trouve même du tuffeau chlorité, notamment à Autry,

département des Ardennes; mais on n'y voit presque pas de silex, et c'est un fait assez remarquable que l'ancienne craie de Champagne se distingue de celle des autres parties du bassin, par le même caractère qui est particulier à la véritable craie de cette région.

Au nord de la Champagne, les limites du terrain crayeux s'éloignent trop du bassin de Paris pour en parler dans ce mémoire; mais il y a très-près de ce bassin, et même à peu de distance de Paris, une très-petite région où l'on voit paraître, non-seulement l'ancienne craie, mais encore la formation ou du moins le dernier membre des formations de calcaire plus ancien que la craie. Ce canton, qu'on appelle vulgairement *pays de Bray*, est placé aux confins des départemens de l'Oise, de la Seine-Inférieure et de l'Eure. Il ressemble à une île qu'on pourrait considérer comme le sommet d'une montagne ensevelie par le grand dépôt crayeux.

On remarque d'abord que les parties de ce dépôt qui avoisinent le pays de Bray, prennent les caractères de l'ancienne craie; on y voit, notamment entre Argueil et Saint-Sausom (Seine-Inférieure), de cette substance qui est pénétrée d'une grande quantité de grains de chlorite d'un vert noirâtre, et une autre modification d'une texture grossière, qui passe à l'état de marne sableuse, et renferme, au lieu de véritables silex, des rognons de grès calcarifères grisâtres. Il paraît ensuite que les sables et l'argile marneuse qui forment le caractère particulier de la contrée, sortent de dessous cette craie grossière; je dis seulement qu'il paraît, parce que la nature meuble de ces dépôts, et les travaux

de l'agriculture, cachent les superpositions, et que, d'un autre côté, le voisinage des sables et de l'argile plastique du calcaire à cérites de Paris, permettrait de supposer que ce terrain se serait étendu jusque dans le pays de Bray. Mais la présence du calcaire qui se trouve dans la partie centrale, entre autres à Ménerval, Cuy-Saint-Fiacre, etc., ne doit pas laisser de doute qu'au moins la plus grande partie des argiles de ce canton n'appartienne à la formation intermédiaire entre la craie et le calcaire horizontal.

Ce calcaire, ordinairement blanc jaunâtre, ou gris jaunâtre, est remarquable par sa dureté, l'abondance des parties spathiques qu'il renferme, et sur-tout par la grande quantité de petites huîtres qui entrent dans sa composition, quoiqu'il y ait cependant quelques bancs absolument compactes et sans corps organisés. On ne peut pas très-bien juger de la position de sa masse principale par rapport à celle de l'argile; mais on voit clairement qu'il y a des couches de ces deux terrains en alternatives l'une avec l'autre.

Ces traits suffisent pour reconnaître dans ce calcaire une petite formation, extrêmement remarquable par la constance avec laquelle elle présente les mêmes caractères minéralogiques et géologiques dans des contrées très-éloignées, comme le Berry, la Lorraine, le Boulonais (1),

(1) La majeure partie du *Boulonais* est formée des mêmes terrains que le pays de Bray; ce n'est que dans la portion septentrionale qu'on voit sortir successivement de dessous ces terrains l'ancien calcaire horizontal grossier, ensuite les marbres de marquise, que je regarde comme appartenant à

Calcaire
d'une espèce
particulière
subordonné
dans l'argile.

Pays de

Bray.

les côtes du Calvados, etc. Par-tout ce calcaire se distingue par sa ténacité, par ses parties spathiques ou par une texture qui, sans être spathique, est très-voisine de l'état cristallin, par l'abondance et la variété de ses fossiles, qui présentent, outre les huîtres du pays de Bray, d'autres espèces d'une taille considérable de la famille des ostracées et de celle des byssières, des trigonies, une grande quantité de zoophytes, sur-tout de madrépores, etc. Par-tout enfin ce calcaire est dans le voisinage, ou accompagné des argiles inférieures à la craie; mais nulle part on ne voit mieux sa position géologique que dans l'escarpement dit les *Vaches noires*, qui borde la côte entre Honfleur et Dives (Calvados). Il y forme quelques bancs plus ou moins puissans, placés au milieu de deux systèmes d'argiles marneuses grises. Le système supérieur contient souvent de la chlorite en grains vert-noirâtres, et passe à la craie chloritée qui lui est immédiatement superposée. L'argile inférieure est caractérisée par de grandes et larges gryphées (*gryphea latissima*), et repose sur le calcaire à oolites, feuilleté dans ses parties supérieures, qui se prolonge du côté de Caen.

l'ancien calcaire alpin, ou *zechstein* des Allemands, et enfin le terrain houiller. Ce dernier replonge bientôt sous la craie qui borde cette petite région par une chaîne de collines en forme de demi-cercle. Il est bon, en conséquence, de remarquer ici que j'avais eu tort, en 1808 (*Journal des Mines, tome XXIV, page 348*), de rapporter le calcaire du Boulonnais, que je n'avais pas vu par moi-même, à la formation de transition qui domine dans le nord-est de la France.

MÉMOIRE

Sur les surfaces d'équilibre des fluides imparfaits, tels que les Sables, les Terres, etc.; par M. le chevalier ALLENT, conseiller d'État, inspecteur-général des Gardes nationales de France, ancien officier supérieur du génie militaire;

Approuvé par la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut, dans sa séance du 30 octobre 1815.

EXTRAIT PAR L'AUTEUR.

CHAPITRE I^{er}. (1).

CHAPITRE II.

Des surfaces d'équilibre, ou de talus naturel des remblais.

§. I. Du cône de talus naturel.

1. Si l'on verse, sur un plan de niveau, un fluide imparfait, tel que du sable fin, de manière que la veine fluide soit un filet d'un petit diamètre, dont l'axe reste constamment dans la

(1) Dans le chapitre I^{er}. de ce Mémoire, nous avons exposé la théorie connue du talus naturel, dans le cas du plan. Nous

même verticale, le fluide versé formera un cône droit circulaire, que l'on peut toujours considérer comme tel dans la pratique, et qui sera d'autant plus régulier, que les grains de sable auront plus de fluidité.

Si l'on forme plusieurs cônes de cette espèce, avec des fluides différens; à même hauteur, ces cônes ne différeront entre eux que par le degré d'inclinaison de leur surface. Cette inclinaison sera constante dans les surfaces de tous les cônes formés avec le même fluide.

2. Si, dans ces mêmes expériences, la veine fluide, au lieu de rester constamment dans la même verticale, se meut suivant une loi quelconque; il se formera, au lieu du cône, un solide ou remblai plus ou moins régulier.

En variant convenablement les mouvemens de la veine fluide, on pourra former ainsi des remblais dont les surfaces variables à l'infini pourront avoir des sommets superficiels, linéaires ou ponctuels. Mais, dans le cas même où ces remblais auront, comme le cône, un seul point pour sommet, ils seront moins élevés, ou bien, à hauteur égale, ils auront plus de base, de surface et de volume; et les plans tangentiels à leur surface formeront, avec l'horizon, des angles qui pourront être plus grands en beaucoup de points, mais qui ne seront dans aucun plus petits que l'angle d'inclinaison de la surface conique.

y suppléerons, en indiquant, dans l'extrait des deux autres chapitres, les simplifications qu'éprouve, en ce cas particulier, la théorie générale des surfaces de talus naturel. Cet extrait, destiné sur-tout aux ingénieurs, ne contiendra que les choses qui peuvent leur paraître neuves et susceptibles d'application.

Dans le cône, les grains situés à la surface y seront, en tous ses points, dans un état d'équilibre tel que le frottement qui les y tient en-châssés balancera la gravité qui tend à les déplacer: la moindre force suffira pour les faire sortir de l'engrenage et rouler au pied du remblai: les grains additionnels qu'on voudrait superposer à la surface pour lui donner une inclinaison plus rapide, rouleront de même au pied du cône, et y commenceront une surface nouvelle, semblable à celle qu'elle enveloppera. Dans les remblais autres que le cône, les grains situés à la surface n'y seront en l'état d'équilibre, qu'aux points où le plan tangentiel aura la même inclinaison que la surface conique. En tout autre point de la surface, les grains seront dans un état de stabilité supérieure au simple équilibre, et d'autant plus grande que le plan tangentiel y sera plus incliné à l'horizon. Les grains additionnels qu'on y superposera, y resteront et formeront de nouvelles couches, jusqu'à ce que la surface y prenne la même inclinaison que celle du cône.

Le cône donné par l'expérience que nous avons décrite (1), est donc, parmi tous les solides qu'on peut former avec le même fluide, celui qui, avec un *minimum* de base, de surface et de volume, soutient à la plus grande hauteur possible un point culminant de remblai; et sa surface est tout à-la-fois une surface d'équilibre, de plus grande pente et d'inclinaison constante, terme et limite de toutes celles sous lesquelles le même fluide peut être dans un état de stabilité.

Sous ce point de vue, la surface conique est

pour les fluides imparfaits ce qu'est la surface du sphéroïde pour les liquides.

3. En généralisant ici des expressions connues dans la pratique, nous donnerons à l'inclinaison naturelle et constante que prennent les fluides imparfaits, dans les cônes formés avec un même fluide, les noms de *talus naturel* ou de *pente naturelle*, suivant que nous rapporterons cette inclinaison à l'axe du cône ou au cercle de base, au fil à plomb ou à l'horizon.

Un plan tangentiel à la surface conique, la touchera suivant une droite inclinée qui sera évidemment une ligne de plus grande pente; cette ligne pourra servir, en conséquence, à mesurer l'inclinaison de la surface, et suivant que nous rapporterons cette inclinaison au fil à plomb ou à l'horizon, nous appellerons cette droite, *ligne de talus naturel* ou de *pente naturelle*.

Cette ligne, l'axe du cône et le rayon correspondant de la base, formeront un triangle rectangle vertical. Dans ce triangle, l'inclinaison de l'hypothénuse sur la base donnera l'*angle de pente naturelle*. L'inclinaison de cette même ligne sur l'axe ou sur la hauteur du triangle, sera l'*angle de talus naturel*. Cette pente ou ce talus aura donc pour mesure le nombre de degrés ou la tangente de l'angle qui leur correspond. Il est évident que ces angles sont complémentaires; que la tangente de l'un est cotangente de l'autre; et que ces tangentes ne sont autre chose, dans le triangle, que le rapport direct ou inverse de la base à la hauteur.

Selon que nous emploierons le talus ou la pente, nous appellerons le triangle, sa base et

sa hauteur, la surface du cône et le cône lui-même, *profil, hauteur, base, surface et cône de talus naturel* ou de *pente naturelle*.

§. II. Des enveloppes de talus naturel.

4. Pour avoir *trois points culminans* de remblai, situés dans une même droite horizontale, il faut que ces points soient les sommets de trois cônes de talus naturel.

Si la distance des sommets est moindre que le diamètre du cercle de base, les cônes se pénétreront.

Mais dans cette pénétration réciproque, chacun des cônes extérieurs ne perd qu'un onglet, tandis que le cône intermédiaire en perd deux, et diminue de volume, seul autant que les deux autres ensemble.

Si on suppose qu'en une suite de remblais pareils, les trois points des sommets soient de plus en plus rapprochés, en ne cessant pas d'être dans la même droite horizontale, les trois cônes se pénétreront de plus en plus. Les cônes extérieurs, du côté interne, et le cône intermédiaire, des deux côtés, perdront des onglets de plus en plus considérables.

5. Si les trois points se touchent, il ne restera, du cône intermédiaire, qu'une tranche prismatique, comprise entre deux lignes opposées de talus naturel et le diamètre correspondant de la base. En considérant le triangle isocèle dont ces lignes sont le périmètre, comme formé de grains ou de points matériels et terminé au sommet par le point culminant du cône; il ne restera des deux autres cônes que des secteurs hémisphériques, et le solide du remblai sera

composé de ces secteurs et de la tranche prismatique.

6. Si maintenant, au lieu de ces trois points contigus, on suppose autant de points que l'on voudra, leur suite donnera pour sommet une droite horizontale. Tous les points de cette droite seront le sommet d'autant de *cônes de talus naturel*; mais tous ces cônes se pénétreront. Comme dans le cas précédent, il ne restera, des cônes extrêmes, que les secteurs hémisphériques, et de chacun des cônes intermédiaires, qu'une tranche prismatique. Mais la somme de ces tranches formera un prisme; le remblai sera composé de ce prisme et des deux secteurs hémisphériques; et la *surface de talus naturel* qui l'enveloppera, sera composée de deux plans terminés par deux moitiés de surfaces coniques.

7. Si la droite du sommet, au lieu d'être horizontale, est inclinée à l'horizon, la somme des tranches forme, au lieu d'un prisme, une pyramide triangulaire, couchée suivant une de ses faces sur le plan de base du remblai.

Si la droite est prolongée jusqu'au plan de base, la pyramide a son sommet dans ce plan; elle est coupée sur sa base par un plan vertical, et terminée par un demi-cône adossé à ce plan.

La pyramide est tronquée et terminée, des deux côtés, par des demi-cônes, lorsque la droite du sommet ne se prolonge pas jusqu'au plan de base.

8. Si le sommet du remblai est composé de deux droites qui se coupent, ces droites peuvent être situées toutes deux dans le même plan

vertical, dans le même plan horizontal, ou en deux plans différens.

Si les deux droites sont situées dans le même plan vertical, le remblai sera composé de deux pyramides opposées qui se couperont suivant un triangle vertical.

La tranche prismatique située dans ce triangle soutiendra le point angulaire du sommet. Les pyramides seront entières ou terminées par des demi-cônes, selon que les extrémités des droites inclinées ficheront ou non dans le plan de base (7).

Si les deux droites sont situées dans le même plan horizontal, elles seront soutenues par des prismes, et à leurs extrémités par des demi-cônes (6); mais le point angulaire dans lequel se coupent les lignes du sommet, sera soutenu, du côté convexe, par le secteur d'un cône de talus naturel, compris entre les deux prismes: tandis que du côté concave, ces prismes se pénétreront, se feront équilibre dans le plan vertical de leur commune section, et perdront chacun de leur volume un segment pyramidal.

Enfin, si les deux droites du sommet sont inclinées et situées en des plans verticaux différens, les pyramides remplaceront les prismes, mais comprendront entre elles du côté convexe un secteur conique, et se pénétreront du côté concave, suivant les mêmes lois. Ces pyramides seront d'ailleurs entières ou terminées par des demi-cônes, suivant que les droites se prolongeront ou non jusqu'au plan de base (7).

Ces trois cas renferment évidemment ceux des sommets composés d'un plus grand nombre de droites ou de polygones non fermés, dont les

côtés sont assez grands et les angles assez ouverts pour que les prismes ou les pyramides adjacens se pénètrent seuls.

Nous examinerons, dans l'article suivant, relatif aux polygones fermés, le cas où les côtés sont assez petits et les angles assez peu ouverts pour que les prismes ou pyramides opposés se pénètrent.

9. Considérons le cas où le sommet du remblai est un polygone fermé, et supposons, pour plus de simplicité, que le polygone est un carré dont les côtés sont situés dans un même plan horizontal.

A l'extérieur, les prismes de talus qui soutiendront ces côtés seront unis par quatre secteurs coniques de 100 degrés centésimaux.

Dans l'intérieur, ces prismes se pénétreront; mais cette pénétration sera différente suivant que le côté du carré culminant, comparé à la base d'une tranche prismatique, sera plus grand, égal ou plus petit.

Dans le premier cas, les prismes adjacens perdront seuls des onglets pyramidaux; ils comprendront entre eux un espace vide, égal à une pyramide tronquée, renversée et terminée d'un côté par le carré culminant du remblai, de l'autre, par un carré semblable situé dans le plan de base et compris entre les pieds des plans de talus intérieurs.

Dans le second cas, les prismes adjacens perdront seuls encore des onglets pyramidaux; mais le vide intérieur devient une pyramide entière, renversée, au sommet de laquelle concourent les quatre arêtes ou gouttières des plans de talus.

Enfin, dans le troisième cas, non-seulement les prismes adjacens, mais les prismes opposés, se pénètrent; les premiers perdent des onglets pyramidaux, et les seconds des onglets prismatiques. Le vide intérieur offre, comme dans le second cas, une pyramide entière et renversée; mais le sommet de cette pyramide n'est plus dans la base: il est situé au-dessus de cette base à une hauteur d'autant plus considérable, que le côté du carré culminant est plus petit par rapport à la base des tranches prismatiques.

Le cas du carré que nous avons choisi, comme plus simple et plus favorable à l'explication, renferme évidemment celui de tous les polygones fermés, horizontaux ou inclinés, qui peuvent former le sommet des remblais. En effet, à l'extérieur, l'angle des secteurs coniques; dans l'intérieur, la figure des onglets ou des segmens retranchés, et la figure du vide, varient comme les angles que les côtés des polygones font entre eux ou avec l'horizon: mais les lois sont absolument les mêmes, et n'offrent que des applications plus ou moins compliquées, des cas plus simples que nous venons de considérer (8 et 9). Nous retrouverons d'ailleurs ces applications, dans les limites mêmes de la grandeur ou de l'inclinaison des côtés dont les polygones peuvent être formés, en examinant les surfaces de talus naturel qui peuvent envelopper les remblais dont les sommets sont des courbes planes, ou à double courbure.

10. En effet, dans les remblais qui ont pour sommet une courbe quelconque, on peut considérer cette courbe comme formée d'une file de grains ou de points solides. Ces points consti-

tuent deux à deux les petits côtés d'un polygone qui ne diffère point de la courbe. Ces mêmes points trois à trois forment deux côtés qui comprennent entre eux l'angle de courbure. Chaque point fait donc côté avec chacun des deux points adjacens, et il est le sommet de l'angle que ces côtés interceptent.

Les points de cette courbe seront, dans le remblai, les sommets d'une suite de *cônes de talus naturel*, qui se couperont à l'extérieur, suivant des secteurs infiniment petits, et du côté intérieur, suivant des arêtes. Ces arêtes intérieures et ces secteurs externes seront les élémens de deux surfaces courbes, analogues dans leur formation aux enveloppes des remblais qui ont pour sommet des polygones.

11. Telle est la manière dont se forment *les solides et les surfaces de talus naturel*, quand le sommet du remblai est linéaire.

Considérons maintenant le cas où le sommet est superficiel.

Afin de rendre plus sensibles, dans ce cas, les pénétrations des *cônes de talus naturel*, supposons d'abord que le sommet du remblai est un élément superficiel, composé de points matériels, situés dans un plan horizontal, et groupés de manière que huit points forment trois à trois, autour du neuvième comme point central, les quatre côtés d'un petit carré.

Ces neuf points étant de niveau, seront les sommets de neuf *cônes de talus naturel*. Ces cônes se pénétreront, mais selon des lois différentes. Les quatre cônes qui soutiendront les points angulaires du carré, conserveront chacun un secteur de cent degrés centésimaux. Les

quatre cônes qui répondent aux points intermédiaires, ne conserveront chacun que la moitié de tranche prismatique comprise entre les secteurs des angles. Enfin le cône correspondant au point central, pénétré dans tous les sens par ceux de périmètre, ne conservera que la file des points solides situés dans son axe. Ce filet axillaire suffit en effet pour soutenir le point central, puisqu'il est contre-buté de tous côtés par les tranches prismatiques et les secteurs coniques qui l'enveloppent.

12. Cette formation sera la même, si le sommet est une portion d'un plan horizontal terminé par un polygone. Les secteurs coniques qui soutiendront les points angulaires, varieront seulement comme les angles du polygone. Les demi-tranches prismatiques qui supporteront les points intermédiaires, formeront, entre les secteurs, des prismes de talus naturel. Au lieu de la file unique de points angulaires qui, dans le cas précédent, formait le noyau du remblai, chacun des points de la surface culminante entouré par ceux du périmètre, sera le sommet d'une autre file axillaire. La somme de ces filets donnera pour noyau du remblai, un prisme central à pans verticaux, aux angles et aux pans duquel seront appliqués, comme soutiens, les secteurs et les prismes de talus naturel.

13. Si la surface plane du sommet n'est point horizontale, mais inclinée, et si d'ailleurs elle est terminée par un polygone situé à une hauteur quelconque au-dessus du plan de base, la formation du remblai n'offrira que ces différences: le noyau central sera un prisme trouqué; les secteurs des angles auront pour base des arcs

de cercle, de rayons proportionnels à la hauteur des points angulaires du sommet; et ces secteurs intercepteront, au lieu de prismes, des pyramides tronquées.

Si, comme dans les rampes, cette surface culminante se prolonge jusqu'au plan de base, les pyramides correspondantes aux côtés du polygone culminant qui ficheront dans ce plan, seront des pyramides entières à leur sommet.

14. Si le sommet est un plan limité par une courbe quelconque, le noyau central, au lieu d'être un prisme, sera un cylindre, et le solide de talus naturel sera formé par la suite des secteurs coniques que laissera subsister la pénétration des cônes de talus naturel qui ont pour sommet les points de la courbe culminante.

Il est évident que le solide de talus naturel, appliqué au noyau du cylindre central, n'est autre chose que la partie convexe du solide qui se serait formé, si le sommet du remblai, au lieu d'être superficiel, eût été linéaire et formé seulement de la courbe culminante. Il n'est pas moins évident que le cylindre central remplace ici la partie concave de ce même solide.

Cette observation s'applique à tous les solides de talus naturel, en supposant tour-à-tour que le sommet linéaire ou superficiel a, pour arête ou pour périmètre, le même polygone ou la même courbe.

15. La formation du solide et de la surface du talus naturel suit les mêmes lois, soit qu'on prenne pour sommet du remblai une surface plane ou inclinée, soit qu'on y substitue une surface courbe et limitée par une courbe à double courbure; et dans ce dernier cas, la

courbure de la surface culminante peut varier à l'infini, pourvu qu'en aucun point le plan tangentiel ne fasse avec le fil à plomb un plus petit angle que celui du talus naturel.

Seulement, dans ces différens cas, le noyau central est un cylindre terminé au sommet par un plan incliné ou par une surface courbe, et le solide du talus naturel est formé par l'intersection d'une suite de cônes de talus naturel, qui ont pour base des arcs de cercle, de rayons variables et proportionnels à la hauteur du point culminant que le secteur doit soutenir.

Il est évident que si le périmètre culminant du remblai touche ou coupe le plan de base, le talus s'évanouit en ce point. C'est le cas des rampes curvilignes, et plus généralement des remblais dont le sommet rencontre le sol.

16. Quand le sommet est une surface courbe, il peut arriver que la surface du talus naturel coupe ou touche seulement, en tout ou en partie, la surface culminante.

Dans tous les cas, les cônes dont les intersections consécutives forment le solide et la surface du talus naturel, ont pour sommet ces points de contact ou d'intersection.

17. Dans ce qui précède nous avons supposé, pour plus de régularité, que les lignes qui forment ou qui terminent les sommets des remblais, étaient des courbes quelconques, susceptibles ou non de définition.

Lorsque ces lignes sont des courbes géométriques, les solides et les surfaces *de talus naturel* participent de leur régularité.

Si le sommet est un cercle, le remblai sera un cône tronqué.

Si on remblaie le sommet jusqu'à ce que le cône soit entier, on retrouve le *cône de talus naturel*.

18. Nous avons jusqu'ici pris les exemples des sommets superficiels dans les surfaces, dont l'aire continue n'est circonscrite qu'à l'extérieur.

Considérons maintenant les surfaces culminantes, dont l'aire est comprise entre deux lignes qui la limitent au-dehors et dans l'intérieur.

Le noyau du remblai sera un cylindre creux à parois verticales, qui aura pour sommet la surface culminante. A la paroi extérieure s'appliquera un solide de talus annulaire, formé par l'intersection de tous les cônes de talus naturel, qui ont pour sommets les points de l'arête extérieure de la surface culminante. A la paroi intérieure s'adosera un autre solide de talus annulaire, formé par l'intersection de tous les cônes de talus naturel, qui auront pour sommets les points de l'arête intérieure de cette même surface. Il restera au centre un vide plus ou moins grand. La surface du talus naturel coupera le plan de base, ou se coupera elle-même au-dessus de ce plan, suivant que l'arête intérieure de la surface culminante aura, dans les points opposés, des rayons de courbure plus grands ou plus petits que les bases du profil de talus, correspondant aux mêmes points.

Si la surface culminante est l'aire d'un plan horizontal, comprise entre deux courbes parallèles, le profil du talus sera constant de base et de hauteur dans les solides extérieurs ou internes du talus naturel. La surface extérieure du talus naturel coupera le plan de base suivant une courbe semblable et parallèle aux courbes

du sommet; la surface intérieure, si elle coupe le plan de base, y tracera une courbe semblable et parallèle aux trois autres. Si l'on remblaie le dessus du sommet, de manière à remplir le vide compris entre la surface culminante et les surfaces de talus naturel, extérieures et internes, prolongées jusqu'à leur intersection; cette intersection sera encore une courbe de niveau, semblable et parallèle à toutes les autres. Enfin, si la surface intérieure du talus naturel ne coupe pas le plan de base, mais se coupe elle-même suivant une arête quelconque, cette arête sera une courbe semblable et parallèle à l'arête culminante que formerait la surface extérieure, prolongée jusqu'à l'intersection des lignes de talus opposées.

Si la surface culminante est une zone circulaire, terminée par deux circonférences concentriques et situées dans le même plan horizontal, le noyau du remblai devient un solide annulaire compris entre les surfaces de deux cylindres circulaires et verticaux. A la surface extérieure de ce noyau, s'adosse un solide de talus qui est le segment d'un cône droit circulaire. A la surface intérieure du noyau s'applique un cylindre évidé, dont l'entonnoir a pour surface celle d'un cône renversé, entier ou tronqué, suivant que la circonférence intérieure de la surface culminante a un rayon plus grand ou plus petit que la base du profil de talus naturel. Dans ce cas plus simple, les courbes d'intersections deviennent des cercles, et les arêtes de rencontre se résolvent en un point. Si l'on remblaie le vide compris entre le sommet et les surfaces de

talus prolongées, la surface culminante devient une arête circulaire : si l'on remblaie tout le vide compris entre la surface du talus extérieur prolongé, on retrouve encore le cône de talus naturel, et comme dans le cas précédent, mais par une autre route, on revient à l'expérience fondamentale.

19. Si nous résumons tout ce qui précède, les lois de formation des solides et des surfaces de talus naturel peuvent s'exprimer en ces termes :

Tout remblai qui a pour sommet une surface quelconque, est l'assemblage de l'infinité de cônes de talus naturel, qui ont pour sommets les points de la surface culminante, mais de chacun desquels il ne se forme et il ne subsiste que la portion nécessaire à l'équilibre. De tous les cônes qui ont pour sommets les points de la surface culminante, intérieurs et compris entre les lignes qui la circonscrivent, il ne se forme que les filets axillaires, parce que ces filets enveloppés et soutenus de toutes parts les uns par les autres, et tous par les solides de talus, suffisent pour soutenir les points culminans. Des cônes, au contraire, qui ont pour sommets les points situés dans les périmètres de la surface culminante, il se forme et il subsiste des secteurs coniques ou des tranches prismatiques, dont la suite forme les solides de talus. Le solide convexe ou extérieur est composé, ou d'une suite de secteurs coniques, si l'arête culminante est une courbe ; ou de tranches prismatiques et pyramidales unies par des secteurs coniques, si l'arête est un polygone. Dans le

solide du talus, concave ou intérieur, ces élémens sont les mêmes : mais dans le talus convexe, les secteurs ou les prismes sont entiers ; dans le talus concave, ils se pénètrent à toutes les inflexions, et les lignes de talus adjacens forment, par leurs intersections, des arêtes ou gouttières qui raccordent les surfaces planes, et dont la suite même constitue les surfaces courbes des talus intérieurs.

Tout remblai formé avec un fluide donné, a donc pour élément le *cône de talus naturel* de ce fluide, qu'on peut, en vertu de cette propriété, désigner sous le nom de *cône élémentaire*.

20. Puisque, dans cette formation des remblais, les surfaces de talus naturel sont formées par l'intersection des cônes de talus naturel, qui ont pour sommet les points des arêtes culminantes, ces surfaces physiques sont évidemment les mêmes que les surfaces géométriques qui se forment, soit par une ligne d'inclinaison constante qui se meut comme génératrice, en l'appuyant sur une ligne quelconque comme directrice ; soit par un cône droit circulaire, dont le sommet parcourt la ligne directrice, et dont l'axe reste constamment vertical. La ligne d'inclinaison constante est ici la ligne du talus naturel, et l'on retrouve le cône du talus naturel dans le cône générateur ou enveloppé.

Mais cette génération est exactement celle des *enveloppes développables*, qui ont pour enveloppée un cône droit circulaire, et dont Monge a donné l'analyse pour le cas où le

sommet du cône parcourt une courbe quelconque tracée dans le plan horizontal (1).

Les surfaces de talus naturel sont donc des *enveloppes développables*, qui ont pour *enveloppée* le cône de talus naturel, ou pour génératrice la *ligne de talus naturel*.

Ces surfaces jouissent donc, dans toute leur étendue, des propriétés remarquables que Monge a définies dans l'analyse des enveloppes géométrales qui leur sont identiques (2).

Ce genre de surface n'appartient donc pas seulement à la géométrie, mais à la physique et aux travaux de l'ingénieur : nouvel exemple des liens qui unissent les recherches spéculatives aux observations de la pratique.

21. Dans cette analyse des solides et des surfaces de talus naturel, nous avons supposé que la base du remblai était un plan horizontal.

Si cette base était un plan incliné, ou même une surface quelconque, la formation des solides et des surfaces de talus naturel suivrait les mêmes lois; seulement les cônes de talus naturel seraient prolongés jusqu'à la base, et les surfaces de talus naturel la couperaient ou la toucheraient suivant une ligne plane mais inclinée, ou suivant une courbe à double courbure.

22. Dans cette même exposition nous avons supposé que le sommet du remblai était donné; et c'est le cas le plus ordinaire de la pratique,

(1) Feuilles et traités d'analyse appliquée à la géométrie de trois dimensions.

(2) *Ibid.*

où les sommets des remblais sont presque toujours déterminés dans leur figure et leurs dimensions, par la destination même de l'ouvrage.

Il peut arriver cependant, comme dans les dépôts de décombres, qu'on ait à former sur une base dont le périmètre est donné, un remblai qui s'élève le plus haut possible, et se coupe au sommet suivant une arête quelconque. Dans ce cas, les lois de formation des solides et surfaces de talus naturel sont encore les mêmes; mais la génération change. La surface du talus naturel est alors une enveloppe conique, qui a pour génératrice une ligne du talus naturel, laquelle se meut, en conservant son inclinaison constante, sur le périmètre de la base comme ligne directrice. L'arête culminante du remblai est alors donnée par l'intersection de la génératrice dans ses situations opposées. Les lignes de talus naturel que cette génératrice représente dans toutes ses positions, et dont la suite forme la surface du talus naturel, sont évidemment les lignes de talus d'autant de cônes de talus naturel, qui ont leur sommet dans l'arête culminante, et qui touchent le périmètre de la base suivant un cercle osculateur, si le périmètre est horizontal, ou suivant une section conique osculatrice, si le périmètre est une courbe à double courbure.

23. Telles sont les lois du talus naturel des remblais : en voici quelques applications.

Dans les grands remblais, les machines de transport, après avoir cheminé sur les couches déjà formées, versent leur charge à l'extrémité de ces couches, et les terres roulantes, les sables ou décombres forment, dans leur chute, des

surfaces de talus naturel, qui ont le plus souvent pour arête culminante une courbe fort irrégulière, et donnent dans toute leur généralité les inflexions variées des enveloppes développables que nous venons de définir. C'est même dans l'observation de ces remblais que j'ai vérifié l'identité de ces enveloppes physiques avec les enveloppes géométriques de Monge.

Dans les ouvrages terminés, le sommet, au contraire, offre presque toujours une surface plane, horizontale ou inclinée, limitée par des lignes droites qui la coupent. Dans ce cas, les surfaces du talus naturel sont des faces prismatiques ou pyramidales, rachetées aux angles par des secteurs coniques. Dans la pratique, au lieu de former ces secteurs angulaires, on prolonge ces faces jusqu'à ce qu'elles se coupent suivant une arête inclinée. Dans ce cas, la petite pyramide qui remplace le secteur angulaire, est formée par l'intersection de tous les cônes de talus naturel, qui ont pour sommet les points de l'arête, comme dans le cas où le remblai a pour sommet une droite inclinée et prolongée jusqu'à la base. Ce mode de construction ajoute à la base et au volume du remblai, les différences qu'offrent les bases et les volumes comparés de la pyramide angulaire et du secteur inscrit. Les arêtes sont en outre sujettes à se dégrader plus vite que les secteurs coniques, dont l'exécution, quand les terrassiers en ont pris l'habitude, n'offre pas plus de difficulté. Il suffit donc à la stabilité du remblai, et il est favorable, soit à la conservation des talus, soit à l'économie du terrain, des déblais et du transport, d'employer les secteurs angulaires toutes

les fois que les pyramides angulaires ne sont pas déterminées par les règles de défense ou par d'autres considérations relatives à la destination même des ouvrages.

24. Dans la plupart des remblais, on comprime les couches par le roulage même, par le damage ou d'autres moyens artificiels. Mais, quand le talus n'est pas déterminé par d'autres conditions que la stabilité du remblai, on le forme sous des plans ou des secteurs de talus naturel, afin qu'il demeure stable, ou du moins dans l'état d'équilibre, si quelque cause étrangère, venant à détruire l'engrenage ou l'adhérence due à la compression, rendait à chaque grain tout ou partie de la tendance à se mouvoir dans le cône de talus naturel dont il est le sommet.

25. Les sections des surfaces de talus naturel par des plans horizontaux, sont des courbes de niveau semblables et parallèles. Les lignes de talus naturel sont des droites qui coupent à angle droit ces courbes de niveau. Tout point de la surface est l'intersection d'une de ces courbes et d'une ligne de talus naturel. Leur projection horizontale donne aussi la projection de ce point. Il suffit donc, pour définir sur un seul plan de projection une surface donnée de talus naturel, d'y tracer les projections d'une seule courbe de niveau et d'une seule ligne de talus naturel, en divisant cette dernière par la méthode que j'ai donnée ailleurs sur la construction et l'usage des *échelles de pente et de talus* en général (1).

(1) Mémoires sur les cartes et plans nivelés, ou sur les méthodes qui servent à représenter, à l'aide d'un seul plan de

Nous nous bornerons à ces indications, qui suffisent pour mettre les ingénieurs sur la voie des observations ou des méthodes usuelles auxquelles peut s'appliquer cette théorie du talus naturel des remblais.

CHAPITRE III.

Des surfaces de talus naturel des éboulemens.

§. 1^{er}. *Du cône de talus naturel.*

26. Dans l'expérience fondamentale (1) sur la formation du cône de talus naturel des remblais, les grains du fluide versé se mettent à la surface dans un état d'équilibre dû au frottement produit par la pression qui résulte de la seule gravité des grains que verse la veine fluide, et qui roulent les uns sur les autres.

Supposons maintenant qu'on ait formé de la sorte un remblai indéfini, compris entre deux plans horizontaux, dont l'un soit la surface culminante, et l'autre une base inflexible, mince et soutenue au-dessus d'un espace vide.

Un orifice circulaire percé dans ce plan de base, laissera écouler une portion du fluide imparfait, et il se formera dans la masse du remblai un vide ou entonnoir, dont la surface sera celle d'un cône renversé, qui aura pour sommet l'orifice circulaire, et pour base un cercle formé dans le plan culminant du remblai. Ce cône sera

projection, les terrains et les corps terminés par des surfaces courbes, susceptibles ou non de définition, 1808. — *Manuscrits du dépôt des fortifications.*

entier, ou pourra être considéré comme tel dans la pratique, si les grains du fluide ont assez de ténuité pour que l'éboulement se fasse par un orifice très-petit.

Tous les entonnoirs de même espèce qui seront produits dans des remblais semblables, mais formés de fluides différens, seront des cônes renversés, qui ne différeront entre eux que par l'inclinaison de leurs surfaces. Cette inclinaison sera constante dans la surface de tous les entonnoirs produits en des remblais semblables et formés du même fluide.

27. Les entonnoirs ainsi formés, sont les *cônes de talus naturel des éboulemens*; et l'on peut, par des épreuves et des considérations analogues à celles que nous avons décrites dans le chapitre II (§. 1^{er}. 1 et 2), se convaincre que ces entonnoirs sont des vides de plus grand axe, de moindre base, de moindre volume et de moindre superficie; que leur surface est une surface de plus grande pente et d'équilibre pour tous les grains qui s'y trouvent situés, et qu'ils jouissent à cet égard de toutes les propriétés des cônes de talus naturel des remblais.

28. Mais les cônes de talus naturel des remblais et des éboulemens, formés sous le même axe, avec le même fluide, ayant pour base et pour sommet des plans horizontaux, n'offrent pas seulement cette différence, que les premiers sont droits et les autres renversés: le talus naturel des éboulemens est beaucoup plus rapide que le talus naturel des remblais; la surface de l'entonnoir est beaucoup plus inclinée sur l'axe que celle du remblai conique, et le cône qu'elle enveloppe a beaucoup moins de base et de volume.

Pour rendre cette différence plus sensible ; prenons pour exemple le remblai qui a pour sommet une zone circulaire située dans un plan de niveau, et comprise entre deux cercles, tels que le cercle intérieur ait le même rayon que le cercle de base des cônes de talus naturel qui ont pour sommets les points de cette circonférence. Dans ce cas, le talus intérieur du remblai formera un entonnoir en cône renversé, qui aura pour base le cercle intérieur et vide de la zone culminante. Imaginons maintenant que la veine fluide se promène sur cet entonnoir jusqu'à ce qu'il soit rempli et arasé au niveau de la surface culminante ; le remblai devient alors un cône tronqué. Supposons que le cercle de base repose sur un plan inflexible, mince et suspendu au-dessus d'un espace vide, et qu'au centre du cercle on perce un petit orifice ; il s'éboulera par cet orifice une portion seulement du fluide additionnel ; il se formera au centre du remblai un nouvel entonnoir en cône renversé ; mais ce nouvel entonnoir aura, dans la surface culminante, une base circulaire d'un plus petit rayon que le cercle de base de l'entonnoir primitif. La différence des deux entonnoirs sera une espèce de cône évidé compris entre leurs surfaces, ayant le même sommet, et pour base la zone comprise entre l'ancien et le nouveau cercle intérieur de la surface culminante.

Le cône évidé qui forme la différence des deux entonnoirs, résulte évidemment de ce qu'une partie du fluide forme corps avec la masse du remblai, en vertu d'une force additionnelle due à un frottement plus considérable

et proportionnel à la pression des couches superposées, entre l'instant du remplissage et celui de l'écoulement.

29. Si, dans les cônes de remblai et d'éboulement que nous venons de comparer, on détermine les profils correspondans du talus naturel, ces profils seront exactement les mêmes que ceux des prismes de remblai et d'éboulement, d'après lesquels les géomètres et les ingénieurs ont mesuré la différence de ces talus ; puisque ces prismes, comme nous l'avons vu pour les remblais et comme nous le verrons pour les éboulemens, ne sont qu'un cas particulier des solides composés, qui ont pour élément les cônes de talus naturel.

On peut donc appliquer aux profils des cônes tous les résultats que la théorie et l'expérience ont donnés pour les profils des prismes.

Coulomb, dans son application de la théorie de *Maximis* et *Minimis*, au problème de la poussée des terres contre les murs de revêtement, a le premier démontré la différence des talus naturels de remblai et d'éboulement, et donné en valeur de l'un la mesure de l'autre (1).

Mais l'emploi des quantités linéaires l'avait conduit à une expression compliquée de cette mesure. M. de Prony, par une autre marche, a trouvé que l'angle du talus naturel d'éboulement est moitié de l'angle du talus naturel du remblai (2).

(1) Mémoires de l'Académie des Sciences. — *Savans étrangers*, année 1773, tome VII.

(2) Mécanique analytique. — *Recherches sur la poussée des terres*, 1802.

En des notes historiques lues au comité des fortifications, et

Les expériences de Dijon, d'Alexandrie et de Juliers, bien qu'elles n'aient pas été dirigées dans le but de vérifier cette mesure, ont du moins confirmé la théorie sur la différence de ces talus (1).

§. II. *Des enveloppes de talus naturel.*

30. Imaginons que la base, au lieu d'être un plan de niveau, soit une surface courbe susceptible ou non de définition, et que l'orifice soit produit par le retranchement d'une portion de cette surface limitée par une courbe quelconque : il se formera dans la masse du remblai un entonnoir dont la paroi sera une enveloppe produite par l'intersection des surfaces de tous les cônes de talus naturel d'éboulement, qui ont pour sommet un des points de la courbe qui limite l'orifice.

Suivant que le sommet du remblai indéfini sera terminé par un plan ou par une surface courbe, la surface de l'entonnoir coupera la surface culminante du remblai, suivant une courbe plane ou à double courbure.

Supposons maintenant un autre fluide qui ait un talus naturel de remblai, égal au talus na-

insérées par extrait dans le Moniteur du 3 juin 1809, j'ai fait voir que la formule de M. de Prony était renfermée dans celle de Coulomb, et qu'on pouvait déduire la première de la seconde par de simples transformations. Mais cette remarque, utile pour faire observer la marche de l'esprit humain dans les progrès des sciences, n'ôte rien au mérite de M. de Prony, d'avoir le premier, par une méthode élégante et directe, trouvé cette formule remarquable par son extrême simplicité.

(1) Mémoire de M. Gauthée, dans ceux de l'académie de Dijon, année 1784, 2^e. semestre. — *Traité de la poussée des terres*, par Mayniel, 1808.

turel d'éboulement du fluide que nous venons de considérer. Si l'on forme, avec ce nouveau fluide, un remblai qui ait une surface culminante égale et semblable à l'orifice, ce solide représentera exactement le solide écoulé du premier fluide, et il se sera écoulé par l'entonnoir, les mêmes secteurs, les mêmes tranches et les mêmes filets axillaires que ceux dont ce remblai sera composé.

31. Tel est le cas le plus général de la formation des entonnoirs et de leurs enveloppes, quand les orifices sont percés dans la base.

On peut, par des simplifications graduelles, arriver, en suivant une marche inverse, à des cas plus simples, correspondans à ceux que nous avons considérés dans la formation des remblais.

Ainsi, dans les orifices superficiels, le circulaire donne pour entonnoir un cône tronqué; le carré, un entonnoir formé par quatre plans raccordés aux angles par des secteurs de cônes renversés, chacun de cent degrés centésimaux. Enfin, l'orifice composé de neuf points contigus et rectangulaires donne les mêmes secteurs, unis et raccordés seulement par des lignes de talus. Dans ce dernier, le noyau central du remblai qui s'écoule, se réduit à un seul filet axillaire.

Si l'on passe aux orifices linéaires ou étendus en longueur seulement, sur une largeur très-petite, on arrive par des simplifications analogues, au cas où l'orifice est une droite horizontale, qui donne pour entonnoir deux plans inclinés raccordés à leurs extrémités par les demi-surfaces de deux cônes renversés. On descend ensuite au cas élémentaire où l'orifice n'étant plus composé que de trois points conti-

gus, les hémisphères coniques ne sont plus unis et raccordés que par des lignes de talus naturel. On arrive enfin aux cas où les points d'orifices ne sont plus contigus, et où les entonnoirs sont terminés par des surfaces coniques, entières et isolées, ou qui se coupent suivant une section conique, et enveloppent des onglets de remblai qui restent entre les orifices.

Nous n'insisterons pas sur ces différens cas, qui sont exactement l'inverse des cas que nous avons développés dans la formation des remblais (chapitre II, IV et suivans.)

32. Supposons maintenant qu'un remblai compris entre deux plans horizontaux, dont l'un forme la base et l'autre la surface culminante, est indéfini dans tous les sens, hormis sur un côté où il est terminé et soutenu par une paroi latérale, que nous supposerons d'abord être un plan vertical, mince et inflexible.

Ce plan vertical et le plan du sommet se couperont suivant une arête horizontale.

Prenons deux points quelconques sur cette arête, et à partir de ces points, traçons sur le plan vertical une courbe quelconque dont le sommet ait sa convexité tournée vers le plan de base.

Aux deux branches de cette courbe, et du côté convexe, imaginons deux tangentes qui fassent, avec la verticale, l'angle du talus naturel d'éboulement.

Si la portion du plan vertical comprise entre ces tangentes et la partie inférieure de la courbe, vient tout-à-coup à être retranchée, il se formera un éboulement qui laissera dans la masse du remblai, un vide ou entonnoir de forme quelconque.

Cet entonnoir aura pour surface l'enveloppe produite par l'intersection des surfaces de tous les cônes renversés, qui ont leur sommet dans les points de la courbe d'orifice, depuis le point le plus bas jusqu'aux points de contact des deux tangentes.

Les secteurs, les tranches et les filets de ces cônes, tels qu'ils résultent de leur pénétration, représenteront le volume du fluide écoulé.

Le même effet aurait lieu si l'orifice était linéaire ou superficiel, mais de moindre ouverture, pourvu que cette ouverture eût pour limite inférieure cette même portion de la courbe: seulement l'éboulement ne se formerait pas instantanément et en masse, mais par un écoulement graduel, proportionnel à l'ouverture, et retardé par le frottement du fluide contre les parties subsistantes du plan vertical.

33. Telles sont, dans le cas de la paroi verticale, les lois générales suivant lesquelles se forment les entonnoirs et les enveloppes du talus naturel d'éboulement.

On arrive, par des simplifications graduelles, aux cas moins compliqués, où la base de l'orifice, au lieu d'être une courbe, est une droite horizontale, ou même un cercle assez petit pour être considéré comme un point.

Si la base de l'orifice est une droite horizontale, la portion du plan vertical correspondante à l'entonnoir, est un trapèze limité par deux lignes de talus naturel qui, à partir des extrémités de cette droite, vont couper l'arête du sommet. L'entonnoir est un vide prismatique qui a pour surface un plan de talus naturel, terminé aux deux extrémités par deux secteurs coniques, chacun de cent degrés centésimaux.

Si la base de l'orifice est un point, l'entonnoir est un demi-cône renversé; c'est la moitié du cône de talus naturel, qui se serait écoulé par un orifice ponctuel percé dans le plan de base du remblai.

Plusieurs points d'orifices situés sur une même droite horizontale donneraient des demi-cônes semblables qui, suivant la distance de leurs sommets, seraient entiers et isolés, ou se couperaient suivant une section conique. Dans ce cas, les portions des surfaces coniques, inférieures à cette arête, envelopperaient un onglet conique qui subsisterait entre les orifices.

Enfin, dans ces différens cas, les éboulemens seraient instantanés, ou se feraient avec plus ou moins de lenteur, suivant que l'ouverture serait totale ou partielle, et réduite, soit à la ligne, soit au point de base de l'orifice.

33. Nous avons supposé, dans ce qui précède, que l'orifice limité par une courbe quelconque, était ouvert dans un plan vertical.

Supposons maintenant que cette paroi est un plan ou toute autre surface inclinée, l'éboulement se formera suivant les mêmes lois. L'entonnoir aura pour surface l'enveloppe produite par l'intersection des surfaces de tous les cônes renversés qui ont leurs sommets dans la courbe d'orifice. La portion du fluide écoulé variera suivant que la paroi sera inclinée sur le remblai ou surplombera. Si l'orifice est un point ou une ouverture moindre que la portion de la paroi qui correspond à l'entonnoir, l'écoulement sera plus ou moins lent, et sera plus ou moins régulier, suivant la fluidité des grains et le frottement qu'ils éprouveront contre la paroi ou sur les bords de l'orifice.

34. Dans la formation des remblais, un grain quelconque du fluide tend à se mouvoir dans toutes les directions possibles, comprises sous la surface du cône de talus naturel dont il est le sommet, et n'est en repos, comme point culminant, qu'autant qu'il a pour base un cône entier du talus naturel, ou un secteur, ou une tranche prismatique, ou un filet axillaire; selon qu'il est isolé ou engagé, et dans ce dernier cas, situé dans une ligne culminante, ou dans l'intérieur d'un sommet superficiel.

Il est évident, par tout ce qui précède, qu'une loi analogue régit la tendance à l'éboulement d'un point quelconque pris dans la masse du remblai, et qu'il tend à s'ébouler dans toutes les directions possibles, comprises dans les limites d'un cône droit circulaire dont ce point serait le sommet, et dont la surface aurait l'inclinaison du talus naturel d'éboulement. En effet, supposons que la surface de ce cône coupe, suivant une ligne quelconque, la base plane ou courbe du remblai indéfini; cette surface n'est autre chose que l'enveloppe produite par l'intersection du nombre infini des surfaces de tous les cônes renversés qui ont leur sommet dans la courbe d'intersection. Les droites d'intersection de ces surfaces sont des lignes de talus naturel d'éboulement, sur lesquelles le point que nous considérons s'éboulerait, si la courbe d'intersection était la limite extérieure d'un orifice linéaire. Ce même point s'écoulerait, suivant une ligne de pente plus rapide, par tout orifice intérieur. Enfin il tomberait avec le filet axillaire qui le soutient, et suivant la verticale, si toute la portion de la base limitée par la courbe d'intersection était culevée subitement.

35. Telles sont les lois du talus naturel d'éboulement. Nous terminerons cet exposé, comme nous l'avons fait pour les remblais, par une courte indication des points de pratique, auxquels cette théorie est ou peut devenir applicable.

Les surfaces du talus naturel d'éboulement peuvent, comme celles de remblai, être décrites sur un seul plan de projection, par une courbe horizontale et une échelle de talus naturel.

Une portion quelconque d'une surface de talus naturel, de remblai ou d'éboulement, est égale à sa projection horizontale, multipliée par le cosinus de l'angle de pente naturelle.

Les entonnoirs terminés par des enveloppes variées de talus naturel, se rencontrent dans la nature et dans les travaux, toutes les fois qu'il se forme un orifice dans le ciel d'une cavité ou d'une voûte couverte par de nouveaux remblais, des sables, des cendres volcaniques ou d'autres fluides imparfaits sans cohésion. On observe des entonnoirs analogues dans les terrains ou remblais de même nature, quand une explosion souterraine y forme un fourneau de mine ou de volcan.

Les portions d'entonnoirs qui se manifestent dans le cas des orifices latéraux, s'offrent également dans les terrains et dans les remblais sans cohésion, quand la poussée renverse les murs ou les autres obstacles qui les soutenaient à pic ou sous un talus trop peu incliné.

Cette théorie explique mieux peut-être qu'on ne l'a fait jusqu'ici, l'utilité des contre-forts ou éperons, des pied-droits et autres maçonneries ou corps solides qui divisent les solides de poussée derrière les murs de revêtement.

En effet, lorsque la paroi est un plan vertical, si l'orifice est un rectangle vertical, il s'éboule outre le prisme correspondant, deux secteurs coniques (33). Il ne s'éboule au contraire que la tranche prismatique, si le prisme de poussée est divisé par deux plans verticaux qui sont perpendiculaires à la paroi, et passent par les côtés verticaux du rectangle d'orifice.

Cette même théorie fait voir qu'il ne serait pas moins utile de diviser, par des murs de compartimens, les remblais qui pressent sur les voûtes d'une très-grande portée. On limiterait, en cas de rupture partielle, le solide d'éboulement qui agit sur l'orifice.

Ces contre-forts et ces compartimens ont une autre propriété. Le frottement du fluide contre leurs parois en retient une partie et diminue le solide d'éboulement. Cette dernière observation explique pourquoi, dans les expériences de Juliers, la ligne de rupture était courbe, et le prisme de poussée irrégulier à ses extrémités. C'est que le tablier dont la chute laissait ébouler les terres ou les sables, formait le côté mobile d'une caisse rectangulaire dont les côtés fixes et adjacens faisaient l'office de contre-forts.

On trouvera de ces anomalies apparentes, dans la figure des entonnoirs qu'on essaiera de former avec des appareils de petite dimension, ou à l'égard desquels le remblai ne pourra être considéré comme indéfini, sur-tout si les orifices sont très-petits, par rapport au solide d'éboulement. Mais l'accord des considérations mathématiques avec l'expérience se manifestera pour tous les points de cette théorie, soit dans les expériences faites en grand, soit dans l'observation des tra-

vaux, lorsqu'on aura l'occasion de suivre de grands remblais au tombereau, ou d'étudier des éboulemens formés dans un terrain ou dans un remblai indéfini et sans cohésion, par la rupture des murs ou des voûtes qui les soutiennent.

Après avoir développé cette théorie, il nous reste à en montrer les bornes. Elle s'applique aux fluides imparfaits composés de petits solides homogènes et sans cohésion, non comprimés, et c'est le cas des remblais, ou comprimés, et c'est le cas des éboulemens. Mais dans les fluides cohérens, et dans ceux qui sont formés de petits solides hétérogènes ou de densités trop diverses, ces lois éprouvent des modifications dont quelques-unes ont été l'objet de recherches utiles, mais incomplètes. Je regretterais de ne pouvoir les suivre, si d'autres ne pouvaient y apporter plus de temps et de moyens personnels : heureux si par cet essai je puis appeler l'attention des ingénieurs, des physiciens et des géomètres sur la théorie des fluides imparfaits, comme sur un de ces sujets dans lequel les sciences peuvent contribuer aux progrès des arts, et tirer de ces progrès mêmes des moyens de perfectionnement.

GRANULATION

DU PLOMB A GIBOYER,

D'APRÈS

LA DESCRIPTION DE M. SAUTEL;

Par M. GILLET DE LAUMONT, inspecteur-général au Corps royal des Mines.

INTRODUCTION.

QUOIQUE l'usage du plomb à giboyer soit fort ancien et extrêmement étendu, l'art de le granuler ne paraît pas avoir encore été publié. Il est facile sans doute de réduire du plomb en grains; mais souvent ces grains se trouvent creux et ouverts, plus souvent encore ils sont de figure irrégulière, ordinairement allongés en forme de larmes : dans le premier cas, avec la même force, les grains sont projetés moins loin; dans le second, ils dévient dans leur route. Le but auquel il faut atteindre est d'obtenir, avec économie, un plomb dont tous les grains soient bien pleins, bien ronds, et des neuf grosseurs en usage pour la chasse.

On emploie deux méthodes principales pour granuler le plomb en grand : en y mêlant de l'arsenic pendant la fonte, et le versant au tra-

vers de passoirs appropriées dans des vases remplis d'eau. Dans la première méthode, la plus ancienne et la plus généralement employée, on fait tomber le plomb fondu dans l'eau d'une médiocre hauteur, soit pour le petit plomb, soit pour le gros; d'après la seconde méthode, on fait tomber le plomb dans l'eau d'une très-grande hauteur, lorsque l'on veut obtenir des gros grains et bien ronds.

Nous allons faire connaître en détail le premier de ces deux moyens, d'après le procédé décrit avec beaucoup de soins par M. Sautel, qui l'a employé en grand avec beaucoup de succès à l'école pratique des mines située à Moutiers en Savoie (faisant alors partie du département du Mont-Blanc), en se servant soit des plombs purs, soit des plombs aigres, antimonisés, provenant de la mine voisine de Pesey.

§. 1^{er}. *De la préparation du plomb.*

On fond le plomb dans un vase de fonte de fer, d'une grandeur capable d'en contenir environ 250 kilogrammes (500 livres poids de marc), on recouvre le plomb de charbon, et on le chauffe avec du bois que l'on met dessous la chaudière, jusqu'à ce que le charbon mis dessus s'allume de lui-même.

Le fourneau qui a paru le plus commode et le plus économique à M. Sautel, est le fourneau carré, au milieu duquel est fixée la chaudière qui ne porte que sur quatre angles de la maçonnerie, de manière qu'il reste un vide en-dessous pour recevoir le bois, et quatre ouvertures le long de la chaudière pour le passage de la flamme et de la fumée.

Si c'est du plomb pur que l'on veuille granuler, après avoir enlevé le charbon on se contente de l'écumer avec une passoire percée, et on recouvre le bain aussi également que possible, de 612 grammes (une livre et un quart) d'arsenic sulfuré jauné ou rouge, pulvérisé; bientôt on voit ce métal entrer en fusion, se liquéfier et s'enflammer; à ce dernier signe on brasse le plomb avec une forte spatule de fer, assez vite pour empêcher l'entière combustion de l'arsenic sulfuré: si elle avait lieu, ce métal serait volatilisé, et il faudrait y en ajouter (1).

Après cette opération, le bain reste tout couvert d'une *matte*, qu'il faut briser et réduire en poudre en la froissant contre la paroi intérieure de la chaudière avec la spatule, avant qu'elle soit trop durcie par le refroidissement. Aussitôt après on recouvre de charbon allumé le bain et ces mêmes mattes brisées qui nagent dessus, afin de maintenir le plomb dans une assez haute température, et le préserver de l'oxidation.

Si le plomb est antimonisé, dans la proportion de cinq pour cent (ainsi que le donnent les crasses des plombs de Pesey), il faut y ajouter à peu-près les deux cinquièmes de plomb pur (2), pour l'amener à la proportion de trois

(1) Il paraît, d'après cet exposé, qu'il se brûle une quantité notable de l'arsenic; il faudrait donc, au lieu d'attendre qu'il s'enflamme de lui-même, brasser le bain aussitôt que l'arsenic se liquéfie. (*Note du Rédacteur.*)

(2) M. Sautel a mis les deux cinquièmes; il semble qu'il faut, d'après les bases qu'il a posées, deux tiers. Le poids pri-

pour cent où le plomb antimonié peut se granuler.

Ce plomb se chauffe au petit rouge, il est écumé avec beaucoup de soin, et la surface bien décapée, au moyen d'un morceau de muriate d'ammoniac que l'on tient au bout d'une pince, et que l'on frotte sur la surface du bain pendant environ cinq minutes (1). Ensuite on jette par-dessus, et avec les mêmes soins que précédemment, 1 kilogr. 224 gram. (2 liv. $\frac{1}{2}$), d'arsenic sulfuré.

Comme ce plomb a été élevé à une plus haute température que celui qui est pur, l'arsenic sulfuré s'enflamme très-prompement, et il ne faut pas perdre un instant pour le brasser avec l'arsenic et opérer le mélange; on brise ensuite les mattes, et on recouvre le tout de charbon comme pour le plomb pur.

On reconnaît dans l'un et l'autre cas si le plomb est bien préparé, en en prenant environ 122 grammes (un quart de livre), dans une cuiller de fer; on le remue sans discontinuer pour le faire refroidir également, et aussitôt que l'on s'aperçoit que, malgré le mouvement, il commence à se coaguler sur les bords de la cuiller, on le verse goutte à goutte dans un vase

mitif du plomb est 250 kilogram., tenant, à cinq pour cent, douze kilogr. $\frac{1}{2}$ d'antimoine; si on y ajoute les deux tiers de plomb pur, de 167 kilogr., cela fera un total de 417 kilogr. de plomb, qui, à trois pour cent d'antimoine, donnent douze kilogr. $\frac{1}{2}$ et quelque chose. (*Note du Rédacteur.*)

(1) Il faut avoir soin de ne pas enfoncer le morceau de sel ammoniac dans le plomb, qui, à raison de sa haute chaleur, ferait explosion.

plein d'eau. Si la proportion est bonne, on obtient de petites sphères bien arrondies; si au contraire elle est imparfaite, on obtient des gouttes qui ont la forme de larmes ou de poires.

Dans ce dernier cas il faut essayer à chauffer fortement la surface du bain et les mattes, puis brasser; si cette opération ne suffit pas, c'est une marque qu'une forte partie de l'arsenic s'est volatilisée en s'enflammant; alors il faut y en ajouter de nouveau, mais à petite dose, en essayant le plomb chaque fois, afin de saisir le degré favorable; car on ne peut pas mieux granuler celui qui est trop arsenié que celui qui ne l'est pas assez; enfin, s'étant ainsi assuré de la bonne préparation du plomb, on le verse sur les moules.

§. II. *Description des moules et autres ustensiles nécessaires pour granuler.*

Les moules à granuler le plomb sont des passoires percées à leurs fonds de trous de différentes grandeurs, au travers desquelles on fait passer le plomb fondu; les grains qui en sortent sont d'une grosseur supérieure au diamètre de ces trous et un peu variante, ce qui offre le moyen de faire avec cinq passoires seulement les neuf numéros de plomb à giboyer en usage dans le commerce. Ces moules sont en cuivre ou en fer; on préfère ceux en cuivre, en ce qu'ils sont plus aisés à percer régulièrement et moins sujets à l'oxidation qui altère la forme des ouvertures. Tous ces moules ont à-peu-près la même forme extérieure; ils représentent un

cône tronqué renversé, dont l'ouverture supérieure a 189 millimètres (7 pouces), et le fond, qui doit être bien plat, 81 millimètres (3 pouces).

Des cinq moules dont nous venons de parler, trois sont à *fond mince*, un à *fond épais simple*, et un à *fond épais composé*. Nous allons les décrire, en commençant par celui qui donne le n°. 9, qui est le plus petit plomb, et finissant par celui qui donne le n°. 1, qui est le plus gros. (*Voyez planche II, figure 3.*)

Les trois premiers moules, à *fonds minces*, ont chacun des fonds d'un millimètre d'épaisseur, les trous y sont faits au foret et très-légerement évasés vers l'intérieur du moule.

Le *premier moule A* doit être percé des trous les plus petits, de *moins d'un demi-millimètre* de diamètre, espacés entre eux de 3 millimètres. Il donne les plombs nos. 9 et 8.

Le *second moule B* doit avoir des trous *d'un demi-millimètre* de diamètre, espacés de 4 millimètres. Il donne les plombs nos. 7 et 6.

Le *troisième moule C* est percé de trous *d'un millimètre* de diamètre, espacés de 5 millimètres. Il donne le plomb n°. 5, parfois mêlé de grains du n°. 4, et même du n°. 6.

Le *quatrième moule D*, à *fond simple épais*, a 3 millimètres d'épaisseur; il porte des trous coniques, ouverts en dedans d'un demi-millimètre et de deux en dehors, espacés de 6 à 7 millimètres. Il donne les plombs nos. 4 et 3.

Le *cinquième moule E*, à *fond composé épais*, a environ 5 millimètres et demi d'épaisseur; il est formé par trois feuilles de cuivre rivées les unes sur les autres. Celles du dessus et du dessous ont un millimètre d'épaisseur, et celle du milieu

environ 3 et demi. Ces trois feuilles sont percées de trous inégaux, mais qui se correspondent de manière que le moule présente à l'intérieur des ouvertures plus petites qu'à l'extérieur, et porte en outre une évansion conique encore plus large dans l'épaisseur même du fond; forme assez difficile à exécuter, et singulièrement composée, mais que l'on a trouvée utile pour donner le plus gros plomb.

Les trous pratiqués dans la première feuille du côté de l'intérieur du moule, sont éloignés de 10 millimètres les uns des autres; ils n'ont qu'un millimètre de diamètre et correspondent à ceux de la seconde feuille (celle du milieu), qui sont fortement coniques, ont un millimètre du côté de la première et 4 du côté de la troisième, laquelle n'est percée de trous que de 3 millimètres de diamètre. Ce cinquième et dernier moule sert à former les plombs nos. 2 et 1.

Une condition indispensable dans la confection de ces moules (sur-tout pour les trois premiers, ceux à fonds minces pour les petits plombs), est qu'il ne faut pas qu'un seul trou soit ni plus grand ni plus petit que les autres, parce qu'en commençant à charger le moule de plomb, lorsqu'il y en aurait une assez grande quantité pour qu'il en puisse passer, si un trou était plus grand, il donnerait des grains ronds avant la majorité des autres, et lorsque le moule serait suffisamment chargé, les autres donnant des grains réguliers, il ne donnerait plus que des fils ou des grains informes, si au contraire quelques trous étaient plus petits que la majorité, lorsque le moule serait convenablement

chargé, il n'y passerait rien, et ils seraient aussi inutiles que s'ils n'existaient pas.

Dans un petit atelier de granulation (comme celui qui était établi à l'école pratique des mines à Moutiers), il faut avoir au moins *deux cuiviers* d'environ un mètre de profondeur sur 8 décimètres de largeur, l'un pour y couler le plomb, l'autre pour avoir de l'eau de relais; il faut au moins *trois cuillers* ou *poches en fer* et à bec pour verser le plomb, et qu'elles soient capables d'en contenir chacune environ 1 kilogram. $\frac{1}{2}$ (3 livres); ces cuillers doivent être garnies d'un manche en bois d'un demi-mètre de longueur, et de 27 millimètres (1 pouce $\frac{1}{2}$) de grosseur, qui doit approcher de la coupe d'environ 81 millimètres (3 pouces). Un manche de cette longueur et grosseur facilite singulièrement le granulateur, qui est obligé de tenir cette cuiller pendant long-temps à la main, et dont le poids devient pénible à la fin de la journée.

On doit avoir aussi deux fortes planches, que l'on appelle *servantes*, destinées à être posées sur les cuiviers, et à recevoir les moules: chacune de ces planches est percée de deux ouvertures circulaires de 189 millimèt. (7 pouces), garnies de cercles en fer, un peu plus petits que les ouvertures, et destinés à recevoir les moules qui, sans cela, étant fort chauds, brûleraient le bois des servantes (1).

Il faut en outre se munir d'un couteau bien tranchant et d'une pierre ponce, dont on

(1) C'est sur ces ouvertures que M. Santel place les moules à 162 millimètres (6 pouces) de hauteur au-dessus de l'eau.

verra l'usage dans la description suivante de la main-d'œuvre.

§. III. *Main-d'œuvre ou granulation du plomb fin et gros.*

Cette manipulation exige trois personnes: un *granulateur*, un *ouvrier servant* et un *manœuvre*. Tous les ustensiles étant rassemblés, le plomb bien préparé, l'ouvrier servant place un des ouvriers assez près du fourneau pour qu'il puisse, sans se déranger, prendre du plomb fondu dans la chaudière et servir la personne qui granule; le manœuvre remplit d'eau le cuvier, met une des servantes dessus, et le granulateur se place vis-à-vis: ce dernier doit avoir alors le cuvier devant lui, la servante à sa droite, le fourneau et le servant à sa gauche avec ses cinq moules, afin de pouvoir en changer sans se déplacer, chaque fois que celui en travail se trouve engorgé.

Granulation avec les trois premiers moules des cinq plus petits numéros de plomb, 9, 8, 7, 6 et 5.

Tout étant ainsi disposé, le granulateur pose un moule sur la servante, et même deux, s'il est expéditif; il prend du servant une première cuiller de plomb fondu bien chaud, le verse promptement dans le moule froid, puis une seconde qui réchauffe le tout; il continue à l'emplir en ayant soin de verser en tournant sur les bords inclinés du cône, pour réchauffer

également la masse contenue dans le moule ; et jamais verticalement au-dessus des ouvertures. Aussitôt que le moule est suffisamment chargé de plomb, quelques gouttes sortent d'elles-mêmes, et un granulateur exercé connaît dès-lors au bruit qu'elles font en touchant l'eau, si le plomb est trop chaud, ou s'il est à la température convenable ; si le plomb est trop chaud, les grains tombent *coqués* dans le cuvier, ce que l'on distingue à l'ouïe par un petit éclat qui annonce des grains creux ; si le plomb a la chaleur nécessaire, les grains tombent pleins, ronds, et on entend un bruit raccourci très-aigu.

Dans le premier cas, on attend, sans imprimer de mouvement au moule, que le plomb soit un peu refroidi ; pendant ce temps l'ouvrier servant prend du plomb dans la cuiller de relais qu'il pose sur un bain de sable froid.

Dans le second cas, celui où le plomb est à la température convenable, le granulateur donne un coup léger au moule avec la cuiller qu'il tient à la main ; alors le plomb passe et tombe en grains pleins et ronds dans le cuvier ; il met de nouveau plomb, il passe encore, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'enfin il s'attache au fond du moule une espèce de *matte*, qui obstrue les ouvertures au point que quelques-unes seulement fournissent des grains assez informes.

Alors on enlève ce moule inutile de dessus la première servante, on le pose sur la seconde placée sur le cuvier de relais, ou sur un vase quelconque pour l'y laisser refroidir avec la *matte* qui est dedans, et le granulateur prend les deux autres moules libres, les fait travailler,

et y laisse de même refroidir les *matte*s qui les ont engorgés.

En passant successivement du plomb dans les trois moules destinés à former les nos. 9, 8, 7, 6 et 5, les 250 kilogr. (5 quintaux), contenus dans le vase doivent se trouver granulés. Alors l'ouvrier servant augmente le feu du fourneau pour fondre de nouveau plomb ; le manoeuvre jette l'eau échauffée du cuvier (1), y en met de nouvelle, transporte le plomb granulé à l'étendage ou à l'étuve ; et l'on dispose tout pour recommencer une nouvelle coulée et obtenir les plombs à gros grains qui restent à former.

Pendant que le fourneau s'échauffe, que les 250 nouveaux kilogr. (5 quintaux) de plomb fondent, et que l'on y mêle l'arsenic comme dans la première opération, on nettoie les trois moules engorgés par les globules qui pendent à chaque trou. Pour cela, on prend le premier moule qui a eu le temps de se refroidir, on le renverse, on l'appuie sur une planche, et avec le couteau on rase près du fond tous les globules saillans. Dans la crainte que le couteau ne laisse quelques bavures de plomb, on frotte le fond du moule avec la *pierre ponce*, qui finit par enlever tout ce qui pourrait dépasser le fond et y former une espèce de rivure qui fatiguerait et agrandirait les ouvertures du moule, lorsqu'on fait tomber la masse de plomb

(1) Cette eau tenant de l'oxide d'arsenic en dissolution, il faut s'en débarrasser, de manière à ce qu'elle ne puisse servir à abreuver des animaux. (*Note du Rédacteur.*)

figée qui se trouve moulée dans ces ouvertures : c'est pour remédier à cet inconvénient que l'on a dit qu'il était nécessaire que les ouvertures de ces trois moules fussent un peu plus grandes en dedans qu'en dehors.

Granulation avec les deux derniers moules des quatre plus gros numéros de plomb, ceux 4, 3, 2 et 1.

Tout étant prêt, le granulateur prend de la main gauche un des derniers moules qui doivent former les gros numéros 4, 3, 2 et 1; mais les ouvertures étant plus grandes, les grains passent plus aisément; au lieu de placer le moule sur la servante comme pour les plombs fins, il commence par en poser le manche sur les parois du vase contenant le plomb fondu, de manière que le moule entier soit au-dessus du plomb; alors puisant avec la cuiller qu'il tient de la main droite, il en verse dans le moule jusqu'à ce qu'il soit suffisamment échauffé pour que le plomb ne s'y coagule plus : il secoue le moule en le heurtant assez fortement contre la cuiller, puis apportant lui-même une cuiller pleine de plomb fondu, il vient poser le moule sur la servante, dans lequel il verse le plomb d'abord avec précaution pour éviter de faire des grains creux, dont l'indice est absolument le même que pour les petits numéros. Une fois que le granulateur est assuré de la température convenable du plomb et du moule, il fait remplir sa cuiller par le servant, et a à peine le temps de verser et de recevoir.

Le plomb passe avec beaucoup de rapidité dans ce moule à gros numéros, tant qu'il n'est pas engorgé : mais enfin ce moment arrive; alors le granulateur prend le dernier moule, qu'il échauffe de même que les autres, et qui sert ordinairement à passer les 250 kilogrammes contenus dans la chaudière.

Ces deux derniers moules ayant leurs ouvertures bien plus grandes que celles des premiers, on n'a pas besoin de se servir du couteau ni de la pierre ponce pour araser le plomb avec les fonds; il y en reste si peu, qu'en retournant les moules, les chauffant et les secouant au-dessus du bain de plomb, toute la masse qui y était attachée tombe sur les charbons allumés, et s'y fond.

C'est ici que se termine une journée assez pénible pour le granulateur, pour l'ouvrier servant qui est occupé à fondre le plomb et à entretenir le feu, et pour le manoeuvre qui transporte les produits à l'étuve, les y étend, change l'eau des cuiviers, et les remplit pour la journée suivante.

§. IV. *Numérotage, polissage et nettoyage du plomb à giboyer.*

Les cribles dont on se sert pour classer le plomb par numéros, sont en fer-blanc et au nombre de dix emboîtés les uns dans les autres, surmontés d'un crible formant *bassin de réception* qui ne compte pas, ne servant qu'à recevoir les plombs granulés, mélangés, à retenir les morceaux lâchés par mégarde dans le cuvier,

les gros fils, etc. Il n'y a que *neuf cribles* qui servent à classer le plomb utile pour la chasse; le dixième ne sert qu'à recevoir le petit plomb passé par le neuvième.

Pour bien graduer chacun de ces dix cribles, et qu'un grain de plomb du n^o. 1 puisse, à peu de choses près, en contenir neuf du n^o. 9, qu'un grain du n^o. 2 puisse en contenir 8 du n^o. 9, et ainsi de suite en diminuant d'un grain à mesure que le numéro du plomb augmente d'une unité, on forme un équarri-soir à cinq pans, en acier bien dressé à la règle, de la longueur de 270 millimètres (10 pouces), en allant du gros bout, qui a 4 millimètres de diamètre vers le petit bout, qui ne doit en avoir qu'un. Cet instrument marqué de 27 millimètres en 27 millimètres (de pouce en pouce), doit d'abord passer tout entier et égaliser les ouvertures du *bassin de réception* dans lequel on verse tous les plombs mélangés; la grosseur de l'équarri-soir, à un pouce de distance du gros bout, détermine les ouvertures du premier crible, dont les plombs qui y passent sont les plus gros et portent le nom de n^o. 1; à 2 pouces du gros bout, il détermine ceux du deuxième crible qui donne les plombs n^o. 2; et ainsi de suite en augmentant le numéro d'ordre des plombs de pouce en pouce, mais diminuant la grosseur des trous des cribles jusqu'à un pouce de distance du petit bout, où le neuvième crible donne le plomb du n^o. 9, qui est le plus petit en usage pour la chasse, et qui est reçu et reste dans le dixième crible formé par l'extrémité de l'équarri-soir d'un millimètre de grosseur, au

travers duquel il ne passe qu'une cendrée inutile qui est jetée à la fonte (1).

Le crible inférieur est fixé sur une planche forte, qui porte une poignée aux deux côtés opposés, afin qu'un ouvrier puisse la faire mouvoir aisément le long de deux tringles de fer assujetties sur une table; le bassin de réception et les dix cribles étant emboîtés sur le dernier, la totalité suit les mouvemens de la planche.

Tous les plombs de diverses grosseurs mêlés ensemble, sont placés par 2 kilogr. $\frac{1}{2}$ (5 livres) à-la-fois sur le bassin de réception, que l'on charge trois fois de suite; on secoue à chaque fois; les grains passent d'un crible dans l'autre, jusqu'à ce qu'ils trouvent des trous trop petits,

(1) L'auteur était parvenu au même but en admettant onze cribles, et graduant l'équarri-soir à partir du petit bout; mais nous avons espéré simplifier la description de cet instrument, ingénieusement combiné, en substituant le nom de *bassin de réception* à celui de premier crible, et commençant à compter les numéros des cribles à partir de celui qui sert réellement à classer les plombs: de cette manière les numéros des plombs, adoptés dans le commerce, se trouvent d'accord avec les numéros des cribles qui les produisent, avec les distances en pouces prises sur l'équarri-soir, et justifient ainsi l'origine des dénominations des grosseurs des plombs, qui, sans cela, était difficile à apercevoir.

A l'égard de la forme de l'équarri-soir, il nous semble que l'on pourrait, pour ne pas risquer de dépasser, ou de ne pas atteindre les lignes qui le partagent en pouces et déterminent les grosseurs des cribles, former un équarri-soir à *nœuds*, placés de pouce en pouce, dont la grosseur aux nœuds serait la même que celle aux lignes de l'équarri-soir ci-dessus; cette forme donnerait la facilité, en faisant passer chaque nœud dans le trou du crible qui lui correspond, de les former tous rigoureusement de la même grosseur. (*Note du Rédacteur.*)

et finissent par se classer et aller joindre le crible qui leur était assigné; on en passe ainsi 7 kilogrammes $\frac{1}{2}$ (15 livres). Alors on démonte les cribles en commençant par le plus élevé; si l'on remarque des numéros dont les plombs soient irréguliers, on les met sur une planche bien unie et plus ou moins inclinée suivant la grosseur; alors les grains ronds coulent en roulant au bas de la planche, ceux irréguliers y restent. On dépose ensuite tous les plombs séparément dans des vases numérotés, jusqu'à ce que l'on en ait suffisamment pour le polissage.

Le plomb granulé se polit dans un tambour monté sur un essieu, armé d'une manivelle et d'un grand volant pour régulariser le mouvement; il est plus ou moins grand et à huit pans, afin que le plomb, en tombant d'un pan sur l'autre, se polisse et prenne plus promptement de l'œil; pour que l'accès de l'air n'oxide bien vite les surfaces et pour lui conserver du luisant, on a soin de mettre dans le tambour, chaque fois qu'on change le plomb, environ 3 grammes de plombagine (carbure de fer), par 50 kilogrammes de plomb; c'est la dernière manipulation qu'il reçoit avant que d'être emballé dans des petits sacs de bonne toile cousus dans tous les sens; ils contiennent ordinairement $\frac{1}{3}$ de 50 kilogr. (33 livres poids de marc); on met enfin sur chaque sac le numéro du plomb qu'il contient, tracé avec de l'encre d'imprimerie.

§. V. *Dépense pour réduire 500 kilogrammes (10 quintaux poids de marc) de plomb dur ou antimonie, en plomb à giboyer.*

Dix quintaux de plomb antimonie ne produisent que 965 livres de plomb granulé: le déchet est donc de 35 livres de plomb, qui, supposé au prix de 40 centimes la livre, donne la somme de. 14 fr. » c.

Mais ce déchet n'étant pas tout perdu, puisqu'il reste un résidu de mattes d'environ 20 livres, qui, refondus au fourneau écossais, donnent au moins 10 liv. de plomb, estimé, distraction faite des frais de fonte, à 25 cent. la livre, que l'on distraira de la somme précédente.

	2 fr. 50
Reste à porter en dépense. .	11 fr. 50 c.
Le prix de 5 livres d'arsenic sulfuré.	10 fr. »
Celui de $\frac{1}{2}$ livre de muriate d'ammoniaque.	1 50
Une journée du granulateur. .	3 »
Une du servant.	1 80
Une du manoeuvre.	1 »
Bois et charbon.	3 »
Pour cribler, polir et emballer les 965 livres de plomb granulé, une journée du granulateur.	3 »
Une journée de l'aide. . . .	1 80
	<hr/>
	36 fr. 60 c.

<i>Report.</i>	36 fr. 60 c.
Une du manœuvre.	1 »
Une once de plombagine.	» 40
Trente petits sacs de toile, à 30 centimes la pièce.	9 »

Total de la dépense pour 500 kilogrammes de plomb dur ou antimonié. 47 fr. » c.

Si l'on eût granulé du plomb pur, on aurait employé moitié moins d'arsenic sulfuré, à déduire. 5 fr. » c.

On n'eût pas employé de muriate d'ammoniac.	1	50	} 14	15
On n'aurait eu que le tiers du déchet; donc les deux autres tiers à porter en moins.	7	65		

La granulation de 500 kilogr. de plomb *pur* n'aurait donc coûté que. 32 fr. 85 c.

MÉMOIRE

SUR

LES ALUNIÈRES DE LA TOLFA;

PAR feu M. l'Ingénieur en chef des Mines, COLLET-DESCOSTIL.

Description de l'établissement.

L'ÉTABLISSEMENT qui porte le nom de village des Alunières, est situé sur le territoire de la Tolfa, à 4 ou 5 mille mètres à l'ouest de cette commune : il est à 15 mille mètres au nord-est de Civita-Vecchia, qui est le chef-lieu de canton et en même temps le lieu de poste le plus voisin. Pl. IV,
figure 1^{re}.

On va de Rome aux Alunières par deux routes différentes : l'une, qui passe par Civita-Vecchia, est longue de 86 kilomètres, ou environ 17 lieues, et sera entièrement praticable pour les voitures quand la route des Alunières à Civita-Vecchia sera totalement terminée; l'autre, qui n'a que 70 kilomètres, passe par Bradiano, et ne peut guère être suivie par les voitures que jusqu'à la Storta; le reste du chemin, que l'on est obligé de faire à cheval, est très-mauvais.

Le village des Alunières est composé presque entièrement de bâtimens appartenans au Gouvernement : ils consistent en une grande église,

une maison d'habitation considérable que l'on appelle le palais du Gouvernement, devant laquelle est une fontaine publique; plus en logemens d'ouvriers, en magasins et en bâtimens servant aux usines: à la suite de ce rapport se trouve un état détaillé de ces divers édifices. Les autres constructions ont été faites par les fermiers des Alunières ou par des particuliers. Les habitans sont au nombre de neuf cents environ.

Le voisinage des exploitations détermina sans doute, dans l'origine, le choix de l'emplacement des usines, et par suite des habitations; mais depuis la découverte des mines, découverte dont on fait remonter l'époque jusqu'en 1458, sous le pontificat de Paul II (1), les premières attaques ont été abandonnées, et l'on s'est successivement porté à d'assez grandes distances. Dans le moment actuel, la principale exploitation se trouve à plus de 2000 mètres du village.

Le territoire de la Tolfa dans lequel le terrain alumineux occupe une surface d'environ 9 à 10 kilomètres carrés, fait partie d'une chaîne de montagnes qui se trouve entre la plaine de Civita-

(1) Jean de Castrel, qui en est l'inventeur, écrivait: « J'ai » trouvé sept montagnes si remplies d'alun, qu'elles pour- » raient suffire aux besoins de sept univers, pourvu qu'on les » administre avec précaution. »

Plût à Dieu qu'une si heureuse découverte et qu'un don si avantageux eussent toujours été réglés avec ces soins exacts et cette prévoyance qui sont si nécessaires dans l'administration des mines, et qui furent si recommandés par l'inventeur, Jean de Castrel! (Extrait d'un rapport fait, en 1804, au gouvernement pontifical, par MM. Vici et Navone, architectes romains; rapport dans lequel ils exposent tous les vices de l'exploitation.) (Note des Rédacteurs.)

Vecchia et celle où est situé Braçiano. Les sommets des monticules qui forment les environs de la Tolfa sont élevés de 5 à 600 mètres au-dessus du niveau de la mer; mais les vallons qui les séparent n'ont pas cette profondeur, et la masse générale du sol a une pente très-forte vers la mer.

La nature du terrain varie selon l'élévation où l'on se trouve. En quittant Civita-Vecchia pour gagner la montagne, on trouve du travertin; plus haut on rencontre du grès et du schiste, au-dessus on voit du calcaire compacte, sans corps organisés, souvent mélangé avec des couches de schiste argileux; enfin on arrive au terrain qui renferme l'aluminite; si on passe outre, en suivant la même direction, on ne rencontre plus que des laves feldspathiques et d'apparence granitique. Il m'a été impossible de reconnaître si le calcaire se trouve au-dessous du sol alumineux, ou s'il est simplement appuyé contre: j'avoue cependant que la première opinion me paraît la plus probable.

Le terrain qui recèle la mine d'alun se fait distinguer par la couleur blanchâtre et l'aspect argileux des roches qui se décomposent. Ces roches, quand elles n'ont encore éprouvé aucune altération sensible, ont l'apparence d'un silex, ou plutôt d'un pechstein grisâtre, et quelquefois rougeâtre; elles renferment une multitude de cristaux de feldspath de diverses grosseurs. Lorsqu'elles ont été exposées quelque temps aux impressions de l'atmosphère, elles éprouvent un changement très-remarquable, dont on peut en quelque sorte suivre les progrès en les observant à différentes profondeurs.

Le feldspath est le premier qui s'altère ; il devient d'abord d'un blanc de lait, en conservant sa dureté ; il perd ensuite toute sa cohésion, et finit par acquérir l'apparence d'une argile fine extrêmement blanche. Souvent, à l'extérieur, le rocher est entièrement dépouillé de feldspath, et les cavités que les cristaux ont laissées, donnent à la pierre l'aspect d'une lave poreuse. La masse entière éprouve aussi, mais plus lentement, des changemens analogues, et passe à la fin à un état argileux plus ou moins complet, probablement selon la proportion des parties siliceuses qu'elles renferment.

L'aluminite (ou mine d'alun) est disposée au milieu de cette roche, en filons plus ou moins abondans, mal encaissés, sans direction uniforme, et présentant des inclinaisons différentes ; la plupart ont peu d'épaisseur, et les plus puissans se divisent en un grand nombre de ramifications ; ils se distinguent souvent très-difficilement de la pierre stérile, lorsque cette dernière a éprouvé un commencement d'altération, parce qu'alors elle a une couleur blanche et un tissu grenu assez uniforme qui trompe un œil peu exercé.

La mine d'alun ne se présente pas toujours avec les mêmes caractères ; l'espèce que les ouvriers indiquent comme la meilleure, est compacte, lourde et un peu rosée : elle est assez dure et ne fait cependant pas feu au briquet. On trouve d'autres filons tendres et d'apparence argileuse, que les ouvriers rebutent comme peu riches ; enfin il s'en rencontre qui scintillent avec le briquet ; et qui ont l'aspect d'un sitex blanchâtre et opaque : cette dernière qualité est un peu plus prisée que

la précédente ; mais aucune expérience, que je sache, n'a confirmé cet ordre de préférence.

On aperçoit quelquefois dans le rocher et dans les filons d'autres substances qui m'ont paru dignes de quelque attention. J'y ai remarqué des cristaux que je crois être de la baryte sulfatée, et l'on y trouve aussi des masses de pyrites ferrugineuses. Les portions de filons alumineux qui touchent ces masses, ont ordinairement une couleur grise bleuâtre, et n'en sont pas moins prisées par les mineurs ; mais j'ai vu envoyer au fourneau les pyrites elles-mêmes. A la vérité, leur quantité étant très-petite par rapport à celle de la mine, et le grillage étant très-violent, elles ne pouvaient altérer bien sensiblement la qualité de l'alun ; néanmoins des ouvriers instruits auraient séparé avec soin le fer sulfaté.

L'origine du terrain alumineux est très-difficile à déterminer ; il me semble cependant que l'opinion qui le range parmi les produits volcaniques, est la plus probable ; son élévation au-dessus du calcaire et du schiste, son voisinage des laves granitoïdes, sans que l'on puisse apercevoir de séparation tranchée, paraissent appuyer fortement cette conjecture. Néanmoins on ne voit rien dans les laves qui ressemble à des filons, et l'on ne peut admettre que le terrain des alunières soit un produit volcanique ordinaire. L'existence des pyrites et du sulfate de baryte cristallisé, prouve du moins des changemens postérieurs dans cette partie du sol ; la solution complète de cette question ne pourra être obtenue que par de nouvelles observations ; et elles sont d'autant plus difficiles, que le rocher se montre rarement à nu ; il est à remarquer

même que la végétation est au moins tout aussi active dans l'arrondissement où se trouve l'alun, que dans les cantons environnans.

Exploitation.

La disposition des filons, leur marche peu régulière, et leurs ramifications, ont fait adopter depuis long-temps le système d'exploitation à ciel ouvert. La méthode que l'on devait suivre consistait à découvrir d'abord la partie supérieure de la montagne, qui est ordinairement stérile; à enlever ensuite toute la masse qui se trouvait au-dessous, riche ou pauvre, et à trier après la pierre alumineuse. Les rebuts devaient être portés à un lieu de décharge, hors de la mine, et l'on devait laisser aux parois de la montagne un talus suffisant pour éviter les éboulemens qui eussent encombré l'excavation et compromis la vie des ouvriers. Pour éviter de faire infructueusement l'enlèvement des parties supérieures du sol, on avait adopté et exécuté quelquefois une mesure très-sage, qui consistait à faire reconnaître, par une galerie de recherches, la portion de rocher que l'on se proposait d'attaquer. J'examinerai dans un autre lieu jusqu'à quel point toutes ces dispositions ont été observées.

Dans le moment actuel l'exploitation principale s'effectue dans la mine ou cave Gangalandi; on travaille aussi dans la cave Castellina, mais avec peu d'activité; enfin on a repris l'attaque de Larrore: je vais indiquer en quoi consistent les travaux.

Pl. IV, Si l'on jette les yeux sur le plan de la cave
figure 2. Gangalandi, on voit que cette mine forme une

tranchée profonde, excavée au sein même de la montagne. De chaque côté les parois sont élevées, dans quelques parties, au-dessus du fond de la cave, d'environ 75 mètres, ou plus de 230 pieds. On a suivi dans ce travail la direction des filons les plus abondans: ces filons qui vont de l'est à l'ouest, et sont presque verticaux, sont marqués en gris sur le plan; en s'enfonçant on a laissé aux parois du rocher un faible talus.

Le sol de la cave se trouve divisé en deux plateaux: l'un plus bas du côté de l'occident, l'autre plus élevé du côté du levant. On peut remarquer au centre du premier plateau un ancien îlot de rocher à-peu-près stérile, qui le rétrécit au point qu'il serait maintenant dangereux et presque impossible de l'approfondir davantage. En plusieurs endroits, les parois de cette masse surplombent, et des éboulemens considérables ont déjà eu lieu. Un îlot semblable existait près de l'ouverture du côté du levant, aux points II. Le Gouvernement a consenti à le faire enlever à ses frais, ce qui a donné la possibilité d'abaisser cette portion de la cave au même niveau que la partie occidentale: c'est à cet abaissement que travaillent actuellement les mineurs, et la pierre alumineuse qu'on en retire fournit en grande partie à la fabrication actuelle. On obtient le surplus de quelques attaques faites dans les parois de la cave et dans celles de la Castellina et de Larrore.

D'après la position de la cave Gangalandi, et son élévation au-dessus des vallées voisines, il était facile, dans l'origine de l'exploitation, de se garantir des eaux, en conservant pour leur écoulement une pente suffisante vers l'ouver-

ture de la mine ; mais au lieu de suivre cette marche si naturelle , on est descendu à mesure que l'on pénétrait dans la montagne , de sorte que bientôt les travaux se sont trouvés inondés ; on a donc été contraint de faire des galeries d'écoulement , dont le niveau a été abaissé à mesure que l'exploitation est devenue plus profonde. La partie occidentale de la mine Gangelandi est asséchée par une galerie de ce genre , qui est bien entretenue ; quant à la partie orientale , on a conservé vers l'ouverture du levant une pente très-forte , qui dispensera des travaux d'émergément de ce côté.

Les déblais de cette immense exploitation ont été portés successivement en divers liêtux , et ont formé en quelques endroits de nouvelles montagnes ; malheureusement on n'a pas toujours veillé à ce que ces déblais ne recouvrirent pas des filons.

La cave Castellina n'a qu'une faible profondeur ; elle ne peut être considérée que comme un commencement d'exploitation : néanmoins on y a déjà pratiqué un puits et une galerie d'écoulement ; cette dernière s'est écroulée sur la plus grande partie de sa longueur. Les décombres d'exploitation sont transportés à l'entrée de la cave.

La cave de Larröre , dont les travaux avoient été suspendus , a été reprise par la compagnie actuelle ; le filon principal est vertical. Jusqu'à présent il n'a été exploité que sur une longueur de 50 mètres environ , une profondeur de 15 , et au plus une largeur de 5 à 6 ; c'est-à-dire seulement sur la largeur strictement nécessaire pour l'exploitation de la pierre alumineuse ; les parois

sont presque verticales ; les rebuts se jettent au-devant de l'entrée de la cave.

Après avoir donné une idée de la disposition générale des travaux , je dois faire connaître les moyens dont on fait usage pour excaver le rocher. Pl. IV,
figure 3.

L'entaille de la roche se fait toujours à la poudre , quoique , la plupart du temps , des ouvriers un peu adroits pussent employer la pince avec avantage , à cause des fissures nombreuses qui traversent le rocher dans toutes les directions.

Les attaques sont disposées en gradins élevés , et les mines se pratiquent toujours sur les faces verticales et perpendiculairement à ces faces. Trois hommes sont employés à faire un trou de mine , et chacun de ces ateliers que l'on appelle couple , est obligé d'exécuter dans sa journée trois trous de trois palmes ou 67 centimètres chacun de profondeur , de les charger , de les faire partir , et de nettoyer la place des déblais de la mine quand elle a éclaté. Leur journée finit rarement plus tard que deux heures après midi dans l'hiver , quoiqu'ils arrivent à l'ouvrage après le soleil levé : voici comment ils exécutent leur travail.

L'un d'eux , appelé *volta mine* , s'assied dans le lieu où la mine doit être faite ; il tient à deux mains le fleuret horizontalement entre ses jambes , tandis que les deux autres mineurs , nommés *picconieri* , restent debout armés chacun d'une masse du poids de 5 à 6 kilogrammes , l'un à sa droite , l'autre à sa gauche ; ils frappent alternativement sur l'extrémité du fleuret que le *volta mine* fait tourner sur lui-même à chaque

coup. De temps à autre il nettoie ce qu'il y a de percé avec une petite curette en fer, dont la cuiller est soudée à angle droit à l'extrémité du manche.

Le fleuret a 5 centimètres de diamètre à la tranche; la cuiller de la curette n'a que 2 centimètres et demi environ.

Lorsque le trou est arrivé à la profondeur convenable, on le nettoie et on l'assèche le mieux possible; ensuite on établit au-dessous de l'entrée une petite plate-forme en terre glaise, lorsqu'il n'y a pas de rocher qui y supplée.

Pour charger la mine, l'ouvrier prend à la main de la poudre dans un sac de toile, et la jette dans le trou; quand il y en a la quantité qu'il juge nécessaire, il l'enfonce de son mieux avec une baguette en bois grosse comme le doigt: il jette encore une nouvelle poignée de poudre qui se répand dans toute l'étendue du trou; il bouche alors l'ouverture avec un morceau de bois long de 5 à 6 décimètres, d'un diamètre un peu plus fort que celui de la mine. Ce bondon est un peu diminué à l'une de ses extrémités, et l'on a préalablement pratiqué une petite rainure sur toute sa longueur, pour communiquer l'inflammation à la poudre. Il est au surplus très-grossièrement travaillé; lorsqu'on le présente à l'ouverture du trou, on a soin que la rainure corresponde à l'endroit où la poudre jetée en dernier lieu est la plus abondante, de sorte que la rainure s'en trouve remplie; on l'enfonce avec quelques coups de masse et avec ménagement jusqu'au tiers ou la moitié de sa longueur, ensuite on répand près de l'orifice de la mine une petite quantité de poudre, soit sur le rocher

voisin, soit sur la petite plate-forme d'argile que l'on a pratiquée pour cet effet. Dans cet état la mine est prête.

Lorsqu'elles sont toutes préparées de cette manière, car on les fait partir toutes à la même heure, les ouvriers se retirent sur le plateau supérieur et immédiatement au-dessus de la mine qui va éclater. Le moyen qu'on emploie pour y mettre le feu, consiste à détremper une certaine quantité de poudre, de manière à en faire une pâte un peu dure; dans cet état, comme on le sait, elle brûle lentement; l'ouvrier chargé de mettre le feu à la mine, prend gros comme une noix de cette pâte, la fixe à un petit caillou; et y met le feu. Au moment où elle brûle avec le plus d'activité, il s'approche du bord du plateau et jette avec adresse le caillou sur la poudre répandue autour de l'ouverture de la mine; l'inflammation se communique aussitôt, et elle pénètre dans l'intérieur par le moyen de la rainure pratiquée dans le bouchon de bois.

Le grand avantage de cette méthode est de ne jamais occasionner d'accidens; mais elle ne réussit pas toujours, et souvent la poudre brûle sans même chasser le bouchon, probablement à cause de l'humidité du rocher qui la pénètre facilement; souvent aussi, je crois, à cause du trop grand diamètre de la rainure qui donne alors une issue aisée aux gaz.

La consommation pour chaque mine est d'à-peu-près 6 à 9 hectogrammes de poudre, ou d'environ une liv. et demie poids de marc. L'effet produit par cette quantité est très-peu considérable; les ouvriers pourraient sans doute, avec un peu plus de soin, en économiser une grande

partie ; mais les fissures du rocher qui favorisent l'emploi de la pince , doivent naturellement aussi diminuer l'effet des mines.

Lorsque toutes les mines ont éclaté , les mineurs se reportent sur leur travail et détachent avec des pinces les parties de rocher qui ont été ébranlées ; lorsque la place est bien nettoyée , leur journée est finie.

Des ouvriers nommés *Rumpisassi* et *Rifenditori* , s'occupent alors à casser avec des masses semblables à celles des picconieri , et du poids de 8 kilogrammes environ , les éclats que les mines ont fait sauter , et d'autres ouvriers appelés *capassassi* , séparent les morceaux de mines de ceux des rebuts.

On enlève ensuite les deux espèces dans des voitures traînées par des bœufs ou par un cheval ; les rebuts sont portés aux décharges , la mine est portée aux fourneaux.

Les voitures sont chargées par des ouvriers nommés *carica di terra* ; elles ont la forme de petits tombereaux ; leurs dimensions varient selon la nature de leur attelage. Celles qui sont traînées par un cheval s'appellent charrettes , et ont 240 décimètres cubes de capacité moyenne , ou environ un quart de mètre cube ; celles qui sont attelées de deux bœufs et qui s'appellent *barrosses* , ont une capacité de 360 décimètres cubes , ou à-peu-près un tiers de mètre cube ; chacune de ces voitures est conduite par un homme.

D'après tous les moyens que j'ai pu employer pour connaître la quantité de bonne mine , par rapport au déblai , je crois que l'on peut établir pour la cave Gañgalandi , dans le moment ac-

tuel , la proportion d'un à dix , c'est-à-dire que pour un mètre cube de mine propre à être traitée , on est obligé d'extraire en outre 10 mètres cubes de rocher.

Chaque atelier de mineurs abat par semaine 21 mètres cubes environ.

Chaque kilogramme de poudre , environ un mètre 75 centimètres cube.

Grillage (1).

La première préparation que l'on fait subir à la mine d'alun , est le grillage ; pour cet effet on amoncelle au-dessus de chacun des fourneaux destinés à cette opération , une quantité

(1) Nous croyons devoir remettre ici sous les yeux de nos lecteurs le résultat des analyses que MM. Vauquelin et Kläproth ont faites du minéral de la Tolfa ; le minéral est composé ; selon

	M. Vauquelin,	M. Kläproth,
de Alumine	0,4392	0,1900.
Silice	0,2400	0,5650.
Acide sulfurique	0,2500	0,1650.
Potasse	0,0308	0,0400.
Eau	0,0400	0,0600.
	Perte	0,0100.

On trouve le détail de ces analyses dans les Mémoires intitulés ,

1°. Mémoire sur la nature et l'alun du commerce , et sur l'existence de la potasse dans ce sel , etc. (*Journal des Mines*, vol. V, page 429 et suivantes.)

2°. Examen chimique du minéral de la Tolfa. (*Journal des Mines*, vol. XX, page 179 et suivantes.)

On peut encore consulter , relativement à l'alun de la Tolfa , les mémoires de M. Chaptal , ayant pour titre : *Analyse comparée des quatre principales sortes d'alun connues dans le commerce , et observations sur leur nature et leur usage*. (*Journal des Mines*, vol. V, page 445 et suivantes. (Note des Rédacteurs.)

déterminée de pierres alumineuses, à laquelle on donne la forme d'un cône tronqué, et pour que les pierres puissent se soutenir au-dessus du fourneau, on a l'attention de choisir les plus gros blocs pour en construire une voûte qui se trouve close lorsque le cône est parvenu aux deux tiers de sa hauteur environ.

Les fourneaux sont ordinairement construits sur un terrain incliné, et ils sont noyés en quelque sorte dans le sol, afin que l'ouverture supérieure se trouve environnée d'une aire où l'on puisse apporter la mine avec des charrettes, et que les ouvriers aient l'espace nécessaire pour exécuter facilement leur travail. Le nombre des fourneaux est proportionné aux besoins. Dans ce moment il y en a sept en tout, que l'on emploie journellement.

Planch. V,
figure 1^{re}.

Chaque fourneau a dans l'intérieur la forme d'un cône tronqué; la hauteur est de 2 mètres 80 centimètres; il a 2 mètres 3 décimètres de diamètre à sa base, et un mètre 4 décimètres à son ouverture supérieure. Une porte haute d'un mètre 3 décimètres sert à introduire le bois dans l'intérieur; elle a 0 mètre 7 décimètres de largeur, et vers le haut elle se termine en angle obtus. Cette porte est précédée d'une espèce de chambre de 4 mètres de profondeur sur 2 mètres environ de largeur, formée par deux murs de soutènement réunis par un arc de cercle dont le dessus fait partie de l'aire qui environne l'orifice supérieur du fourneau, et sert à mettre à couvert dans le besoin les ouvriers qui surveillent le grillage.

La masse du fourneau est bâtie en pierre prise sur le lieu, c'est-à-dire avec le rocher

qui renferme l'aluminite; mais dans l'intérieur on fait une doublure en lave granitoïde provenant d'une carrière appelée de *Luomo morto*. Cette dernière soutient le feu sans beaucoup s'altérer et sans se fondre.

Pour construire la voûte en pierre alumineuse, on forme d'abord autour de l'ouverture supérieure du fourneau, un rang des plus gros blocs; bien serrés les uns contre les autres; au-dessus de ce premier rang on en établit un autre semblable, qui s'avance un peu sur l'ouverture du fourneau, et l'on continue ainsi en plaçant chaque rang en encorbellement sur les rangs inférieurs, jusqu'à ce que l'on ait complété la voûte. Cette voûte, comme on le juge bien, est fort irrégulière et fort grossièrement faite; mais elle suffit pour l'usage auquel elle est destinée.

A mesure que le travail s'élève, on a soin de garnir le bas avec des pierres d'un moindre volume; elles servent de culées, et quand la voûte est fermée, on achève de compléter le tas de mine à griller avec des fragmens plus petits. Ceux de l'intérieur sont à-peu-près de la grosseur du poing: on donne à cette masse une figure très-régulière de cône tronqué, dont la hauteur totale est de 1,^m65°. le diamètre à la base est de 3,^m20°. celui de la troncature de 1,^m56° environ; le creux de la voûte ayant 1,^m10° à 1,^m15° de hauteur; il en résulte que le volume de mine grillée dans une opération est de 5,^m85 cubes environ, d'où déduisant le $\frac{1}{3}$ pour les espaces vides, comme dans la maçonnerie, on a 3,^m90 cubes, qui donnent en poids 10,000 kilogrammes, en supposant la pesanteur spécifique moyenne de la pierre alumineuse de 2,60.

Mais il faut observer que cette masse n'est pas entièrement formée de mine nouvellement extraite; l'extérieur se compose en partie de morceaux qui ont déjà été grillés imparfaitement; et même pour la pierre qui provient de la Castellina et de Larrone, on a l'habitude de faire une enveloppe de pierre de *Luomo morto*.

Dans chaque fourneau on établit au bas du cône quatre à cinq petits contre-forts en blocs de lave granitoïde simplement superposés, et appuyant contre la masse à griller. Cinq ouvriers font en quatre à cinq heures le travail qui vient d'être décrit; on remplit ensuite le fourneau de morceaux de bois de 2 mètres environ de hauteur, et dont le diamètre est de 2 à 3 décimètres. On les pose debout et on laisse le moins de vides possibles. Deux heures avant la nuit on y met le feu; la flamme ne s'élève que peu, et sa première impression n'a d'autre effet que de chasser l'humidité de la pierre; mais après quelque temps on commence à sentir l'acide sulfureux, et bientôt il se dégage en torrens. La chaleur augmentant, la pierre rougit faiblement d'abord; mais on ajoute du bois dans le foyer, c'est ce qu'on appelle la *rinforzatura*, et la masse entière devient bientôt d'un rouge cerise un peu foncé. On maintient cet état pendant une heure ou cinq quarts d'heure; après ce temps écoulé, les vapeurs d'acide sulfureux sont peu abondantes: on retire alors du fourneau les tisons non carbonisés, et l'on jette de la terre sur la braise pour l'éteindre. On l'emploie ensuite pour la forge.

Lorsque le vent est violent, on en garantit en partie les fourneaux, en mettant devant le

cône de pierre alumineuse un paravent fait en planches, qui est haut d'environ 1,^m70., et large de 1,^m30.; il est soutenu dans une position presque verticale par un bâton incliné comme ceux qu'emploient les tailleurs de pierre; quelques-uns de ceux dont on fait usage à la Tolfa, sont portés sur un train, pour être plus facilement changés de place; ils sont soutenus au-dessus des roues, parallèlement au timon, par plusieurs pièces de bois superposées sur l'essieu et fixées avec elles au reste du train. Lorsque l'on veut mettre en place cette espèce de paravent, il suffit de lever le timon verticalement, c'est-à-dire jusqu'à ce que le bas des planches touche à terre. Il reste fixe dans cette position.

Si pendant le grillage le courant d'air est trop violent, on bouche une portion de la porte du fourneau avec des pierres; mais cela n'a lieu ordinairement que lorsque le feu est en grande activité, parce que l'on a la persuasion que la fumée ne doit pas toucher la pierre alumineuse.

Un grillage dure ordinairement cinq heures à cinq heures et demie; cinq ouvriers surveillent ce travail: l'un d'eux, nommé *cappatore*, détermine le moment où il faut arrêter le feu.

La consommation du bois pour un fourneau est d'environ 9,000 livres romaines, poids *sottile*, ce qui correspond à-peu-près à 3,000 kilogr. ou 60 quintaux. Un quintal de bois grille par conséquent 3 quintaux de mine.

La pierre est bien cuite, au dire des ouvriers, quand elle est très-blanche, poreuse et feuilletée, sans pourtant se briser très-facilement. Dans cet état elle ne donne sur la langue aucune

saveur alumineuse. On estime qu'elle perd, par le grillage du tiers au quart de son poids.

Après qu'elle est refroidie, on l'enlève à la main; mais auparavant on introduit dans le fourneau une espèce de table ronde, divisée en deux parties pour la facilité de la manœuvre. On bouche avec cette table l'ouverture supérieure, afin d'empêcher la même pierre de tomber dans le cendrier et de se mêler avec le charbon. Le capotore préside encore à ce travail; il met de côté les morceaux qu'il juge trop peu cuits, et on les repasse au feu dans une opération subséquente; le reste est porté aux places de macération.

Macération.

On désigne par ce nom, de grandes aires pavées sur lesquelles on dépose le minerai grillé pour le changer en une pâte molle, à l'aide d'arrosages continuels.

Planch. V,
figure 3.

Les places de macération sont au nombre de trois; elles sont disposées parallèlement à elles-mêmes, entre quatre fossés qui les bordent sur leur longueur et avec lesquels elles alternent; elles sont construites en maçonnerie de pozzolane, recouverte par un pavé en lave granitoïde, et conservent par-tout leur horizontalité, à l'exception des extrémités où l'on a pratiqué un petit rebord dans la maçonnerie même, pour ramener les eaux vers le centre.

Les fossés sont également construits en maçonnerie de pozzolane; mais ils sont doublés en planches maintenues par des chevrons qui pénètrent dans le sol, et retenus par des traverses. Chaque fossé est divisé en vingt-cinq ou trente séparations, par des planches transversales qui

sont percées dans leur centre pour faire communiquer toutes les divisions.

Ces planches sont destinées à empêcher le fossé d'être endommagé lorsque l'on détache les cristaux d'alun qui se forment contre les parois pendant l'hiver.

Un petit ruisseau qui descend de la montagne, sert à remplir les fossés selon le besoin.

Le tas de mine qui se trouve sur une place, a la forme d'une pyramide tronquée près de sa base. Sa longueur est d'à-peu-près 44 mètres, la largeur de 9 mètres $\frac{1}{2}$, et la hauteur de 15 à 16 décimètres. On donne aux deux extrémités un talus correspondant à celui des côtés.

Cette pyramide tronquée ne se forme pas sur-le-champ, comme on l'imagine facilement; il faut environ trois mois pour la compléter; mais la macération commence aussitôt qu'il y a de la mine entassée. Le travail consiste à arroser continuellement le minerai avec l'eau des fossés; quatre hommes en hiver et cinq en été, sont chargés de cette opération, qu'ils exécutent avec de petites écopés fixées au bout de longs manches. Les ouvriers se placent sur des planches qu'ils mettent en travers des fossés, et de là ils puisent avec leurs écopés de l'eau qu'ils jettent sur le tas. Ils continuent ainsi tous les jours, en arrosant successivement toutes les parties de la masse.

La pierre alumineuse ne tarde pas à se fendiller fortement; bientôt elle s'affaisse et l'on est obligé alors de la contenir à l'aide de planches retenues avec des bâtons que l'on appuie contre les montans des fossés. L'arrosage dure trois mois en hiver et trois mois et demi en

été : on reconnaît que la macération est complète quand la mine se réduit en pâte sous la pression du doigt ; alors elle a une forte saveur d'alun.

J'ai souvent remarqué en passant auprès des places de macération , qu'il se dégage, des portions de mine récemment apportées, une odeur assez forte d'hydrogène sulfuré, quand elles ont été arrosées. Cette odeur ne peut être produite que par l'action de l'alun sur le sulfure de potasse, auquel le feu et la fumée ont pu donner naissance en décomposant le sulfate existant dans la mine.

Les places de macération n'étant point couvertes, il est évident que les pluies pourraient faire déborder les fossés, et l'on perdrait alors l'alun qui serait entraîné par les eaux. Pour éviter cet inconvénient, on a pratiqué des canaux qui conduisent l'eau superflue dans le bassin des eaux mères, les canaux s'ouvrent et se ferment à l'aide d'un bouchon de bois entouré de filasse, et tout le soin consiste à ôter le bouchon lorsque la pluie devient très-forte, ce qui arrive fréquemment dans ce climat, surtout en hiver.

Les terres macérées sont portées, au fur et à mesure des besoins, à l'atelier des chaudières, dans une charrette ordinaire.

Lessivage.

Le procédé employé pour en extraire l'alun consiste à lessiver à chaud la terre macérée, à transvaser ensuite la dissolution dans des caisses en bois, où elle cristallise.

Le lessivage s'opère dans des chaudières construites en briques avec un fond de cuivre.

Ce fond a lui-même la forme d'une chaudière. Elle est hémisphérique, et son ouverture est de 2 mètres ; elle a 8 décimètres de profondeur ; elle est engagée sur une hauteur de 5 décimètres, dans une maçonnerie de briques menues, liées avec du ciment de pozzolane, de sorte qu'il n'y a d'exposé au feu qu'une calotte de 14 décimètres de diamètre. Cette dernière partie est d'un seul morceau de cuivre, qui a dans son centre 3 centimètres d'épaisseur, et qui va en s'amincissant sur les bouts jusqu'à 7 millimètres ; le reste est formé par une ceinture, dont l'épaisseur est de 3 millimètres seulement.

Au-dessus de la chaudière de cuivre commence la portion construite en brique : elle est cimentée avec un mortier de pozzolane. Cette partie va en s'élargissant par un plan incliné, jusqu'à ce qu'elle ait atteint un diamètre de 5 mètres ; elle s'élève ensuite verticalement ; la hauteur du plan incliné est de 8 décimètres ; la partie verticale a 6 décimètres ; mais on ne remplit la chaudière totale qu'à 2 ou 3 décimètres au-dessous du bord. La quantité d'eau qu'elle contient ordinairement est d'environ 24 mètres cubes, ou de 21^m,50, en faisant déduction de la capacité de la portion qui est en cuivre.

Au bas du plan incliné, et par conséquent au-dessus du bout de la chaudière en cuivre, on a pratiqué dans la maçonnerie même, un canal de 5 à 6 centimètres de diamètre, par lequel les eaux alumineuses s'écoulent quand on

a ouvert l'autre extrémité. Lorsqu'il est embarrassé par des terres ou par des cristaux, on le nettoie avec une longue branche de fer; l'extrémité extérieure de ce canal était fermée par un robinet; mais il a été assez promptement attaqué pour que l'on ait préféré de le boucher simplement avec une pelote de terre maintenue par un bâton. Les corps des robinets y sont néanmoins encore fixés.

Sur le haut de la grande chaudière on a établi quatre poutres qui sont scellées dans la maçonnerie, et qui forment un carré plus petit que l'ouverture du vase; elles sont destinées à faciliter le travail. L'une de ces poutres, celle qui est du côté de l'atelier, supporte une planche fixée de champ, qui plonge dans l'eau lorsque la chaudière est remplie; elle a pour but d'arrêter l'agitation de la liqueur lorsqu'on jette dedans la terre macérée, opération qui s'exécute entre cette planche et le bout de la chaudière.

Les deux poutres perpendiculaires à la première, servent à appuyer les manches des grandes pelles avec lesquelles les ouvriers retirent du fond les terres lessivées. On a pratiqué dans ces poutres de profondes encoches dans lesquelles entrent les manches, ce qui permet à l'ouvrier d'agir avec toute sa force, n'ayant point à craindre que l'outil change de point d'appui, dans quelque position qu'il le mette.

Sur la poutre parallèle à la première, et en même temps à la muraille du fond de l'atelier, on a appuyé de champ une planche contre laquelle vient se poser une autre planche qui couvre l'espace qui se trouve entre la poutre et le bord de la chaudière. C'est sur cette dernière

que l'ouvrier dépose, pour les faire égoutter, les terres lessivées, à mesure qu'on les retire de l'eau.

La chaudière est chauffée à l'aide d'un fourneau placé au-dessous, et qui a la forme de celui de grillage, avec cette différence qu'il est plus élevé (il a 3^m,90), et qu'il est divisé en deux parties, à la hauteur de 14 décimètres, par une grille en lave granitoïde de la carrière dite de Luomo morto. Cette grille est faite avec des arceaux de voûte qui se croisent et laissent entre eux des vides carrés: on a pratiqué pour le foyer une petite porte de 45 centimètres de large et de 46 centimètres de haut; elle est terminée par une partie triangulaire; le cendrier a une autre porte de 6 décimètres de hauteur et de 5 de largeur.

Ce fourneau n'a d'autre issue pour la fumée que la porte du foyer; mais au-devant de cette porte se trouve un tuyau de cheminée comme il en existe dans les fours.

L'atelier contient deux chaudières telles que celle qui vient d'être décrite.

Le premier travail de l'extraction de l'alun des terres macérées, consiste à remplir d'eau mère la chaudière; on l'y fait monter à l'aide d'une machine dont nous parlerons bientôt. Quand l'eau mère n'est pas assez abondante, on y fait entrer de l'eau douce; on s'arrête quand le liquide est arrivé à 2 décimètres au-dessous du bord de la chaudière.

Pendant qu'elle se remplit, on arrange dans la partie supérieure du fourneau le bois destiné à chauffer l'eau; on l'entasse le plus que l'on peut; on allume ensuite du bois menu dans le

cendrier, et quand ce dernier est embrasé, celui du foyer s'enflamme. On continue à chauffer pendant six heures et plus; au bout de ce temps l'eau a acquis une température de 50 degrés centigrades; c'est celle qui est jugée la plus convenable. On laisse alors tomber le feu, et l'on commence la lixiviation.

La quantité de bois consommée pour élever les 24 mètres cubes à 50 degrés centigrades, est de 11,000 à 11,200 livres poids sottile, ce qui correspond à 7,450 livres environ, poids de marc, ou à-peu-près 3,700 kilogrammes.

Le travail de la lixiviation commence par la dissolution des dépôts qui se forment au fond des caisses de cristallisation; on en jette dans la chaudière vingt hottes, dont le poids est de 3,500 livres romaines, ou environ 1,180 kilogr.; et quand on suppose tout le sel dissous, on ajoute par petites pelletées la terre macérée. Des ouvriers appelés *butta terra*, sont chargés de ce soin; deux autres nommés *calderari*, sont continuellement occupés à remuer la terre qui se dépose au fond de la chaudière, et ils en enlèvent des portions qu'ils placent sur la planche fixée du côté de la muraille, et dont j'ai parlé plus haut. Ce dépôt est examiné par un autre ouvrier nommé *capaboci*, qui est assis près de cette planche et armé d'une pelle courte en fer, semblable à celle de nos pionniers. Le *capaboci* met de côté les gros fragmens qu'il juge n'avoir point été assez calcinés pour qu'on les repasse au feu; les petits morceaux semblables sont jetés au rebut encore tout mouillés. Le reste est pris par un ouvrier appelé *lava terra*, qui est chargé de laver ce résidu dans de l'eau froide. L'appareil

dont il se sert est simple; il consiste en une caisse carrée, mal jointe, placée au-dessus d'un baquet d'eau froide; il met la terre à lessiver dans la caisse, prend dans le baquet de l'eau avec un petit seau, et la verse sur les matières; il les laisse égoutter un peu, et les jette ensuite dans le *fosso del spurgo*; c'est un canal en bois qui traverse la muraille, et par lequel on jette les terres que l'on croit épuisées. Le baquet est d'un mètre et demi de diamètre, et c'est la même eau qui sert à laver douze charretées de terre, c'est-à-dire environ 3 mètres cubes.

Les pelles dont se servent les *calderoci* sont en fer battu, il y en a de différentes dimensions; les plus grandes ont 3 décimètres $\frac{1}{2}$ de largeur, 4 de hauteur, et 8 millimètres d'épaisseur; elles sont fixées au bout des manches, à l'aide de deux bandes de fer qui ont 2 centimètres d'épaisseur, et qui sont traversées par deux boutons à vis. Les manches ont 3 mètres $\frac{1}{2}$ de longueur; ils ont un décimètre sur 7 centimètres d'équarrissage, la plus petite largeur est parallèle à celle de la pelle; vers le milieu les manches sont renforcés d'une autre pièce de bois, longue d'environ un mètre.

La pelle n'est pas droite, mais légèrement relevée en dessus, de manière que quand elle sort de l'eau, elle est à-peu-près horizontale.

Cristallisation.

Quand toute la masse de terre a été lessivée, on laisse reposer quelques minutes le liquide; ensuite on ouvre le canal et l'eau se rend dans les caisses de cristallisation. L'ouverture par laquelle elle s'écoule étant placée au-dessus de la

chaudière de cuivre, celle-ci reste pleine; on ne la vide qu'une fois par semaine, le samedi, et l'on se sert pour cela de petits seaux à main; le dépôt fin, terreux et rosé qui se trouve au fond, est enlevé avec les pelles; on le nomme *merdacio*.

Au moment où la dissolution commence à s'écouler, on verse dans la chaudière l'eau qui a servi à laver les terres épuisées.

Planch. V,
figure 5.

La cristallisation s'opère dans des caisses en bois, qui ont la forme d'un coin tronqué posé sur la troncature; le côté trapézoïdal a à-peu-près 19 mètres de longueur en haut, et 11 en bas. Le côté incliné a 21 mètres de largeur; la profondeur de la caisse est de 19 décimètres environ, ce qui donne à-peu-près 6 mètres cubes pour la capacité.

Ces caisses sont faites en planches de chêne de 4 à 5 centimètres d'épaisseur, maintenues dans des liens faits avec des chevrons de 11 centimètres sur 15, et qui embrassent la caisse dans le sens parallèle aux faces trapézoïdales.

Les planches sont seulement juxta-posées et calfatées avec de l'étoupe; les côtés verticaux entrent dans des rainures pratiquées sur les quatre côtés du fond, et les côtés verticaux sont liés de la même manière aux côtés inclinés.

Sur l'une des faces verticales on a pratiqué trois trous pour l'écoulement des eaux mères; l'un est à la moitié de la hauteur, les deux autres sont immédiatement au-dessus du fond; ils sont tous bouchés avec de grosses chevilles en bois garnies d'étoupes.

Les caisses sont au nombre de quatre-vingts à cent; elles sont disposées sur deux ou trois rangs,

selon l'espace que présentent les ateliers; des conduits en planches portent à volonté l'eau des chaudières dans chacune des caisses.

La dissolution, au moment où on la décante, est troublée par un dépôt rosé très-considérable. Elle se clarifie après quelques jours de repos, et les cristaux se forment sur les parois de la caisse; le fond en contient aussi, mais tellement mélangés avec le *merdacio*, que l'on croit nécessaire de la redissoudre; ce mélange forme le dépôt dont j'ai déjà parlé en décrivant le travail des chaudières.

La pesanteur spécifique de la liqueur décantée varie considérablement selon la richesse de la terre macérée. On reconnaît cette pesanteur spécifique à chaque chaudière avec l'aréomètre de Baumé, sans tenir compte de la température. On en fait note sur les registres; mais cela n'influe en rien sur l'opération, et on emploie toujours les mêmes quantités de terre et de dépôt. La variation des degrés indiqués par l'aréomètre, va depuis 15 jusqu'à 23 et même plus; mais le plus ordinairement la liqueur donne 18. J'ai pris la pesanteur spécifique d'une chaudière, et je l'ai trouvée de 1,115, la température étant à 45 degrés centigrades.

Au bout de quinze jours environ, la cristallisation est terminée; la pesanteur spécifique du liquide est ordinairement alors de 1,050, à la température de 7 à 8 degrés centigrades.

Pour faire écouler les eaux mères, on ouvre d'abord le trou du milieu de la caisse; souvent les cristaux empêchent la liqueur de s'épancher; on lui donne issue en perçant la couche qui l'arrête avec une tarière, dont l'extrémité est

faite en langue de serpent et tordue sur elle-même.

Lorsque la caisse est vidée à moitié, un ouvrier nommé *spacciatore*, entonne dans la liqueur une espèce de pelle formée d'un morceau de bois et triangulaire, qui est fixée avec des boulons à écrous à un manche long et très-gros, avec lequel il forme un angle très-obtus. Le *spacciatore* agite fortement l'eau mère, il brise les cristaux du fond et pousse le dépôt contre le côté opposé à celui dans lequel les trous sont pratiqués. Quand ce travail est terminé, il ouvre les deux trous du bas, et l'eau sort toute bourbeuse. Elle tombe d'abord sur le sol de l'atelier, et se rend ensuite dans une rigole qui la conduit aux bassins des eaux mères.

Après que tout le liquide est écoulé, on laisse l'alun s'égoutter pendant vingt-quatre heures; le *spacciatore* descend ensuite dans la caisse, et ramasse d'abord le dépôt qui est emporté dans des hottes; il refait ensuite avec une petite hache ce qu'on appelle la croix; ce sont quatre bandes de 2 décimètres au plus de diamètre, que l'on a soin de dépouiller de cristaux, au milieu de chaque côté de la caisse depuis le haut jusqu'au bas; quand cela est fait, l'ouvrier abat en quelques coups l'encoignure qu'il doit enlever, car on en laisse toujours trois intactes pour servir de base aux cristallisations subséquentes; celle que l'on enlève à chaque fois est par conséquent formée de quatre couches de cristaux qui présentent autant de lits minces du dépôt rosé; son épaisseur est de 10 à 11 centimètres au plus.

Chaque caisse est estimée fournir, terme

moyen, 10 quintaux d'alun ou 500 kilogram. à chaque opération.

L'alun est porté au magasin dans des hottes, après avoir été préalablement pesé.

Les bassins des eaux mères sont au nombre de trois. Les deux premiers, par les détours qu'ils font faire à l'eau bourbeuse, ralentissent son mouvement, et elle dépose les matières qu'elle tenait en suspension. Elle passe au clair dans le dernier bassin, qui communique avec le réservoir sur lequel est établie la machine.

Les premiers bassins sont nettoyés toutes les semaines. Pour cela on fait sortir l'eau mère; on y introduit ensuite de l'eau douce; et après l'avoir agitée fortement, on ouvre un petit canal qui donne issue aux eaux bourbeuses, et les conduit hors l'atelier.

Une machine à seaux, d'une exécution très-imparfaite, sert à remonter l'eau mère aux chaudières. Cette machine est mue par une roue hydraulique qui communique le mouvement à une lanterne, laquelle fait à son tour mouvoir le tambour sur lequel passent successivement les seaux. Ces derniers sont de bois, garnis en fer, et ils sont liés entre eux par des chaînes.

Le courant d'eau que l'on a à sa disposition n'est pas toujours assez considérable pour faire tourner la roue, et souvent il est nécessaire qu'un ouvrier aide à la machine. La mauvaise disposition des seaux et du canal qui reçoit l'eau en fait retomber le trois-quarts au moment où elle est arrivée au haut; mais comme on a tout le temps nécessaire pour remplir la chaudière, les défauts que je viens d'indiquer n'arrêtent point le travail.

Les eaux mères présentent plusieurs particularités qu'il est utile de faire connaître.

On remarque d'abord sur les murailles du bâtiment de la machine, un nombre assez considérable de cristaux formés par les seules élaboussures des eaux qui retombent. Ces cristaux sont tous cubiques. La même forme se fait remarquer dans les cristaux qu'on trouve dans le canal qui porte les eaux mères à la chaudière; on observe encore le long des joints des planches qui forment ce canal, de même qu'aux caisses de cristallisation, une couche plus ou moins épaisse d'un sel qui s'élève en champignons et qui ne peut cristalliser régulièrement qu'à l'aide d'un peu d'acide sulfurique. J'examinerai dans un autre lieu quelle conséquence on peut tirer de ces observations.

Produits, consommations, etc.

La masse du minerai exploité annuellement est d'environ 20,000 mètres cubes; elle se réduit, par le triage, au dixième au plus, environ 2,000 m³, dont le poids peut être évalué à 52,000 quintaux métriques.

On consomme, pour obtenir ce résultat, 12,000 kilogr. de poudre, qu'on paye 3 fr. 20 c.

Pour griller les 52,000 quintaux de minerai, on emploie 17,000 quintaux de bois; mais on en retire beaucoup de charbon, qui n'est pas consommé dans l'opération. On fait 5 à 600 feux en grillages par an.

On exécute dans les chaudières 360 lessivages par an, terme moyen. Chaque lessivage consomme 37 quintaux $\frac{1}{2}$ de bois, et produit assez

de dissolution salée pour remplir 3 caisses $\frac{1}{2}$ à cristalliser. Une caisse donne 5 quintaux d'alun.

Il résulte de ces données, que la fabrication annuelle doit être d'environ 6,000 quintaux métriques d'alun, et la consommation en bois de 30,000 quintaux au moins; savoir : 17,000 pour le grillage, et plus de 13,000 pour le lessivage.

Si l'on déduit la quantité de la fabrication de ce que l'on sait sur la vente, tant à l'intérieur qu'à l'étranger, on la trouve à très-peu près la même. En effet, du 12 avril 1810 à la fin de mars 1813, c'est-à-dire dans l'espace de trois ans, on a vendu à l'intérieur (1) 16,000 quintaux métriques, ou 5,333 par année, et de plus on a exporté à l'étranger, du 1^{er} septembre 1810 jusqu'à la fin de mai 1813, en moins de deux ans et demi, 1,560 quintaux métriques, ou 625 par an, qui, ajoutés aux 5,333 ci-dessus, portent à près de 6,000 quintaux la vente annuelle.

On consomme sur l'établissement de la Tolfa environ 70 quintaux métriques de fer pour outils, etc.; on occupe 200 à 210 individus, dont 57 mineurs, 30 grilleurs, 10 lessiveurs, etc.

Les ouvriers et employés sont payés à l'année, partie en argent, partie en denrées, comme pain, vin, huile, sel, etc., dont on leur distribue, à des intervalles réguliers, une quantité déterminée (2). En outre, on leur vend, à un

(1) Dans les pays qui avaient été réunis à la France.

(2) Cet article de dépenses s'élève à plus de 10,000 fr. par mois; savoir : 5,700 fr. pour salaire en argent, et 6,300 pour valeur des denrées distribuées.

prix fixé, tout ce qui est nécessaire pour la subsistance de leurs familles; en sorte que d'un côté ils n'ont à s'embarasser d'aucun moyen de prévoyance pour assurer cette subsistance, et que de l'autre, les exploitans font, en la leur procurant, un bénéfice considérable et certain.

Le prix ordinaire de l'alun est de 75 francs le quintal métrique, pris sur place.

Observations.

Sur l'ex-
ploitation.

Le mode d'exploitation à ciel ouvert, qui a été adopté pour les mines de la Tolfa, est nécessaire par la disposition des filons de pierre alumineuse. L'énorme quantité de déblais inutiles à laquelle donne lieu cette méthode, m'a fait examiner sur les lieux s'il ne serait pas préférable d'établir soit des puits, soit des galeries; mais quoiqu'il y ait des filons qui aient jusqu'à 2 mètres de puissance, la petitesse de la plupart des autres, et le peu de régularité des uns et des autres ne permettraient pas de les poursuivre tous, et une partie serait perdue; de plus, la difficulté de distinguer la pierre étrangère de la roche dans un travail souterrain, exposerait souvent le mineur à suivre une fausse direction. Si l'on prenait ce parti, il faudrait nécessairement se borner à exploiter les plus gros filons. Un jour sans doute on sera contraint de suivre cette marche, sur-tout si en abaissant les montagnes on trouve une proportion plus forte de roche stérile; mais cette époque est probablement si éloignée, que nous n'avons point encore à y songer.

Les règles qui devaient être suivies dans l'exploitation à ciel ouvert, étaient très-sages. La na-

ture du rocher, qui, au bout de quelques années, perd sa consistance, avait fait prescrire des talus suffisans; cette précaution, indispensable pour assurer la vie des ouvriers, pouvait faire calculer assez exactement la durée de l'exploitation, lorsqu'elle avait lieu au centre de ces montagnes, et en même temps prévoir l'époque où une nouvelle attaque deviendrait nécessaire. On conçoit en effet que les talus retenant continuellement le champ de l'exploitation, et les tranchées horizontales que l'on enlève successivement devant de plus en plus étroites, on est enfin contraint de s'arrêter vers le sommet de l'angle formé par les talus. Cette considération devait déterminer à donner une grande largeur à la première attaque, ou à découvrir l'un des côtés à mesure que l'on s'enfonçait, afin de pouvoir fournir aux besoins de la fabrique en conservant aux parois une inclinaison convenable; mais ces règles si naturelles ont été presque toujours négligées par les fermiers qui ont voulu éviter d'enlever la roche stérile qui recouvre la portion riche du sol. S'il pouvait rester quelques doutes sur les effets du système désastreux des fermes pour les minés, les alunières de la Tolfa en fourniraient de malheureux et trop nombreux exemples. Dans presque toutes les caves on s'est borné à suivre les filons dans les endroits où ils se présentaient en plus grande abondance; on s'est enfoncé le plus que l'on a pu sans laisser au rocher le talus nécessaire; loin de là, on a souvent creusé de manière à ce que de grandes masses se sont trouvées au surplomb. L'effet naturel de cette conduite est facile à deviner. Après quelques années la roche ayant

épruvé l'action de l'atmosphère, s'est fendillée en tous sens, et bientôt des éboulemens considérables ont encombré les exploitations. Un événement semblable a enseveli dans la *Cava-Granda*, douze charretiers avec leurs chevaux et leurs voitures, et ces décombres ne forment qu'une petite portion de ceux qui la remplissent. On juge bien que l'enlèvement de pareilles masses entraînerait de grandes dépenses, et que l'on se trouve forcé, dans ces circonstances, de reporter ailleurs l'exploitation. Une conduite plus conforme aux règles de l'art eût évité les malheurs de ce genre, et conservé des mines abondantes; mais l'intérêt du fermier est nécessairement contraire à de pareils calculs; son but n'est autre que de retirer pendant sa jouissance les plus grands bénéfices possibles, sans s'occuper des moyens de conserver à l'Etat la source de riches produits: l'on espérerait vainement, sans une surveillance très-active, une autre manière d'opérer de la part de personnes qui n'ont aucun intérêt à la conservation de la propriété qui leur est confiée. La plupart des fermiers se sont même bornés à extraire le plus profondément qu'ils ont pu les filons d'alumine, en laissant intacte la roche stérile; c'est ce que l'on nomme exploitation à *fondetto*. Il en est résulté qu'à la fin de leur bail, le Gouvernement s'est trouvé obligé de faire des dépenses énormes pour rendre possible l'exploitation ultérieure; et un autre résultat, non moins fâcheux de l'intérêt des fermiers, a été l'encombrement de parties qui recélaient de riches filons, et qui ont été recouvertes des rebuts de l'exploitation, par la seule raison que ces par-

ties étant un peu plus voisines que d'autres qui ne renfermaient point d'alumine, économisaient les frais de transport.

Quant aux eaux, la disposition du terrain a rarement permis qu'elles remplissent les excavations; cependant on s'est quelquefois trouvé obligé de percer des galeries d'écoulement, qui toujours ont été faites au compte du Gouvernement. Ces dépenses eussent été facilement épargnées si on avait eu le soin, en pénétrant dans la montagne, de conserver une pente vers l'extérieur pour l'écoulement des eaux, ou d'abaisser l'entrée de la mine à mesure que l'on approfondissait le plateau de la cave. Les frais que cette méthode eût entraînés eussent été certainement moins considérables que ceux qu'ont exigés le percement de galeries souterraines et l'abaissement de leur sol, proportionnellement à l'enfoncement des travaux.

La société actuelle ne mérite point autant de reproches que ses devanciers; mais il est à remarquer que la nature des travaux qu'elle a exécutés pour le compte du Gouvernement, ne lui a presque jamais laissé d'autre marche à suivre, pour ses propres intérêts, que celle qui était d'accord avec les principes de l'art; et elle ne s'en est retirée que dans les parties où il n'y avait point eu de travaux réguliers d'établis. Ainsi, entre l'îlot et la montagne du nord-est de la cave Gangalandi, elle a fait attaquer quelques parties de mines qui se trouvent au bas des talus, et en continuant ainsi, elle mettra nécessairement en surplomb les parties plus élevées de la montagne. A la mine de Larrone, elle se borne à exploiter le filon, en n'enlevant du ro-

cher que ce qui est strictement nécessaire pour le passage des voitures; de sorte que les parois de la montagne se trouvent à pic, les déblais sont portés immédiatement à l'entrée de la cave et sur la continuation même du filon exploité.

Dans la cave Castellina, on remarque de même que les déblais sont portés sur un ancien filon, reconnu et marqué sur les plans que la société a entre les mains.

Ces exemples prouvent suffisamment la nécessité d'une surveillance active et continuelle, exercée par un homme de l'art agent du Gouvernement. J'ai déjà dit que la principale exploitation a lieu maintenant dans la cave Gangalandi; on travaille à rabaisser le plateau du levant au niveau de celui de l'ouest. Ce massif fournit pour la majeure partie la mine nécessaire aux usines. Il est aussi la seule ressource que présente dans ce moment la cave Gangalandi; et cette ressource ne sera pas de longue durée: d'après l'évaluation que j'ai faite de la consommation annuelle et de la proportion de la bonne mine aux déblais et rebuts, je me suis convaincu que la fabrication actuelle entraînerait l'extraction d'environ 20 mille mètres. Or, d'après les mesures que j'ai prises du massif de l'est, il n'y aura guère plus de 40 mille mètres à enlever pour se trouver au niveau du plateau inférieur. A cette époque, les talus des deux parois du nord et du sud seront tellement rapprochés dans la plus grande partie de la longueur, que tout approfondissement ultérieur deviendra à-peu-près impossible, et que dans la supposition même où il serait possible d'enlever une nouvelle tranche, le peu de largeur

de la cave ne permettrait pas d'employer un nombre suffisant d'ouvriers, vu que l'attaque ne pourrait s'effectuer que du côté du levant, puisque ce serait le seul moyen de la débarrasser des eaux.

Il devient donc très-instant de songer dès à présent aux travaux à exécuter pour que la fabrication ne soit point interrompue. Il avait été arrêté par le Gouvernement que l'on attaquerait la montagne du sud, depuis la ligne marquée sur le plan par les lettres *h h*; la galerie de recherche *y*, longue de 40 mètres environ, ayant fait découvrir quinze filons plus ou moins puissans, de bonne mine, formant ensemble une épaisseur de 42 mètres, ce qui donne à-peu-près le rapport que j'ai établi précédemment entre la pierre alumineuse et la roche stérile.

Ce point me paraît en effet le plus convenable à adopter; mais il faut aussi dès ce moment s'occuper des moyens de rebaisser le niveau de la cave, et pour cela élargir l'ouverture du levant, afin d'avoir sur toute la longueur de la tranchée une largeur uniforme. Pour que cette opération pût être faite avec le plus d'avantages possibles, il serait nécessaire de commencer dès à présent deux galeries de recherches, l'une au nord, l'autre au midi, vers l'extrémité de l'est, afin de s'assurer de quel côté la montagne est le plus riche, et de statuer le déblaiement de ce côté. L'état des lieux permet d'ailleurs d'abaisser encore considérablement l'exploitation, puisque le niveau actuel est à une très-grande hauteur au-dessus de la vallée voisine.

Indépendamment de ce travail, il serait très-

important de prendre les moyens convenables pour n'avoir point à craindre les éboulemens de l'ilot, dont plusieurs parties sont en surplomb et prêtes à se détacher; l'enlèvement total de cette masse serait sans doute le parti le meilleur; mais en estimant la valeur du travail au même taux que les autres parties déjà exécutées, il n'en coûterait pas moins de 40 à 45 mille piastres, et dans le moment actuel je pense qu'il suffirait de faire tomber avec la pince ou avec quelques trous de mine peu profonds, les portions de rocher les plus menaçantes. Ces masses n'exigeant pas beaucoup de frais pour leur enlèvement, et la santé des ouvriers étant intéressée à cette opération, la compagnie ne pourrait s'y refuser.

La cave Castellina m'a paru présenter peu de ressources. Deux ateliers de mineurs seulement y sont occupés, et l'on peut estimer son produit à trois quarts de fourneau par semaine. Le nouveau bail pour lequel le Gouvernement avait accordé des fonds assez considérables, est abandonné depuis long-temps, à ce que j'ai jugé par les éboulemens de terre qui s'y sont faits. La galerie d'écoulement qui y avait été construite est effondrée sur presque toute sa longueur, et les déblais qui couvrent des filons anciennement reconnus, forment presque des montagnes. L'extraction actuelle consiste à suivre une portion alumineuse difficile à distinguer du rocher, et à rabaisser le plateau de la cave; l'abandon que les fermiers ont fait du nouveau bail, prouve qu'aucune dépense ultérieure ne doit être faite par le Gouvernement pour cet objet.

La cave de Larrorre présente des filons plus réguliers; mais un seul est exploité par la méthode proscrite avec raison, et appelée à *fondetto*. Je pense qu'il est nécessaire d'élargir cette exploitation en la portant sur celui des côtés qui présente le plus de richesse probable, mais sans négliger de donner aux deux parois les talus nécessaires, et en même temps de cesser de couvrir de décombres la suite des filons exploités; enfin qu'il ne faut point exploiter au-dessus du niveau actuel du fond de la cave, et conserver au contraire une pente suffisante pour que les eaux s'écoulent d'eux-mêmes par l'entrée de la mine.

Sur le cassage et le triage.

Le cassage et le triage nous fourniront peu d'observations à faire. La première de ces opérations me paraît seulement ne pas être poussée assez loin, vu l'énorme chaleur qui est nécessaire pour pénétrer les gros blocs; ce défaut a de plus le fâcheux résultat de ne pas permettre de séparer toute la mine de la roche stérile, et il y en a par conséquent une partie de perdue. Mais il faut convenir aussi qu'avec le prix énorme de la main-d'œuvre et le peu de temps que les ouvriers passent au travail, un perfectionnement dans les opérations entraînerait peut être plus de dépenses que de bénéfices. Cependant on devrait au moins en faire la tentative; l'intérêt public doit y engager, et il serait possible que la société fermière y trouvât de l'avantage.

Le traitement est de toutes les parties du travail des alunières la plus susceptible de perfectionnement.

Sur le grillage.

Le grillage est sans doute la plus importante, puisque du juste degré de feu dépend l'abondance du produit; c'est aussi la plus délicate, puisqu'un peu trop de chaleur brûle la mine, c'est-à-dire qu'on n'en peut plus retirer d'alun; trop peu produit un effet analogue, mais qui n'est pas sans remède, puisqu'un second grillage peut corriger le défaut du premier. Je crois qu'en général la mine est trop chauffée; je ne puis dire avec précision à quel point il faudrait s'arrêter, mais il est évident que les gros blocs qui sont directement exposés à l'action de la chaleur, doivent être à l'extérieur entièrement brûlés, tandis que l'intérieur n'a éprouvé qu'une cuisson convenable. Il peut arriver même que l'extérieur ne puisse plus fournir d'alun pour avoir été trop calciné, et que l'intérieur ne l'ait point encore été assez pour fournir ce sel. Pour obtenir une calcination uniforme, il faudrait que la mine fût cassée en fragmens égaux, et qu'elle fût exposée à une chaleur qui ne pût pas surpasser un certain degré. Cette dernière circonstance ne pourrait être obtenue qu'à l'aide de pyromètres; les recherches que l'on ferait à cet égard seraient, je crois, bien récompensées par l'économie du bois, et sur-tout par l'augmentation des produits. Un fourneau semblable à ceux que l'on emploie depuis très-long-temps en Allemagne pour la chaux, et auquel on peut donner le nom de fourneau coulant à chauffe intérieure, produirait probablement de bons effets, en étudiant bien la manière de le conduire, quoique l'essai qui en a été fait n'ait pas entièrement rempli

l'attente qu'on en avait conçue. On pourrait encore se servir d'un fourneau à réverbère incliné, tel que ceux que l'on emploie pour faire rougir les boulets, en pratiquant de chaque côté des ouvertures afin de faire descendre la mine à mesure qu'elle aurait atteint le degré de chaleur convenable. La mine pourrait n'être exposée à la chaleur précisément que le temps que l'expérience aurait indiqué comme nécessaire. Par ces méthodes on économiserait beaucoup de bois; le fourneau étant toujours chauffé, il n'y aurait pas de combustible perdu pour le faire rougir à chaque fois, et d'ailleurs la chaleur serait beaucoup plus concentrée dans l'intérieur du fourneau. La seule précaution à prendre serait de laisser passer assez d'air pour brûler la totalité de la fumée, et même l'oxide de carbone qui se forme ordinairement; car ces différens corps décomposeraient nécessairement les sulfates en formant des sulfures, et détruiraient la possibilité d'obtenir de l'alun.

Sur la macération.

La macération offre peu de changemens à faire dans l'état où elle est pratiquée maintenant. Les perfectionnemens que l'on pourrait y apporter entraîneraient d'ailleurs probablement plus de dépenses qu'ils ne procureraient d'économie.

Sur le lessivage et la cristallisation.

Le principe sur lequel est fondée la méthode de lixiviation, est très-bon en lui-même. Le peu de chaleur que l'on emploie empêche d'ailleurs que l'alun soit décomposé par la terre

argileuse dans laquelle il se trouve disséminé après la macération. Mais le procédé que l'on suit est très-imparfait, et le travail excessivement pénible; il exige d'être au moins considérablement modifié.

D'abord on conçoit facilement que des terres qui sont jetées au fond de la chaudière, et qui sont de nature argileuse, doivent mal se calciner, et que l'on éprouve une difficulté extrême de les enlever ensuite avec des instrumens aussi lourds et aussi peu maniables que ceux que l'on emploie.

Ces terres une fois extraites de la chaudière, sont passées seulement dans l'eau froide; encore n'y a-t-il qu'une portion qui soit lavée, une partie est jetée encore tout imprégnée de la dissolution saline; aussi le ruisseau d'eau douce qui passe sur le tas des terres épuisées, y contracte-t-il un goût styptique très-prononcé. La méthode de lavage à l'eau froide est par elle-même très-mauvaise, mais elle le devient bien davantage par le petit volume de ce liquide que l'on emploie pour repasser les 3 mètres cubes de terre que l'on sort des chaudières. Il est évident que ce travail devrait se faire à l'eau chaude, ce qui n'entraînerait d'autre dépense que celle nécessaire pour profiter d'une partie de la chaleur qui est maintenant perdue.

Mais un des plus grands vices de l'opération consiste en ce qu'on néglige d'amener les eaux des chaudières à leur point de saturation, et que l'on perd par conséquent une quantité de chaleur considérable et une partie de la main-d'œuvre; pour arriver à la saturation il faudrait prendre des terres macérées même dans la chau-

dière, jusqu'à ce que l'eau fût saturée, et de ne décanter qu'alors; il serait nécessaire ensuite de relaver à chaud les terres dans de l'eau pure, et de ne les abandonner que lorsqu'elles seraient bien épuisées. Pour que ce travail fût exécuté convenablement, il deviendrait indispensable d'abandonner la méthode actuelle de chauffage et de chauffer les eaux par l'introduction de la vapeur aqueuse. Ce procédé, qui permettrait d'employer toutes sortes de vases, et même les chaudières actuelles, aurait l'avantage de ne pas détruire les fonds en cuivre qui souffrent beaucoup du procédé actuel, et de pouvoir donner à la liqueur le degré précis de chaleur que l'on aurait reconnu le plus convenable; enfin, en lessivant la terre à la partie supérieure du bain, en la maintenant dans des caisses percées de trous, on obtiendrait bien promptement l'effet désiré. La terre pourrait être ensuite immédiatement lavée dans une autre cuve d'eau chaude, et par ce moyen on obtiendrait la presque totalité du sel; mais dans ce cas, il vaudrait mieux employer pour le second lavage de petites quantités d'eau, que l'on renouvelerait, que de se servir toujours de la même, quoiqu'en plus grande quantité: la raison en est bien évidente.

En proposant les changemens au procédé actuel, je ne prétends pas qu'ils soient les meilleurs, mais qu'ils entraîneraient peu de dépenses. S'il était question d'établir un nouveau système, je crois que le meilleur à adopter serait celui du touillage, si la nécessité d'employer les eaux acides ne s'y opposait pas jusqu'à un certain point: en effet, pour que le touillage pût s'effectuer de manière à ne laisser que très-

peu de sel dans les terres, il faudrait qu'elles fussent repassées à l'eau pure, tandis que les terres neuves seraient passées à l'eau du second lessivage. Mais dans ce système on aurait beaucoup de difficultés à faire usage des eaux mères. Dans l'état actuel, on ajoute bien à la vérité de l'eau douce en assez grande quantité, mais il est évident que cela vient des pertes considérables que l'on fait, soit en eau de lessive, en jetant les terres avant qu'elles soient suffisamment égouttées, soit en perdant des eaux mères dans l'atelier de cristallisation, ou même par les filtrations des bassins où elles séjournent; car il n'y a pas sensiblement d'évaporation.

La grande difficulté de ce travail consiste à enlever aux terres macérées tout le sel qu'elles peuvent abandonner, sans être obligé d'évaporer les eaux; ce résultat ne peut être obtenu qu'en exécutant le dernier lavage à l'eau douce, et c'est ce qui s'effectue dans l'état actuel de la fabrication; mais comme l'évaporation est très-peu abondante, il serait impossible que la quantité des eaux mères n'augmentât pas sensiblement, si les pertes que l'on fait en jetant une portion des terres avant qu'elles soient bien égouttées, en laissant écouler les eaux mères du sol de l'atelier de cristallisation, et même par les filtrations des bassins où elles séjournent, ne compensaient et au-delà la quantité d'eau douce ajoutée pour le lavage, puisque l'on est même souvent obligé d'en mêler dans la chaudière avec l'eau mère. Mais comme la perte que l'on fait en eaux mères est certainement plus grande que celle qui résulte de l'évaporation, il faudrait, je crois, se déterminer à employer

ce moyen pour une certaine portion des eaux, et ne se servit-on que de la chaleur du soleil pendant l'été, on aurait certainement un résultat plus avantageux que celui que l'on a maintenant.

Je n'entrerai pas ici dans le détail de l'appareil qu'il faudrait construire pour le touillage, parce qu'en proposant cette méthode, je ne crois pas qu'elle doive être adoptée définitivement avant d'avoir été essayée par des expériences préliminaires; mais je pense qu'elle mérite que l'on en fasse l'essai: avant tout, il faudrait remédier aux pertes qui ont lieu et qui ont été indiquées plus haut. La plus facile à vaincre est celle qui a lieu dans l'atelier de cristallisation; elle est si considérable, que de temps en temps on est obligé d'enlever les terres à une grande profondeur pour les laver, ce qui exige des frais de main-d'œuvre et de combustible assez considérables, et que l'on éviterait entièrement en disposant sous les trous par où les eaux s'écoulent, des talus de bois qui conduiraient le liquide dans le canal qui les porte aux bassins. Par ce moyen les eaux n'engorgeraient plus le sol, et si la maladresse des ouvriers empêchait que l'on ne pût se passer de relever les terres, au moins ce travail se ferait à des époques beaucoup plus reculées, et les frais et la perte seraient beaucoup moindres.

Un autre objet sur lequel il serait d'un grand intérêt de porter son attention, serait le parti à tirer des rebuts qui sont jetés après avoir été lavés à l'eau froide. Un des plus grands avantages que présente la mine de la Tolfa, est de contenir l'acide sulfurique et la potasse néces-

saires à la confection de l'alun. S'il était possible d'extraire tout ce que le minerai semble devoir fournir d'alun, d'après les analyses de Vauquelin et de Klaproth (1), on obtiendrait plus de 100 de sel pour 100 de minerai, à cause de l'eau de cristallisation. Mais pour extraire l'alun il faut faire subir à l'aluminite un grillage assez fort, et pendant ce grillage une grande partie de l'acide sulfurique se décompose et se dégage en acide sulfureux et en oxigène, et la quantité de sel que l'on obtient est d'autant moins forte que le grillage a été plus long et plus fort. Souvent la mine a été si fortement calcinée qu'elle ne peut plus donner d'alun par les procédés ordinaires. Cependant elle contient encore le sulfate de potasse et l'alumine, et il suffirait d'ajouter de l'acide sulfurique pour obtenir de l'alun. On pourrait, je crois, tirer parti des vapeurs d'acide sulfureux qui se dégagent des fourneaux, et en les faisant passer sur les rebuts, tirer de ces derniers une assez grande quantité d'alun. A la vérité, le sel que l'on obtiendrait ainsi pourrait peut-être contenir un peu de fer; mais on parviendrait à le purifier par des terrages et des cristallisations, ou bien on le vendrait à un prix inférieur.

Avant de terminer ces observations, je dois revenir sur le phénomène que présentent les eaux mères; je veux parler des cristaux cubiques qui s'y forment, et des sels qui s'élèvent comme des choux-fleurs de toutes les parties où l'eau s'est insinuée. Ces deux faits prouvent,

(1) Voyez la note pag. 331, et les Journaux des Mines qui y sont cités.

comme on l'a déjà dit, que l'alun de la Tolfa ne contient pas la moindre quantité d'acide excédant à sa composition, et que même la portion qui reste dans les eaux mères en renferme moins qu'il ne lui en faudrait pour cristalliser; et ce résultat pouvait être facilement prévu d'après la méthode usitée pour le grillage de la pierre aluminieuse. Mais on peut soupçonner que ce défaut d'acide en excès peut contribuer à faire donner dans quelques circonstances la préférence à l'alun de Rome sur les aluns les plus exempts de fer; cependant on pourrait facilement donner le même avantage à ces derniers, en calcinant légèrement une certaine portion de ce sel que l'on ferait redissoudre ensuite dans les liqueurs destinées à la cristallisation.

EXPLICATION DES PLANCHES IV ET V.

PLANCHE IV. — Gîte des minerais d'alun de la Tolfa.

Figure 1^{re}. — Carte topographique du territoire alumineux de la Tolfa.

- A* Village des Alunières.
B Eglise de Cibona.
C Eglise de Suglina.
D Hameau dit Bianca.
E Hameau dit Cave-Vecchie.
F Chemin qui conduit aux Alunières de Civita-Vecchia.
G Chemin qui conduit aux Alunières de Cave-Vecchie.
H Chemin qui conduit des Alunières à la mine Gangalandi et à la Tolfa.
I Chemin qui conduit des Alunières à Viterbe, etc.
L Abreuvoir surnommé Beveratobello.
M Maison appelée Oratorio di Cibonæ.
N Ancien magasin à poudre.
O Eglise et Hermitage della Madone delle Grazie.
P Maisons rurales de différens propriétaires.
Q Nouveau magasin à poudre.
R Eglise et couvent de la Trinité.
 1 Mine Gangalandi en activité d'exploitation.
 2 Mine Castellina nouvellement exploitée.
 3 Mine abandonnée, nommée Ucellato.
 4 *Idem*, *ibid*, *ibid*, del Moro.
 5 *Idem*, *ibid*, *ibid*, della Bianca.
 6 *Idem*, *ibid*, *ibid*, della Concia.
 7 *Idem*, *ibid*, *ibid*, di Ballotta.
 8 *Idem*, *ibid*, *ibid*, di Resciolæ.
 9 *Idem*, *ibid*, *ibid*, di Valperellæ.
 10 *Idem*, *ibid*, *ibid*, Cava-Grande.
 11 *Idem*, *ibid*, *ibid*, Gregoriana.
 12 *Idem*, *ibid*, *ibid*, Cavettæ.
 13 *Idem*, *ibid*, *ibid*, del Bajocco.
 14 *Idem*, *ibid*, *ibid*, della Pavura.
 15 *Idem*, *ibid*, *ibid*, del Poggio della Pavura.
 16 *Idem*, *ibid*, *ibid*, delle Grazie.
 17 *Idem*, *ibid*, *ibid*, Cavacciæ del Palazzo.
 18 *Idem*, *ibid*, *ibid*, di Rotella.

- 19 Mine abandonnée, nommée del Bercetano.
 20 *Idem*, *ibid*, *ibid*, Clementinæ.
 21 *Idem*, *ibid*, *ibid*, della Stradella.
 22 *Idem*, *ibid*, *ibid*, delli Romani.

Figure 2. — Plan de l'exploitation dite Cave Gangalandi.

- A* Plateau de la cave Gangalandi.
B Emissaire (galerie d'écoulement) formé par un conduit souterrain.
C Filon alumineux nommé Maceroni.
D Ilot du rocher stérile.
E Filon abondant de la galerie de Cibona.
F Autre filon de la cave neuve.
GH Montagne vierge.
I Grande île dite la Torretta.
KLM Trois filons alumineux couverts par des décombres.
N Ouverture du levant.
O Fond de la nouvelle cave couvert de décombres.
PQR Direction proposée pour la nouvelle coupe de la montagne.
S Nouveau bras de cave commencé par Charles Giorgi.
TX Coupe inférieure de l'ouverture du levant.
V Chemin pour les décombres.
Y Galerie qui entre dans la montagne, sur une longueur de 180 palmes, dans laquelle on a découvert 15 filons.
 1 Fourneaux de grillage.
 2 Magasin aux fers.
 3 Forge.
 4 Murs à pierres sèches.

Figure 3. — Coupe des travaux de l'exploitation, donnant une idée de la manière dont celle-ci est conduite.

PLANCHE V. — Fabrication de l'alun à la Tolfa.

Figure 1^{re}. — Plan, coupe et élévation du fourneau de grillage, dans lequel on cuit la pierre alumineuse. (On voit de quelle manière le minerai est disposé.)

Figure 2. — Paravent mobile pour garantir le minerai que l'on grille de l'action du vent.

Figure 3. — Plan et coupe transversale d'une place de macération. (On voit le minerai grillé entassé, et les canaux dans lesquels s'écoule l'eau dont on l'arrose.)

Figure 4. — Plan et deux coupes d'une des chaudières dans lesquelles on lessive le minerai. (Il y a deux chaudières accolées.)

- a* Cendrier.
- b* Foyer dans lequel on jette du gros bois, placé debout.
- c* Chaudière, dont les parois sont en briques.
- d* Fond de la chaudière en cuivre. (C'est la seule partie qui reçoit le contact de la flamme.)
- e* Cadre en charpente, sur lequel on pose les paquets.
- f* Baquet dans lequel on met le minerai lessivé pour le laisser égoutter.
- g* Caisse de cristallisation. (Il y en a un grand nombre.)
- h* Canal qui reçoit les eaux mères de toutes les caisses de cristallisation.

Figure 5. — Plan et élévation d'une caisse de cristallisation. (Ces caisses sont construites en planches assemblées, comme on voit dans la figure.)

EXPÉRIENCES

SUR LA MINE D'ALUN DE MONTIONE,

DANS LA PRINCIPAUTÉ DE PIOMBINO,

PAR feu M. l'Ingénieur en chef des Mines, COLLET-DESCOSTILS.

AVERTISSEMENT.

M. Descostils n'a fait aucun travail chimique sur le minerai d'alun de la Tolfa. Les savantes recherches publiées à ce sujet, par MM. Vauquelin et Klaproth, l'en ont dispensé; mais il a fait un grand nombre d'expériences sur le minerai de Montione, dont la nature était moins bien connue, et qui se trouve être composé des mêmes élémens; ces expériences jettent beaucoup de jour sur la théorie de la formation de l'alun, etc. Nous croyons donc qu'on en lira la description avec un grand intérêt, et que celle-ci tient naturellement sa place à la suite du mémoire, du même auteur, sur les alunières de la Tolfa.

CETTE mine a l'aspect de celle de la Tolfa; elle est très-blanche, et ne présente que de légères traces d'oxide rouge de fer dans les fissures qui traversent les masses dont elle est composée.

L'alun qu'elle produit est aussi estimé dans le commerce que celui dit de *Rome*.

Le traitement qu'on lui fait subir en grand pour obtenir l'alun, consiste, 1°. dans un grillage; 2°. dans un lessivage de la mine grillée; et 3°. enfin dans l'évaporation des eaux de lessivage qui donnent par le refroidissement, et sans aucune addition, des cristaux d'alun. Toutes les parties de la mine ne sont pas également riches; j'ai lessivé avec soin des échantillons grillés et recueillis sur les lieux, et qui étaient désignés, l'un comme de la plus riche espèce, et l'autre comme de la plus pauvre: le premier m'a donné 73 pour 100 de cristaux d'alun mêlés d'une très-petite quantité de sulfate de potasse, comme l'avait déjà observé M. Monnet dans son travail sur la mine de la Tolfa; le second, environ 9 pour 100 seulement. Le résidu du lavage du premier échantillon pesait 45 centièmes de la masse soumise à l'essai; de sorte que l'augmentation de la partie dissoute par l'absorption de l'eau de cristallisation, n'a été que de dix-huit parties; ce qui indique que l'alun, dans cet échantillon grillé depuis long-temps, était déjà combiné avec la moitié à-peu-près de l'eau qui lui était nécessaire pour cristalliser. Le second échantillon en contenait encore davantage.

L'échantillon sur lequel j'ai fait les expériences suivantes, avait été pris dans la mine, et n'avait subi aucune préparation. Je ne sais à quelle espèce le rapporter; la quantité d'alun que j'en ai retiré m'a fait croire qu'il était de l'espèce moyenne en richesse: j'avais enlevé, à l'aide d'un couteau, les portions d'oxide de fer qui s'y trouvaient, de sorte que la masse était

parfaitement blanche dans toutes ses parties; au moins, en le brisant pour le pulvériser, je n'aperçus aucune trace rougeâtre.

Plusieurs fragmens pesés isolément et ensuite chauffés dans un creuset les uns après les autres, jusqu'à une chaleur rouge, perdirent de 17 à 20 pour 100 de leur poids. Il se dégageait toujours à ce degré, des vapeurs blanchâtres et acides. La même opération ayant été faite dans une cornue de verre, il passa d'abord de l'eau dans le récipient, et ensuite des vapeurs blanchâtres qui se condensaient en stries le long du bec de la cornue, absolument comme l'acide sulfurique. Un peu avant que les stries parussent, il s'était manifesté une odeur très-sensible d'acide sulfureux; je n'aperçus aucune trace de soufre sublimé.

Pour savoir si l'acide sulfureux était produit par la décomposition de l'acide sulfurique, ou s'il était contenu dans la mine, je mis une portion de mine non grillée et réduite en poudre dans une fiole avec de l'acide sulfurique bien pur. Je bouchai la fiole, et je cherchai à différens intervalles s'il ne se dégageait pas d'acide sulfureux: je n'y trouvai aucune odeur, même après avoir chauffé le mélange; mais je sentis l'acide muriatique très-distinctement.

Pour savoir si le soufre y entrait en nature, je fis chauffer une autre portion de mine aussi réduite en poudre, avec de la potasse pure, dans un creuset de platine. Ce mélange ayant été réduit à une fusion pâteuse, fut tout aussitôt retiré du feu et dissous dans l'eau. Cette dissolution précipita en blanc celle du nitrate de plomb, qui y fut versée goutte à goutte, et la couleur du précipité ne changea pas par l'addition d'un acide.

On peut, ce me semble, conclure de ces expériences, que cette mine ne contient ni soufre ni acide sulfureux (1).

Je pris ensuite 5 grammes de la mine non grillée, et réduite en poudre; je les fis fondre dans un creuset de platine, et la fusion pâteuse fut entretenue pendant une demi-heure. Le mélange fut ensuite délayé dans l'eau, qui opéra une dissolution complète; ce qui indique l'absence de l'oxide de fer et des terres non solubles dans les alcalis fixes.

La solution alcaline fut ensuite saturée par l'acide muriatique, puis évaporée jusqu'à siccité, dissoute ensuite à l'aide de l'eau, qui ne laissa aucun dépôt siliceux.

Je versai dans la dissolution muriatique de l'eau de muriate de baryte en excès: elle occasionna un précipité blanc et grenu, qui fut ensuite reconnu pour du sulfate de baryte, et dont le poids, après avoir été lavé et séché, était de 5 pour 35. Ce qui, en admettant, comme je le crois vrai, que le sulfate de baryte contient 33 centièmes d'acide, donne 1 gramme 78^c. d'acide sulfurique, ou 35,6 pour 100, en supposant les 5 grammes de mine divisés en cent parties.

L'excès du muriate de baryte fut décomposé par de l'acide sulfurique pur. La liqueur fut filtrée et décomposée par l'ammoniaque qui y forma un précipité blanc et floconneux, qui fut lavé et séché au rouge; il pesait 20 grammes, ce qui donne 40 pour 100. C'était de l'alumine.

(1) L'acide sulfureux, dégagé dans la distillation, provenait sans doute d'un peu d'acide sulfurique, décomposé par un peu d'ammoniaque qui se trouve dans cette mine, ou peut-être par quelque substance végétale qu'elle pouvait contenir.

L'eau de lavage fut évaporée à siccité, et le résidu chauffé au rouge dans un creuset de platine jusqu'à ce qu'il ne se vaporisât plus rien. Le résidu ayant été dissous dans l'eau, j'y versai une dissolution de platine qui y forma un précipité de sel triple de potasse. Ce sel fut recueilli avec soin, dissous dans l'eau, puis décomposé par l'hydrogène sulfuré. (Pour que l'hydrosulfure de platine se précipite en entier, il est nécessaire de chauffer un peu.) La liqueur filtrée fut évaporée et donna du muriate de potasse, dont le poids indiquait 68 centigram. de potasse. Je le mis dans un creuset de platine, je versai dessus de l'acide sulfurique concentré. Lorsqu'il ne se dégagait plus de vapeurs sensibles, je pesai le creuset, j'ajoutai de l'eau pour dissoudre le sel, et le creuset fut pesé de nouveau après avoir été bien lavé et bien séché. La différence des poids donna la quantité de sulfate sec de potasse, qui répondait à 67 centigram. de potasse pure, ou 13,4 pour 100.

Comme ces opérations avaient été longues, je craignais d'avoir perdu de l'alcali, et j'essayai de dissoudre une nouvelle quantité de mine par l'acide sulfurique concentré; ce procédé ne réussit bien qu'en faisant bouillir le mélange et le laissant ensuite macérer, si l'on peut se servir de cette expression, pendant quelques jours. Je décomposai cette dissolution sulfurique avec l'ammoniaque; le poids du précipité alumineux fut absolument le même que dans l'opération précédente. L'eau de lavage ayant été évaporée à siccité, le résidu fut redissous dans une petite quantité d'eau, et la dissolution filtrée pour séparer un léger dépôt terreux qui s'était formé

pendant l'évaporation; ensuite réduit à siccité et le résidu chauffé au rouge dans un creuset de platine; le poids du sulfate de potasse fut comme dans l'expérience précédente; il indiquait pour le poids de la potasse 69 centigrammes, ou 15,8 pour 100.

En additionnant les poids de toutes les parties constituantes, nous aurons :

Alumine.	40
Acide sulfurique.	35,6
Potasse.	13,8
	<hr/>
	89,4.

Les 10,6 qui manquent doivent être attribués à l'eau. La perte par la calcination est beaucoup plus forte, mais il se vaporise aussi de l'acide sulfurique; nous aurons donc :

Alumine.	40
Acide sulfurique.	35,6
Potasse.	13,8
Eau et perte.	10,6
	<hr/>
	100,0.

Si cette mine n'était qu'un simple mélange d'alun et d'alumine, ou que la combinaison qui unit ses principes fût faible, l'eau bouillante devrait enlever les sels solubles qui peuvent être formés par les principes : dans ce cas le grillage serait inutile; pour m'en assurer, j'ai fait bouillir 10 grammes de cette mine non grillée et réduite en poudre fine, avec une grande quantité d'eau, et après avoir filtré, j'ai fait évaporer la liqueur jusqu'à siccité; mais je n'ai obtenu qu'une quan-

tité de résidu salin trop petite pour qu'elle pût être soumise à un examen rigoureux. J'ai cru, d'après quelques essais, que c'était un peu de muriate ammoniacal sans trace sensible de potasse. Je suis d'autant plus porté à le croire, que la mine et les cristaux d'alun que j'en ai retirés, traités par les alcalis caustiques, m'ont donné des vapeurs blanches en approchant un tube mouillé d'acide muriatique.

En chauffant au rouge dans un creuset, d'autres portions de mine réduite en poudre, et les lessivant ensuite, j'ai toujours obtenu à-peu-près la même quantité d'alun bien cristallisé, environ 40 pour 100, soit que j'aie lessivé sur-le-champ, soit que j'aie laissé la poudre exposée pendant plusieurs jours à un air humide.

C'est donc au grillage seul que l'on fait subir à la mine qu'est due la possibilité d'obtenir l'alun; mais comment se fait-il que ce sel soit plus facile à extraire après le dégagement d'une portion d'acide sulfurique? Je ne vois d'autre moyen d'expliquer ce fait, que d'admettre que la chaleur opère sur une portion de l'alumine un rapprochement de molécules, tel que leur cohésion s'oppose alors à l'action de l'acide sulfurique; et ce dernier doit agir avec d'autant plus d'énergie sur la portion d'alumine qui n'est pas aussi dense. Le dégagement d'acide sulfurique est l'effet de la chaleur nécessaire pour produire ce résultat; mais il serait sans doute plus avantageux qu'il ne s'en dégagât point du tout.

Le sulfate de cuivre natif présente à-peu-près le même phénomène que M. Proust a expliqué par la séparation de l'eau qu'il régarde comme

partie essentielle du sulfate insoluble, ou au minimum d'acide dans le premier moment.

Je ne dois pas omettre une observation que je regarde comme importante. Toutes les eaux de lessivage de la mine grillée, quelque claires qu'elles fussent dans le premier moment, se troublaient toujours pendant l'évaporation. Le dépôt qui se formait me parut être un alun avec excès de base; le même phénomène a lieu, à ce que j'ai appris, dans le traitement de la mine de la Tolfa. Il semblerait qu'il se fait dans ce cas un second partage, que la partie dissoute, à mesure que le liquide diminue de quantité, a besoin d'une plus grande quantité d'acide, et que la portion qui ne peut être tenue en dissolution se précipite. Il est possible que pendant la cristallisation, l'eau-mère retienne une portion d'acide plus forte, eu égard à l'alun qu'elle contient, que les cristaux qui se sont formés; mais je n'ai fait aucune expérience pour m'en assurer.

SUR

LA TEMPÉRATURE

DU GLOBE,

A DIVERSES PROFONDEURS ET A SA SURFACE.

I. *Note sur la température de l'intérieur des Mines.*

M. DE TREBRA, chef de l'administration générale des mines à Freyberg; dans une lettre adressée à M. Schreiber, le 3 mars 1816, lui marque : que dans la mine d'*Alte Hoffnung Gottes*, à *Grösvoigtsberg*, approfondie et totalement épuisée jusqu'à la profondeur perpendiculaire de 220 toises (Lachter), où le minerai a fini, les eaux ont entièrement cessé; mais que la *température a considérablement augmenté*, et qu'elle est montée *jusqu'à 15 degrés* du thermomètre de Réaumur : un thermomètre, resté constamment dans la mine, lui a donné la preuve de ce fait.

M. de Trebra ajoute : que trois thermomètres suspendus dans les mines de *Himmelsfürst* et de *Beschertglück*, dans des endroits inaccessibles à l'air extérieur, ont prouvé que la chaleur augmente dans les mines à raison d'un *degré de Réaumur pour 150 pieds* (1) d'appro-

(1) Pieds de Leipzig, ce qui correspond à 42^{mètres},016.

fondissement perpendiculaire. Il se propose de publier incessamment le résultat des observations thermométriques qu'il s'est appliqué à faire dans ces mines depuis dix ans.

II. *Observations par M. Hassenfratz, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.*

Depuis plus d'un demi-siècle, Gensanne avait observé dans les mines de Giromagny, dont il était alors directeur, que la chaleur des souterrains augmentait à mesure que l'on descendait dans la profondeur.

La température à la surface étant de 2 degrés, ce directeur remarqua qu'elle était :

à 52 toises de profondeur.....	10 ⁰
à 106.....	10 ^¼
à 158.....	15
à 222.....	18 ^½

Ce qui fait depuis 106 jusqu'à 222 toises de profondeur, un degré pour chaque 47 toises; résultat qui diffère de celui de M. de Trébra.

On trouve dans le *Journal des Mines*, t. XIII, pag. 113 et suivantes, une lettre de M. d'Aubuisson à M. Brochant, qui contient un grand nombre d'observations sur la température souterraine. On y remarque que la température extérieure étant au-dessous de zéro, la température intérieure y augmentait graduellement jusqu'à 12, 13 et 14 degrés de Réaumur, mais jamais au-delà; que la même température existait à diverses profondeurs, et qu'à une même profondeur on observait des températures différentes. Ainsi :

TEMPÉRATURE

	à la surface.	à la prof. de
à Beschert-Glück.....	— 30...	100' .+ 9 ⁰
à Kuschacht.....	— 2.....	110. .+ 10
<i>Idem</i>	— 2.....	110. .+ 11
à Junge-Hoheberge.....	0.....	80. .+ 11
<i>Idem</i>	0.....	100. .+ 11
<i>Idem</i>	0.....	100. .+ 12
à Beschert-Glück.....	— 3.....	120. .+ 12

D'où l'on voit qu'à 100 toises de profondeur la température varie de 9 à 12 degrés.

M. d'Aubuisson a fait des expériences analogues, dans les mines de Poullaouen et d'Huelgoat; elles ont été publiées dans le 21^e. volume du *Journal des Mines*, pag. 119 et suivantes.

La température extérieure étant de 19 degrés, la température intérieure était :

à Poullaouen, à {	150 mètres de profondeur..	14 ⁰ ,4
	141.....	15
à Huelgoat, à {	238 mètres de profondeur..	18 ⁰ ,8
	250.....	19,7

On doit voir, d'après ces résultats, combien il est difficile de connaître exactement la chaleur centrale, en la mesurant dans les mines à diverses profondeurs. En effet, cette température est nécessairement modifiée par un grand nombre de causes, parmi lesquelles on distingue : 1^o. la

circulation de l'air; 2°. la filtration et l'écoulement des eaux; 3°. la décomposition des pyrites. Cette dernière cause a une action si puissante, qu'elle élevait, en 1783, à 25 degrés et plus, la température des galeries de *Maria Hülfe-Schacht* et de *Matheas Schacht* à Kremnitz, tandis que dans toutes les galeries de la même profondeur, la température était entre 10 et 14°.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est que cette variation a été observée, dans les eaux de la mer, suivre une marche inverse de celle que Gensanne et M. de Trebra prétendent qu'elle suit dans les cavités souterraines.

De Saussure a observé la température des eaux de la mer, à diverses profondeurs; dans le golfe de Gênes, la température sur la surface de la mer étant de 16°,4, elle s'est trouvée:

à 500. pieds de profondeur, de.....	10°,6
à 800.....	10°,6
à 1800.....	10°,6

Ce qui ferait croire que les eaux de la mer ont une même température à diverses profondeurs; mais des observations de Ferber, Peron et de plusieurs autres navigateurs, à de grandes distances des côtes, ont appris que la température de la surface étant entre 20 et 24 degrés, elle se trouvait:

à 50. pieds de profondeur, de.....	15°
à 1200.....	7,5
à 2144.....	6
à 5416.....	3,6
à 3865.....	0

D'un grand nombre d'observations faites par

différens navigateurs, Peron conclut dans le t. II de son Voyage aux Terres-Australes, pag. 346, que:

1°. La température des eaux de la mer, loin des rivages, à quelque profondeur qu'on l'observe, est en général plus froide que celle de la surface;

2°. Ce refroidissement paraît être dans un rapport quelconque avec la profondeur même, puisqu'il se trouve d'autant plus grand que les expériences ont été faites dans des profondeurs plus considérables;

3°. Les deux résultats précédens se trouvent également exacts, au milieu des flots glacés des deux pôles et de ceux brûlans de l'équateur; seulement, à profondeur égale, la proportion du froid est beaucoup plus grande vers les régions polaires que dans les régions équatoriales;

4°. Tous les résultats d'observations faites jusqu'à ce jour, sur cet objet, se réunissent pour prouver que les abîmes les plus profonds de la mer, de même que les sommets les plus élevés, sont éternellement glacés, même sous l'équateur.

La température moyenne de la surface du globe varie du pôle à l'équateur. Meyer, Lambert, Kirwan, M. d'Aubuisson, et plusieurs autres, ont cherché à établir, par une formule, la variation de la température moyenne sous toutes les latitudes.

Des observations faites dans quelques villes ont été employées pour comparer l'exactitude des formules; mais comme ces observations n'étaient pas en assez grand nombre, il a fallu employer un autre mode.

Tous les points de la surface de la terre (dit M. Biot) sont différemment échauffés par l'action du soleil. La quantité de chaleur rayonnante qu'ils émettent dans l'espace est également variable, puisqu'elle est proportionnelle à la température; il doit donc s'établir, à la longue, des différences dans la température pour ces différents points.

En partant de ce principe, M. d'Aubuisson a cherché à comparer sa formule avec les températures observées dans l'intérieur de la terre. Nous allons donner ici le tableau de cette comparaison (1).

LIEUX de L'OBSERVATION.	LATITUDE.	TEMPÉRATURE	
		observée.	calculée.
Le Caire.....	30	18° R.	17°,8 R.
*En Virginie.....	38	9,6	9,2
*Philadelphie.....	39,5	8,8	8,6
Paris.....	48,50	9,6	9,6
Williska.....	51	8,7	8,2

(1) Les observations marquées d'une étoile ne sont pas rapportées par M. d'Aubuisson; elles sont prises de différents auteurs.

(2) La température en Amérique est plus basse qu'en Europe.

LIEUX de L'OBSERVATION.	LATITUDE.	TEMPÉRATURE	
		observée.	calculée.
Calais.....	51	8°,7 R.	8°,9 R.
Londres.....	51,29	8,6	8,5
Corke.....	51,54	8,5	8,3
*Hartz.....	52,10	8,0	7,7
Talamore.....	55,12	7,9	7,8
Dublin.....	55,20	7,7	7,7
Armaghe.....	54,20	6,9	7,1
Emiscoa.....	54,48	6,8	7,1
Londondri.....	55	6,6	7
Bally-Castle.....	55,12	6,6	7
Stockholm.....	59,20	6	5,4
Torneo.....	65,51	2,5	3,5
Wadsoc.....	70,20	1,8	2,1

Cette correspondance entre la température moyenne de la surface de la terre et celle des cavités souterraines, est extrêmement remarquable. A Freyberg, latitude 51^d, la tempéra-

ture moyenne devrait être de $8^{\circ},7$; cependant M. de Trebra l'a trouvée, dans l'intérieur des mines, de 15 degrés.

M. de Humboldt a observé que dans les cimes des Andes, dont le fond est élevé de $3,700$ mètres au-dessus de la mer, la température des souterrains était constamment entre $10^{\circ},96$ et $11^{\circ},36$ Réaumur ; tandis que dans les cavernes de Guachavo, province de Cumana, à $2,700$ m. plus bas, le thermomètre n'indiquait que $13^{\circ},96$, quoique la température extérieure y fût beaucoup plus élevée que dans les cimes des Andes.

Quelle que soit l'opposition entre ces diverses observations, et quelles que soient les conséquences que l'on en peut tirer, nous attendons avec impatience les observations thermométriques de M. de Trebra, et nous nous empresserons de les publier aussitôt qu'elles nous seront connues. Nous désirons bien vivement qu'elles puissent contribuer à résoudre la question, si difficile, de la loi que suit la chaleur de l'intérieur de la terre.

M É M O I R E

SUR

LES FORGES CATALANES DE PINSOT,

SITUÉES

DANS L'ARRONDISSEMENT DE GRENOBLE ;

PAR ÉMILE GUEYMARD, Ingénieur des Mines de la
27^e. station minéralogique, membre de plusieurs Sociétés
savantes (1).

INTRODUCTION.

Mines de fer du département de l'Isère.

LE département de l'Isère renferme des mines de fer connues depuis plusieurs siècles. Le point central d'exploitation se trouve à Allevard, dans l'arrondissement de Grenoble. Toutes les parties

(1) Ce Mémoire a été rédigé aux forges catalanes de Pinsot, le 3 juin 1816.

(*Note des Rédacteurs.*) C'est dans ces forges, qui appartiennent à M. Grasset, que M. l'ingénieur des mines Gueymard a dirigé les essais, et constaté les résultats dont il est rendu compte dans ce mémoire. Voilà un nouvel exemple des bons effets qu'on peut attendre de la réunion des efforts d'hommes éclairés, qui désirent également de contribuer aux progrès de l'art des mines et usines. Espérons que M. Grasset trouvera bientôt, dans le succès de ses travaux métallurgiques, le juste prix du zèle et des lumières dont il a fait preuve, en s'efforçant d'introduire dans le département de l'Isère un procédé qui paraît promettre de grands avantages à la fabrication du fer.

B.b

de la chaîne des Alpes dauphinoises que l'on peut classer dans les terrains de transition, renferment ou des mines en exploitation, ou des indices qui constatent l'existence d'anciens travaux. Des scories et des laitiers abondent sur toutes les montagnes, même dans les hautes régions. Tout fait croire que la découverte de ces mines est très-ancienne, et qu'elle se perd dans la nuit des temps.

Nous ne parlerons dans ce mémoire que des mines de fer qui existent dans le canton d'Allevard; elles sont connues de tous les minéralogistes et métallurgistes. Elles alimentent plusieurs hauts fourneaux, une fonderie de canons pour la marine, un grand nombre de forges, et plus de vingt-cinq aciéries. C'est sous ces divers rapports que les mines de fer d'Allevard ont formé, de temps immémorial, une branche importante de la richesse industrielle du département de l'Isère.

Etat des exploitations.

Une administration bienfaisante vient de mettre un terme aux désordres des exploitations d'Allevard. Ces mines étaient encore naguère exploitées comme dans le XIII^e. siècle. Aussitôt qu'un mineur trouvait quelques indices à la superficie du sol, on dirigeait des petites galeries à pente inverse sur les couches ou filons. Mais bientôt les eaux occupant le fond de ces galeries, les mineurs étaient dans la nécessité de battre en retraite et d'abandonner des travaux naissans. Il n'existait pas d'exemples de galeries d'écoulement, connues dans le canton sous le nom de *Braches*.

Cent couches ou filons de mines de fer, sus-

ceptibles d'exploitation dans un petit rayon, étaient ainsi livrés à la routine des ouvriers auxquels on les abandonnait à forfait sans leur prescrire aucune règle.

Depuis très-peu de temps on fait usage de la boussole; on a aussi depuis peu renoncé à l'exploitation par galeries à pente inverse. Enfin, le système des concessions qui vient d'être arrêté par le Gouvernement, détruit toute idée de gaspillage. Désormais on peut espérer de voir des exploitations régulières, dont la conservation sera assurée.

Nature des minerais.

Les minerais de fer spathique, plus ou moins altérés, sont les seuls qui soient véritablement l'objet des exploitations du canton d'Allevard; en raison de leur texture et des divers degrés d'altération des masses, ils ont reçu dans le pays des noms pour lesquels on n'a jamais été d'accord. Pendant toute la durée de mon travail sur les concessions, j'ai été dans le cas d'examiner avec beaucoup de soins toutes les mines du canton d'Allevard; j'ai vu souvent les exploitans et les mineurs; j'ai recueilli des documens qui me mettent à même de parler avec quelque certitude.

On distingue quatre variétés de minerais de fer, savoir: les *maillats*, les *rives*, les *rives orgueilleux*, et les *mines douces*.

Les *minerais maillat* constituent la variété de fer spathique à grandes facettes. Les lames sont planes ou contournées. Quant à la couleur, ces minerais passent par une infinité de nuances; il y en a de blancs, de noirs, de jaunâtres, de

jaunes, de violets-rougeâtres, etc., etc., etc. On trouve souvent dans un même filon des échantillons de plusieurs couleurs.

Les *minerais rives* ne diffèrent des maillats que par la grandeur des facettes. Ces facettes sont toujours petites, et quelquefois nulles dans les *rives*. Cette détermination est très-vicieuse, puisqu'elle semble exclure des minerais qui auraient des facettes moyennes. C'est ainsi que, dans beaucoup de circonstances, on a confondu les *rives* et les maillats.

Les *rives orgueilleux* sont ceux qui, dans leur composition, contiennent à-la-fois des maillats et des *rives*.

Enfin les *mines douces*, connues sous ce nom même dans les Pyrénées, ne sont autre chose que la décomposition des variétés précédentes, en tout ou en partie. La couleur varie toujours du brun au noir.

Traitemens des minerais.

Les opérations métallurgiques étaient aussi défectueuses que le mode d'exploitation était vicieux. Le minerai qui sortait du sein des montagnes était grillé, puis fondu dans des hauts fourneaux bergamasques; on traitait ensuite la gueuse dans des affineries aussi bergamasques.

Ces procédés ont été décrits dans le *Journal des Mines* pour les usines du Mont-Blanc. On sait que la consommation du charbon dans les opérations du haut-fourneau et de l'affinerie, s'élevait à dix et onze parties pour une de fer ouvré. Ces procédés sont uniformes dans le Dauphiné, la Savoie, le Piémont, l'Italie et la Suisse.

Depuis plusieurs années j'ai déclaré (si on

veut bien me passer l'expression) une guerre continuelle à la méthode bergamasque. Ne pouvant la détruire dans le Simplon, je suis parvenu à la modifier de manière à diminuer le combustible employé. Dans le département de l'Isère je l'ai remplacée, aidé des conseils de MM. d'Aubuisson, Muthuon et Dubosc, par la méthode catalane.

Pour avoir un degré de comparaison qui soit le moins favorable possible à mes résultats, je dirai deux mots sur le traitement direct des *mines douces*, qui avait lieu par intervalles à Pinsot.

Ces *mines douces*, comme nous l'avons dit plus haut, n'étaient qu'une variété de fer spathique noir décomposé; elles sont très-rares dans le canton d'Allevard. Lorsque M. Grasset, propriétaire des forges de Pinsot, pouvait s'en procurer, il trouvait plus d'avantage d'en retirer le fer par une seule opération, que de traiter les fontes ou gueuses. Par ce procédé, il fallait 10, 11, 12 de charbon, non compris le déchet, pour avoir 1 de fer; et une forge, travaillant vingt-quatre heures, ne donnait que 200 livres de fer ouvré (1).

Forges catalanes.

Le département de l'Isère, sous ses divers rapports, offrait en 1814 un vaste champ à la

(1) Dans ce Mémoire il n'est question que du poids de Grenoble, qui est à-peu-près le même que dans tout le Midi. Je n'ai pas cru devoir me servir du quintal métrique, pour qu'on pût comparer plus facilement ces résultats avec ceux qu'on peut trouver dans quelques ouvrages; 120 liv. de Grenoble font 50 kilogrammes.

métallurgie. Dans tous les départemens on avait fait des progrès extrêmement rapides, tant dans l'exploitation des mines de fer, que dans leur traitement. Le Dauphiné seul était resté dans les connaissances du XIII^e. siècle; les forges à fer ne pouvaient plus rivaliser avec celles des départemens voisins, et on n'en fabriquait qu'avec perte.

Il fallait triompher des préjugés et de la routine. Plusieurs personnes connaissaient les essais infructueux du baron de Dietrich, qui n'obtint en 1785, dans les forges de Gudanes (comté de Foix), que du fer très-rouverain et intraitable avec les minerais d'Allevard. On avait depuis fait de nouveaux essais sur les mêmes minerais; mais on n'avait jamais pu obtenir du fer par la méthode catalane.

Avant de faire une étude particulière des mines d'Allevard, j'avais quelque tendance à partager cette opinion; mais après avoir examiné pendant dix-huit mois les mines de fer du département de l'Isère, j'acquis la certitude qu'il existait un grand nombre de couches de minerai de fer spathique, sans mélange de sulfure de fer ou de cuivre, et de toute autre substance capable de donner des fers cassans ou brisans. Dès que j'eus reconnu une parfaite identité de ces minerais avec ceux que l'expérience avait trouvés propres au traitement catalan, je ne pus résister au désir que j'avais de remplacer la méthode bergamasque.

J'entrepris ce travail, conjointement avec M. Grasset, sous l'approbation de M. le comte Molé, directeur général des mines, et je m'empresse aujourd'hui d'annoncer que les forges de Pinsot (Isère) sont en pleine activité, et

qu'elles ont donné les résultats les plus satisfaisans. Je vais entrer dans quelques détails.

J'ai suivi avec une scrupuleuse attention, pendant les trois premières semaines, les travaux métallurgiques de la forge de Pinsot, et la correspondance que j'entretiens avec M. Grasset me fait connaître les résultats des essais opérés, depuis, sur les minerais que je n'ai pu faire traiter moi-même. On a essayé un grand nombre de minerais, afin de choisir les variétés qui étaient les plus propres à ce travail. Dans l'état actuel des choses, tous les *rives*, *rives orgueilleux* et les *mines douces*, donnent de l'excellent fer. Quelques *maillats* ont passé à la forge catalane; mais les fers sont toujours plus ou moins de *couleur* (1). La plus grande partie de ces *maillats*, ou fers spathiques à grandes facettes, n'ont donné que des fers intraitables. Je dirai deux mots à la fin de ce mémoire sur les causes auxquelles je crois devoir attribuer ces défauts.

Les mines douces peuvent passer, comme dans l'Arrière, aux forges, sans grillage préliminaire. Les autres variétés demandent impérieusement cette opération.

Les minerais grillés par les procédés ordinaires, sont cassés en petits fragmens de la grosseur d'une noix et même d'un oeuf, pour diminuer le menu ou *grillade* qui se fait dans les transports jusqu'à l'usine. On a soin, pendant

(1) On distingue la température des fers chauffés par la couleur qu'ils ont prise au feu. On donne le nom de *fers de couleur* à ceux qui ne peuvent se travailler à une couleur déterminée. (Note des Rédacteurs.)

le cassage, de mettre au rebut les parties de la gangue que l'on pourrait rencontrer, ainsi que les morceaux pauvres de minerai que l'on trouve accidentellement.

La mine ainsi préparée, on la passe au fourneau catalan; le procédé est absolument le même que dans le département de l'Arriège, et sous ce rapport, je crois qu'il serait inutile d'en donner la description.

Un feu catalan est desservi par huit ouvriers, savoir : un *foyer*, un *maillet*, deux *escolas* ou fondeurs, deux *pique-mines* et deux *valets*. Ces huit ouvriers composent une *brigade*. Cette brigade se divise en deux parties, et chacune d'elles travaille par poste de six heures.

Dans un poste de six heures, une demi-brigade fait un masset de fer, et immédiatement après elle est relevée par l'autre demi-brigade qui fait aussi son masset dans le même espace de temps; en sorte que dans une semaine entière, on fait 24 feux, et par conséquent 24 massets.

Chaque masset est le produit de 11 à 12 quintaux de minerai (de 458 à 500 kilogrammes), et on consomme pour cette opération six charges de charbon ou 1,080 livres (450 kilogrammes), non compris le déchet dans la charbonnière.

Le produit journalier, pour une seule forge, s'élève en gros fer, terme moyen, à 15 quintaux (625 kilogrammes), et à 90 quintaux (3,750 kilogrammes) par semaine.

La forge chôme les dimanches et les jours de fêtes seulement, à moins qu'elle ne soit en réparation.

Le prix de la manutention, pour chaque quintal de fer, est de 3 francs 50 centimes;

à quoi il faut ajouter 50 centimes environ pour l'indemnité accordée aux ouvriers comme frais de voyage.

D'après cet exposé, on voit que le procédé catalan, dans le département de l'Isère, offre des avantages considérables. On ne consomme maintenant que du tiers au quart du combustible employé par la méthode bergamasque, et un feu catalan donne autant de fer que quatre et une demie forges anciennes travaillant sur la fonte, et que sept à huit forges travaillant sur le minerai par le procédé bergamasque.

Le fer qui provient de la forge catalane de Pinsot est très-doux et très-nerveux. Il est propre à la verge crénelée, à la clouterie, à la fabrication des pelles, des rubans ou cercles, et de tous les instrumens d'agriculture. On le travaille avec la plus grande facilité. J'ai eu l'honneur de présenter à M. le préfet de l'Isère et au conseil général du département, la suite des fers que j'ai adressés à l'Ecole Royale des mines à Paris, et qui provenaient du premier masset sorti de la forge de Pinsot. Ces fers ont paru d'une qualité bien supérieure à tout ce qui avait été fabriqué dans nos contrées jusqu'à présent.

Les avantages de la méthode catalane, surtout pour le département de l'Isère, sont maintenant trop connus pour que je me permette d'en faire le parallèle avec les autres procédés. Sa grande économie la rendra toujours préférable; et malgré quelques imperfections, je n'hésite pas à dire avec M. de Lapeyrouse, que cette méthode (pour le Dauphiné), est sans contredit la meilleure, la plus prompte et la moins dispendieuse de celles qui ont été en

usage pour la fabrication du fer. Je crois même que, par la nature de nos combustibles, on ne pourra jamais la remplacer par d'autres procédés.

Je terminerai ce mémoire par quelques observations sur les minerais employés et sur la qualité des fers qui en proviennent.

Les *mines douces* et les *rives* ont donné jusqu'ici du fer doux et nerveux, qui ne laisse rien à désirer.

Les minerais *rives orgueilleux* donnent également du bon fer; mais parfois il se trouve un peu de *couleur*.

Quelques *maillats* donnent du fer de *couleur*; mais la plus grande partie est intraitable. J'ai fait essayer un grand nombre de ces maillats, surtout les noirs, qui, en apparence, sont les plus belles mines du canton d'Allevard. J'ai constamment remarqué que ceux qui se réduisent facilement en petits fragmens par l'opération du grillage, ne sont pas de nature à être traités aux forges catalanes, tandis que ceux qui résistent plus à l'action du feu, donnent des fers plus ou moins de *couleur*.

Je crus, dans le principe, que les défauts dans les fers provenaient des pyrites que les minerais contiennent. En effet, les rives renferment quelquefois des sulfures de fer, tandis que dans le maillat on trouve des sulfures de cuivre. Je fis apporter beaucoup de soins dans le triage; mais ma surprise fut très-grande, lorsque plusieurs expériences sur du maillat ne donnaient que du fer intraitable. Il fallut alors chercher la solution du problème dans de nouvelles observations.

En examinant la composition des couches et

des filons sur toute la chaîne du département de l'Isère, on trouve que les crêtes des filons ou couches sont constamment de mine douce sans exception, tandis que la partie qui occupe le centre de la montagne est toujours une des variétés rives, rives orgueilleux et maillats.

Il suit de cette observation qu'un filon de maillat se divise en deux parties. La première, celle qui est près du jour, est la mine douce qui donne le fer par excellence; la seconde, celle qui occupe le centre, connue sous le nom de maillat, donne presque toujours des fers de *couleur*; et souvent intraitables.

Nous sommes autorisés à conclure que les intempéries des saisons enlèvent aux minerais la substance qui donne des fers de *couleur*.

En parcourant les analyses des minerais de fer spathique des Alpes, consignées dans le N^o. 124 du *Journal des Mines*, on voit 1^o. que les mines douces ne contiennent jamais de magnésie; 2^o. que cette terre entre jusqu'à 11 pour 100 dans le minerai brut, ou bien 15 pour 100 dans le minerai grillé, lorsque les lames sont plus ou moins grandes.

Divers essais que j'ai faits m'ont confirmé que la magnésie abonde dans un grand nombre de maillats, tandis que les rives en contiennent infiniment moins. Je vais commencer une suite d'expériences docimastiques, pour examiner si on doit vraiment attribuer à la magnésie la défecuosité des fers qui proviennent des maillats. J'aurai ensuite recours à la forge de M. Grasset pour faire des essais en grand et pour chercher s'il n'y a pas possibilité de traiter les maillats qui jusqu'ici se sont refusés à donner du fer.

Il paraît peut-être extraordinaire d'attribuer

à la magnésie de donner du fer de couleur ; je n'émetts cette opinion que pour le traitement catalan. En effet , la magnésie étant la seule terre que renferme le minerai , elle ne peut entrer en fusion , et doit par conséquent rester adhérente à toutes les parties du masset. Lorsqu'elle entre en grande proportion , les particules ferreuses , séparées par des parties de magnésie , ne peuvent plus se souder. Cette opinion me paraît d'autant plus vraie , que les maillats ne diffèrent des mines douces que par la magnésie que les premiers contiennent.

J'espère que le travail que j'ai entrepris sur les minerais d'Allevard , viendra à l'appui de ce que j'ai avancé.

Quoi qu'il en soit , ces diverses recherches m'ont toujours fait connaître que les mines douces et les rives donnent des fers qui ne laissent rien à désirer ; que les rives orgueilleux donnent également du bon fer , très - rarement de couleur ; enfin les maillats m'ont présenté une question très-importante à résoudre ; mais dans l'état des choses je ne puis assigner ceux de ces minerais qui peuvent donner des fers susceptibles d'être forgés ; et , moins encore , si je pourrai trouver les moyens de rendre ces mines propres au traitement catalan.

J'ai dû néanmoins , en suite de l'invitation de M. le Directeur général des mines , faire connaître sans délai les résultats de mes diverses opérations. Il m'est très-agréable de pouvoir annoncer que sur quatre variétés de minerai que le canton d'Allevard renferme , trois ont donné des produits très-satisfaisans , et qu'il me reste quelque espoir de pouvoir traiter la quatrième.

EXTRAIT D'UN MÉMOIRE

Sur la possibilité de faire vivre des Mollusques fluviatiles dans les eaux salées , et des Mollusques marins dans les eaux douces , avec des applications à la géologie ;

PAR M. BEUDANT.

Lu à l'Académie royale des Sciences , le 13 mai 1816.

ON sait que dans le sol des environs de Paris on a distingué des terrains de formation marine et des terrains de formation d'eau douce , et que cette distinction est fondée sur ce que les coquillages qui se rencontrent dans les premiers n'ont d'analogie qu'avec des coquillages marins , tandis que les coquillages des autres n'ont d'analogie qu'avec des coquillages fluviatiles.

Cependant M. Beudant avait trouvé en 1808 , dans le grès de Beauchamp , près de Pierrelaye , la réunion des coquillages fluviatiles avec des coquillages marins ; depuis il a reconnu le même mélange dans une couche marneuse aux environs de Vaucluse. En outre , il y a plusieurs autres couches coquillières sur l'origine desquelles les savans sont partagés , parce que les conchyliologistes n'ont pu encore s'accorder sur l'analogie d'une partie de leurs coquillages fossiles , soit avec des espèces marines , soit avec des espèces fluviatiles : telle , est entre autres , cette couche coquillière observée aux environs de Mayence.

Ces considérations jointes à celle de la conservation parfaite de tous ces coquillages , qui donne lieu de croire qu'ils n'ont pas été transportés ,

mais que leurs animaux ont vécu dans le lieu même où l'on trouve leurs dépouilles, ont porté M. Beudant à imaginer qu'il n'était pas impossible de supposer que des mollusques, habituellement marins, aient pu vivre dans une eau douce avec des mollusques habituellement fluviatiles; ou réciproquement, que des mollusques fluviatiles aient pu vivre dans une eau salée avec des mollusques marins.

Cette hypothèse pouvait être déjà un peu appuyée sur quelques faits depuis long-temps connus des naturalistes. On sait que plusieurs espèces de coquillages marins, notamment des huîtres, des cérîtes, des moules communes, vivent à l'embouchure des fleuves, et souvent à des distances de la mer où l'eau est douce ou, du moins bien rarement salée; on sait aussi que plusieurs poissons marins remontent les rivières à un éloignement de la mer encore plus considérable, et où ils ne peuvent jamais recevoir l'influence de l'eau salée.

Le contraire, c'est-à-dire la présence de mollusques, ou d'animaux d'eau douce dans la mer, ne paraît pas avoir été observé; on ne connaît à cet égard que des indications encore assez vagues, d'après lesquelles la mer Baltique nourrirait quelques poissons d'eau douce.

Il était utile de vérifier d'une manière plus précise cette double hypothèse: c'est dans cette vue que M. Beudant a entrepris plusieurs séries d'expériences dont il a eu l'honneur de rendre compte à l'Académie des Sciences. Elles ont eu pour objet: 1°. d'essayer de faire vivre des mollusques fluviatiles dans l'eau salée; 2°. d'habituer des mollusques marins à vivre dans l'eau

douce; il s'est proposé encore subsidiairement deux autres objets; 3°. de rechercher les causes de l'absence presque totale de coquillages fossiles dans les couches gypseuses; et 4°. celle des mollusques et autres corps organisés vivant dans les eaux du lac Asphaltique, qui, d'après l'analyse de Lavoisier, contient 0,44 de matières salines, dont seulement 0,06 de muriate de soude.

Il a commencé ses expériences sur des mollusques d'eau douce, en 1808 et 1809, à Paris; et ce n'est qu'en 1813 qu'il a pu exécuter à Marseille celle sur les mollusques marins.

Dans toutes il a employé plusieurs centaines d'individus, dont il avait préalablement déterminé les espèces, et il a tenu constamment un journal de ses observations, et notamment de la quantité et des espèces d'individus qui périssaient à différentes époques.

Etant obligé de tenir ces mollusques dans des vases, où ils étaient nécessairement resserrés, et de les nourrir avec des alimens qui peut-être leur étaient peu convenables, il a bien senti que ces inconvéniens étaient des causes de mortalité, dont les résultats devaient être soustraits des résultats généraux, afin de connaître exactement ceux qui dépendaient du changement de nature de l'eau.

En conséquence, il a pris constamment soin de partager les mollusques destinés à ses expériences, en deux séries identiques en espèces et en nombre d'individus. Une de ces séries a été conservée dans l'eau qui lui était propre, et l'autre a été placée dans une eau différente; ainsi, lorsqu'il a opéré sur des mollusques fluviatiles, il a conservé la moitié de ses animaux

dans de l'eau douce renouvelée très-fréquemment, et il a mis l'autre dans des eaux successivement plus salées. Il a tenu note de la mortalité dans les deux cas, et il a pu par conséquent juger, par la différence des résultats, de la quantité d'individus que la salure de l'eau a fait périr. Il a pris une précaution inverse lorsqu'il a opéré sur des mollusques marins.

Voici les principaux résultats qu'il a obtenus de ses expériences :

1°. Les mollusques fluviatiles périssent très-promptement lorsqu'on les plonge *subitement* de l'eau douce dans l'eau salée au degré de nos mers.

Les mollusques marins périssent également lorsqu'on les plonge *subitement* dans l'eau douce.

2°. Dans l'espace de très-peu de temps, beaucoup de mollusques fluviatiles peuvent être habitués, petit à petit, à vivre dans l'eau que l'on sale graduellement jusqu'au degré de salure ordinaire des mers (1).

Beaucoup de mollusques marins peuvent de même, par des diminutions de salure également graduées et progressives, être habitués en peu de temps à vivre dans l'eau douce (2).

(1) Parmi les mollusques fluviatiles univalves, il y a des espèces dont, en cinq mois et demi, il n'a péri que 57 individus sur cent soumis à l'épreuve de l'eau salée; et dans le même temps il en a péri 54 pour 100 sur un nombre égal conservé dans l'eau douce (tous les *lymnées*, les *planorbes*, la *physé des fontaines*, l'*ancyle fluviatile*, la *paludine porte-plumet*). La différence a donc été presque nulle; elle a été assez grande sur d'autres univalves, et les bivalves n'ont pu supporter ce changement jusqu'au degré de salure de la mer, comme on le voit article 3.

(2) En cinq mois il n'a péri que 36 à 37 individus sur 100,

3°. Cette faculté de s'habituer à vivre dans un liquide d'une salure très-différente de celle où ils vivent ordinairement, n'est pas la même dans tous les mollusques.

Ainsi, parmi les mollusques d'eau douce, les bivalves (*anodontes mullettes*, *cyclades*), n'ont pu vivre dans les eaux qui avaient atteint peu à peu le degré de salure ordinaire des mers (0,04).

Parmi les mollusques marins, les *patelles bonnet de dragon*, les *fissurelles*, les *crépides*, les *peignes*, les *limes*, etc., n'ont pu s'habituer à vivre dans l'eau douce.

4°. Tous les mollusques, soit marins, soit fluviatiles, ont pu vivre facilement dans une eau ayant un degré de salure environ moitié moindre que celui des mers, savoir, contenant seulement deux parties de muriate de soude sur cent d'eau salée.

5°. Les mollusques fluviatiles n'ont pu s'habituer en aucune manière à vivre dans l'eau chargée de sulfate de chaux.

L'auteur présume qu'il en est de même des mollusques marins; mais il ne les a pas soumis à ce genre d'épreuve.

6°. Les mollusques marins peuvent vivre dans des eaux beaucoup plus chargées de sel que ne le sont habituellement les eaux marines, même

tandis que sur un nombre égal, conservé dans de l'eau de mer renouvelée fréquemment, il en a péri dans le même intervalle 34 sur 100.

L'auteur a fini par placer à la fin de l'été ces mollusques marins, ainsi habitués à l'eau douce, dans le bassin d'un jardin, et beaucoup y étaient encore vivans au mois d'avril suivant; ils y étaient avec des *lymnées* et autres coquillages fluviatiles.

dans des eaux saturées; mais ils périssent dès que le liquide devient sursaturé et commence à précipiter du sel.

M. Beudant a fait quelques autres essais avec des eaux chargées d'acide carbonique, d'acides minéraux en petite quantité, ou de 0,02 de sulfate de fer. Il y a plongé subitement des mollusques fluviatiles; ils y sont tous morts très-promptement.

L'auteur reconnaît qu'on pourrait désirer que ses expériences fussent répétées et exécutées plus en grand; cependant il remarque qu'il y a soumis un grand nombre d'individus et une grande variété d'espèces, et il fait observer qu'ayant opéré dans des vases d'une médiocre capacité, et en général dans des circonstances peu propres à favoriser ce changement d'élément qu'il voulait faire subir aux mollusques, il n'en est que plus probable que le succès serait encore plus complet si l'on opérait plus en grand; que par conséquent, dans les changements et les transitions de ce genre, qu'on peut supposer avoir eu lieu dans la nature, on doit présumer que les mollusques y auront mieux résisté, trouvant toujours la nourriture qui leur convenait, et n'éprouvant pas les gênes de toute espèce qui doivent les affecter dans nos petits appareils.

S'appuyant ensuite de ces considérations, et appliquant les résultats de ses expériences à plusieurs faits géologiques connus, M. Beudant croit pouvoir en tirer les conséquences suivantes :

1°. Puisque la même eau, soit douce, soit salée au degré de nos mers, soit plutôt encore saumâtre, peut nourrir à-la-fois des mollusques marins et des mollusques fluviatiles, on peut

présumer qu'il a existé des circonstances semblables dans la nature, et que c'est à ces circonstances que nous devons de rencontrer dans une même couche des coquilles fluviatiles et des coquillages marins, en admettant, comme tout semble le prouver, que les coquilles se trouvent au lieu même où elles ont vécu.

2°. On peut même conjecturer que dans l'intervalle entre l'existence d'une eau salée et celle d'une eau douce dans le même lieu, l'eau a dû être saumâtre et nourrir à-la-fois les animaux particuliers à l'une et à l'autre, que par conséquent, entre les couches formées par l'eau salée, contenant seulement des coquillages marins, et celles formées par l'eau douce, renfermant uniquement des coquilles fluviatiles, nous devons rencontrer d'autres couches qui forment le passage des unes aux autres, et qui nous offrent à-la-fois des coquillages marins et des coquillages fluviatiles (1).

3°. Si on pouvait supposer, avec quelques naturalistes, contre toute apparence, que les terrains nommés terrains d'eau douce ont tous été formés sous les eaux marines, les expériences ci-dessus pourraient expliquer l'absence, d'ailleurs assez singulière, dans les couches des coquilles bivalves fluviatiles, des genres *anodontes*, *mullettes* et *cyclades*.

4°. On conçoit très-bien pourquoi les masses de gypses de toutes les formations, quoique souvent subordonnés à des terrains très-coquilliers, ne contiennent jamais de coquillages, puisque

(1) C'est à une circonstance analogue, que M. Beudant rapporte les grès de Beauchamp et les marnes de Vaucluse.

les mollusques d'eau douce n'ont pu vivre dans des eaux chargées de sulfate de chaux.

5°. L'absence des corps organisés vivans, dans la mer Asphaltique, si elle est bien réelle, ne peut être attribuée à la grande proportion de muriate de soude, puisque des mollusques marins peuvent vivre dans une eau qui en est saturée; on doit plutôt en chercher la cause dans la présence des muriates amers de chaux et de magnésie qui y sont en quantité bien plus considérable, et peut-être aussi à des matières bitumineuses.

6°. Il n'est point étonnant que les masses de sel gemme n'aient jamais offert de coquillages fossiles, puisque les mollusques marins périssent dans l'eau salée aussitôt qu'elle est sursaturée de muriate de soude (1).

7°. Enfin, si l'on admet que des mollusques marins et des mollusques fluviatiles peuvent, dans certains cas, vivre dans le même liquide, l'habitation dans les eaux douces ou dans les eaux salées, ne semble pas devoir être un motif suffisant pour établir des genres particuliers; ces distinctions de genres ne pouvant être fondées que sur des différences essentielles et constantes dans les coquilles, ou mieux encore, dans les animaux qui les habitent, lorsqu'on peut les observer.

(1) L'auteur aurait pu ajouter une autre considération, tirée de ce que le sel gemme est toujours ou presque toujours accompagné de gypse; ce qui ne permet pas de douter que les eaux qui déposent le muriate de soude étaient en même temps chargées de sulfate de chaux.

MÉMOIRE

SUR LE GABBRO (Euphotide DE HAÜY),

PAR M. DE BUCH;

Extrait par M. DE BONNARD, et suivi de quelques considérations sur la classification des roches.

Le recueil publié sous le nom de *Magazin der Gesellschaft naturforschender Freunde, zu Berlin*, renferme (t. IV, Berlin 1810), un mémoire intéressant de M. Léopold de Buch, sur la roche formée de diallage uni au jade ou au feldspath, ou à ces deux substances, roche qu'il désigne sous le nom de gabbro, qui lui est donné par les Florentins. Dans le tome VII du même recueil, (Berlin 1815), M. de Buch a inséré une notice supplémentaire à son premier mémoire.

Le gabbro, répandu dans les quatre parties du monde, constituant des terrains très-étendus et des montagnes entières de plusieurs milliers de pieds d'élévation, a été jusqu'ici presque toujours méconnu, et confondu avec d'autres roches, sous les noms de granite, granite serpentineux, roche de serpentine et *grünstein*.

Saussure est le premier qui ait fait connaître la grande quantité de blocs formés de jade et de smaragdite, que l'on trouve sur les montagnes du Jura et sur les collines du pays de Vaud. Il est le premier aussi qui ait décrit et classé, comme espèces minérales particulières,

Nature du gabbro.

Saussure l'a fait connaître le premier.

les deux substances dont cette roche est composée. Depuis lors, M. Haüy a réuni le jade ou feldspath. Quelques minéralogistes ont regardé comme devant avoir lieu une semblable réunion entre la smaragdite ou diallage et l'amphibole; d'autres veulent séparer la diallage verte de la diallage métalloïde, pour en former deux espèces. M. de Buch croit que les caractères extérieurs du jade, et sur-tout son analyse chimique faite par M. Théodore de Saussure, et répétée par Klaproth, ne permettent pas de le réunir au feldspath, tant qu'on ne l'aura pas rencontré cristallisé en formes qui démontrent cette réunion nécessaire. Il croit aussi que le clivage et toutes les observations faites jusqu'ici tendent à faire réunir la diallage métalloïde avec la diallage verte, comme à séparer la première de la hornblende, et la seconde du sthralstein; qu'ainsi il est convenable de conserver les deux espèces telles que Saussure les a déterminées.

Son gisement dans les Alpes et la Suisse.

Quelque répandus que fussent les blocs de *gabbro* dans tout le pays de Vaud, et aux environs de Genève, on ne connaissait point le gisement de cette roche dans l'intérieur des Alpes de la Suisse. En 1807, M. Struve et M. de Buch ont retrouvé dans la vallée de *Saas*, et près du village de ce nom (dans le haut Valais), une énorme quantité de ces mêmes blocs, amenés par tous les glaciers qui descendent des environs du Mont-Rose; et en montant au glacier du *Mont-More*, par le chemin de *Macugnaga* à la vallée d'*Anzasca*, ils ont trouvé le *gabbro* en place avant d'atteindre le glacier. Le jade est d'un gris blanc, entièrement semblable à celui du pays du Vaud, et la diallage d'un beau

vert, en morceaux qui ont souvent plus d'un demi-pied de longueur; la roche contient aussi une assez grande quantité de petites feuilles de talc, de l'actinote en petits faisceaux rayonnés, et des grenats rouges. Le *gabbro* repose là sur le micaschiste, et paraît constituer le sommet de toute la crête qui descend du Mont-Rose, et sépare la vallée de *Saas* de celle de *Saint-Nicolas* jusques auprès de *Stalden*, où elle forme comme un énorme cap; ce terrain a ainsi plusieurs milliers de pieds de hauteur, et deux ou trois milles allemands de longueur. On ne trouve point de serpentine avec le *gabbro* dans la vallée de *Saas*, mais bien dans celle de *Saint-Nicolas*. On sait aussi, par Saussure, que les hauteurs du Mont-Cervin et la pyramide de *Breithorn* sont formés de serpentine. Dans les montagnes des Grisons, une chaîne qui descend du mont *Cimult* ou *Salamont*, et qui sépare la vallée de *Julier* de la vallée d'*Err*, paraît formée en grande partie de serpentine et de *gabbro*, qui repose sur le schiste primitif, et qui constitue une formation particulière très-caractérisée et très-étendue.

Long-temps avant Saussure, le *gabbro* était connu des artistes. Le grand-duc Ferdinand de Médicis en a fait transporter, en 1604, une grande quantité de blocs de Corse à Florence, où il a reçu le nom de *Verde di Corsica*, et où, sous les formes les plus variées, il orne la chapelle Laurentine; mais on n'en a plus fait revenir, on a oublié le lieu précis de son gisement, et ce n'est qu'il y a peu d'années que M. Muthuon et M. Rampasse, ingénieurs français, l'ont retrouvé d'abord en gros blocs, près du village de *Stazzona*, au nord-ouest de *Corte*, et en-

Gabbro de Corse. Son gisement.

suite en place, mais toujours avec la serpentine, dans les hautes montagnes de *San Pietro di Resino*, qui forment une chaîne entre *Corte* et la mer. Ainsi là, comme en Suisse, le *gabbro* constitue non un banc subordonné à un autre terrain, mais un terrain entier. Dans la suite des roches de Corse envoyées par M. Muthuon à la collection de l'Administration des mines, on voit, dans les échantillons de *gabbro*, les passages les plus insensibles entre la diallage verte et la diallage métalloïde.

Gabbro du Piémont.

Saussure cite (§. 1313) à la montagne du Musinet près Turin, un *gabbro* dont il n'a pas reconnu le gisement, formé de jade blanc ou lilas, et de diallage tantôt verte, tantôt grise; M. Berger cite la diallage, au Baldassero près Ivree, unie à la demi-opale de Werner (silex résinite); la magnésie native de Giobert y est mêlée en petites couches.

Gabbro du Dauphiné.

Une partie des montagnes qui entourent Briançon et la Grave en Dauphiné, paraît formée de *gabbro*: on sait qu'il existe, dans les mêmes montagnes, des roches serpentineuses ou talqueuses, qui fournissent la substance connue sous le nom de craie de Briançon.

Gabbro travaillé par les anciens.

Le *gabbro* formé de jade et de diallage verte paraît n'avoir pas été connu des anciens. Au contraire, ils ont souvent travaillé celui formé de jade, feldspath et diallage grise. Des colonnes antiques formées de cette roche, ont été transformées, dans les temps modernes, en vases qui ornent le Muséum du Vatican, et il est probable que les masses d'où ces colonnes ont été tirées, provenaient d'Egypte comme les granites et les porphyres anciens. M. Werner possède, dans sa

collection, des morceaux de diallage métalloïde avec feldspath, ramassés près *Famagusta* en Chypre, par M. *Hawkins*, qui assure que c'est dans un terrain formé de cette roche qu'étaient ouvertes les fameuses mines de cuivre exploitées en Chypre par les anciens.

Le *gabbro* est assez commun en Toscane. *Targioni-Torzetti* en classe et décrit plusieurs variétés qu'il nomme *Nero di Prato*, *Verde di Prato*, *Granito dell' Impruneta*, *Granito di Gabbro*. Les deux premières variétés sont des roches à base de serpentine, mélangées de diallage métalloïde; les deux autres sont formées de feldspath d'un blanc jaunâtre, et de diallage métalloïde d'un gris verdâtre avec un peu de jade. Une cinquième variété est une roche de serpentine semblable à celles de Saxe. *Targioni* indique des gisemens nombreux de ces roches aux environs de Florence et de Livourne; mais ni les montagnes de *Prato*, ni celles de Livourne, n'ont été visitées par les géognostes modernes. On voit déjà, par les anciennes observations de *Targioni*, combien notre *gabbro* est lié avec la serpentine, et combien le gisement de ces deux roches doit avoir de rapport, puisqu'il les désigne toutes deux sous le même nom de *gabbro*.

Les rochers de *Covigliano* et de *Pietramala* sont formés de *gabbro*, dans lequel une diallage grenue à petits grains, et d'un vert de porreau, forme la masse principale; elle renferme du feldspath gris à petits grains, une grande quantité de taches blanches qui paraissent être de la stéatite, de petits faisceaux d'actinote, des points pyriteux brillans, beaucoup de pe-

Gabbro de Toscane.

tites veines remplies de calcaire spathique, et de géodes intérieurement recouvertes de cristaux transparents et clairs de cristal de roche à deux sommets; on y voit aussi des masses noires, qui paraissent être de la serpentine, et qui semblent indiquer clairement un passage du gabbro à cette roche.

Gabbro des
environs de
Gênes.

Le gabbro existe aussi en abondance dans les environs de Gênes; les hautes montagnes qui séparent le golfe de la Spezzia du Mont-Ferrat, paraissent en être presque entièrement composées. Le docteur Viviani l'a reconnu en 1806, et décrit dans le Journal de Physique. Sa masse est de feldspath blanc et de jade; la diallage y est en fragmens d'un vert noirâtre très-lamellex et offrant le reflet métalloïde. Le docteur Viviani a reconnu les rapports qui existaient entre la serpentine et le gabbro, qu'il a proposé de nommer granite serpentineux. M. de Buch l'avait trouvé dans une autre partie de ces mêmes montagnes, en 1799, où l'on rencontre des terrains de plus en plus anciens, à mesure qu'on s'éloigne de la mer. En partant de la Spezzia, on voit d'abord une grauwacke à grains fins, puis un calcaire de transition noir et rouge; de *Borghetto* jusqu'à *Matanara*, on ne trouve plus que du gabbro. Près de *Sestri*, il est recouvert par le schiste exploité comme ardoise à *Lavagna* et à *Chiavari*. Enfin, *Saussure* fait mention (§. 1362), d'une espèce de granite formée de jade blanc un peu grenu, et de smaragdite lamelleuse grise qu'il a trouvée près du château d'*Inerca* dans la rivière de *Ponent*, succédant tout d'un coup à la serpentine et aux

autres roches talqueuses qui, près de *Voltri*, recouvrent le micaschiste (1).

M. de Buch remarque que la position géologique du gabbro est toujours celle assignée par les géognostes allemand à la serpentine, que presque toujours ces deux roches se trouvent l'une près de l'autre, et même mélangées; il lui semble probable que la serpentine n'est qu'un gabbro mêlé de beaucoup de talc, et dans lequel les parties constituantes ne sont plus reconnaissables à cause de leur trop grande finesse. Il fait

Rapports
géognosti-
ques du gab-
bro et de la
serpentine.

(1) M. de Buch fait observer que dans cette contrée les terrains primitifs se montrent seulement au bord de la mer, près *Voltri*, à *Savone*, et au cap de *Nolis*; mais qu'ensuite on n'en retrouve plus aucune trace ni du côté de *Nice*, ni dans l'intérieur des terres, en se dirigeant vers les grandes montagnes du Piémont. L'opinion est donc bien erronée, ajoute-t-il, de ceux qui, ne jugeant que d'après les cartes de géographie, font des montagnes de la Corse la suite de celles des environs de Gênes; ils unissent des choses entièrement différentes. Il serait aussi extraordinaire de prétendre que le cap *Corte*, formé de granite, est la continuation du cap *delle Melle*, formé de calcaire de transition noir, que d'affirmer que les Vosges sont une suite du Jura.

Nous remarquerons, à ce sujet, qu'une erreur semblable est commise tous les jours par les faiseurs de cartes, et par les personnes qui, jugeant d'après elles, croient que les montagnes du *Hunsdrück* et de l'*Eiffel*, sur la rive gauche du Rhin, sont la suite des Vosges. La chaîne des Vosges, dirigée du sud au nord, formée à-peu-près uniquement de grès depuis la latitude de Strasbourg, et s'abaissant de plus en plus dans ses parties septentrionales, finit à quelques lieues au sud du Mont-Tonnerre, dans les collines et les plaines du Palatinat. Les montagnes schisteuses du *Hunsdrück*, au contraire, se lient à celles de même nature des *Ardennes*, et forment une chaîne, dirigée du sud-ouest au nord-est, séparée du Palatinat par les porphyres du Mont-Tonnerre, de *Creutznach*, etc., et par la formation trappéenne des bords de la *Nahé*.

observer, à l'appui de cette idée, que la serpentine n'est point un minéral simple, et que c'est à tort qu'on lui assigne une place dans les systèmes oryctognostiques, qu'elle renferme des parties très-différentes l'une de l'autre en couleur, en cassure, en pesanteur, en dureté, et qui, lorsqu'elles acquièrent un volume visible, se présentent comme diallage, talc, fer oxidulé, mica, etc.; enfin, que Rose a reconnu comme partie constituante de la serpentine, l'oxide de chrome que M. Vauquelin a trouvé également dans la diallage verte.

Gabbro de
Silésie.

En Silésie, le *Zobtenberg*, cité depuis longtemps comme montagne formée de serpentine, est entièrement formé de gabbro placé sur la serpentine que l'on exploite au pied de la montagne près de la ville de *Zobten*. On retrouve la même roche dans plusieurs endroits du comté de Glatz, et dans la montagne de *Harthe* près Frankenberg; elle est formée de feldspath blanc et de diallage grise avec un peu de jade, et contient quelques pyrites. M. de Buch avoue que lors de ses voyages en Silésie, en 1796 et 1797, il a considéré cette roche comme formée de feldspath et hornblende, quoique le manque du double clivage lui fit dès-lors douter de l'exactitude de cette idée; et qu'il l'a en conséquence classée parmi les diabases (*grünstein*) primitives. Peu après, l'identité de cette roche avec celles de *Prato* et de Gènes ayant été reconnue, M. Karsten a classé aussi ces dernières parmi les *grünstein*, dans ses *mineralogische Tabellen*; mais le *grünstein* primitif, dit M. de Buch, est un composé de feldspath et hornblende, au lieu que le gabbro est formé de diallage, jade

et *feldspath*. D'ailleurs, la position géologique de ces deux roches n'est pas la même; il y aurait donc confusion, si on les désignait sous le même nom.

La ville de Vienne en Autriche est pavée entièrement en *gabbro*. Les anciens pavés de grès et de calcaire ne résistaient que peu d'années à toutes les causes de destruction qu'entraîne le mouvement d'une grande ville; maintenant la grande dureté et l'espèce de ténacité particulière au gabbro rendent ce pavé bien supérieur à celui de toutes les autres capitales. On l'extrait à *Langenlois* près *Crems* en Basse-Autriche; on n'a point de données sur la géognosie de cette contrée, mais on sait que sur la rive gauche du Danube, près *Gottweig* et non loin de *Crems*, il existe de grandes quantités de roches de serpentine, mêlées de différens minéraux, et même, à ce qu'il paraît, de diallage verte. (*Stiitz oryctographie von Nieder-OEsterreich*, pag. 228.)

Gabbro
d'Autriche.

M. Esmark a reconnu, en 1802, que les montagnes de *Thron*, situées dans la partie orientale de la Norwége, entre *Råraas* et *Fordel*, et élevées de 4000 pieds au-dessus de la mer, étaient formées d'une roche particulière, composée de feldspath et d'une substance qui ressemble à la HORNBLÈNDE sans être de la HORNBLÈNDE. En 1806, M. de Buch a retrouvé le gabbro sur la côte occidentale de Norwége, à trois milles au sud de Bergen. Il est composé de feldspath et de diallage grise, sans jade. Il constitue tout un rameau de montagnes qui s'étend sur la rive droite du *Saumangerfjord*, pendant plusieurs lieues, et forme souvent des rochers escarpés. Le mélange n'est jamais à grains

Gabbro de
Norwége.

très-gros ; il est quelquefois à grains assez fins pour qu'on ait de la peine à reconnaître la diallage ; mais ailleurs, et sur-tout sur le bord d'un lac près *Kallandseid*, les cristaux de diallage sont souvent de la grosseur du poing, et leur couleur d'un gris verdâtre, et l'éclat qu'ils présentent sur une seule face très-large, les fait distinguer bien facilement de la hornblende, dont près de là se trouvent des bancs dans le schiste argileux. Le gabbro repose ici sur le schiste argileux primitif qui repose sur le gneiss.

Gabbro du
cap Nord.

Les mêmes relations de gisement existent aux environs du cap Nord, dans l'île de *Mageroë*. Ici les rochers sont tellement à découvert qu'on peut facilement reconnaître tous les changemens qui ont lieu dans la nature du terrain ; et on y peut observer un passage géognostique complet du schiste primitif au gabbro à très-gros grains. Les premiers rochers schisteux qui entourent *Kielvig* sont presque semblables au micaschiste ; ils penchent fortement vers le nord-ouest, c'est-à-dire vers l'intérieur de l'île, et servent ainsi de base à toutes les autres roches dont l'île est formée. Bientôt on voit, sur la hauteur, un granite à petits grains placé sur le schiste. Ce granite contient quelques feuillets épars de mica noir et beaucoup de hornblende. Bientôt la diallage se montre, comme partie constituante du granite, et, quelques rochers plus loin, le granit est changé en gabbro à grains fins. Plus loin encore et vers le milieu de l'île, le gabbro forme des masses de 1400 pieds de haut. Il est là à grains très-gros et tout-à-fait semblable à celui du *Zobtenberg* et du *Prato*. La diallage grise est extrêmement lamelleuse et éclatante, un peu conchoïde dans

la cassure en travers ; mais souvent les cristaux semblent presque parfaits et présentent la forme d'un prisme à quatre pans élargi, terminé par une pyramide à quatre faces. La diallage résiste beaucoup plus à l'altération que le feldspath, et ses cristaux sont saillans à la surface des blocs.

Les derniers rochers du cap Nord sont formés de gneiss à feuillets très-minces, lequel vraisemblablement n'existe là que subordonné au micaschiste qui est le terrain généralement répandu sur ces côtes.

On voit que, dans le nord, le gabbro est bien certainement superposé au schiste primitif. Nous l'avons vu à Gènes sous les schistes de transition ; sa place géognostique paraît donc bien assignée.

On voit aussi qu'en Norwége le gabbro paraît, sans être accompagné de serpentine comme par-tout ailleurs. Cette circonstance semble peu difficile à expliquer à M. de Buch qui regarde, ainsi que nous avons vu, la serpentine comme un mélange de minéraux divers rendus méconnaissables par la finesse de leur grain.

Dans le nord, toutes les roches se montrent très-caractérisées, et toutes leurs parties constituantes présentent une cristallisation beaucoup plus complète qu'ailleurs. Il semblerait que les causes qui ont troublé la cristallisation dans la série des formations propres à la partie moyenne du globe terrestre, n'ont qu'à peine fait sentir leurs effets dans le nord ; et, en effet, non-seulement les terrains de sédiment remplis de débris de corps organisés manquent entièrement dans la presque île de Scandinavie, mais à leur place on trouve, en grande abondance, au-dessus du calcaire de transition noir coquillier et en formations

Observations sur la nature des roches du nord de l'Europe.

très-puissantes, des porphyres cristallins, même des granites, et la syénite zirconienne des environs de Christiania, terrains desquels on rencontre à peine des traces dans les contrées plus méridionales. Ainsi, ajoute M. de Buch, ce qui dans le nord devait constituer la serpentine, se sera séparé en cristaux distincts, et se présente sous la forme d'un gabbro à gros grains renfermant des parties talqueuses; et en effet il n'existe pas de serpentine en Norwége, et en Suède on ne connaît cette roche qu'en bancs isolés.

Gabbro de Cuba.

Près Guancavelica, au-dessus de la Havane, dans l'intérieur de l'île de Cuba, M. de Humboldt a observé le gabbro, ainsi que des masses très-étendues de serpentine qui renferment en grande quantité de la diallage métalloïde.

On doit donc considérer le gabbro comme une roche très-répandue sur la surface de la terre, qui, dans la série des formations, suit immédiatement le schiste primitif, mais est antérieure au porphyre. Le terrain de gabbro est intimement lié, sous les rapports géognostiques, au terrain de serpentine, et celui-ci est en général le prédécesseur du premier.

Observations sur les noms donnés à cette roche.

En faisant l'extrait du mémoire de M. de Buch, nous avons cru devoir conserver à la roche dont il traite, le nom qu'il lui donne d'après les Florentins; mais nous répéterons que cette roche est celle désignée sous le nom d'*euphotide* par M. Haüy, dans ses cours, et par M. Brongniart, dans son Essai d'une classification des roches. (*Journal des Mines*, N^o. 199.) Le nom de *gabbro* a d'ailleurs été appliqué par M. Desmarest à l'amphibole hornblende. (1) Celui de *Saus-*

(1) Mémoire sur le Basalte, *Journal de Physique*, 1787.

surite, qu'on a proposé pour le jade, et qui ne peut guère être adopté pour cette substance, dont le nom actuel est universellement répandu, aurait peut-être parfaitement convenu, appliqué à une roche non encore décrite, et sur laquelle Saussure a le premier appelé l'attention des minéralogistes.

Le gabbro ou l'euphotide existe sans doute dans un grand nombre de contrées, outre celles dans lesquelles M. de Buch l'a reconnu. Il nous paraît probable qu'il a été, comme nous l'avons vu pour celui de Silésie, souvent désigné sous le nom de *grünstein* primitif, par les minéralogistes allemands, dont plusieurs, ainsi que nous l'avons fait remarquer, croient devoir confondre la diallage et la hornblende en une seule espèce. Nous citerons comme exemples les *grünsteins* du *Harzeburger forst*, de *Baste*, de la vallée de *Radau*, etc., dans la partie nord-est du Hartz. Ces roches sont certainement, au moins en partie, des *euphotides*. Il est assez remarquable qu'elles sont encore là associées à la serpentine dans laquelle est empâtée la diallage métalloïde si connue sous le nom de *schillerspath* ou *schillerstein* du Hartz.

Gabbro du Hartz.

On a aussi reconnu l'euphotide et la serpentine à l'extrémité occidentale du Cornouailles en Angleterre: le cap Lizard en est formé. On trouve des indications à ce sujet dans un mémoire de M. Berger, inséré dans le tome 1^{er}. des Transactions de la Société géologique de Londres.

Le mémoire de M. de Buch est précédé par une dissertation sur l'idée qu'on doit attacher au mot *roche* (*gebirgsart*) et sur les principes qui doivent servir de base à la classification et à

Gabbro de Cornouailles.

Considérations sur le mode de classification des roches.

la détermination des espèces de roches. L'auteur rejette toute classification fondée sur la nature des roches, et croit que les espèces doivent être déterminées seulement d'après leurs rapports géognostiques. Nous n'entrerons pas aujourd'hui dans l'examen des raisonnemens apportés pour et contre cette opinion; elle a été discutée dans un mémoire de M. Brongniart, inséré dans le N^o. 199 du *Journal des Mines*. Nous ferons observer seulement : 1^o. qu'il paraît de toute nécessité d'apprendre à connaître et à distinguer oryctognostiquement les différentes roches, pour comprendre à quelle substance ou à quel ensemble de substances se rapportent les circonstances géognostiques que présentent les différens terrains; 2^o. qu'il est également nécessaire de s'entendre à cet égard, et de savoir à quelles substances se rapportent les noms de granite, de syénite, de diabase, de gabbro, etc., si l'on veut que les observations géognostiques de chacun puissent être utiles à tous, et que les mêmes noms ne se promènent pas pour ainsi dire sur un plus ou moins grand nombre de roches, d'après les idées différentes que peuvent concevoir différens géognostes sur leurs positions relatives; enfin, si l'on veut que les collections de roches rapportées par les voyageurs puissent servir au moins comme de pièces justificatives à leurs observations sur la géographie physique, ce qui ne peut pas avoir lieu si les noms ne sont donnés aux roches que d'après leur position; dans ce cas, en effet, chacun ne sait que ce qu'il a vu lui-même, et il faut répéter sans cesse tous les voyages, pour vérifier tous les faits énoncés par les voyageurs; 3^o. qu'ainsi que l'a remarqué

M. Brongniart, les géognostes allemands eux-mêmes, qui rejettent la détermination minéralogique des roches, l'emploient à chaque instant, pour appuyer et pour faire comprendre leurs observations géognostiques; qu'ainsi, dans son mémoire sur le gabbro, M. de Buch dit et répète que le gabbro est composé de diallage et de jade, ou de diallage et de feldspath, ou de ces trois substances, etc.; 4^o. enfin, qu'il est probable que la discussion n'existe que faute de s'entendre sur les mots qu'on emploie. L'étymologie et la définition du mot *gebirgsart*, données par M. de Buch, s'appliquent en entier à l'idée que les géognostes français se forment du mot *terrain*, que l'on ne peut considérer et appliquer qu'en grand. Le mot *roche*, au contraire, peut, dans notre langue, s'appliquer à un échantillon de cabinet comme à une masse de rochers. On l'a donné aussi aux terrains considérés géognostiquement, et cette fausse acception nous paraît avoir produit la confusion d'où la discussion a pris naissance. Personne n'a jamais pensé qu'il fallût déterminer et classer les *terrains* d'après la nature des substances dont les échantillons de ces terrains sont composés. Tout le monde convient, en France comme en Allemagne, que dans un même *terrain*, les *roches* peuvent offrir des variations fréquentes dans leur nature oryctognostique. Ces variations sont nécessaires à observer pour quiconque veut connaître la manière d'être des minéraux; mais elles sont quelquefois indépendantes des rapports géognostiques des terrains. Ainsi, dans une montagne de gneiss, quelques petites portions de couches peuvent perdre le tissu feuilleté et prendre

la structure grenue. La roche passe alors au granite qui forme des rognons dans le gneiss. Ce granite ne constitue point un *terrain* particulier ; il appartient bien au *terrain* du gneiss, et cependant tout le monde le nommera granite, parce qu'il en a la composition et la structure.

En résumé, il ne faut considérer les *terrains* qu'en grand } et ne les classer que d'après leurs rapports géognostiques ; mais il nous paraît nécessaire de déterminer et de dénommer les *roches* d'après leur nature et leur structure en petit, pour qu'il puisse exister un langage propre à exprimer la nature et la manière d'être des *terrains*.

M É M O I R E

SUR

LA VALLÉE DE FASSA, EN TYROL,

PAR M. BROCCHI,

Extrait par M. DE BONNARD.

M. Brocchi, inspecteur des mines à Milan, a publié dans cette ville, en 1811, un ouvrage intitulé *Memoria mineralogica sulla valle di Fassa, in Tirolo*.

La contrée observée par l'auteur est comprise dans la partie calcaire des Alpes qui borde au nord la Lombardie vénitienne. M. Brocchi fait remarquer, d'après un mémoire de M. Lupin inséré dans l'*Alpina* (4^e part., page 177), qu'on doit distinguer trois *qualités* ou formations principales de *calcaire des Alpes*. Le calcaire de la première est d'un blanc jaunâtre clair ; sa cassure est à grain fin, ou même compacte et esquilleuse ; elle est translucide sur les bords, et présente dans son aspect quelque chose de *doux*, en ce que les rayons de lumière pénètrent un peu dans l'intérieur de la masse, et lui donnent un certain degré de diaphanéité. Ce calcaire ne renferme point de débris de corps organisés. Les hautes montagnes qu'il forme ne sont pas distinctement stratifiées ; à Falkenstein en Tyrol, il contient des cristaux de feldspath d'apparence rhomboïdale, et il présente souvent une espèce de passage à la dolomie. La seconde *qualité* est

Calcaire des Alpes, trois formations.

plus variée dans ses couleurs; sa cassure est compacte et terreuse; elle renferme des pétrifications en petit nombre, et est traversée par des veines spathiques. La troisième a une teinte d'un gris sale, se casse en gros fragmens arrondis et imparfaitement conchoïdes, exhale une odeur argileuse par l'insufflation de l'haleine; ses couches sont plus minces et séparées par des veines de silex; elle est ordinairement superposée aux deux autres variétés.

La première de ces espèces est un vrai calcaire de transition, c'est-à-dire, déposé dans la période intermédiaire, entre l'époque antique de cristallisation universelle et l'époque secondaire dans laquelle les particules terreuses s'unissent sans ordre et sans symétrie, obéissant seulement à la force d'agrégation, pour ne constituer que des masses solides. A cette époque secondaire se rapporte la troisième espèce de calcaire alpin, qui n'est autre que le calcaire secondaire commun, le même qui constitue les montagnes de la Lombardie vénitienne. Quant à la seconde espèce, on doit la regarder, soit comme un calcaire de transition plus récent, soit comme le plus ancien calcaire secondaire, et on est forcé de convenir qu'il n'y a aucune limite précise à assigner entre ces deux époques de formations, que les roches qui leur appartiennent passent insensiblement l'une à l'autre; et qu'elles sont susceptibles d'une multiplicité de petites modifications.

De là, toutes les formations proposées par les minéralogistes de nos jours pour les différentes variétés de calcaire dont chacun est désigné par une épithète différente : *calcaire du Jura*, *cal-*

caire arqué, *calcaire bitumineux*, *calcaire à gryphites*, enfin *calcaire des hautes montagnes* (*hochgebirgskalk*), désigné depuis peu par un minéralogiste allemand comme situé, dans l'ordre des formations, entre le *calcaire de transition* et le *calcaire alpin*. Le nombre de ces distinctions pourrait s'accroître à l'infini, dit M. Brocchi; mais elles ne présenteraient que des idées vagues et confuses, et ne serviraient qu'à embrouiller la géologie (1).

(1) M. Mohs, dans un mémoire sur les montagnes des environs de Villach, en Carinthie, inséré dans les *Ephémérides der Berg und Hüttenkunde* de M. de Moll, tome III, 2^e partie, émet aussi l'opinion que tout le calcaire des hautes montagnes des Alpes est un véritable calcaire de transition. La description oryctognostique qu'il donne de cette roche, renfermant un assez grand nombre de modifications de couleur, paraît embrasser les deux premières qualités indiquées d'après M. Lupin, par M. Brocchi. Cependant M. Mohs conserve, pour ce calcaire, le nom de *zechstein*, qui est appliqué en Thuringe au calcaire secondaire situé sur le schiste cuivreux. M. Mohs décrit aussi, comme formant des collines plus basses, un calcaire gris à cassure terreuse, qui paraît se rapporter à la troisième formation de M. Lupin. Il ajoute que ce calcaire gris, bien réellement secondaire, renferme des couches subordonnées d'argile et de gypse gris ou rougeâtre, compacte ou grenu. A ce terrain, appartient la formation de lumachelle.

M. Escher, dans un mémoire inséré dans l'*Alpina*, et cité dans le *Mineralogisches-Taschenbuch* de M. Léonhard, 1808, pag. 284 et suiv., forme de tout le *calcaire des Alpes* une formation générale ou un ensemble de formations sous le nom de *Hochgebirgs-Kalk*, et qu'il soudivise en six formations particulières, dont la première, ou la moins ancienne, est un grès quartzeux; la seconde, le *calcaire alpin* des minéralogistes allemands, qui a des couleurs variées, est exploitée comme marbre, renferme des couches de fer argileux lenticulaire, des couches d'un gris verdâtre colorés probablement par la chlorite et contenant des fossiles nom-

Calcaire de Fassa.

Le calcaire de Fassa présente, dans plusieurs endroits, tous les caractères d'un calcaire de tran-

breux, sur-tout des pectinites et des nummulites, enfin, des bancs de jaspe schistoïde (*kieselschieffer*); la troisième formation est une grauwacke; la quatrième, un schiste argileux; la cinquième, un gypse blanc ou gris, qui semble situé sous le schiste; et la sixième et dernière, un calcaire regardé comme de transition, mélangé de silice et d'alumine, à cassure souvent grenue et écailleuse, d'un gris sombre passant au noir, distinctement stratifié, reposant quelquefois immédiatement sur les granites, paraissant au-dessous de tous les autres terrains cités plus haut, et pourtant contenant des ammonites, au moins à la montagne d'*Ehlen*. Ce calcaire renferme, sur une étendue en longueur considérable, des bancs de minéral de fer de plus de cent pieds de puissance. M. Escher ne croit pas que ce terrain puisse être en entier classé comme de transition. (*Voy. sa lettre à M. Léonhard, Mineralogisches-Taschenbuch*, 1809, p. 546.) Il réserve ce nom à quelques couches qui reposent sur le gneiss et le micaschiste.

M. Ebel, dans son ouvrage *Ueber den Bau der Erde in den Alpen Gebirge*, décrit, avec beaucoup de détail, les terrains calcaires des Alpes. Au sujet de celui situé au sud de la chaîne centrale, il dit seulement que les couches inférieures sont plus foncées, et semblables au calcaire de transition. Il divise celui situé au nord en quatre chaînes. Les couches de la première chaîne sont superposées au terrain primitif ou au schiste; celles de la seconde reposent sur le schiste. Le calcaire de ces deux chaînes est remarquable par le mélange d'alumine et de silice qu'il contient, par ses couleurs sombres, et d'autant plus sombres, que les couches sont plus inférieures, par les nombreuses veines spathiques qui le traversent; la troisième chaîne renferme des bancs de gypse, d'argile, de sel gemme, de grauwacke et de schiste, *ces deux dernières roches au-dessus du gypse*; la quatrième, des couches de grès coloré en vert par la chlorite: les deux dernières chaînes renferment aussi des couches de houille, de *stinkstein*, de *hornstein*, de silex et de schiste coticule (*wetzschieffer*). Le calcaire en est en général d'une couleur plus claire, et d'une texture compacte; il contient des débris et empreintes de poissons et de serpens, des gîtes de minéral de galène

sition, et forme souvent des montagnes considérables. On remarque que les couches supérieures

argentifère et de calamine. La quatrième chaîne paraît reposer sur une formation de grès. La grauwacke de la troisième chaîne contient des fragmens de schiste et de calcaire semblable à celui des deux premières. Il paraît donc en résulter la nécessité de diviser la formation de ces calcaires en deux époques très-distinctes; et cependant, dans un grand nombre d'endroits, les couches de tout le terrain calcaire paraissent constituer un seul tout, être liées d'une manière continue, et se relever à plusieurs reprises pour former les différentes chaînes. Le calcaire des deux premières chaînes, dit M. Ebel, est appelé, par les minéralogistes allemands, *calcaire de transition*; et celui des deux dernières chaînes, *calcaire des Alpes*. La première dénomination ne peut pas convenir cependant aux couches calcaires du *Hohenstaffel*, par exemple, qui sont en tout semblables aux calcaires des deux dernières chaînes; et la seconde exprime une inexactitude, puisque le *calcaire de transition* est aussi partie constituante des Alpes. M. Ebel ajoute qu'il y aurait moins d'inconvénient à désigner ces deux terrains sous le nom de *calcaire des Alpes, ancien et nouveau*; cependant cette dénomination serait encore défectueuse, puisqu'il existe dans les Alpes du calcaire primitif.

M. Escher et M. Ebel décrivent aussi la chaîne calcaire du Jura, que M. Ebel considère même comme faisant partie des Alpes, et qui, presque parallèle aux autres chaînes, en est séparée, sur une largeur qui varie de 8-50 lieues, par des terrains de grès, de marne et de *nagelfluhe*, au-dessous desquels on ne retrouve point le calcaire, mais des roches primitives. Le calcaire du Jura est en général compacte, à cassure imparfaitement conchoïde, gris ou d'un jaune brunâtre, et de teintes plus claires que le calcaire des Alpes. Ses caractères sont très-différens sur-tout de ceux que présente celui des deux premières chaînes; mais plusieurs couches des troisième et quatrième chaînes, ou du *nouveau calcaire alpin* de M. Ebel, présentent beaucoup d'analogie avec les couches inférieures du calcaire du Jura. D'un autre côté, on remarque que les premières alternent avec des couches plus foncées et traversées par de nombreuses veines spathiques,

ont une cassure écaillée, qu'elles renferment des pétrifications, et que le sommet de quelques

avec des couches de grauwacke, de grès, de silex, de hornstein, de houille, dont on ne rencontre aucune trace dans le calcaire du Jura, lequel renferme, au contraire, des couches nombreuses d'oolithes, d'argile et de marne, remplies de minerai de fer en grains, qui manquent entièrement dans le calcaire des Alpes. Cependant, la vallée du Rhin, en traversant le calcaire du Jura, fait voir qu'il repose immédiatement sur le granite et le gneiss. On ne trouve d'ailleurs nulle part l'un de ces calcaires superposé à l'autre, et la question de leur formation contemporaine, ou successive, paraît à M. Ebel à-peu-près indécise.

M. de Saussure, M. André, et, depuis eux, plusieurs autres géologues, ont pensé qu'il fallait distinguer dans le calcaire du Jura deux formations distinctes. La formation inférieure serait-elle la même que celle des deux chaînes extérieures des Alpes, malgré les différences signalées par M. Ebel, et que nous venons de rapporter?

Cette opinion paraît être celle de M. Omalius-d'Halloy, qui a inséré, dans le N^o. 165 du *Journal des Mines*, des observations appuyées de rapprochemens ingénieux, qui tendraient même à faire conclure que le calcaire inférieur du Jura, et tout le calcaire des Alpes, doivent être rapportés à une seule formation générale, comprise dans la classe des terrains de transition.

On voit combien il existe d'incertitude dans la détermination et la classification des *calcaires des Alpes*. Nous rappellerons, en finissant, les intéressantes observations de M. l'ingénieur en chef Brochant de Villiers sur les terrains de la Tarentaise et sur les calcaires de transition qu'ils renferment (*Journal des Mines*, N^o. 135), et nous remarquerons que la première, ou plus ancienne des formations calcaires citées par MM. Lupin et Brocchi, présente, comme les terrains de la Tarentaise, un calcaire compacte ou grenu, à grains fins, de couleur blanche ou jaunâtre claire, renfermant des cristaux de feldspath, mais que M. Escher et M. Ebel ne font aucune mention de cette formation, puisque le calcaire qu'ils citent comme le plus ancien est mélangé de silice et d'alumine, compacte, noir ou d'un brun foncé, parsemé de nombreuses

montagnes est formé de calcaire à cassure terreuse et conchoïde, à odeur argileuse, et présentant tous les caractères du calcaire secondaire.

Le calcaire inférieur repose sur une roche *Grauwacke*, agrégée, formée de fragmens de quartz réunis par un ciment argileux. L'auteur la nomme *grauwacke*, la classe comme terrain de transition, et cependant prétend qu'elle doit se rapporter au terrain désigné en Allemagne sous le nom de *rothetodteliegende* (grès rouge), que les géologues allemands classent parmi les formations secondaires. Les raisonnemens qu'il fait pour appuyer cette opinion pourront ne pas paraître péremptoires aux personnes qui ont étudié ces deux formations dans les pays où elles sont distinctes et étendues.

Avec cette *grauwacke* se rencontre un schiste *Schiste*.

veines spathiques; indications qui ne peuvent se rapporter qu'au second calcaire de MM. Lupin et Brocchi. Le premier est-il donc si peu répandu, qu'il ait pu échapper à des observateurs aussi habiles, aux deux hommes qui paraissent connaître le mieux les Alpes de la Suisse? Ne serait-il pas plus probable qu'ils ne l'ont pas regardé comme faisant partie des *chaînes calcaires* des Alpes, mais comme membre subordonné des terrains primitifs situés au-dessous? Dans ce cas, sa formation *intermédiaire* étant bien prouvée par M. Brochant, comme par la découverte qu'on a faite récemment de débris de corps organisés dans le marbre de Villlette, le domaine des terrains de transition paraîtrait devoir s'étendre beaucoup dans les chaînes centrales des Alpes.

Ce n'est probablement que par l'étude approfondie et la connaissance exacte des fossiles qui existent dans les divers terrains calcaires, que l'on parviendra à déterminer, d'une manière positive, les différences réelles ou les rapprochemens qui doivent exister entre les trois formations citées comme de transition ou secondaires dans les Alpes, et les deux formations citées dans le Jura.

argileux que l'auteur nomme *argilla schistosa* (*schiefferthon*), et qui renferme des parties calcaires. M. Brocchi paraît vouloir réserver le nom de *schisto argilloso* (*thonschieffer*) aux schistes des terrains primitifs. Cette *argilla schistosa* renferme des pétrifications; elle est recouverte par le calcaire de transition de Fassa. Il n'est pas besoin de faire remarquer combien cette dénomination diffère de celles adoptées par les minéralogistes allemands et français pour un terrain situé au-dessous du calcaire de transition. En un seul endroit le calcaire repose sur une

Diabase.

diabase (*grünstein*) de transition à grain serré, et à masse d'apparence homogène.

Porphyre.

Dans les environs, sont des montagnes de porphyre à pâte rouge et à cristaux de feldspath blanc, qu'on trouve immédiatement sous le calcaire. L'auteur est tenté de croire que ce porphyre est postérieur à la grauwacke, et cite, auprès de *Kolmand*, un banc de grauwacke encaissé dans le micaschiste qui est recouvert par le porphyre. Ce fait vient encore à l'appui de notre observation sur le peu d'apparence que cette grauwacke puisse être rapportée à la formation du *grès rouge*. La première roche vraiment primitive qu'on rencontre autour de Fassa, est le micaschiste qui se présente près de *Agordo*, de *Felcade*, de *Primier*, de *Brixen* et de *Kolmand*. Ce terrain se retrouve dans tout le *Vicentin*, le *Bergamasque*, et jusqu'au lac Majeur; il est souvent recouvert par la grauwacke, et celle-ci par le calcaire.

Micaschiste.

Les montagnes de *Monzoni*, à l'est de *Vigo*, sont formées d'une diabase primitive (*grünstein*) accompagnée de calcaire primitif qui semble situé sous la diabase.

Sur le calcaire des environs de Fassa reposent, dans une étendue assez considérable, des roches de trapp stratifiées, des wackes, des mandelsteins, des basaltes, etc. Ce sont ces roches qui renferment tous les minéraux de Fassa qui ornent les collections de minéralogie. Tantôt elles constituent seulement le sommet d'une montagne, tantôt elles en forment à-peu-près la moitié, tantôt elles paraissent former des montagnes entières, mais seulement dans les endroits où le pied de ces montagnes est lui-même très-élevé.

La formation trappéenne de la vallée de Fassa paraît, à M. Brocchi, ne présenter aucun caractère d'origine volcanique. Il la regarde même comme appartenant aux terrains de transition; il cite à *Molignon*, et à *Fedaia* des couches de vacke qui alternent distinctement avec des couches calcaires d'une manière très-régulière et très-répétée.

Formation trappéenne de Fassa.

L'auteur pense que les roches des différentes époques sont formées des mêmes élémens, que les modifications qu'elles présentent dans leur structure proviennent uniquement des modifications qu'elles ont éprouvées successivement la force de cristallisation, et qu'ainsi chaque roche des terrains secondaires ou de transition a un prototype dans les roches primitives. Il appuie cette idée de raisonnemens spécieux et d'observations intéressantes dont il faut prendre connaissance dans son ouvrage même. Appliquant ce principe à la vacke, qu'il regarde comme la roche principale de ce qu'il appelle le *terrain de trapp stratifié*, il pense que le prototype de la vacke est le plus souvent le porphyre, quoique quelquefois ce puisse être la diabase (*grünstein*);

il regarde le basalte et le mandelstein comme des modifications de la vaccke, et cite des passages très-marqués de la vaccke au basalte. Il cite aussi des prismes quadrangulaires de basalte très-réguliers dont l'un est terminé par une pyramide, ce qu'il regarde cependant plutôt comme l'effet du hasard que comme une cristallisation. Il dit que le basalte et la vaccke contiennent des cristaux d'amphibole hornblende, de mica, de feldspath et de pyroxène.

Les boules de basalte se rencontrent çà et là dans la vallée de Fassa, mais ne sont jamais accumulées en grands amas comme aux monts Euganéens. Cette configuration difficile à expliquer n'est pas particulière au basalte : on la retrouve, en plusieurs lieux, dans le porphyre, dans le pétrosilex, dans la diabase primitive, même dans le granite, souvent dans le calcaire, etc. M. Brocchi est tenté de la regarder comme un effet de cette force d'attraction par laquelle les gouttes de mercure, ou d'un autre métal dans l'état de liquidité, prennent la même forme globuleuse. Cette forme, dit-il, semble être celle sous laquelle doivent s'unir les molécules terreuses dissoutes dans un fluide, quand les circonstances ne sont pas telles qu'il puisse en résulter des polyèdres symétriques, mais quand ces molécules peuvent cependant se combiner avec quelque régularité.

La vaccke et le basalte de la vallée de Fassa ne contiennent pas de débris de corps organisés, comme on en trouve dans le Vicentin, dans le Véronais, dans les catacombes de Rome et dans beaucoup d'autres pays.

L'auteur cite, près de Molignon, des roches

considérables de pyroxène en masse remplies de petits cristaux de la même substance.

Dans des considérations générales sur la formation trappéenne de Fassa, M. Brocchi se montre entièrement partisan de la doctrine neptunienne sur l'origine des basaltes, quoiqu'il ait soin d'ajouter qu'il ne faut pas la pousser trop loin. Il discute les différentes opinions émises à cet égard par les géologues allemands. Il annonce un mémoire de M. Da Rio, sur la *Massegna* (roche qui constitue les deux tiers de la masse des monts Euganéens), dans lequel l'auteur cherche à prouver que cette roche, loin d'être une lave, est un porphyre primitif à base de feldspath. Il ajoute qu'aucune réponse à ce mémoire n'a encore paru de la part des géologues de l'opinion opposée.

La vaccke de Fassa est souvent celluleuse. Les cavités qu'elle renferme ne sont pas toujours vides, mais elles contiennent souvent des noyaux qui les remplissent en tout ou en partie, et dont la substance est différente de celle de la roche. M. Brocchi regarde ces noyaux comme formés par infiltration postérieurement à la vaccke, et il s'appuie sur le raisonnement et sur l'observation soit pour soutenir son idée, soit pour combattre les autres théories présentées pour expliquer la formation des noyaux des amygdaloïdes.

L'analcime, dans un grand nombre de variétés de cristallisation et de couleur, offrant toutes les nuances entre l'analcime commune et la sarcolithe, quelquefois en cristaux de trois à quatre pouces de diamètre, d'autres fois lamellaire ou compacte, la stilbite prismatique, lamellaire et amorphe, la mésotype prismatique, lamellaire,

Cavités dans la vaccke.

Substances qui remplissent les cavités.

aciculaire, farineuse et compacte, la prehnite concrétionnée et rarement cristallisée, quelquefois accompagnée de cuivre natif, oxidé ou sulfuré, la chaux carbonatée cuboïde, métastatique, scapiforme, le quartz concrétionné ou cristallisé, le quartz sinople jaune (Eisenkiesel), la calcédoine, la carnirole, les silex agathoïdes, l'héliotrope, le jaspe, se rencontrent plus ou moins abondamment dans les noyaux ou les géodes que renferme la vacke de Fassa. La chabasie cristallisée et concrétionnée se trouve au contraire dans une montagne de diabase primitive. L'ouvrage renferme des détails intéressans sur la manière d'être de ces différentes substances, leurs variétés et leur gisement, comme sur les rapports et les différences que présentent entre elles les diverses espèces désignées autrefois sous le nom de zéolithes.

Chabasie dans la diabase primitive.

Grünerde dans la vacke

A la montagne d'*Ombrette* on remarque dans la vacke de petites couches et de petits filons de *grünerde*, talcographe (Haüy), chlorite baldogée (Brongniart), entièrement semblable à celle de Vérone. Au mont *Cipit* on trouve la même substance en rognons mêlés d'analcime trapézoïdale limpide. Au mont de *Pazza* elle est en rognons informes évidemment de formation contemporaine à celle de la vacke; mais dans ces rognons la même substance se montre çà et là en cristaux très-bien déterminés, affectant les formes du pyroxène bisunitaire. Ces cristaux contiennent quelquefois dans leur intérieur des grains de pyrite, ou des lames de spath calcaire, ou des veines d'une argile blanche qu'on retrouve aussi disséminée dans la roche. Ces diverses circonstances, et l'existence, dans la même

roche des cristaux de stéatite affectant aussi la configuration du pyroxène bisunitaire, ont convaincu M. Brocchi que toutes ces formes régulières n'étaient que des pseudo-cristaux, ont détruit l'idée qu'il avait d'abord conçue que la *grünerde* n'était qu'un pyroxène en masse, et l'ont ramené à adopter la classification que M. Haüy fait de cette substance parmi les talcs. Il remarque que M. Haüy a cité, dans son tableau comparatif, des cristaux de la même substance sous la forme du pyroxène triunitaire, sans indication de localités.

Empseudo-cristaux.

La diabase primitive dans laquelle on rencontre la chabasie au mont *Monzoni*, renferme aussi des grenats, de l'idocrase, de l'actinote, des topazolites semblables à ceux de la vallée de *Lanza* en Piémont (grenat jaunâtre de M. Haüy). L'idocrase est sur-tout remarquable en ce qu'elle se présente en masse, formant un banc de plusieurs pieds d'épaisseur dans la diabase. Elle offre une grande variété dans ses couleurs, mais rarement des indices de cristallisation régulière. La seule substance associée à l'idocrase, dans la couche qu'elle constitue, est un spath calcaire, tantôt blanc, tantôt d'un bleu d'azur très-agréable. Celui-ci, réduit en poussière, est phosphorescent sur les charbons ardents; il décrépite au chalumeau et blanchit à la première impression de la flamme.

Substances diverses dans la diabase.

Banc d'idocrase.

L'ouvrage de M. Brocchi est terminé par une *statistique lithologique* de la vallée de Fassa, et par un chapitre dans lequel l'auteur, à défaut d'observations barométriques, cherche à prendre une idée de la hauteur des montagnes de cette contrée, par la nature des plantes qui croissent

Hauteur
relative des
montagnes.

à leur sommet. Il conclut de ces observations que le mont *Monzoni*, formé de diabase primitive, est une véritable montagne alpine, et que toutes les montagnes de la formation trappéenne stratifiée lui sont bien inférieures en élévation, excepté le *Fedaja* dont le sommet formé d'un côté de roches de vacce, d'amygdaloïde et de brèche trappéenne, et de l'autre côté de roches calcaires, est cependant plus élevé que le *Monzoni*.

L'ouvrage de M. Brocchi sera lu avec plaisir et avec fruit par tous les minéralogistes, même par ceux qui ne partageront point entièrement ses opinions.

MANUEL DE MINÉRALOGIE,

PAR M. LÉONHARD (1);

Extrait par M. DE BONNARD.

CET ouvrage, dont il se publie chaque année un volume depuis 1807, a été annoncé plusieurs fois dans le *Journal des Mines*. On trouve, entre autres, dans les tom. XXVII (p. 442), et XXXII (p. 106), de ce journal, des notices détaillées sur les premiers volumes du *Manuel de Minéralogie*. Nous indiquerons aujourd'hui les objets renfermés dans les deux livraisons de 1815, qui forment un volume de 625 pages.

L'ouvrage de M. Léonhard est, chaque année, divisé en deux parties. La première renferme des mémoires sur la minéralogie ou les sciences qui y ont rapport, ainsi que des notices sur les collections minéralogiques publiques ou particulières qui existent dans les différens pays; la seconde partie est destinée à faire connaître les découvertes faites en minéralogie dans le cours de l'année, les changemens que l'état de la science peut éprouver, les observations intéressantes non encore connues, etc. Elle se compose de notices extraites d'ouvrages, mémoires ou journaux étrangers, et de fragmens de la correspondance

(1) Taschenbuch für die gesammte mineralogie auf Hinsicht auf die neuesten Entdeckungen; herausgegeben von karl zoesar Léonhard. Neunter jahrgang, erste und zweyte abtheilungen. Francfurth am Mayn, 1815.

de l'auteur avec les minéralogistes de toutes les parties de l'Europe.

La première partie des deux livraisons de 1815 renferme :

1°. Un mémoire de M. Haüy, sur une nouvelle variété de fer sulfuré blanc, qu'il nomme *quadri-octonal*, et dont les cristaux proviennent d'*Almérode* en Hesse. Ce sont des octaèdres qui, au premier aspect, ressemblent beaucoup à l'octaèdre régulier, mais qui en diffèrent cependant par la valeur de leurs angles et par des facettes qui remplacent souvent les angles de la base commune des deux pyramides, tandis que ceux des sommets sont intacts, ce qui suffit pour indiquer que la forme primitive n'est point un solide régulier. Le signe représentatif de cette

variété est $\begin{matrix} 1 \\ \frac{5}{4} \end{matrix}$
M A E
M G S.

2°. Une note de M. le conseiller des mines Hardy, sur le gypse d'*Airola* dans le *val Canarria*, qu'il regarde comme appartenant aux terrains primitifs, et comme formant un banc subordonné dans le micaschiste. Les observations de l'auteur ne nous paraissent pas concluantes; son opinion a été combattue par M. Brochant de Villiers, dans un mémoire sur les terrains de gypse des Alpes, qu'il a lu à l'Académie des sciences, et que nous publierons dans le volume suivant.

3°. Une notice du même M. Hardy, sur une excursion qu'il a faite à *Campolongo*, avec des observations sur le gisement de la dolomie, et sur les trémolites qui s'y trouvent en abondance.

4°. Des observations géognostiques de M.

Schultze, officier des mines d'Eisleben, faites dans une excursion au Hartz. Elles tendent à confirmer l'idée énoncée par M. de Raumer, que le granite du Hartz n'est point primitif, et elles renferment des renseignemens intéressans sur les calcaires de transition, les grauwackes et les gites de minerai de fer de la partie orientale de ce groupe de montagnes.

5°. L'analyse de trois variétés de fer oxidulé, par M. Goertner, avec des observations par M. Léonhard.

(a) Fer oxidulé, fibreux, de *Bitsberg* en Suède, sur cent parties.

Oxide de fer avec un peu d'oxide brun..	70,74
Silice	14,50
Magnésie	7,26
Acide carbonique uni à la magnésie.....	6,25
Perte.....	1,25

TOTAL..... 100

(b) Fer oxidulé lamelleux, de *Traverselle* en Piémont, sur cent parties.

Oxide de fer, avec très-peu d'oxide brun..	98,0
Magnésie et silice ferrifères.....	1,5
Oxide de manganèse, une trace.....	»
Perte.....	0,5

TOTAL..... 100

(c) Fer oxidulé conchoïde (en octaèdre parfait, à cassure parfaitement conchoïde), de *Pfisch* en Tyrol, sur cent parties.

Oxide brun de fer (à en juger d'après l'apparence).....	97,50
Silice et magnésie.....	2
Perte.....	0,50

TOTAL..... 100

6°. Un mémoire sur la constitution géognostique des environs de *Neusohl*, en Basse Hongrie, par M. le professeur Zipser. Il paraît, d'après ce mémoire,

1°. Que les montagnes des environs de *Herrengrund* appartiennent en général au terrain calcaire de transition.

2°. Que les environs de *Neusohl* consistent partie en calcaire de transition, partie en calcaire secondaire qui constitue aussi des masses de terrains entières.

3°. Que la grauwacke située entre *Kremnitz* et *Neusohl*, et en général la grauwacke de Hongrie, est remarquable par les nombreuses variations de couleur et de grain qu'elle présente, par les grands cristaux de feldspath qu'elle renferme, par l'absence totale de débris de corps organisés, par son aspect qui est quelquefois presque granitique, et qui semblerait la placer entre les roches primitives et les grauwackes ordinaires, etc.

Une lettre de M. Zipser, insérée dans la seconde partie de l'ouvrage, nous apprend que les mines de cuivre les plus importantes des environs de *Libethen* (celles de la montagne *Schutrikovska*), sont dans cette grauwacke, qu'il appelle *prétendue* (*vermeinte*). On y exploite trois filons dirigés du nord au sud, penchant d'environ 50 degrés vers le couchant, et puissans de $4\frac{1}{2}$, 8 et plus de 20 toises; on ne connaît pas même encore la puissance totale de ce dernier.

7°. Une notice de M. Brocchi, sur une substance minérale qu'il a observée dans les laves basaltiques de *Capo di Bove*, qui ressemble au premier aspect à la trémolite, mais qu'il a reconnue

devoir être rapportée à la même espèce que le *tafelspath* ou *schaalstein* du Bannat. Elle est composée sur 100 parties : de silex, 49; chaux, 36; magnésie, 2; acide carbonique, 3; oxide de fer, 1; total, 91. Les neuf parties manquantes sont probablement la proportion de l'eau de cristallisation.

8°. Mémoire sur le granite des Pyrénées, par M. de Charpentier. (Extrait du *Journal des Mines*, N°. 194.)

9°. Une notice de M. le conseiller des mines *Selb*, sur la contrée de *Haus Baden*, près *Badenweiler*, et particulièrement sur des gîtes de minerai de plomb qui sont situés en *bancs* (*Lager*) dans un porphyre peu puissant, placé lui-même entre le granite et le calcaire secondaire coquillier, gisement intéressant par la grande différence d'âge qui existe entre le mur et le toit. La notice renferme des détails sur toutes les modifications de plomb carbonaté, phosphaté, arsenié, molybdaté, muriaté, et oxidé terreux, que ce gîte renferme avec une abondance et une variété qui ne se rencontrent, dit l'auteur, en aucun autre endroit à sa connaissance.

10°. Une autre notice de M. *Selb*, sur ses observations géognostiques dans les montagnes des Grisons, et particulièrement dans un voyage aux sources du Rhin. Tout y est gneiss et mica-schiste; on n'y voit aucune trace de schiste de transition. Les couches se dirigent du nord au sud, et la vallée les traverse; elles penchent vers l'est. L'auteur relève, en conséquence, comme erronée, l'assertion de M. Ebel et celle de M. de

Buch, qui indiquent la vallée de *Rheinwald* comme vallée longitudinale.

11°. Une troisième notice de M. Selb, sur de petits cristaux de leucite, qu'il a reconnus sur la natrolite du *Hægau* en Souabe, et particulièrement sur celle de *Hohentwiel*.

12°. Essai d'une classification minéralogique des roches mélangées, par M. Brongniart. (Extrait du *Journal des Mines*, N°. 199.)

13°. Des renseignemens sur les collections minéralogiques de M. de Drée, à Paris, sur les collections de minéraux qui existent à Stockholm, et sur les collections de M. Werner à Freyberg.

La seconde partie contient :

1°. La description d'un grand nombre d'espèces, variétés ou modifications annoncées comme nouvelles dans les différens écrits publiés récemment. Nous ne pouvons point entrer dans les détails nécessaires pour faire connaître les objets décrits, dont la réunion paraît faite avec plus d'exactitude que de critique, et qui présente quelquefois une série de noms bizarres. On y trouve la *lépidokrokite*, la *pyrrhosydérite*, etc. Nous y avons remarqué une espèce établie par M. Ullmann, dans ses *Systematische tabellen*, sous le nom de *Kupferbraun*, pour désigner certains minerais de cuivre brun, n'ayant nullement l'aspect métallique, et qu'on ne sait trop où placer dans les divers systèmes de minéralogie. L'auteur divise cette espèce en trois variétés, qu'il nomme *gemeines kupferbraun*, *kupferlebererz* et *kupferpecherz*, et donne pour

chaque variété, une caractéristique détaillée, d'après la méthode wernérienne.

2°. Une semblable collection de toutes les analyses de minéraux publiées depuis peu.

3°. Un grand nombre de notices diverses, extraites de différens ouvrages allemands, français, anglais ou italiens, et ayant particulièrement rapport à la géognosie. Plusieurs d'entre elles sont prises du *Journal des Mines* ou du *Journal de Physique*; d'autres ont rapport à des ouvrages ou mémoires sur lesquels nous avons nous-mêmes donné des notices particulières dans ce volume. Nous extrairons brièvement des autres ce qui nous paraît offrir le plus d'intérêt.

M. de *Sæmmering* a inséré, dans le 5°. volume des Mémoires de l'Académie des Sciences de Munich, une notice détaillée sur un squelette à-peu-près complet de crocodile, trouvé en 1812 à *Daitin*, à deux lieues de *Monheim* en Bavière, dans un schiste calcaire mélangé d'argile, qui renferme du minerai de fer en grains. Dans le même schiste calcaire on remarque, dit-il, des ammonites et des débris de poissons, de vermiculites et d'insectes. Le squelette a deux pieds onze onces et demi de long, et se rapporte à une espèce de gavial très-différente du *G. gangeticus*, moins différente du *G. tenuirostris*.

M. *Flurl* a inséré dans le 3°. volume du nouvel Annuaire de l'art des mines et usines de M. de Moll, un mémoire sur une couche de *Brand-schiefer*, ou schiste imprégné de bitume, qui existe près *Seefeld*, bailliage de *Telfs* en Bavière. De formation postérieure au calcaire alpin, mais plus ancienne que le calcaire fétide (*stinks-*

tein) qui lui sert de toit, cette couche a de quelques pouces à un pied d'épaisseur. Les feuillettes sont souvent contournés et renferment entre eux de petites couches de bitume asphalté (*erdpech*). Le *stinkstein*, qui se contourne comme le schiste sur lequel il repose, renferme aussi, et assez loin du *brandschiefer*, des fentes qui ont été remplies de pétrole (*Bergæel*). Le *brandschiefer* contient des rognons du *Stinkstein*. Dans l'un et dans l'autre on voit des empreintes de poissons qui paraissent pour la plupart appartenir, dit l'auteur, au genre des carpes.

M. Sickler, dans un ouvrage intitulé : *Ideen zu einem vulkanischen erdglobus, oder zu einer Darstellung aller auf der oberfläche unseres Erdkörpers verbrieteten ehemaligen und jezzigen vulkane*, imprimé à Weimar en 1812, exprime l'opinion que tous les volcans du globe terrestre, sauf un très-petit nombre d'exceptions, sont disposés sur des lignes ou bandes plus ou moins larges, parallèles dans leur longueur, soit à la méridienne, soit à l'équateur. Il indique neuf bandes principales de la première espèce, et trois de la seconde.

Beaucoup de notices géognostiques sur différentes parties de la Norwège sont extraites, par fragmens, du voyage en Scandinavie, de M. Hausmann. Cet ouvrage important mérite d'être extrait dans son entier, et nous espérons pouvoir en donner une idée générale dans une des prochaines livraisons des *Annales des Mines*.

M. Bennett a lu, le 15 mai 1812, à la Société géologique de Londres, une description géologique de l'île de Ténériffe dont le sol entier lui

paraît formé de produits volcaniques. On y remarque ces assertions, que les courans de lave des éruptions de 1794 et 1797 sont de nature basaltique, et qu'un autre courant ancien, situé à l'ouest du pic et qui s'étend sur plusieurs milles anglais de longueur, est formé en entier de substance vitrifiée tout-à-fait semblable à l'obsidienne. (On sait que les géognostes de l'École de M. Werner ne regardent ni l'obsidienne ni le basalte comme des produits des volcans.) Le mémoire de M. Bennett est inséré dans le tome II des *Transactions de la Société géologique de Londres*.

Dans un calcaire coquillier de *Monteviale*, dans le Vicentin, les débris de coquilles et de madrépores qu'il renferme sont pénétrés de *strontiane sulfatée lamelleuse*, qui a ainsi formé le suc lapidifique de ces pétrifications. Ce fait a été indiqué par M. Moretti.

Un fait semblable a été observé dans la seigneurie de *Banz*, sur les bords du Mein, dans des recherches, ordonnées, pour un but géognostique, par S. A. le duc Guillaume de Bavière. Dans une couche de calcaire marneux alternant avec le *stinkstein*, et qui paraît situé sous le grès placé lui-même sous le calcaire du Jura, des boules de marne contiennent dans leur intérieur, tantôt de la blende et des pyrites, tantôt des ammonites pénétrées d'une *strontiane sulfatée lamelleuse* tout-à-fait semblable d'ailleurs à celle d'Arau en Suisse. Des échantillons de ce singulier gîte de *strontiane sulfatée* ont été envoyés à M. Haüy, par S. A. le duc Guillaume.

Dans plusieurs mines de plomb des environs de Siegen, on trouve la galène recouverte soit

à la surface des cristaux, soit dans les fentes qui la traversent, par une couche très-mince de soufre natif. Ce fait est indiqué par M. Ullmann dans ses *Systematische tabellen*.

M. John a trouvé, dans une argile impure parsemée de débris végétaux, dans les fossés des fortifications de *Spandau* près Berlin, du fer phosphaté terreux (*blaue eisenerde*), accompagné de fer oxidé terreux verdâtre (*grüne eisenerde*), formant de petits rognons ou des veinules de quelques lignes d'épaisseur. L'argile alterne avec des couches de sable et est souvent recouverte d'une espèce de tourbe. Il est impossible de ne pas reconnaître que la formation du fer phosphaté est due à la décomposition des substances végétales.

Correspondance.

Des analyses de l'arragonite d'Auvergne et de celle des sept montagnes faites par M. Monheim, paraissent confirmer jusqu'à un certain point les résultats de M. Strohmeyer, annoncés dans le N^o. 214 du *Journal des Mines*, en ce qu'ils indiquent 0,0038 de strontiane dans la composition de cette substance; mais une lettre de M. Bucholz annonce que, sur douze arragonites différentes qu'il a analysées, conjointement avec M. Meissner de Halle, cinq, savoir celles de *Limbourg*, de *Neumarkt*, de *Saalfeld*, de *Minden* et de *Bastenne*, n'ont donné aucune trace de strontiane, et que dans les autres la proportion obtenue de cette terre a varié entre moins d'un centième et deux centièmes et demi. Ses résultats diffèrent d'ailleurs essentiellement de ceux obtenus par M. Strohmeyer, sur les pro-

portions relatives de strontiane contenues dans les arragonites de différens pays. M. Bucholz croit en conséquence que la strontiane ne forme pas partie essentielle de l'arragonite, et ne contribue en rien à la forme de ses molécules (1).

Deux lettres de M. Haüy renferment des observations sur un mémoire de MM. Gelhen et Fuchs, dans lequel on a attaqué sa division des zéolithes en quatre espèces, et où on a proposé la détermination d'une nouvelle espèce sous le nom de *scolézite*. Dans une troisième lettre, l'illustre professeur français rend compte de l'examen de quelques échantillons de minéraux qui lui ont été envoyés d'Allemagne, et parmi lesquels se trouve la strontiane sulfatée de la seigneurie de *Banz*, dont nous avons parlé plus haut.

Une lettre de M. Svedenstierna annonce que MM. Gahn et Berzelius ont trouvé en Suède des gisemens nouveaux de *gadolinite*, de *pyrophysalite* (topaze), de *tantalite*, de *béryl* tout-à-fait semblable à l'émeraude de France, et de *hornhlende* ou d'*augite*, le tout aux environs de *Fahlun*, dans des blocs de rochers

(1) M. Laugier vient de répéter, avec soin, l'analyse des arragonites de diverses localités. Il a toujours trouvé $\frac{1}{100}$ de strontiane dans celle de *Bastenne*, annoncée par M. Bucholz comme n'en renfermant pas. Celles de *Baudissero* et du pays de *Gex*, au contraire, n'ont offert aucune trace de strontiane, mais quelques parcelles de sulfate de chaux. M. Laugier croit pouvoir tirer de ses expériences cette conclusion générale, que les arragonites très-pures contiennent toujours un peu de carbonate de strontiane; que celles qui n'en contiennent point sont impures, et qu'elles contiennent du sulfate de chaux. Ainsi, dans aucun cas, l'arragonite ne serait de la chaux carbonatée pure. (*Note des Rédacteurs.*)

formés de quartz, feldspath et mica à très-gros grains. Les mêmes savans ont trouvé dans les carrières de *Finnboé*, 1^o. un minéral de couleur violâtre ou d'un gris blanc, dont l'analyse leur a donné 47, 77 de chaux, 14, 60 d'ittria, 13, 15 de cerium, et 24, 26 d'acide fluorique; ils l'ont nommé *itro-cérite*; 2^o une combinaison triple et nouvelle de chaux, d'arsenic et d'acide fluorique, qui ressemble à l'extérieur à une chaux fluatée d'un jaune verdâtre sale; 3^o. un minéral assez semblable à un mica noir à très-grandes lames, et qu'ils regardent comme une substance nouvelle.

M. le conseiller des mines Dietrich annonce qu'on a trouvé le fer oxidé résinite (*eisen pecherz*) tapissant les parois des tailles d'une mine de houille de la principauté de *Pless* en Silésie, en rentrant dans les anciens travaux de cette mine qui avaient été noyés depuis long-temps. (Une notice sur cette espèce de minéral de fer se trouve dans le *Journal des Mines*, tom. XXIII, p. 221.) On ne connaissait encore cette substance que de la mine de *Christ-Bescheerung*, près Freyberg (1).

M. Pansner (de Pétersbourg) annonce qu'il a reconnu dans le fer phosphaté pulvérulent (*blaue eisen erde*) et dans la magnésie boratée (*borazit*) la propriété, connue jusqu'ici seulement dans le plomb phosphaté, de cristalliser par le refroidissement, après avoir été fondu

(1) Dans l'Annuaire de M. Léonhard de 1811, une lettre de M. de Reisseisen, de Strasbourg, annonce qu'on a trouvé l'*eisen pecherz* dans les couches de grès secondaire situées près de Giromagny, au pied des Vosges.

au chalumeau. Il pense que cette propriété existe encore dans un grand nombre de minéraux, et qu'il serait intéressant de faire des recherches à ce sujet.

Dans une autre lettre, M. Pansner annonce une espèce nouvelle, trouvée par M. le comte de *Steinheil* à l'île *Pargas*, et qu'il nomme *Pargasite*, ainsi que la description, par la même personne, du *prétendu quartz bleu* de la Nouvelle-Finlande, auquel il propose de donner le nom de *Steinheilite*. Cette description concorde, en quelques points, avec les caractères assignés par M. Cordier au *dichroïte* (*jolite* de Werner, *cordiériite* de Lucas.) (Voyez le *Journal des Mines*, tom. XXV, pag. 129); mais elle en diffère essentiellement, soit par les caractères chimiques, puisque le *quartz bleu* est infusible au chalumeau même avec le borax, soit par la cristallisation, puisque, suivant M. de *Steinheil*, cette substance se présente en prismes à huit pans, dont alternativement deux larges et deux étroits. Les premiers forment entre eux un angle très-obtus, qui disparaît souvent presque entièrement, soit par la convexité des faces, soit par des stries nombreuses dirigées suivant la longueur du prisme. Les faces étroites, au contraire, sont rarement convexes, et leurs angles sont rarement tronqués. (En supposant même, dans cette description, l'inexactitude qui peut provenir du manque de connaissance des lois de la cristallisation, il nous semble impossible de rapporter cette forme au prisme hexaèdre régulier, forme primitive du dichroïte.

M. Pansner annonce aussi, 1^o. que le minéral de *Beresowsk*, décrit depuis peu comme minéral

de plomb sous le nom de *traubenerz*, est, d'après ses recherches, un minerai de cuivre formant une espèce nouvelle; 2°. qu'un minéral indiqué précédemment par lui sous le nom de *feste braune blei niere*, et se trouvant avec les *blei niere* aux mines de *Klitschinskoi*, n'est point un minerai de plomb, mais une combinaison d'arsenic et de fer.

M. de Schlottheim annonce qu'il a trouvé, près de Gotha, dans un grès qui se rapporte à la formation du *quader sandstein* (et qui est par conséquent postérieur à la seconde formation gypseuse des terrains secondaires), des empreintes de fougères et d'écorces de palmier. Ce fait est tellement en opposition avec tout ce qu'on connaît jusqu'ici de l'existence à-peu-près exclusive de ces empreintes dans les terrains de l'ancienne formation houillère, que nous douterions de son exactitude, si le nom du savant qui le rapporte ne commandait pas la confiance.

M. de Schlottheim pense que les rochers de calcaire à caverne (*hohlenkalkstein*) des environs de *Glücks brunn* et de *Liebenstein* sont une ancienne côte, et probablement un banc de corail de l'ancien monde. Il décrit avec détail les fossiles nombreux qui y sont renfermés, et remarque avec surprise l'existence de coraux et d'encrinites dans ce calcaire qui appartient ordinairement, dit-il, à la formation du Jura; mais nous ferons observer qu'il paraît constant que tous les calcaires non primitifs renferment des cavernes: les cavernes du *Hartz*, connues sous le nom *Baumannshohle* et de *Bielshohle*, sont dans un calcaire de tran-

sition; il en est de même de celles de l'*Iberg*, lesquelles ont été en partie remplies depuis de minerais de plomb et de fer.

M. de Schottheim a remarqué que les lignites des terrains de trapp secondaires présentaient des différences marquées avec les lignites terreux très-répandus en Thuringe.

Les lignites des terrains de trapp ont pour toit une terre grasse brune qui paraît formée en partie de basalte décomposé et de hol, et qui renferme beaucoup de blocs de basalte plus ou moins altérés. Leur bois bitumineux se rapproche de la *braunkohle*. On y trouve des gousses très-caractérisées de pistaches, et on remarque dans les couches du toit: 1°. une coquille très-semblable à l'*helix vivipara* en grands exemplaires; 2°. l'*helix planorbis alba*, variété semblable à celle figurée dans le *Bulletin des Sciences*, 1814, décrite pag. 15; 3°. l'*helix spirorbis*; 4°. quelques autres *helix* non encore bien reconnues; 5°. et, ce qui est très-remarquable, deux espèces voisines du *murex alaco*, dont l'une est tout-à-fait semblable à un *murex* non encore décrit, rapporté par Péron, et appartenant au genre *arithium* de Lamarck, l'autre appartenant plutôt au genre *melania* du même auteur. Des espèces analogues ne se trouvent que dans les contrées méridionales, et appartiennent aux coquilles terrestres ou d'eau douce. Dans les lignites terreux de la Thuringe, qui ont pour toit une argile figuline ou plastique (*pfeifferthon*, *täpferthon*), on ne trouve, en fossiles du Sud, que les restes de grands animaux terrestres; mais les coquilles sont toutes différentes des précédentes. Ce sont les *helix*

tentaculata (Bulimus, Lamarck), *stagnalis*, *corvus* (Lymnea, Lam.), *planalis* en exemplaires très-grands, plus rarement isol. *pomatia*, *nemoralis*, *limosa* (Lymnea, Lam.), *thymorum putris* (Lymn., Lam.), *spirorbis* (Planorb., Lam.), et une petite coquille fluviatile, qui est peut-être le frai du *tellina cornea* (Cyclas, Lam.), ou qui appartient au genre des cythérées de Lam. On y voit aussi une espèce particulière de patelle fluviatile (*Ancylus*, Lam.). M. de Schlottheim désire exciter, par ces observations, l'attention des géognostes sur les différentes formations de lignite.

SUR

LA SODALITE DU VÉSUVÉ,

Extrait d'un Mémoire lu à l'Académie royale des Sciences, par M. le comte DUNIN DE BORKOWSKI.

M. DE BORKOWSKI a trouvé sur la pente du Vésuve, dans le lieu nommé *Fosso Grande*, un minéral cristallisé qui lui a paru différer des nombreuses espèces minérales qu'on trouve dans le même lieu. Il a reconnu dans cette pierre les caractères et la nature de la sodalite; cette sodalite est en grains arrondis ou en cristaux, et sa forme extérieure est un prisme à six pans, terminé par un pointement à trois faces alternant avec trois arêtes du prisme. L'incidence de ces faces sur les pans du prisme, est de 120 degrés; un de ces prismes a près de 3 centimètres de long. La cassure en travers est conchoïde. On distingue des lames qui semblent être parallèles aux pans des prismes; mais le clivage est difficile à déterminer. Cette pierre est presque limpide: elle se laisse rayer par l'acier; sa pesanteur spécifique égale 2. Les fragmens de ce minéral, mis dans l'acide nitrique et retirés ensuite, se couvrent d'une écorce blanchâtre; sa poudre forme gelée dans les acides. Elle est fusible au chalumeau, mais difficilement. Enfin, cette substance analysée par M. de Borkowski a présenté dans sa composition les principes suivans: silice, 45; alumine, 24; soude et très-peu de potasse, 27; fer, 0,1; trace de chaux et perte, 3, 9.

Cette analyse ne différant pas plus de celles que MM. Thomson et Berzélius ont données de la sodalite, que celles-ci ne diffèrent l'une de l'autre, tous les autres caractères convenant également à cette espèce, même celui de faire gelée dans les acides, propriété que M. Haüy a reconnue dans la sodalite du Groenland, M. de Borkowski en a conclu que le nouveau minéral du Vésuve devait être regardé comme une variété de sodalite.

Celle-ci présente, dans son gisement, quelques faits remarquables : 1°. Au lieu d'appartenir, comme la sodalite du Groenland, à un terrain de granite ou de syénite, elle se trouve ici dans un terrain que M. de Borkowski regarde comme évidemment volcanique, et elle y est associée avec tous les minéraux (le pyroxène, l'amphibole, l'idocrase, etc.), qu'on connaît dans le même lieu. 2°. Elle est accompagnée d'un minéral en cristaux tabulaires, que M. Werner appelle *Eisspath*. 3°. On remarque dans les interstices, et même à la surface des cristaux, une matière vitreuse, très-poreuse, verte, qui a tous les caractères de la ponce. Cette circonstance, qui est la plus remarquable, semble établir, sur un fait non encore observé, l'origine ignée de cette sodalite et des espèces minérales qui l'accompagnent, et, par conséquent, prouver, suivant M. le comte Borkowski, que la formation neptunienne et la formation volcanique peuvent donner naissance à des minéraux parfaitement semblables par leurs caractères extérieurs.

SUR
QUELQUES EXPÉRIENCES

FAITES

AVEC LE CHALUMEAU

INVENTÉ PAR M. BROOKS,

ET

EXÉCUTÉ PAR M. NEWMAN,

*A la flamme d'un mélange très-condensé
 des principes constituans de l'eau à l'état
 gazeux;*

PAR M. CLARKE,

Professeur de Minéralogie à l'Université de Cambridge.

(Journal de l'Institution de Londres, partie III.)

Au mois d'avril 1816, M. Brooks annonça, dans les *Annales de Thomson*, qu'il avait conçu l'idée d'un chalumeau dans lequel on condenserait l'air au moyen d'une petite pompe de compres-

Invention.

sion, pour le faire sortir en un jet très-dense et continu, et qu'il croyait que ce jet, étant dirigé sur la flamme d'une lampe, produirait un degré de chaleur beaucoup plus élevé que celui qu'on obtient avec le chalumeau ordinaire, et d'une manière moins embarrassante et sans fatigue. Il communiqua en même temps cette idée à M. Newman, ingénieur en instrumens de physique de Londres, qui déjà s'était occupé du perfectionnement de ces sortes d'appareils; et celui-ci construisit un instrument à-peu-près conforme au plan de M. Brooks, et susceptible d'être démonté, afin qu'on pût le réduire à n'occuper qu'un très-petit volume, et s'en servir dans les courses minéralogiques. Il y ajouta une vis latérale, par laquelle on peut introduire dans le récipient du gaz oxigène, ou tout autre gaz.

Descrip-
tion du cha-
lumeau.

Cet instrument est composé d'une boîte de cuivre, haute et large de trois pouces et longue de quatre, et à laquelle sont adaptés, sur le dessus, une pompe de compression, et sur une des faces latérales, un ajutage pour la sortie de l'air. La tige du piston traverse une boîte à cuir, au-dessous de laquelle un tuyau latéral muni d'un robinet, et communiquant à une vessie ou à tout autre réservoir rempli de gaz, permet à ce gaz de venir sous le piston pour être refoulé dans la boîte. Une soupape, placée à la base de la pompe, le contient dans cette boîte, d'où il ne peut sortir que par l'ajutage latéral. Cet ajutage n'est autre chose qu'un robinet auquel on peut adapter à volonté un tube de verre d'un très-petit calibre. Avec une compression ma-

dérée, le jet d'air demeure uniforme pendant vingt minutes: on peut faire varier sa force en ouvrant plus ou moins le robinet.

M. Clarke ayant observé l'intensité de chaleur que produit, dans les éruptions du Vésuve, la combustion simultanée des gaz constituans de l'eau, et voulant donner à ses élèves une idée de cet effet, se servit d'un chalumeau de Newman, dans lequel il condensa du gaz oxigène; et il dirigea le jet de ce gaz (1) sur la flamme d'une lampe à esprit-de-vin; mais comme le gaz hydrogène, dégagé de l'alkool, ne se trouvait point en proportion convenable pour produire la plus haute température, il consulta M. Newmann, qui lui conseilla de condenser le mélange des deux gaz et de l'allumer (2) en le faisant sortir par un tube capillaire pour éviter le danger de l'explosion. M. H. Davy, qui avait déjà essayé l'expérience, assura qu'il n'y aurait point explosion si le tube avait trois pouces de longueur, et $\frac{1}{80}$ de pouce de diamètre. Effectivement, le succès fut complet, et M. Clarke ne croit pas que la température obtenue ait jamais été surpassée par celle qu'on a pu produire jusqu'ici avec aucun autre appareil. Mais pour atteindre le plus haut degré, il faut

(1) C'est M. Robert Hare jeune, professeur de physique à l'université de Philadelphie, qui, le premier, a fait usage (en 1802) du gaz oxigène pour alimenter le chalumeau. (*Journal minéralogique de l'Amérique*, par Bruce, vol. 1^{er}.)

(2) C'est un Allemand, dont le nom est inconnu, qui employa le premier le mélange des deux gaz dans un réservoir commun.

non-seulement que le mélange soit formé de deux parties, en volume, d'hydrogène, et d'une partie d'oxygène; mais il est nécessaire que les gaz soient très-purs: l'oxygène retiré de l'oxide de manganèse est loin de produire la même chaleur que celui qu'on extrait du muriate suroxigéné de potasse.

M. Clarke a fait, par ce procédé, en présence de plusieurs membres de l'Université de Cambridge, un grand nombre d'expériences très-intéressantes et curieuses, dont nous allons exposer succinctement les résultats.

Expériences sur les minéraux.

Le silex, l'opale, la calcédoine, la topaze, la cymophane, la picnite, l'andalopasite, la wavellite, la tourmaline rouge de Sibérie, la cyanite, l'hyalite et l'apatite d'Estramadure se fondirent facilement en émail blanc.

L'hydrate de magnésie se fondit très-difficilement, et produisit un émail blanc opaque, recouvert d'un verre transparent.

Le sous-sulfate d'alumine donna un émail transparent; sa fusion fut accompagnée d'une combustion partielle.

Le zircon devint opaque et se recouvrit d'un émail blanc.

Le cristal de roche, le quartz blanc commun, la lencite, l'émeraude du Pérou, le béryl de Sibérie, la pagode de Chine se fondirent en un verre incolore et transparent.

La chaux carbonatée, ainsi que l'arragonite, donnèrent aussi un verre transparent, mais plus difficilement que les substances précédentes.

Durant l'expérience, on vit une belle flamme ondoyante, de la couleur de l'améthyste, d'une ressemblance exacte avec celle de la strontiane.

Le jaspe, le saphir, le talc, la serpentine et le lazulite se changèrent en verres transparents, plus ou moins colorés en vert.

L'hyperstène, la gadolinite et la pierre ollaire produisirent des verres d'un beau noir. La fusion de la pierre ollaire fut accompagnée de combustion.

Le sulfure de molybdène et l'oxide silicifère de cérium se réduisirent en métaux semblables, pour l'éclat et la couleur, au fer arsenical.

L'oxide noir de cobalt, ainsi que le titane silicéo-calcaire, donnèrent chacun un métal presque aussi blanc que l'argent, et malléable.

L'oxide gris de manganèse, le wolfram, l'oxide rouge de tantale, et l'oxide noir d'urane, produisirent, avec des phénomènes différens, des globules métalliques gris, cassans et plus ou moins durs.

L'oxide métalloïde de manganèse laissa un bouton métallique plus blanc que le fer, brûlant avec étincelles comme celui-ci.

Le chromate de fer donna un globule noir, sans éclat, et magnétique.

Le cuivre rouge ferrifère se fondit rapidement, et le métal fut bientôt amené à l'état de pureté.

La blende fut fondue, et ensuite réduite à l'état métallique : la flamme parut bleue.

Quelques grains de minerai d'iridium, trouvés par M. Wolaston dans le platine, se fondirent très-facilement, prirent de l'éclat, puis brûlèrent avec ébullition, en déposant un oxide rouge sur le support, et ne laissèrent que du verre.

Les pierres météoriques se convertirent, sans augmentation ni diminution de poids, en scories métalliques semblables à du mâchefer et d'une pesanteur spécifique de 2,666. Cesscories avaient le brillant métallique, supportaient très-bien l'action de la lime, et étaient très-fortement magnétiques.

Dans toutes ces expériences, on s'est servi d'un support de plombagine : cette substance se fond en un globule magnétique et combustible ; mais elle résiste beaucoup plus que le platine, qui, à la première impression de la flamme, se liquéfie, tombe en grosses gouttes, et brûle avec scintillation comme le fer.

Un diamant jaune, octaèdre, du poids de six carats, perdit d'abord sa couleur, puis devint opaque et blanc comme de l'ivoire ; il s'enflamma ensuite et laissa un petit globule qui avait beaucoup de lustre métallique et qui disparut complètement.

Expériences sur quelques métaux.

On vient de voir que le platine se fond très-aisément à la flamme du chalumeau, alimentée par un mélange d'hydrogène et d'oxygène.

Le palladium se fond plus aisément encore ; il

roule comme du plomb, et brûle en lançant des étincelles d'un rouge éclatant.

L'or produit une lumière extrêmement vive et se volatilise ; le support prend la teinte du plus beau rose.

Le laiton brûle avec une flamme verte différente de la flamme du cuivre pur ; il dépose de l'oxide blanc de zinc sur les corps environnans.

Le bronze fond sans qu'il y ait combustion et dépôt d'oxide de zinc.

Le fil de cuivre fond rapidement sans combustion.

Le fil de fer brûle avec scintillation vive et brillante.

La fusion et la volatilisation des alkalis a lieu avec tant de rapidité, qu'ils disparaissent presque au même instant où on les met en contact avec la flamme. Expériences sur les terres et les alkalis.

La chaux, exposée à la flamme dans un petit creuset de carbure de fer, fond, se recouvre de petits globules de verre transparens : il y a combustion manifeste avec flamme de couleur pourpre.

La magnésie fond tantôt en verre poreux, tantôt en globules couleur d'ambre ; lorsqu'on la mêle avec de l'huile, elle se réduit en scories qui se transforment en une poudre blanche : il y a combustion et flamme pourpre.

La strontiane se convertit en scories vitreuses et poreuses, d'une couleur terne, grisâtre, tirant sur le jaune. La fusion est suivie d'une

combustion partielle accompagnée d'une flamme ondoyante couleur d'améthyste.

L'alumine fond rapidement en globules vitreux, transparents, et tirant sur le jaune.

La silice produit un verre de couleur orange, qui semble se volatiliser en partie, et devient d'un jaune pâle.

Expériences sur la métallisation des terres.

M. Clarke a cherché à extraire des terres, à l'aide du chalumeau, les métaux qu'on suppose qu'elles renferment; il n'a réussi qu'une fois à retirer de la silice un métal plus blanc que l'argent; mais il est parvenu à obtenir constamment les métaux de la baryte et de la strontiane, et il a pu en constater quelques propriétés.

Il mêla de l'huile à de la baryte très-pure, et en fit une pâte qu'il tint pendant quelques minutes exposée à la chaleur la plus intense du chalumeau; elle se fondit, et prit la forme d'un laitier noir et luisant comme du fer. Ce laitier, chauffé de nouveau, fut limé et présenta un brillant métallique semblable à celui de l'argent; sa pesanteur spécifique est d'environ 4: il s'allie à l'argent; l'alliage ressemble à l'étain granulé ou au plomb; il ne s'unit ni à l'or ni au mercure; il se combine au palladium et au platine. M. Clarke propose de le nommer *plutonium*: il a reconnu qu'il n'était pas nécessaire de mélanger de l'huile ou du charbon à de la baryte pour l'obtenir. Le plutonium s'oxide à l'air; lorsqu'on le tient pendant très-long-temps exposé à la flamme du chalumeau, il se convertit en un verre jaunâtre; la flamme a une teinte verte: ce verre décompose l'eau, et se change en poussière blanche.

L'auteur ayant appliqué ces mêmes procédés à la strontiane, en obtint, à plusieurs reprises, un métal analogue à celui de la baryte; il conserva son éclat pendant plusieurs heures, mais il finit par s'oxider et repasser à l'état terreux.

Les expériences de M. Clarke durèrent un mois; son tubé de verre n'avait que deux pouces de long et environ $\frac{1}{70}$ de pouce de diamètre: il a vu souvent la flamme rétrograder sans danger d'un demi-pouce, et s'arrêter d'elle-même en faisant éclater l'extrémité du tube; il pense qu'il ne peut y avoir explosion que lorsque l'orifice est trop grand. Il doit continuer ces expériences avec un appareil semblable, mais beaucoup plus grand, et il y mettra d'autant plus d'intérêt qu'il considère l'invention du chalumeau gazeux de compression comme *une des plus importantes découvertes qui aient jamais été faites pour l'avancement de la minéralogie et de la chimie.*

Pour parer à l'inconvénient du danger de l'explosion qui peut avoir lieu pour peu que le tube de sortie soit d'un trop gros calibre, M. le professeur Mannoir, de Genève, propose de condenser à part chacun des deux gaz dans deux réservoirs contigus, et de les faire sortir en même temps par deux becs, dont l'ouverture serait dans le rapport de 1 à 2, et dont les diamètres seraient par conséquent entre eux :: 1 : $\sqrt{2} = 1$ à 1,414. (*Bibliothèque universelle*, volume III, pag. 304.) Le rédacteur de la Bibliothèque universelle remarque que, même en admettant que ces deux gaz soient constamment

Perfectionnement.

maintenus à un état égal de condensation, condition essentielle, il n'est pas bien sûr que l'effet calorifique résultant de leur combustion, en se rencontrant au sortir de l'appareil, fût aussi puissant que celui de la flamme du mélange explosif préparé préalablement. Il pense qu'il serait facile d'obtenir cette condition avec l'appareil de M. Mannoir, en faisant communiquer les deux becs avec un petit renflement où se ferait le mélange, et qui se terminerait par un petit ajutage au bout duquel serait le jet de flamme. Pour éloigner toute possibilité de danger, on adapterait au-dessous de ce petit réservoir une tubulure fermée par un bouchon de liège, qui, en cas d'explosion, serait chassé en bas sans aucun inconvénient.

Il est à désirer que ces perfectionnemens soient soumis à l'épreuve de l'expérience.

ANALYSES DE MINÉRAUX.

ANALYSE d'un grand nombre de minéraux, par MM. JOH. GOTTLIEB GAHN et JACOB BERZÉLIUS; traduit du suédois en allemand. (Extrait du journal de Schweiger, vol. 16, pag. 241.)

LA plupart des minéraux qui font le sujet de cet article, ont été trouvés auprès de Fahlun (à Finbo et Broddbo). Ils n'avaient pas encore été examinés avec l'exactitude convenable. M. M. Gahn et Berzélius ont aussi analysé comparativement plusieurs autres minéraux de même espèce, mais de localités différentes, afin d'obtenir quelques lumières sur la nature et la proportion des substances essentielles à leur composition, et ils sont entrés à cet égard dans de longues discussions, que nous ne transcrivons pas, parce qu'il nous semble qu'elles reposent sur des hypothèses qui sont encore loin d'avoir obtenu l'assentiment du plus grand nombre des savans. Le mémoire de M. M. Gahn et Berzélius est rempli d'observations chimiques importantes, dont nous ferons un article séparé qui sera inséré dans les livraisons de 1817. Nous ne rapporterons ici que le détail de leurs analyses,

leurs résultats, et les principales conséquences qu'ils en déduisent.

Minéraux contenant du tantale.

Tantalite
de Broddbo.

1°. *Tantalite de Broddbo.* Couleur uniformément noire, même sur ses faces polies; forme indéterminée, sans apparence d'aucune texture cristalline, opaque, même dans les plus petits éclats; poussière d'un brun de café, ne fait point feu au briquet; rayé par le quartz. Pesanteur spécifique 6,291. A peine attaqué par l'acide sulfurique bouillant. Au chalumeau, il n'éprouve aucun changement sur un support de charbon sans addition; mais avec le borax ou le phosphate de soude il donne un verre jaunâtre transparent; avec la soude, sur-tout en ajoutant du borax, il produit des petits grains d'étain.

1. Pour analyser ce minéral, on en a mêlé dans un creuset de platine, 5 grammes réduits en poussière lavée et ensuite rougie, avec 40 gr. de sulfate acide de potasse qui avait aussi été rougi; on a tenu le mélange fondu et rouge jusqu'à ce qu'il ait formé une dissolution transparente, et qu'il ne restât rien au fond du creuset. La masse refroidie a été épuisée avec de l'eau chaude, la dissolution décantée, et on a fait bouillir plusieurs fois le résidu avec de l'eau.

2. La masse blanche qui n'a pas été dissoute, a été mise à digérer pendant douze heures dans un vaisseau couvert avec de l'hydrosulfure d'ammoniaque, et par-là elle est devenue d'un vert sombre. La dissolution, d'un jaune foncé, a été

décanté, et sur le résidu, lavé avec de l'eau bouillante, on a fait digérer de l'acide muriatique qui a enlevé la couleur sombre. L'oxide a été recueilli sur un filtre, lavé, séché et rougi; c'était de l'oxide de tantale: son poids s'élevait à 3^{es},333.

3. La dissolution hydrosulfureuse a été précipitée par l'acide nitrique; le précipité recueilli sur un filtre et ensuite traité par l'eau régale, a donné de l'acide tungstique. Cet acide, après avoir été lavé avec de l'eau contenant de l'acide sulfurique et rougi, pesait 0^{es},289.

4. La dissolution dans l'eau régale a été précipitée par l'ammoniaque, et pour achever la précipitation de l'étain, on a ajouté un peu de succinate d'ammoniaque. Les deux précipités réunis et rougis ont pesé 0^{es}244.

5. L'acide avec lequel on avait traité l'oxide de tantale, après l'hydrosulfure (2), a été réuni avec l'eau de lavage (3), puis saturé avec l'ammoniaque; le succinate d'ammoniaque en a précipité de l'oxide de fer qui, après avoir été calciné dans un creuset ouvert, pesait 0^{es},69; mais après avoir été redissous par l'acide muriatique, il a laissé. 0^{es},1575.
d'oxide d'étain. Il reste pour l'oxide
de fer. 0^{es},5325.

6. A la liqueur qui avait été précipitée par le succinate, on a ajouté du carbonate de potasse saturé, et on a fait chauffer; le précipité recueilli sur un filtre, a donné, après avoir été rougi, 0,51 d'oxide de manganèse qui contenait un peu de chaux.

L'analyse a été recommencée sur un autre échantillon, et on a eu les résultats suivans :

Oxide de tantale.....	0,6666.....	0,6822
Acide tungstique.....	0,0578.....	0,0619
Oxide d'étain.....	0,0802.....	0,0826
Oxide de fer.....	0,1064.....	0,0958
Oxide de manganèze.....	} 0,1020.....	{ 0,0715
Chaux.....		
	<hr/>	<hr/>
	1,0130	1,0059

Dans ce minéral comme dans tous les tantalites, le fer et le manganèze sont au minimum d'oxidation.

Tantalites
stannifères
de Finbo.

2°. *Tantalites de Finbo contenant beaucoup d'étain.*

Une variété compacte sans indice de cristallisation, à cassure inégale et d'un éclat métallique, opaque, dure, rayant le verre, a donné par l'analyse,

Oxide de tantale.....	0,6699
Oxide d'étain.....	0,1675
Oxide de fer.....	0,0787
Oxide de manganèze.....	0,0798
Chaux.....	0,0240
	<hr/>
	1,0179

Deux autres variétés, dont la première n'est point décrite, et dont la seconde a pour caractères d'être d'un noir tirant un peu au rouge ou au gris rouge, de cristalliser, quoique rarement, en octaèdres de la grosseur d'un grain de chènevis; d'avoir une cassure inégale, d'un éclat métallique, d'être opaque, assez dure pour

rayer le verre; enfin, d'avoir une pesanteur spécifique de 6,55, ont été trouvées composées de

Oxide de tantale.....	0,1222.....	0,0240
Oxide d'étain.....	0,0365.....	0,9360
Oxide de fer.....	0,0218.....	0,0140
Oxide de manganèze.....	0,0122.....	0,0080
Chaux.....	0,0140.....	0,0000
	<hr/>	<hr/>
	1,0067	0,9820

3°. Tantalites de Finlande.

On ignore leur localité précise. Les deux échantillons qui ont été soumis à l'analyse, viennent du laboratoire d'Ekeberg.

Tantalites
de Finlande.

Le premier ne pesait qu'un gramme. Sa densité était de 7,236.

Le second était en poussière, d'un brun de cannelle, et provenait d'un morceau dont la pesanteur spécifique était de 7,236 : ils ont donné

Oxide de tantale.....	0,852.....	0,8921
Oxide d'étain.....	0,025.....	0,0000
Oxide de fer.....	0,090.....	0,1402
Oxide de manganèze.....	0,093.....	0,0365
	<hr/>	<hr/>
	1,020	1,0688

L'oxide de tantale est un véritable acide dont 100 parties saturent une quantité de base renfermant à-peu-près 5,2 d'oxigène (Voyez les notices de 1817); d'après cela, MM. Gahn et Berzélius pensent que les minéraux précédens peuvent être considérés comme des mélanges d'oxide d'étain, de tantalate de chaux et de

tantalite, et que le tantalite pur résulte de la combinaison de parties égales de tantatale de fer et de tantatale de manganèse.

4°. Yttrotantalites d'Ytterby.

Ces minéraux accompagnent la gadolinite. M. Berzélius en a analysé trois variétés qu'il a trouvées dans la collection d'Ekeberg.

Yttrotantalite noir.

Yttrotantalite noire. On le trouve avec la gadolinite au milieu du feldspath rouge et du mica disséminé en morceaux au plus de la grosseur d'une noisette, montrant quelquefois de légères veines de cristallisation. Il est noir; sa cassure, d'un éclat métallique, est lamelleuse dans une direction, et à gros grains dans une autre; sa poussière est grise. Il est opaque, raye le verre; il pèse 5,395.

Au chalumeau il décrépité faiblement, devient d'un brun un peu plus clair qu'avant; il n'est point fusible par lui-même. Le phosphate de soude le dissout lentement en ne prenant qu'une faible couleur jaunâtre. Avec le borax on obtient un verre incolore qui devient opaque par le refroidissement. (La gadolinite donne un verre d'un vert sombre presque noir); il fond avec la soude sans se boursoufler, et on peut en obtenir quelquefois un bouton d'étain très-reconnaissable. Il est inattaquable par les acides.

1. 105,74 parties chauffées au rouge ont perdu 5,74 d'eau.

Deux grammes du minéral pulvérisé et rougi, ont été chauffés au rouge dans un creuset d'argent, avec 7^{es}. de potasse caustique. La masse fondue, encore chaude, était verte: elle devint ensuite d'un beau rouge, et après le re-

froissement elle avait la couleur jaune brun sale de la poussière de l'yttrotantalite calciné.

a. La masse fut délayée dans l'eau, la dissolution décantée et précipitée par l'acide nitrique en excès; le précipité blanc fut recueilli sur un filtre, lavé et ensuite mêlé avec de l'ammoniaque concentrée qui en prit une petite portion; la solution ammoniacale laissa, après l'évaporation et la calcination au rouge de la masse saline, une poudre jaune du poids de 0^{es},145, qui donna avec le phosphate de soude un verre bleu, et qui était de l'acide tungstique.

b. La partie qui ne s'était pas dissoute fut mise en digestion avec de l'acide muriatique concentré, jusqu'à ce que la partie insoluble fût parfaitement blanche. L'acide fut alors décanté, et le résidu, après avoir été lavé, fut réuni à celui qu'avait laissé l'ammoniaque dans le n°. a. Ces deux résidus, traités par l'hydrosulfure d'ammoniaque, lui cédèrent de l'acide tungstique avec de l'oxide d'étain, pesant ensemble, après avoir été rougis, 0^{es},02. Ce qui ne s'était pas dissous dans l'hydrosulfure pesa 1^{es},04, et se comporta comme de l'oxide de tantale.

c. La dissolution du n°. a, qui avait été sursaturée d'acide nitrique, fut traitée par l'ammoniaque, et donna un précipité blanc qui devint jaunâtre en le faisant rougir, et qui pesait 0^{es},05. Il se comporta au chalumeau comme de l'oxide de tantale mêlé avec un peu de tungstate de fer.

d. La dissolution muriatique du n°. b était jaune; on y versa de l'ammoniaque, et elle fut filtrée; la partie liquide donna avec l'oxalate d'ammoniaque un précipité qui, après avoir été

lavé et calciné, fut dissous avec effervescence dans l'acide sulfurique faible, et donna, après avoir été rougi, 0^g,3 de sulfate de chaux, représentant 0^g,125 de chaux.

e. Le précipité recueilli sur le filtre n^o. d, après avoir été rougi, fut traité par l'acide muriatique; il resta 0^g,05 d'oxide de tantale, contenant de l'étain. La dissolution acide, neutralisée avec l'ammoniaque, donna un précipité qui, lavé, séché et rougi, laissa 0^g,404 d'yttria.

f. La dissolution du n^o. c, dans laquelle on avait mis de l'oxalate d'ammoniaque, fut mêlée avec du carbonate d'ammoniaque employé en excès; il en résulta un précipité qui, rougi, pesa 0^g,07, et était de l'oxide de fer.

g. Le liquide ammoniacal du numéro précédent fut concentré, et on y versa de l'infusion de noix de galle, qui y produisit un précipité d'un brun rouge; ce précipité, après avoir été rougi, pesa 0^g,01, et se comporta comme de l'oxide d'urane.

L'analyse a donc fourni les résultats suivans :

Oxide de tantale (a)...	1,04..	} ..1,140... 0,5700
(c)...	0,05..	
(e)...	0,05..	
Acide tungstique (a)...	0,145..	} ..0,165... 0,0825
(b)...	0,020..	
Yttria..... (c)...	0,405..	..0,405... 0,2025
Chaux..... (d)...	0,125..	..0,125... 0,0625
Oxide de fer.... (f)...	0,070..	..0,070... 0,0350
Oxide d'urane... (g)...	0,010..	..0,010... 0,0050
		<hr/>
	1,915...	0,9575

Une perte de plus de 4 pour 100 ne doit pas étonner dans une analyse aussi compliquée.

Yttrotantalite jaune. On le trouve dans le feldspath, en lames minces, irrégulières; rarement en grains, dont les plus gros ne surpassent pas un grain de poivre; la cassure des lames est feuilletée dans un sens, conchoïde dans l'autre; il est éclatant; sa couleur tire au brun jaune un peu sombre; il est opaque; il raye à peine le verre et en est rayé. Sa pesanteur spécifique est de 5,832.

Au chalumeau, il est infusible, décrépite faiblement, et prend une couleur d'un jaune de paille clair; avec le phosphate de soude, il donne un verre opaque d'un rose pâle, et avec le borax un verre jaune transparent, dont la couleur se fonce davantage par le refroidissement. La soude et les acides ne l'attaquent point.

104,85 perdent par la chaleur 4,85 d'eau. Analysé par le sulfate acide de potasse, et ensuite par le sous-carbonate de soude, il a donné

Oxide de tantale.....	0,62124.....	0,59500
Yttria.....	0,29780.....	0,24900
Chaux.....	0,00500.....	0,03290
Oxide d'urane.....	0,06622.....	0,03230
Oxide de fer.....	0,01155.....	0,02700
Acide tungstique et étain...	0,01044.....	0,01250
	<hr/>	<hr/>
	0,99225	0,94890

On voit que les grains de cette variété n'ont pas tous la même composition.

Yttrotantalite d'une couleur sombre. On le trouve avec le précédent, en belles lames, rarement en grains, qui ne montrent pas la moindre Yttrotantalite sombre.

trace de cristallisation. Sa couleur est le noir tirant au brun; en minces éclats, il est transparent, presque incolore ou à peine jaunâtre; Sa cassure est conchoïde dans une direction, à grains fins dans une autre; sa poussière est blanche; il a la dureté du précédent.

Au chalumeau, il décrépite faiblement et devient d'un jaune clair sans fondre. Avec le phosphate de soude, il donne un verre opaque d'un gris verdâtre: avec le borax, un verre jaune transparent qui, par l'addition d'une nouvelle quantité du minéral, prend une couleur d'un brun jaune sombre. La soude et les acides ne l'attaquent pas.

Il est mêlé avec du tungstate de fer; mais comme il devient jaune par la calcination, on peut l'en séparer aisément, après avoir chauffé le minéral.

La partie qui devient jaune perd à la chaleur rouge 6,06 pour 100. On l'a analysé par le moyen du sous-carbonate de soude effleuré, et on a eu

Oxide de tantale.....	0,51615
Yttria.....	0,38515
Chaux.....	0,03260
Oxide d'urane.....	0,01111
Acide tungstique contenant de l'étain.....	0,02592
Oxide de fer.....	0,00555

0,97848

M. Berzélius considère les yttrotantalites, indépendamment du tungstate de fer, qui est évidemment accidentel, comme des mélanges ou des combinaisons de sous-tantalates d'yttria, de

chaux et d'urane. Dans les yttrotantalites noire et jaune, qui sont les plus communs, les sous-tantalates sont composés de telle manière que l'oxigène des bases est double de l'oxigène de l'acide; mais dans la variété d'une couleur sombre, l'auteur conjecture que les sous-tantalites sont différens et renferment des proportions telles de base et d'acide, que l'oxigène de la base est en quantité triple de l'oxigène de l'acide.

Gadolinites.

On trouve des gadolinites à Finbo et Broddlo (près Fahlun), à Ytterby, à Borriholm, etc. Elles ne se comportent pas toutes absolument de la même manière au chalumeau; cependant elles ont une propriété commune qui a été remarquée par le docteur Wollaston. Lorsqu'on chauffe lentement et uniformément un morceau de gadolinite au dard du chalumeau, il rougit promptement comme s'il brûlait; la gadolinite, de noire qu'elle était, devient d'un gris clair, et n'est plus sensiblement attaquable par l'eau régale. L'incandescence est très-vive dans les gadolinites qui ne changent pas de forme par la chaleur; mais dans celles qui se boursoufflent comme le borax, à peine si on peut l'apercevoir.

M. Berzélius a découvert dans les gadolinites de Finbo et de Broddlo, un principe nouveau, l'oxide de cérium; il pense qu'elles en renferment toutes, et que si on ne l'avait pas encore remarqué, c'est que cette substance ayant de très-grands rapports avec l'yttria, et ne pouvant en être séparée que difficilement, on les avait con-

fondues et mêlées ensemble. Il s'est assuré du moins que la gadolinite d'Ytterby en contient; car ayant pu examiner un échantillon d'yttria, étiqueté par Ekeberg, *Yttria pure provenant de la gadolinite d'Ytterby*, il y a découvert une quantité considérable d'oxide de cérium.

Les gadolinites des environs de Fahlun sont composées de

	Gadolinite de Finbo.	Gadolinite de Broddlo.
Silice.....	0,2580.....	0,2416
Yttria.....	0,4500.....	0,4593
Oxide de cérium.....	0,1669.....	0,1690
Protoxide de fer.....	0,1026.....	0,1134
Perte par la calcination....	0,0060.....	0,0063
	<hr/>	<hr/>
	0,9835	0,9893

Une partie de l'oxide de fer est probablement au *maximum*.

Voici comment M. Berzélius a procédé à l'analyse. Il a dissous dans l'acide nitro-muriatique; la plus grande partie de la silice est restée pure. Après avoir neutralisé la dissolution par l'ammoniaque, il y a versé du succinate d'ammoniaque qui en a précipité l'oxide de fer et le reste de la silice. Il lui a été facile de séparer ces deux substances l'une de l'autre au moyen de l'acide muriatique.

La liqueur filtrée lui a donné par l'ammoniaque, un précipité d'yttria et d'oxide de cérium, et par l'oxalate d'ammoniaque un précipité semblable, dans lequel l'oxide de cérium était en proportion plus forte. Il réunit ces deux précipités et les calcina dans un creuset ouvert; ils devinrent d'un rouge de brique clair. Restait

à séparer l'oxide de l'yttria: pour opérer cette séparation, l'auteur indique la méthode qui suit.

On fait dissoudre dans l'acide nitro-muriatique concentré: la liqueur est rouge ou orangée lorsqu'elle contient du cérium; on l'évapore pour chasser l'excès d'acide; on ajoute au résidu un poids d'eau égal à cent ou cent cinquante fois celui de l'yttria et de l'oxide, et on met dans la dissolution des cristaux de sulfate de potasse: il se forme deux sels triples de potasse, l'un et l'autre peu solubles; mais celui de cérium l'étant à peine, sur-tout quand l'eau est saturée de sulfate de potasse, il se dépose pour la plus grande partie au bout de vingt-quatre heures, et l'yttria reste dans la liqueur: le sel triple de potasse et de cérium est blanc si l'oxide est au *minimum*, jaune si l'oxide est au *maximum*. On le jette sur un filtre, et on le lave avec une dissolution concentrée de sulfate de potasse; puis on le dissout dans l'eau bouillante, et on en précipite l'oxide par l'ammoniaque. Cet oxide peut retenir un peu d'acide sulfurique après avoir été calciné. Pour l'en débarrasser, il faut le dissoudre dans l'acide muriatique bouillant, et ajouter à la liqueur du muriate de barite.

Quant à l'yttria, on la précipite par l'ammoniaque, et on la calcine avec le contact de l'air. Lorsqu'elle est pure, elle est parfaitement blanche; mais presque toujours elle retient encore de l'oxide de cérium; alors elle est d'un jaune clair: ou de l'oxide de manganèse; dans ce cas, elle est noire. En la traitant par l'acide nitrique concentré, le manganèse reste avec la plus grande partie de l'oxide de cérium. Cepen-

Séparation de l'yttria de l'oxide de cérium.

dant il reste souvent une portion de ce dernier oxide avec l'yttria, qu'il est extrêmement difficile d'obtenir parfaitement pure. M. Berzélius conseille de la dissoudre dans un acide, d'ajouter à la liqueur un grand excès de sous-carbonate d'ammoniaque, pour précipiter le cérium et retenir l'yttria, de filtrer, faire bouillir la liqueur, et de traiter une ou deux fois de la même manière la terre qui se dépose.

Tungstates.

1°. Wolfram.

Analyse du
wolfram.

Le wolfram que M. Berzélius a analysé, avait été trouvé dans le Cumberland; il était en morceaux choisis, et, autant qu'on pouvait en juger à l'œil, entièrement privé de gangue. Sa poussière mouillée était grise; mais lorsqu'on la fit sécher, elle devint d'un brun obscur.

M. Berzélius a commencé par rechercher à quel état d'oxidation se trouvent le fer et le manganèse dans ce minéral; et si, comme le présumaient MM. Aikin et Hauffmann, il renferme de l'oxide de tungstène et non de l'acide tungstique.

Pour cela, il fit digérer une portion de wolfram avec de l'acide muriatique concentré dans un flacon bouché: l'oxide se colora en vert jaunâtre et laissa une substance pulvérulente d'un bleu sale. La liqueur ayant été décantée et étendue d'eau, abandonna une matière blanche caséuse, qui devint jaune après avoir été séchée, et se comporta comme l'acide tungstique; ensuite elle fut saturée d'ammoniaque; il se fit d'abord un précipité vert, puis le contact de l'air détermina peu-à-peu la précipitation d'une grande

quantité d'oxide rouge de fer. L'ammoniaque forme avec les sels de fer au *minimum*, des sels doubles qu'un excès d'alcali ne peut décomposer que lorsque les circonstances permettent au métal de se suroxyder.

Une moitié de la partie bleue insoluble fut exposée à l'air, lavée et séchée; elle devint d'un jaune de rouille, et l'ammoniaque en sépara de l'acide tungstique, en laissant de l'oxide de fer au *maximum*; l'autre moitié ayant été traitée par l'ammoniaque dans un vase fermé, ne fut nullement attaquée: on ouvrit le vase pour donner accès à l'air, et au bout d'un certain temps elle se décomposa complètement.

Il résulte de ces expériences, que la partie bleue insoluble n'est point de l'oxide de tungstène, comme le présumaient MM. Aikin et Hauffmann, mais du tungstate d'oxidule de fer, que l'ammoniaque ne décompose qu'à l'aide du contact de l'air; et comme l'oxidule de fer ne pourrait exister si le manganèse n'était lui-même au *minimum* d'oxidation, il s'ensuit que le wolfram est un tungstate à bases d'oxidule de fer et de manganèse.

L'acide muriatique ne décomposant qu'imparfaitement cette combinaison, M. Berzélius a procédé à l'analyse par la méthode qu'il a employée pour les tantalites.

Quatre grammes de wolfram réduit en poudre fine, ont été mélangés avec 20 grammes de sulfate acide de potasse, et exposés à la chaleur rouge dans un creuset de platine jusqu'à parfaite fusion. Après le refroidissement, la masse était d'un gris jaunâtre sale.

α. Elle fut délayée dans l'eau bouillante, fil-

trée, et le résidu bien lavé : on recueillit à part les dernières eaux de lavage, parce qu'elles tenaient en dissolution de l'acide tungstique et se troublaient à l'air. La matière restée sur le filtre fut traitée par l'ammoniaque caustique, qui laissa une poudre d'un jaune de rouille, composée d'acide tungstique et de fer ; on mêla la dissolution avec les dernières eaux de lavage : quelques heures après il s'en sépara un peu d'oxide de fer.

b. La liqueur acide (*a*) fut précipitée par le carbonate de potasse employé en excès, et le précipité mêlé avec l'oxide de fer déposé par l'eau de lavage (*a*). Le tout fut dissous dans l'acide muriatique, et la dissolution précipitée par le succinate d'ammoniaque ; le dépôt calciné pesait 0^s,84 : on le fit dissoudre de nouveau dans l'acide muriatique faible, et il s'en sépara 0^s,07 d'acide tungstique d'un jaune de paille et pur ; il n'y avait donc que 0^s,77 d'oxide de fer.

c. La liqueur précipitée par le succinate d'ammoniaque donna 0^s,05 de silice, et 0,2765 d'oxide de manganèse.

d. La dissolution ammoniacale (*a*) fut saturée d'hydrogène sulfuré ; elle ne se troubla pas, mais l'acide nitrique y forma un précipité gris brun pulvérulent. La liqueur filtrée était d'un brun rouge ; l'eau de lavage prit la même teinte en dissolvant une partie de ce qui était sur le filtre. M. Berzélius en conclut que le précipité n'est point du sulfure, mais de l'hydrosulfure de tungstène.

La liqueur mère, ainsi que l'eau de lavage, ayant été traitées par l'hydrosulfure d'ammoniaque en excès, devinrent l'une et l'autre vertes,

puis bleu indigo, et enfin bleu topaze, sans donner aucun précipité.

Les dernières eaux de lavage ayant été évaporées à siccité, donnèrent un résidu gris brun qui brûla avec odeur sulfureuse, et laissa de l'acide tungstique pur. La matière recueillie sur le filtre, chauffée fortement dans une cornue, abandonna de l'eau et du soufre, et donna un résidu de sulfure de wolfram noir qui, grillé à l'air libre, se transforma en acide tungstique pur : le poids de l'acide produit par ces deux opérations, était de 0^s,69.

e. Les liqueurs bleues ayant été rapprochées, se décolorent en passant par le vert et le jaunâtre : on y ajouta de l'acide nitrique concentré, et il s'y forma un précipité abondant, blanc et très-dense : on le calcina ; il s'en dégagait des vapeurs épaisses d'acide sulfurique concentré, et il resta 1^s,416 d'acide tungstique très-pur. M. Berzélius pense que ce précipité est une combinaison chimique d'acide sulfurique, d'acide tungstique et d'eau, et que celui qui est formé dans le tungstate d'ammoniaque par l'acide nitrique, est une combinaison de cet acide, d'acide tungstique et d'eau. Ces combinaisons sont solubles dans une grande quantité d'eau pure ; mais elles en sont précipitées par l'acide nitrique concentré.

f. Les liqueurs nitriques (*e*) furent évaporées à siccité, et le résidu calciné avec précaution pour décomposer et volatiliser les sels ammoniacaux : il resta une poudre jaune du poids de 0^s,785. Cette poudre se dissout difficilement dans l'ammoniaque ; elle se dissout dans l'acide muriatique concentré, et n'en est pas préci-

pitée par l'eau ; elle ne devient pas d'un vert bleu comme l'acide tungstique, par une longue exposition aux rayons solaires. C'est une combinaison d'acide sulfurique, d'acide tungstique et de potasse que l'on ne peut pas analyser exactement.

g. Le dépôt ferrugineux formé dans la liqueur ammoniacale (*a*) pesait 0^e,246; l'acide muriatique concentré en enleva tout l'oxide de fer et un peu d'acide tungstique que l'eau en sépara. L'oxide de fer précipité par l'ammoniaque et calciné, pesait 0^e,047, l'acide tungstique 0^e,19. Cet acide n'ayant pas la propriété de se dissoudre dans l'ammoniaque et dans la potasse, devenant noir au chalumeau, et ne donnant pas de verre bleu avec les fondans, M. Berzélius pense qu'il était mêlé d'un peu de silice.

Résultats de l'analyse :

Acide tungstique.....	3,1510.	^{gr.} 0,78775.	Acide.....	^{ou} 0,78775
Oxide de fer...	0,8170.	0,20425.	Oxidule de fer.	0,18320
Oxide de manganèze.....	0,2765.	0,69912.	Oxidule de manganèze.	0,06220
Silice.....	0,0500.	0,01250.	Silice.....	0,01250
	<hr/>			
	4,2945.	1,07365.		1,04565

L'augmentation de poids de 0,04565 est due à l'acide sulfurique et à la potasse combinés avec l'acide tungstique dans le résidu (*f*); la proportion de cet acide doit donc être réduite à 0,7446.

Dans une autre expérience, 3 grammes de wolfram furent fondus avec 12 grammes de carbonate de soude; la matière ayant été délayée dans l'eau, il resta une poussière brune de la couleur du wolfram, et qui fut dissoute en tota-

lité par l'acide muriatique concentré avec dégagement de gaz acide muriatique oxigéné. La liqueur fut évaporée à siccité, elle se prit en gelée, et l'eau laissa 0^e,065 de silice; la liqueur donna ensuite par le succinate d'ammoniaque et le carbonate de potasse 0^e,588 d'oxide de fer, et 0^e,188 d'oxide de manganèze, qui représentent 0,52782 d'oxidule de fer, et 0^e,1692 d'oxidule de manganèze; si on ajoute à des substances le poids de la silice, il reste 0^e,23998 pour l'acide tungstique: le wolfram est par conséquent composé de

Acide tungstique.....	0,74666
Oxidule de fer.....	0,17594
Oxidule de manganèze.....	0,05649
Silice.....	0,01250

L'oxidule de fer renferme exactement quatre parties d'oxigène, celui de manganèze 1,25. Ces quantités sont à très-peu près entre elles : 3 à 1. Dans la première analyse, l'oxigène est représenté par les nombres 4,18 et 1,392 qui sont encore plus exactement dans ce rapport. L'acide tungstique renfermant 0,20 d'oxigène, les 74665 en contiennent 149332 qui diffère peu de 15,753 le triple de l'oxigène des oxidules réunis.

Il suit de là que le wolfram est formé d'une particule de tungstate de manganèze et de trois particules de tungstate de fer, et que dans ces tungstates l'acide contient trois fois autant d'oxigène que la base.

2°. Tungstate de chaux.

L'échantillon analysé par M. Berzélius prove-

Analyse du tungstate de chaux.

nait du Noraberg - Rivier. Il n'était pas cristallisé, mais formé de masses solides à gros grains, et d'une couleur un peu jaunâtre.

Six grammes furent mêlés avec 20 grammes d'acide nitrique concentré : lorsque le tout fut évaporé presque à siccité, ou ajouta encore 20 gr. d'acide, et on évapora de nouveau, puis on enleva le nitrate de chaux au moyen de l'alcool, et on traita le résidu par l'ammoniaque; il resta 0,35 de tungstate contenant un peu de silice qui fut complètement décomposé par le même procédé.

On mêla à la liqueur alcoolique une dissolution de sulfate d'ammoniaque; il se précipita du sulfate de chaux, qui, lavé à l'alcool et séché, pesait 2^{es},8 : ce sel représente 1^{es},164 de chaux.

La dissolution ammoniacale évaporée à siccité donna de l'acide tungstique pur qui pesait, après avoir été calciné, 4^{es},825.

Ainsi le tungstate de chaux analysé contenait

Acide tungstique.....	4,825	0,80417
Chaux.....	1,164	0,19400
	<u>5,989</u>	<u>0,99817</u>

L'acide tungstique contient 16,0834 d'oxygène, la chaux 5,432, à très-peu près le tiers de 16,0834.

Dans le tungstate de chaux le rapport de l'oxygène de l'acide à l'oxygène de la base est donc le même que dans le wolfram.

Topazes et pycnite, ou fluosilicates.

Topazes.

M. Berzélius commence par mettre sous les yeux du lecteur le tableau suivant des divers

résultats de l'analyse de la topaze et de la pycnite.

Topaze de Saxe

	Klaproth.	Vauquelin.
Alumine.....	0,59	0,49
Silice.....	0,35	0,29
Acide fluorique.....	0,05	0,20

Topaze du Brésil.

	Klaproth.	Vauquelin.
Alumine.....	0,475	0,470
Silice.....	0,445	0,280
Acide fluorique.....	0,070	0,170

Pyrophyssalite (1) et topaze de Sibérie.

	Hisinger et Berzélius.	Vauquelin.
Alumine.....	0,5325	0,480
Silice.....	0,3268	0,390
Acide fluorique.....	0,1387	0,180

Pycnite ou beryl schorliforme.

	Bucholz.	Vauquelin.	Klaproth.
Alumine.....	0,480	0,520	0,495
Silice.....	0,342	0,368	0,430
Acide fluorique.....	0,170	0,058	0,040

Puis il expose la méthode qu'il a suivie pour analyser de nouveau les topazes de Saxe et du Brésil, et le pyrophyssalite. Cette méthode consiste à chauffer au rouge, pendant une heure, la topaze pulvérisée avec quatre fois son poids de sous-carbonate de soude effleuri; à traiter la masse fondue par l'eau, et à y ajouter du sous-carbonate d'ammoniaque pour en précipiter la portion de silice et d'alumine que la soude a dissoute. La liqueur ne retient que l'acide fluorique;

Analyses.

(1) Variété de topaze.

on la sature d'acide muriatique; on la fait bouillir pour expulser l'acide carbonique, et on en précipite l'acide fluorique par le muriate de chaux. On conclut la proportion d'acide fluorique d'après celle du fluat de chaux.

M. Davy a trouvé que ce sel contient 0,27317 d'acide; mais M. Berzélius trouve ce nombre trop fort, et le réduit à 0,26.

Les résultats de son travail sont, pour

	Topaze du Brésil.	Topaze de Sibérie.	La pyrophyllite.
Alumine	0,5838	0,5745	0,5774
Silice	0,3401	0,3424	0,3436
Acide fluorique.	0,0779	0,0775	0,0777
	1,0018	0,9944	0,9987

Il en conclut que ces trois substances sont absolument identiques, et il les considère comme formées d'une particule de sous-fluat d'alumine, et de trois particules de silicate d'alumine.

Pycnite.

Quant à la pycnite, d'après une analyse approximative qui lui a donné,

Alumine	0,5100
Silice	0,3843
Acide fluorique	0,0884
	0,9827

il la croit composée d'une partie de fluat d'alumine et d'une partie silicate de cette terre (1).

(1) Le révérend W^{re}. Grégor a obtenu des cristaux d'alun, en traitant les topazes du Brésil, d'Ecosse et de Cornouailles; il en infère que ces pierres renferment de la potasse. (*Annales de Thompson*, N^o. 46, p. 276.) Mais M. Berzélius a fait voir depuis que cet alkali ne pouvait être qu'accidentel, et ne provenait point des topazes. (*Note des Rédacteurs.*)

ANALYSE d'un sulfure d'argent et de cuivre, par MM. Hauffmann et Stromeyer. (*Annonces littéraires de Göttingue*. 1816.)

On trouve au Schlaugenberg, en Silésie, dans un horstein esquilleux, avec le cuivre pyriteux, un minéral métallique d'une couleur qui tient le milieu entre le gris de plomb et le noir de fer, avec une faible nuance de rouge de cuivre; sa cassure est conchoïde; sa pesanteur spécifique est de 6,255.

La nature de ce minéral n'étant point connue, MM. Hauffmann et Stromeyer en ont entrepris l'analyse: en faisant abstraction des pertes, ils l'ont trouvé composé de

Argent	0,5287
Cuivre	0,3083
Fer	0,0034
Soufre	0,1596
	0,9800

La quantité de soufre répondant exactement aux capacités des trois métaux pour ce combustible, on peut considérer le minéral comme composé de

Argent sulfuré	0,6065
Cuivre sulfuré	0,5865
Fer sulfuré	0,0070
	1,0000

En admettant cette idée, les auteurs font remarquer que la pesanteur spécifique correspond très-bien avec l'analyse, et ils observent que le

Sulfure
d'argent et
de cuivre natif.

fer sulfuré provient probablement d'un peu de cuivre pyriteux qui s'y trouve accidentellement, et dont ils n'ont pu déterminer la proportion.

ANALYSE d'une pierre nouvelle nommée allophane, par MM. Hauffmann et Stromeyer. (Annonces littéraires de Gottingue. 1816.)

Allophane. Cette pierre ressemble à un sel cuivreux; sa couleur est d'un bleu de ciel faible passant au vert de gris; elle a la cassure conchoïde d'un éclat vitreux passant à l'éclat de cire; elle est transparente, faiblement dure: sa pesanteur spécifique est de 1,852 à 1,889. Elle a été trouvée, depuis peu de temps, à Grafenthal, dans le Salfeld, en Saxe, par MM. Riemann, conseiller des mines, et Roquat, de Cobourg, qui disent qu'elle est disséminée, soit en concrétions, soit en masses, dans une roche marneuse et ferrugineuse de transition.

Ce minéral fait gelée avec les acides, et il contient, d'après M. Stromeyer,

Alumine.....	0,3220
Silice.....	0,2192
Chaux.....	0,0073
Sulfate de chaux.....	0,0052
Carbonate de cuivre.....	0,0306
Hydrate de fer.....	0,0027
Eau.....	0,4130

1,0000

Selon lui le sulfate de chaux paraît être un principe essentiel; mais le carbonate de cuivre est à l'état de simple mélange.

Note des Rédacteurs.

M. l'ingénieur Berthier a analysé au laboratoire de l'Administration des mines, il y a huit ou neuf ans, une pierre qui lui a été remise par M. l'inspecteur-général Lelièvre, et qui par sa composition a beaucoup d'analogie avec l'allophane. M. Lelièvre a trouvé cette pierre dans un filon de plomb des Pyrénées. Elle est en masses informes, souvent mêlée de schiste ferrugineux; d'un blanc satiné, friable, composée de petites lames faiblement translucides. Dans quelques morceaux, on aperçoit des lames transparentes (indice de cristallisation), et même des parties compactes transparentes aussi. L'analyse a produit:

Alumine.....	0,435
Silice.....	0,160
Eau.....	0,405
	<hr/>
	1,000

On n'y a trouvé ni acides, ni métaux, ni baryte, ni magnésie, ni chaux.

La silice faisant en totalité gelée avec les acides, est certainement combinée avec l'eau dans ce minéral. S'il en est de même dans l'allophane, il faudrait en conclure que ces deux substances sont des mélanges, en proportions variables, d'hydrate de silice et d'hydrate d'alumine; mais il se pourrait qu'une portion de la silice trouvée dans l'allophane fût accidentelle, comme la chaux, le sulfate de chaux, le carbonate de cuivre et l'hydrate de fer; et que les principes essentiels, l'alumine, la silice et l'eau y fussent dans le

Alumine silicifère hydratée.

même rapport que dans le minéral des Pyrénées. Ce minéral formerait alors le type d'une espèce particulière.

Sur une pierre météorique tombée dans les environs de Langres, analysée par M. Vauquelin. (Annales de Chimie, t. 1^{er}. p. 45.)

Cette pierre est composée de

Silice, partie combinée, partie mêlée...	0,359
Magnésie.....	0,520
Oxide de fer.....	0,310
Chrome métallique.....	0,020
	<hr/>
	6,989

Point de soufre; ni de nickel, ni de fer métallique.

M. Vauquelin traite par l'acide sulfurique, puis fond avec la potasse, filtre, sature d'acide nitrique, et précipite l'acide chromique qui se forme par le nitrate de mercure.

Il traite aussi par l'acide nitrique le résidu insoluble dans la potasse. Cet acide enlève de la silice et de l'oxide de fer; et il reste encore du chrome sous la forme de poudre grise, et qui paraît être à l'état métallique.

SUR UN NOUVEL AÉROLITHE.

I. *Note sur un Aérolithe tombé aux environs de Langres, département de la Haute-Marne; par feu M. CALMELET, ingénieur en chef au Corps royal des Mines.*

UN nouvel aérolithe est, tombé le 3 octobre 1815, près du village de Chassigny, à quatre lieues de Langres. Ce jour-là le thermomètre avait baissé au-dessous du degré de la congélation, le froid était vif, et le ciel clair. On entendit dans la matinée un bruit que l'on compara à des coups de canon. Ce bruit se répéta à trois reprises, et quelque temps après il s'accrut et ressembla à l'explosion d'une bombe. On prétend qu'il fut entendu de trois lieues et de plus loin encore. Au même moment, un ouvrier travaillant dans une vigne, vit près de lui le sol entr'ouvert, et au-dessus de ce point une fumée d'une forte odeur sulfureuse. Une pierre, lancée avec une grande force, avait écarté la terre végétale et s'était enfoncée jusqu'au roc. La pureté du ciel n'était troublée que par un léger nuage blanchâtre qui se voyait à la droite de la chute. Ce nuage devait probablement sa naissance aux vapeurs qu'avait exhalées l'aérolithe en se brisant. On ne dit pas quelle était la grosseur de la pierre ramassée. Il est vraisemblable que ce n'était qu'un simple éclat, et qu'on en trouvera de semblables aux environs.

L'aérolithe est fort pesant, enveloppé d'une croûte noire extrêmement mince, unie et lisse à l'extérieur, parfaitement compacte, dont la cassure vitreuse, parsemée de petits pores ronds et assez rares, ressemble à celle de certaines crasses de forge. La pierre acquiert une légère teinte brune à l'approche immédiate de cette croûte.

L'intérieur de l'aérolithe est d'un gris blanc légèrement verdâtre; tendre et se laissant rayer au couteau; sec au toucher et friable jusqu'à s'égrener sous la pression du doigt. Sa texture grenue paraît composée de petites lames cristallines, d'un reflet vif et nacré qui rappelle à-peu-près celui de la chaux carbonatée ferrique, ou spath perlé. Aucune pâte apparente ne lie ces grains lamelleux dont la cassure transversale est vitreuse, et que l'on serait tenté de prendre pour une cristallisation ignée, ce qui est d'autant plus naturel à penser que l'aérolithe, dans son cours, a été sans doute à l'état de fusion liquide ou pâteuse.

La cassure fraîche est d'un gris de perlé parfait. Elle est inégale et grenue. On a observé au milieu de cette cassure un indice de cristal plus complet, dont la forme approchait de celle d'une table ou prisme court oblique à bases rhombes, et dont une des faces latérales ou l'un des pans est bien visiblement lamelleux.

L'aérolithe est parsemé d'une multitude de points noirs très-petits qui, à la loupe, paraissent ferrugineux et ont l'éclat noirâtre du schéelin ferruginé (wolfram). Ce sont probablement ces particules métalliques très-nombreuses qui donnent à la pierre sa grande pesanteur. La subs-

tance principale, grise et nacrée, est évidemment terreuse (1).

L'aiguille aimantée reste immobile à l'approche de la partie intérieure de cette pierre, et cette insensibilité magnétique très-remarquable n'a été observée, je crois, que dans un aérolithe tombé en Moravie. Enfin, l'acide nitrique n'a aucune action, ni sur l'intérieur de la pierre, ni sur sa croûte extérieure.

II. *Note sur le même Aérolithe, par M. GILLET DE LAUMONT, inspecteur général au corps royal des mines.*

Lorsque M. Calmelet me donna l'aérolithe tombé près de Langres, qu'il a ensuite décrit dans la note précédente, le cristal était peu visible, étant fort engagé dans la pierre; en observant plusieurs morceaux de cet aérolithe, j'y remarquai d'autres surfaces planes qui semblaient indiquer une tendance générale à la cristallisation. Il est malheureux pour les sciences, pour le corps des mines, que ce jeune ingénieur, rempli de talents, ait été enlevé à la fleur de son âge (2); il devait retourner à Langres sa patrie, examiner avec soin tous les morceaux qui y existaient, et me faire parvenir ceux dont il aurait pu disposer: privé de ce secours, j'ai détaché le cristal qui se trouvait dans cette pierre, avec une petite portion de l'intérieur et de la croûte qui y sont encore adhérens; je l'ai ensuite dégagé le plus possible

(1) Nous avons donné l'analyse de cet aérolithe, pag. 488 de ce volume.

(2) M. Calmelet est mort à Pise, sur la fin de janvier 1817, à la suite d'une maladie de poitrine.

des parties qui le recouvraient, et j'ai cru lui reconnaître une certaine analogie avec un cristal de pyroxène, qui serait formé par la réunion des facettes *M*, *l* et *s*, décrites par M. Haüy, et figurées dans quelques cristaux de cette substance, qui paraissent pouvoir donner une idée de la forme de ce cristal (1). On se trouve conduit à cette idée par la mesure des angles que forment entre elles les faces visibles; celle d'un des sommets sur la face du prisme, présente un angle de 120° (inclinaison de *l* sur *s* dans le pyroxène), et les trois faces visibles du prisme font entre elles des angles de 136° (inclinaison de *l* sur *M* dans le pyroxène).

Ce cristal, que j'ai montré à M. Haüy et au Conseil général des mines, est aplati et offre des reflets qui semblent indiquer un clivage; il présente cinq facettes assez distinctes, et a près de 4 millimètres de hauteur sur autant de largeur; j'avoue que je ne puis, à raison de sa petitesse, répondre de la mesure exacte des angles; mais ce cristal me paraissant le seul qui jusqu'ici ait été observé, il m'a paru utile d'en publier la description, pour attirer l'attention des naturalistes sur les formes régulières que pourraient encore présenter d'autres aérolithes (2).

(1) On trouve ces faces indiquées, *Traité de Minéralogie*, tom. 3, pag. 84, et représentées pl. LIV, fig. 141 et 142, ainsi que dans le *Journal des Mines*, N°. 134, pag. 152, fig. 5, etc.; le cristal d'aérolithe se présente de manière que la face *l* est devant l'observateur.

(2) J'ai déjà cité, en 1808, dans le N°. 134 du *Journal des Mines*, pag. 145, un aérolithe tombé à Weston, dans le Connecticut, qui contenait une petite masse d'une substance de couleur gris-blanchâtre, à facettes lamelleuses, portant des élémens de cristallisation, et qui ne m'a paru être ni de la chaux carbonatée, ni du feldspath.

NOTICES NÉCROLOGIQUES.

L'ART des Mines et le Corps royal des ingénieurs des mines ont fait, dans le cours d'une année, plusieurs pertes bien vivement senties. Un ancien inspecteur-général, deux ingénieurs en chef, un jeune ingénieur ont été enlevés à leurs camarades. Les rédacteurs des *Annales des Mines* croient remplir un devoir, en insérant dans leur recueil de courtes notices sur la vie et les travaux de ceux des membres du Corps des mines que la mort a frappés.

JEAN-PIERRE-FRANÇOIS GUILLOT-DUHAMEL, inspecteur vétérân au corps royal des mines, membre de l'Institut royal de France, était né à Nicorps, près Coutances, en 1750. En 1752 il fut reçu élève des ponts et chaussées. A cette époque, le Gouvernement français, éclairé par les nombreuses réclamations adressées au Roi, sur le désordre avec lequel les mines étaient exploitées, et sur la nécessité d'y remédier, désirait former des hommes instruits, capables de répandre les connaissances de l'art des mines parmi les exploitans, et de faire régulariser leurs travaux. M. de Trudaine, qui reconnut bientôt les rares dispositions du jeune Duhamel, dirigea ses études vers l'art des mines, lui fit visiter les divers établissemens du Royaume en 1754, et l'envoya en 1756, avec M. Jars, dans les pays de mines les plus célèbres de l'Allemagne. Les renseignemens nombreux et intéressans, recueillis dans ce voyage qui dura trois années, ont été publiés dans le bel ouvrage connu sous le nom de *Voyages Métallurgiques*, ouvrage qui était entièrement neuf en France par son objet et très-remarquable par le talent qui a présidé à sa rédaction; ouvrage

fort estimé en Allemagne où il a été traduit par un savant célèbre, conseiller des mines de Prusse, et qui est encore et restera long-temps classique pour les mineurs.

Les connaissances approfondies que MM. Duhamel et Jars rapportèrent de leurs voyages, sur l'art et sur l'administration des mines, et les applications utiles qu'ils en firent dans les différens établissemens français qu'ils furent chargés d'inspecter, portèrent le Gouvernement à ordonner de nouveaux voyages. C'est de cette époque que datent en France les progrès de l'exploitation des mines, et M. Duhamel est un des hommes qui ont le plus contribué à donner l'impulsion et à la soutenir. Il a fondé à Ruffec les premiers établissemens où l'on ait fabriqué en France de bon acier cimenté, et dès 1767, ces établissemens livraient au commerce 300 milliers d'acier annuellement. Il a successivement dirigé ou relevé plusieurs exploitations de mines importantes. Nommé inspecteur général des mines en 1781, il portait à tous les exploitans qu'il visitait dans ses tournées, d'utiles conseils et des vûes précieuses d'amélioration; professeur d'exploitation et de métallurgie à l'École royale des mines, pendant plus de douze ans, il a formé, par ses leçons, presque tous les hommes qui honorent le plus aujourd'hui le corps des ingénieurs; enfin, il a publié, en 1787, un traité de géométrie souterraine; le Recueil de l'Académie royale des Sciences, dont il a été membre, renferme un grand nombre de mémoires de lui, et il a rédigé tous les articles de l'Encyclopédie méthodique, relatifs à l'art des mines.

Depuis la révolution, M. Duhamel a été conservé comme inspecteur dans le corps des mines, lors de sa réorganisation, et il a été nommé membre de la première classe de l'Institut, à la formation de cette compagnie savante. L'âge n'affaiblissait point sa laborieuse activité, et il a inséré dans le *Journal des Mines*, plusieurs mémoires intéressans sur l'administration des mines en Allemagne, sur l'affinage du plomb, sur le boisage et le muraillement des mines, sur les machines hydrauliques et les bocards, etc. En 1801, il a publié un Dictionnaire allemand et français, des termes techniques en usage dans les mines.

Aussi estimable par ses vertus privées que par ses talens, M. Duhamel était chéri et respecté par tous ceux qui le connaissaient, comme par sa famille. Il était sur-tout l'objet de la

vénération des membres du Corps royal des mines, auxquels il se faisait un plaisir toujours nouveau de communiquer les résultats de ses longs travaux et de son expérience éclairée. Les jeunes ingénieurs le nommaient le patriarche des mineurs, et tout en lui justifiait ce titre: une bonté parfaite, une extrême douceur, formaient le fond de son caractère, et à l'âge de plus de quatre-vingts ans il conservait une aménité remarquable dans toutes ses relations sociales.

A la suite d'un long affaiblissement, et d'un catarrhe de peu de durée, M. Duhamel est mort à Paris, le 20 février 1816, dans sa quatre-vingt-sixième année, avec le calme religieux de l'homme de bien qui a rempli une honorable carrière. Il laisse une épouse respectable à laquelle les plus heureux liens l'unissaient depuis cinquante années, et deux fils, dont l'un est inspecteur général au Corps royal des mines.

LOUIS DE LAVERRIÈRE, ingénieur en chef au corps royal des mines, était né à Lyon en 1754. Il se livra, dès sa jeunesse, à l'étude de l'art des mines, et il accompagna M. Jars dans plusieurs de ses voyages; il fut nommé élève des mines en 1782, ingénieur en 1784, et ingénieur en chef en 1801. Chargé, pendant trente-quatre ans, de nombreuses missions, il a rendu des services importans à l'administration. Dès 1777, il avait travaillé à la traduction du traité d'exploitation des mines de Delius; et, n'étant encore qu'élève, en 1783, il a coopéré à la rédaction de l'arrêté du Conseil, portant règlement sur l'exploitation des houillères. Le *Journal des Mines* ne contient qu'un petit nombre de mémoires de lui. Simple dans ses mœurs, doux et modeste, il cherchait peu à se faire connaître, il se bornait à être utile et trouvait son bonheur dans les affections domestiques. Les funestes événemens de 1815 ont altéré sa santé, et une attaque d'apoplexie, qui l'a enlevé le 1^{er} janvier 1816, ne lui a laissé que le temps de recevoir les secours de la religion, et de donner quelques signes de tendresse à son épouse désolée.

HIPPOLYTE-VICTOR COLLET-DESCOSTILS, ingénieur en chef au corps royal des mines, membre de l'Institut d'Égypte, et de plusieurs Académies et Sociétés savantes, était né à Caen, en 1775. Il vint à Paris en 1790, et y suivit avec succès des cours sur différentes sciences; mais en 1795, pour échapper aux fureurs révolutionnaires, il fut obligé d'entrer, comme novice, dans la marine, sur un bâtiment de l'Etat, stationné à Cherbourg.

Lors de la fondation de l'école polytechnique et de la réorganisation de l'école des mines, il obtint la permission de revenir à Paris, et il fut reçu élève des mines en 1794. Il fut nommé ingénieur en 1798, et ingénieur en chef en 1809. Dans cet intervalle, il avait été, bien jeune encore, admis au nombre des sayans qui furent attachés à l'expédition d'Égypte. Il fut membre de l'Institut organisé au Caire, et à son retour membre de la commission chargée de publier les résultats de ce mémorable voyage.

Depuis long-temps M. Descostils avait dirigé principalement ses études vers la chimie, et les applications de cette science aux arts métallurgiques. Élève assidu et chéri de l'illustre professeur Vauquelin, il mérita, par les talens distingués dont il fit preuve, d'être appelé à succéder à son maître, dans la place de conservateur des produits chimiques, et de directeur du laboratoire de l'administration et de l'école des mines. Les nombreuses analyses de minerais qu'il a publiées, celles beaucoup plus nombreuses encore, inscrites sur les registres du laboratoire qu'il dirigeait, sont une preuve du zèle et du talent avec lesquels il a rempli ses fonctions pendant quinze ans. Plusieurs missions importantes ont cependant été confiées à M. Collet-Descostils. Chargé, en 1813, d'aller inspecter et organiser les célèbres mines d'alun de la Tolfa près Rome, une partie des résultats de ses travaux dans ce voyage, est insérée dans le volume même où nous rendons un faible hommage à sa mémoire. Enfin, M. Descostils avait été nommé, au commencement de 1815, directeur provisoire de l'école royale des mines, et cette nomination à une place qui semblait ne devoir appartenir qu'à un grade supérieur au sien, témoignait assez la haute estime et la confiance entière qu'il avait su se mériter; les mêmes motifs l'avaient fait appeler au Comité consultatif des arts et manufactures établi près le ministère de l'intérieur, et au Conseil d'administration de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.

Mais ce sont sur-tout les travaux docimastiques de M. Descostils qui rendent son nom recommandable aux savans et aux mineurs, et ils lui ont assigné, depuis long-temps, une place parmi les chimistes les plus distingués de l'Europe. Le *Journal des Mines*, les *Annales de Chimie*, les *Mémoires de la Société d'Arcueil*, renferment de lui un grand nombre de mémoires intéressans. Nous nous contenterons de citer ses travaux sur le platine, dans lequel il a découvert un nouveau métal, que M. Tennant a nommé *iridium*, sur le minerai de fer spathique, sur le minerai de fer argileux des terrains houillers, sur la volatilisation du plomb sulfuré par des courans de gaz, sur une nouvelle combinaison fulminante d'argent, etc., etc. Le premier volume des *Annales des Mines* renferme un travail chimique de lui, sur les aluns de la principauté de Piombino; enfin, l'ouvrage publié par la commission d'Égypte, contiendra un mémoire précieux de M. Descostils, sur la fabrication du sel ammoniac dans ce pays. Il avait déjà fait connaître le procédé qu'on y emploie pour la fabrication de l'indigo.

M. Collet-Descostils était tendre fils, bon époux et bon père, excellent camarade. Il a reçu, dans une longue et douloureuse maladie, dont les premiers symptômes avaient depuis plusieurs années altéré sa santé, des preuves nombreuses d'affection de la part de tous les êtres qu'il aimait; mais rien ne peut exprimer le dévouement touchant et infatigable avec lequel la compagne qu'il s'était choisie, et qui faisait le bonheur de son existence, lui a prodigué ses tendres soins.

M. Descostils est mort à Paris, le 6 décembre 1815, âgé seulement de quarante-deux ans.

JOSEPH BEAUSSIER, ingénieur au corps royal des mines, était né à Angers en 1779. Élève de l'école polytechnique en 1799, et de l'école des mines en 1802, il a été nommé, en 1807, ingénieur et sous-directeur de la mine et de l'usine de Pesey, affectées à l'école pratique des mines. Il a rempli avec distinction cette place importante, pendant plusieurs années; depuis il a été appelé, comme ingénieur, à la résidence d'Angers. M. Beaussier a exécuté, comme élève, des analyses comparatives très-bien faites de tous les produits de l'établissement d'Allemont. Comme sous-directeur, il a contribué, d'une ma-

nière notable, aux perfectionnements nombreux apportés à l'école pratique des mines dans les travaux métallurgiques, et il a rédigé un mémoire géologique fort intéressant sur la vallée de Pesey. La faiblesse constante de sa santé l'a cependant empêché de rendre les nombreuses connaissances qu'il avait acquises, aussi utiles qu'il aurait pu le faire avec de plus grandes forces physiques; mais ces connaissances étaient bien appréciées par tous ses camarades, par lesquels, d'ailleurs, une âme élevée, une grande douceur et un esprit très-aimable, le faisaient également estimer et chérir.

M. Beaussier est mort à Angers, le 2 mai 1816.

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES, RENDUES PENDANT L'ANNÉE 1816.

ORDONNANCE du 10 janvier 1816, portant concession au sieur LAVERNÈDE des mines d'antimoine situées en la commune de Malbosc, département de l'Ardeche. Mines d'antimoine.

Louis, etc., etc., etc.

Vu les pétitions du sieur Louis-Joseph Pageze-Lavernède, propriétaire, demeurant en la commune de Malbosc, canton de Vons, département de l'Ardeche, en date des 26 juin 1810 et 18 avril 1811, tendantes à obtenir la concession des mines d'antimoine existantes dans son domaine de Prat-Pelliard, même commune de Malbosc;

Le plan régulier, en triple expédition, indicatif de l'étendue et des limites de la concession;

Les pétitions des sieurs Vidal, Borne, Dugas, Meynier et Ruelle, tendantes aux mêmes fins, en date des 6 octobre 1810 et 11 juin 1811;

Le plan, en triple expédition, également fourni par eux; Les actes, titres, pièces, certificats, requêtes et mémoires, produits respectivement par les pétitionnaires, tant pour l'établissement des droits réclamés par chacun d'eux, à la concession dont il s'agit, que pour justifier de leurs facultés et moyens pécuniaires;

Vu les rapports de l'ingénieur en chef des mines, des 25 avril 1813 et 25 mai 1814;

Le cahier des charges à imposer au concessionnaire rédigé et modifié conformément à l'avis du Conseil général des mines, du 26 mai 1815, et le plan y annexé;

La soumission faite par les pétitionnaires de s'y conformer;

L'avis du sous-préfet de l'arrondissement de l'Argentière, du 24 novembre 1814;

L'arrêté du préfet de l'Ardèche, du 23 juin de la même année;

L'avis du Conseil général des mines, du 23 dudit mois de novembre 1814;

L'arrêté du préfet de l'Ardèche, du 21 février 1815;

La requête de la compagnie Borne, Vidal, Dugas, Meynier et Ruelle, produite le 19 avril de ladite année, et les pièces y annexées;

L'avis du Conseil général des mines, du 25 dudit mois, et un acte notarié du 11 novembre 1815, par lequel il est constaté que le sieur Pageze-Lavernède a les facultés nécessaires pour l'exploitation des mines dont il demande la concession;

Considérant que les auteurs du sieur Pageze-Lavernède n'ayant satisfait ni aux formalités prescrites par l'arrêt de 1744, ni par la loi de 1791, n'ont pu lui transmettre aucun droit acquis à l'exploitation desdites mines;

Que les sieurs Vidal, Borne, Dugas et compagnie, ont ouvert et commencé leurs exploitations sans titre légal;

Qu'il résulte de l'avis du Conseil général des mines, que la concession ne peut être divisée;

Que les auteurs du sieur Pageze-Lavernède ont cependant joui de bonne foi et sans opposition pendant près d'un siècle, et paraissent encore jouir sans contestation à l'époque de la loi du 21 avril 1810;

Vu l'article XVI de la loi précitée;

Notre Conseil d'état entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1^{er}. Les mines d'antimoine de Malbosc, arrondissement de l'Argentière, département de l'Ardèche, sont concédées au sieur Louis-Joseph Pageze-Lavernède, dans une étendue de surface de quatre kilomètres vingt hectomètres carrés;

II. Cette concession est limitée, savoir :

Au nord, par une ligne droite de Malbosc à l'embouchure du ruisseau d'Aban dans la rivière de Gragnière;

A l'est, par la rivière de Gragnière, depuis ce dernier point jusqu'à celui où elle reçoit le ruisseau de Rieubert, sur la limite du département;

Au sud, par cette même limite, commune au département du Gard, formée par le ruisseau de Rieubert et celui de Prat-Pellard, et par une ligne oblique qui se termine au chemin de Saint-Ambroix à Villefort;

A l'ouest, par la portion du même chemin, depuis le point de section de la limite commune des deux départemens jusqu'au hameau de la Fermigère, et de ce hameau par une ligne droite à Malbosc, point de départ.

III. Le sieur Pageze-Lavernède sera tenu d'exécuter le cahier des charges annexé à la présente ordonnance, conformément à la soumission qu'il en a faite le 27 octobre 1815.

IV. Conformément aux dispositions des décrets des 18 octobre 1810 et 5 janvier 1815, et à l'instruction ministérielle du 5 août 1810, il enverra dans le délai d'un an, à partir de la date de la présente ordonnance, à la direction générale des ponts et chaussées et des mines, un plan intérieur de ses travaux, dressé sur l'échelle d'un millimètre par mètre, et divisé en carreaux de dix en dix millimètres; il en conservera un semblable sur l'exploitation, et tous les ans il enverra à la direction générale des ponts et chaussées et des mines, les carreaux correspondans aux travaux faits l'année précédente.

Il tiendra un registre d'extraction et de vente, un contrôle de ses ouvriers et des états de produits bruts de l'exploitation; il enverra à la direction générale des ponts et chaussées et des mines, chaque année, des extraits de ces états et contrôles.

V. Il tiendra constamment en activité ses travaux qui ne pourront être suspendus sans cause légitime, légalement constatée.

VI. Il paiera annuellement à chacun des propriétaires de la surface des terrains compris dans l'étendue de sa concession, une redevance de cinq centimes par hectare.

VII. Il sera tenu d'indemniser, à dire d'experts convenus ou nommés d'office, les sieurs Borne, Vidal et compagnie, des travaux exécutés par eux, et qui seront reconnus utiles à une bonne exploitation ultérieure.

VIII. Défenses sont faites à qui que ce soit de continuer et entreprendre aucuns travaux d'extraction et d'exploitation dans l'enceinte de la présente concession, à peine de toutes pertes, dépens, dommages et intérêts, et d'être poursuivis conformément aux lois.

IX. Le sieur Pageze-Lavernède exécutera, au surplus, tout ce qui est et restera prescrit par les lois et réglemens intervenus et à intervenir sur les mines.

X. Il sera tenu d'acquitter les redevances fixes et proportionnelles, aux termes des lois et réglemens sur les mines.

XI. Il n'est point dérogé, par le présent acte de conces-

sion, à l'effet des transactions antérieures qui ont pu être passées par le concessionnaire avec des tiers, notamment avec le sieur Vidal en 1808, lesquelles transactions continueront à être exécutées sauf le recours aux tribunaux, conformément aux lois.

XII. Nos Ministres secrétaires d'état aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Donné au château des Tuileries, etc.

Signé LOUIS.

Cahier des charges à imposer pour la concession des mines d'antimoine de Malbosc, département de l'Ardeche.

ART. 1^{er}. Le concessionnaire des mines d'antimoine de Malbosc se conformera, pour les travaux d'exploitation et de recherche, aux dispositions qui suivent.

II. Le percement ouvert sur la rive droite du ruisseau de Fermigère, sera continué jusqu'à la rencontre du filon reconnu au sud de celui auquel il est parvenu.

III. Ce percement formera le premier niveau d'exploitation des deux filons désignés par les lettres CC, DD, sur le plan joint au présent (le 2^e. et le 3^e. vers le sud, à partir du niveau de Fermigère).

IV. Le premier filon BB, rencontré par le percement commencé, ne pourra être exploité qu'au moyen d'un nouveau percement ouvert sur le même revers du coteau, au bord du ruisseau de Fermigère, de manière à intercepter ce filon sur une profondeur de vingt mètres au moins, et perpendiculairement à sa direction.

Ce percement inférieur formera le premier niveau d'exploitation du même filon, et son prolongement formera le second niveau d'exploitation des filons CC, DD.

V. Pour l'exploitation sur le premier niveau du filon CC, le concessionnaire prolongera la galerie d'allongement commencée sur ce filon vers l'ouest : parvenu au-dessous des excavations du jour les plus occidentales, il établira la communication entre ces excavations et la galerie, par un puits d'aéragé dont l'orifice supérieur sera ouvert au fond de l'une de ces excavations.

VI. Au moyen de la disposition précédente, la galerie principale d'allongement sera continuée au-delà du puits, sur une longueur de cent mètres.

Une autre galerie parallèle sera ouverte dans l'excavation du jour la plus occidentale, vers le point désigné dans le plan par la lettre V, de manière à diviser le filon en deux parties à-peu-près égales, entre sa trace au jour et la galerie inférieure.

Sur ces deux galeries, parvenues à une égale distance du percement, on foncera un puits du jour ; on continuera de prolonger ces galeries principales, et à chaque distance d'environ cent mètres, on les fera communiquer avec le jour par un puits pratiqué sur l'inclinaison du filon.

VII. Les massifs du filon ainsi attaqués et développés sur plusieurs faces, seront subdivisés par des galeries et des puits intermédiaires.

VIII. L'exploitation du filon voisin, désigné sur le plan par les lettres DD, sera préparée d'après les mêmes principes ; mais à raison de sa grande proximité du filon CC, les puits du jour et les galeries de service de ce dernier lieu seront rendus communs au moyen de percemens perpendiculaires.

IX. L'extraction du minerai s'opérera sur chacune des subdivisions selon leur richesse, en suivant la méthode des *stros* ou gradins, droits ou renversés, et en ayant égard à la disposition la plus générale des veines et veinules de minerai, et sur-tout à la plus ou moins grande facilité de se procurer les bois d'étaïonnage.

X. Les mêmes dispositions générales pour l'exploitation et pour l'extraction du minerai, seront appliquées au filon BB, et à tous ceux reconnus ou à reconnaître, auxquels ce mode conviendra à raison de leur gisement et de leur puissance.

Les cas d'exception qui ne peuvent être prévus, seront l'objet d'instructions particulières émanées de la direction générale des mines.

XI. Le concessionnaire fera marcher de front avec l'exploitation de deux filons, ou d'un plus grand nombre, les travaux de recherche sur le prolongement des mêmes filons et sur les autres gîtes du minerai reconnus dans l'étendue de la concession.

XII. Ces travaux en recherche seront principalement dirigés sur le filon déjà en exploitation sur la rive gauche du ruisseau de Fermigère, désigné au plan par les lettres AA, et sur les gîtes de minerai qui ont été l'objet de travaux super-

ficiels sur la rive gauche du ruisseau de Prat-Peillard, revers méridional de la montagne.

XIII. Ces travaux auront principalement pour but de reconnaître la direction, l'allure des filons, leur puissance et les relations qu'ils peuvent avoir entre eux; savoir, s'ils tendent à se réunir, à se croiser, et à quelles distances des points d'attaque ces accidens doivent avoir lieu.

XIV. Les travaux en recherche consisteront en percemens en travers, en galeries sur la direction, ou en puits, suivant les circonstances du gisement, par rapport à la disposition du terrain.

Ils seront proportionnés à l'importance de l'exploitation, au nombre et à la nature des accidens qui peuvent en faire varier les chances et les rendre plus ou moins défavorables.

XV. Le concessionnaire tiendra un plan régulier des travaux d'exploitation et de recherche; il adressera chaque année dans le premier trimestre, au préfet, une expédition du plan des travaux exécutés pendant l'année précédente; ces plans seront dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre.

XVI. Indépendamment du plan qui devra être présenté à l'ingénieur, lors de ses tournées, le concessionnaire tiendra un registre régulier de l'avancement des travaux tant de recherche que d'exploitation, lequel devra faire connaître toutes les circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir; telles, par exemple, que les changemens notables dans l'allure d'un filon, dans sa puissance, le croisement ou la réunion de deux ou plusieurs filons; et, par rapport aux travaux d'extraction, la situation et l'étendue des massifs exploités en tout ou en partie, et de ceux réservés avec l'indication de leur richesse présumée.

Ce registre sera, ainsi que le plan, présenté à l'ingénieur, lors de ses tournées.

XVII. Le concessionnaire devra se pourvoir en permission d'usine pour l'établissement d'un fourneau à réverbère, ou à galerie couverte, propre à la séparation de l'antimoine de sa gangue, au moyen de quoi il devra renoncer au procédé de la fonte à l'air libre.

Il joindra à sa demande en permission, un plan de l'usine sur l'échelle de deux millimètres pour mètre.

XVIII. Le concessionnaire acquittera les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi, au profit de l'Etat. Il acquittera également la redevance due aux propriétaires de la

surface, telle qu'elle sera fixée par l'acte de concession, et indépendamment des indemnités spécifiées par les articles 43 et suivans de la loi du 21 avril 1810; ainsi que celle qui pourra être fixée par l'acte de concession en faveur de l'inventeur de la mine, conformément à l'article 16 de la même loi.

XIX. Il se conformera régulièrement aux lois et aux instructions émanées des autorités compétentes, et notamment aux dispositions du décret du 5 janvier 1813, sur la police des mines.

XX. Le concessionnaire devra exploiter de manière à ne point compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers, la conservation des mines et les besoins des consommateurs; il se conformera, en conséquence, aux instructions qui lui seront données par l'administration des mines et par les ingénieurs du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des mines pourront donner lieu.

XXI. Les prétendans à la concession des mines d'antimoine de Malbosc, devront déclarer par écrit s'ils s'engagent à exécuter les travaux d'exploitation prescrits par le présent cahier des charges.

Arrêté la présente rédaction du projet modifié conformément à l'avis du Conseil général des mines, du 26 mai 1815, adopté par M. le Conseiller d'état, directeur général.

A Carcassonne, le 28 juin 1813.

L'ingénieur en chef des mines, Signé BROCHIN.

Certifié conforme, etc., etc., etc.

ORDONNANCE du 14 février 1816, portant que le sieur GRASSET, propriétaire et maître de forges à Pinsot, est autorisé à transformer en fourneaux catalans ses forges situées en la commune de Pinsot, département de l'Isère.

Fourneaux catalans.

LOUIS, etc., etc., etc.

Notre conseil d'Etat entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1^{er}. Le sieur Grasset (Jacques), propriétaire et maître de forge à Pinsot (Isère), est autorisé à transformer ses forges situées en la commune de Pinsot, canton d'Alleverd, arrondissement de Grenoble, département de l'Isère, en fourneaux catalans.

II. L'usine du sieur Grasset demeure composée de deux feux catalans, de deux feux de taillanderie et de leurs martinets respectifs, conformément aux plans.

III. Le sieur Grasset n'apportera aucun changement au niveau actuel de la prise d'eau, laquelle, ainsi que la largeur actuelle du canal qui conduit l'eau à l'usine, seront constatés; il n'apportera pareillement aucun changement dans la distribution des eaux qui servent pour ses forges.

IV. Il tiendra constamment le canal dans sa largeur actuelle.

V. Il sera tenu de transformer ses forges actuelles en fourneaux catalans, dans le délai d'un an, à partir de la date de la présente ordonnance; sinon, le délai expiré, il y aura lieu à la révocation de la présente ordonnance.

VI. Le sieur Grasset enverra tous les semestres à la préfecture de l'Isère, et à la direction générale des ponts et chaussées et des mines, l'état des produits de ses forges.

VII. Il paiera, à titre de taxe fixe, et pour une seule fois, la somme de *cinquante francs*, entre les mains du receveur particulier de l'arrondissement.

VIII. Il ne fera aucun changement dans son usine, sans une autorisation formelle du Gouvernement.

IX. Il n'aura droit à aucune indemnité dans le cas où, pour un objet d'utilité publique, le Gouvernement viendrait à opérer au cours d'eau, des changemens qui occasionneraient des chômages à ses forges.

X. Le sieur Grasset sera soumis à toutes les ordonnances, instructions, lois et réglemens intervenus et à intervenir sur les mines.

XI. Nos ministres secrétaires d'état de l'intérieur et des finances, sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Mines de lignite, sulfate de fer et sulfate d'alumine.

ORDONNANCE du 21 mars, portant concession des mines de lignite, sulfate de fer et sulfate d'alumine, situées près de Bouxwiller, département du Bas-Rhin.

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur,

Vu la pétition des sieurs François-Joseph Schnabel et

Nicolas Grinewald, propriétaires à Bouxwiller, en date du 29 janvier 1810, tendante à obtenir la concession, pour cinquante années, du droit d'exploiter les mines de houille et de sulfures de fer et d'alumine par eux découvertes au mont Bast-Berg, commune de Bouxwiller, arrondissement de Saverne, département du Bas-Rhin, dans une étendue de surface de soixante-huit kilomètres quatre-vingt-onze hectomètres carrés;

Les certificats de publications et affiches de cette demande, et celui constatant la moralité et les facultés des pétitionnaires;

L'avis du sous-préfet de l'arrondissement, du 12 mars;

L'acte de société notarié, du 10 octobre, entre lesdits Grinewald et Schnabel, et les sieurs Louis Pétri, Dominique-Xavier Schenabel, Geoffroi-Jacques Schaller et Daniel Rehm;

Les actes de vente faits le 7 janvier et 21 juin 1811, par le sieur Dominique-Xavier Schnabel et les sieurs Grinewald, de leur sixième d'intérêts aux sieurs Philippe-Frédéric Pétri, Charles Louis et Philippe-George Pétri, et au sieur Christophe-Leger Morel, et à la demoiselle Frédérique Rathsamhausen son épouse;

Le rapport de l'ingénieur en chef des mines, Calmelet, du 4 janvier 1812;

Les certificats de publications et d'affiches aux noms des sieurs François-Joseph Schnabel, Christophe-Leger Morel, Philippe-Frédéric Pétri, l'aîné, Daniel Rehm, Louis Pétri et Geoffroi-Jacques Schaller, de leur offre de payer aux propriétaires du sol, une rente foncière annuelle de cinq centimes par hectare;

Les actes d'abandon fait le 14 mai 1813, par le sieur Rehm et par le sieur François-Joseph Schnabel, de tous leurs droits à leurs co-associés;

L'ampliation, en date du 13 août 1814, aux noms seulement des sieurs Morel, Schaller, Philippe-Frédéric Pétri et Louis Pétri, tant de la demande en concession dans une étendue de 50 kilomètres 54 hectomètres carrés, au lieu de 68 kilomètres 91 hectomètres, que des offres faites aux propriétaires, et trois certificats en date des 1^{er}, 9 et 11 du même mois, constatant les facultés et moyens pécuniaires des pétitionnaires;

Le rapport définitif de l'ingénieur en chef Calmelet, du 17 janvier 1815;

Les deux actes notariés, des 11 avril et 28 août, contenant approbation de la part des anciens et nouveaux associés, de tous les traités de société qui auraient été faits, et conséquemment à ce que la concession soit accordée auxdits sieurs Morel et Schaller, et aux sieurs Philippe Frédéric et Louis Pétri;

L'arrêté du préfet du Bas-Rhin, du 29 septembre 1815;

L'avis du Conseil général des mines, du 30 novembre;

Le cahier des charges à imposer aux concessionnaires, rédigé et modifié conformément audit avis du Conseil général, et la soumission de s'y conformer, faite, tant par les sieurs Morel, Schaller et Louis Pétri, que par Georges Pétri, représentant la veuve et les enfans de Philippe-Frédéric Pétri, en vertu de leur procuration en date des 7 et 18 janvier 1816;

Vu lesdites procurations et le plan, en triple expédition, authentique de l'étendue et des limites de la concession;

Considérant que toutes les formalités prescrites par la loi et les instructions ministérielles ont été remplies, qu'aucune opposition n'a été faite, qu'il ne s'est point élevé de réclamation contre l'offre faite aux propriétaires du sol, et que les demandeurs réunissent les qualités nécessaires pour la prospérité de l'exploitation;

Notre conseil d'Etat entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1^{er}. Les mines de lignite, sulfate de fer et sulfate d'alumine, situées près de Bouxwiller, arrondissement de Saverne, département du Bas-Rhin, sont concédées aux sieurs Louis Pétri, notaire royal à Ingwiller; Geoffroi-Jacques Schaller, ministre du culte protestant à Pfaffenhoffen; Christophe-Leger Morel, notaire royal à Bouxwiller; à Madeleine Gochuat, veuve du sieur Philippe-Frédéric Pétri aîné, propriétaire à Bouxwiller; et à ses enfans, Charles-Louis Pétri, Caroline Pétri, Henriette Pétri, Julie Pétri, Chrétien-Frédéric Pétri et Georget Pétri, héritiers dudit Philippe-Frédéric Pétri, leur père, dans une étendue de surface de 50 kilomètres carrés, 54 hectares.

II. Cette concession est limitée, savoir : au *nord-est* et au *nord*, par une ligne droite tirée du clocher du village d'Obermothoin au clocher de Mouschlossen; de là, par une seconde ligne droite menée au clocher de Weimbourg;

A l'*ouest*, par une ligne droite partant du clocher de Weimbourg, et aboutissant au clocher de Dosseimhein;

Au *sud-ouest*, par une ligne droite allant du clocher de Dosseimhein à celui de Hatmalt;

Au *sud*, par une ligne droite menée du clocher de Hatmalt à celui de Printzheim;

Enfin, au *sud-est* et à l'*est*, par une autre ligne droite tirée du clocher de Printzheim à celui d'Obermothoin, point de départ.

III. Les concessionnaires seront tenus d'exécuter le cahier des charges annexé à la présente ordonnance, conformément à la soumission qu'ils en ont faite.

IV. Ils tiendront constamment en activité leurs travaux, qui ne pourront être suspendus sans cause légitime légalement constatée.

V. Ils paieront annuellement à chacun des propriétaires de la surface des terrains, compris dans l'étendue de leur concession, une redevance de cinq centimes par hectare.

VI. Défenses sont faites, à qui que ce soit, d'entreprendre aucuns travaux d'extraction et d'exploitation dans l'enceinte de la présente concession, à peine de tous dépens, dommages et intérêts, et d'être poursuivi conformément aux lois.

VII. Les concessionnaires exécuteront, au surplus, tout ce qui est et sera prescrit par les lois et réglemens intervenus et à intervenir sur les mines.

VIII. Ils paieront annuellement, entre les mains du percepteur des contributions directes de Bouxwiller, une redevance fixe de 505 francs 40 centimes, conformément à l'étendue de leur concession.

IX. Ils acquitteront aussi, entre les mains du même percepteur, la redevance proportionnelle au produit net de leur exploitation, telle qu'elle sera déterminée d'après les formes prescrites par le décret du 6 mai 1811.

X. Ils indemniseront qui de droit, soit de gré à gré, soit à dire d'experts convenus ou nommés d'office, des dégâts faits à la surface.

XI. Nos ministres secrétaires d'état aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Cahier des charges pour la concession des mines de lignite, sulfate de fer et sulfate d'alumine, situées près de Bouxwiller, arrondissement de Saverne, département du Bas-Rhin.

ART. I^{er}. Les concessionnaires régulariseront leurs travaux d'exploitation d'après le mode détaillé ci-après, et ce, dans le délai de six mois au plus tard, à dater de la notification de l'acte de concession, et ils les suivront constamment et sans interruption.

II. Après un sondage préliminaire, on établira sur l'inclinaison de la couche, exploitée à 150 mètres de distance du puits supérieur actuel coté A sur les plans, un nouveau puits d'aéragé et de recherche coté N, lequel sera approfondi jusqu'à la rencontre de la couche.

III. On approfondira en même temps le puits A, de manière à ce qu'il puisse devenir le centre de l'épuisement de l'extraction.

IV. Du fond de ce puits, ainsi approfondi, on poussera à travers bancs une galerie centrale menée vers le pied du nouveau puits N.

V. La galerie principale actuelle sera continuée et servira de voie intermédiaire pour extraire dans la partie supérieure du champ d'exploitation ainsi préparé.

VI. Les deux galeries précédentes seront solidement boisées par-tout où il sera nécessaire, avec des cadres garnis de palplanches. Le muraillement remplacera le boisage lorsque celui-ci sera jugé insuffisant.

VII. Il sera placé une machine à molettes sur le puits A, pour l'épuisement et l'extraction.

VIII. Perpendiculairement aux deux galeries principales, il sera mené des galeries d'embranchement prolongées aussi loin que possible dans l'argile sèche et solide; ces galeries d'embranchement seront éloignées de 25 mètres au moins ou de 50 mètres au plus: elles seront mises en communication avec la couche à exploiter, par de courtes cheminées.

IX. L'extraction proprement dite, commencera par les parties les plus éloignées, soit en direction, soit en inclinaison;

elle aura lieu à l'aide de l'ouvrage en échiquier; les tailles menées en allongement auront 2 mètres de largeur, l'épaisseur des massifs réparatoires sera également de 2 mètres. On recoupera ces massifs par des traverses ayant la même dimension; en sorte que les piliers auront 2 mètres sur chaque face. On enlèvera définitivement les piliers en revenant sur ses pas, et on remblayera autant que possible toutes les excavations avant de les abandonner.

X. Lorsqu'avec le temps, le champ d'exploitation préparé par ce système d'ouvrage aura été épuisé, le meilleur mode à suivre pour la continuation des travaux sera déterminé par l'administration.

XI. Dans aucun cas, les ouvrages souterrains ne pourront approcher à plus de 20 mètres de distance horizontale des constructions qui environnent la source et les réservoirs qui fournissent l'eau à plusieurs fontaines de la ville de Bouxwiller.

XII. L'exploitation sera conduite de manière à ne laisser dans les ouvrages souterrains aucune masse de minerai susceptible de s'enflammer spontanément.

XIII. Les concessionnaires fourniront au préfet, un an après la mise en activité des travaux, le plan de ces mêmes travaux avec deux élévations, l'une dans le sens de la direction, l'autre dans le sens des pendages de la couche, le tout dressé sur l'échelle d'un millimètre pour mètre. Ce plan sera divisé en carreaux de 10 en 10 millimètres; chaque année, dans le courant de janvier, les concessionnaires fourniront de la même manière les plans et élévations des ouvrages exécutés dans le courant de l'année précédente, pour être rattachés au plan général, après vérification faite par les ingénieurs. En cas d'inexécution de cette clause, ou d'inexactitude reconnue des plans, ils en feront lever et dresser d'office aux frais des exploitans.

XIV. Les concessionnaires, en exécution des décrets du 18 octobre 1810 et 3 janvier 1815, tiendront constamment en ordre, 1^o. un registre et un plan constatant l'avancement journalier des travaux et des circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir; 2^o. un registre de contrôle journalier pour les ouvriers employés soit à l'extérieur, soit à l'intérieur de la mine; 3^o. un registre d'extraction et de vente; en outre, ils adresseront au préfet, tous les ans, et chaque fois que M. le directeur général des mines en fera

la demande, l'état des ouvriers employés, l'état des productions en nature de leur exploitation et celui des matériaux employés.

XV. Les concessionnaires exploiteront d'ailleurs, de manière à ne point compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers, non plus que les besoins des consommateurs et la conservation des mines. Ils se conformeront, en conséquence, soit pour l'exécution du plan prescrit, soit pour la continuation dans l'avenir, aux instructions qui leur seront données par l'administration des mines et les ingénieurs du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des mines pourront donner lieu.

XVI. Enfin, en cas d'abandon d'une partie ou de la totalité des ouvrages souterrains ou de la renonciation à la concession, les concessionnaires seront tenus de prévenir le préfet, par pétition régulière, au moins trois mois à l'avance, afin qu'il soit pris par l'administration les mesures convenables pour la reconnaissance, la conservation ou l'abandon définitif des travaux, suivant que l'exigera l'état des choses.

Pour copie conforme, etc., etc., etc.

Usines
pour les sul-
fates de fer
et sulfates
d'alumine.

ORDONNANCE du 21 mars 1816, portant permission d'élever une usine pour la fabrication des sulfates de fer et d'alumine, au pied de la montagne du mont Bastberg, département du Bas-Rhin.

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état de l'intérieur;

Vu l'acte de société notarié, du 10 octobre 1810, entre les sieurs François-Joseph Schnabel, Nicolas Grinewald, Louis Pétri, Dominique-Xavier Schnabel, Geoffroi-Jacques Schaller, et Daniel Rehm;

Les actes de vente faits les 7 janvier et 21 juin 1811, par le sieur Dominique-Xavier Schnabel et le sieur Grinewald, de leur sixième d'intérêts aux sieurs Philippe-Frédéric Pétri, Charles Louis et Philippe-Georges Pétri, et au sieur Christophe-Leger Morel, et à la demoiselle Frédérique Rathsamhausen son épouse;

Le rapport de l'ingénieur en chef des mines, Calmelet, du 4 janvier 1812;

Les certificats de publications et affiches, aux noms des sieurs François-Joseph Schnabel, Christophe-Leger Morel, Philippe-Frédéric Pétri l'aîné, Daniel Rehm, Louis Pétri et Georges-Jacques Schaller, de leur demande à fin de permission d'élever au pied de la montagne du Mont-Bastberg, à l'extrémité de la ville de Bouxwiller, arrondissement de Saverne, une usine pour la fabrication de l'alun et du vitriol;

Les actes d'abandon faits le 14 mai 1813, par le sieur Rehm, et le sieur François-Joseph Schnabel, de tous leurs droits à leurs co-associés;

L'ampliation en date du 13 août 1814, aux noms seulement des sieurs Morel, Schaller, Philippe-Frédéric Pétri et Louis Pétri, de la demande en érection d'usine, et trois certificats en date des 1^{er}, 9 et 11 du même mois, constatant les facultés et moyens pécuniaires des pétitionnaires;

Le rapport définitif de l'ingénieur en chef des mines Calmelet, du 17 janvier 1815;

La réclamation contre l'érection de l'usine, la lettre du maire de Bouxwiller, du 24 février, les observations et réponses des pétitionnaires, du 25 mars, le procès-verbal dressé le 24 avril par l'ingénieur des mines Woltz, le rapport de cet ingénieur, du 3, approuvé le 1^{er} mai par l'ingénieur en chef Calmelet, indicatif des moyens de remédier aux inconvénients résultant des vapeurs sulfuriques, et la soumission faite par les pétitionnaires le 13 du même mois, de s'y conformer;

Les deux actes notariés, en date des 11 avril et 28 août 1815, contenant approbation de la part des anciens et nouveaux associés de tous les traités de société qui auraient été faits, et consentement à ce que la permission d'usine soit accordée auxdits sieurs Morel et Schaller, et aux sieurs Philippe-Frédéric et Louis Pétri;

L'arrêté du préfet du Bas-Rhin, du 20 octobre 1815, et l'avis du Conseil général des mines, du 30 novembre;

Le cahier des charges à imposer aux permissionnaires, rédigé et modifié conformément audit avis du Conseil général, et la soumission de s'y conformer, faite, tant par les sieurs Morel, Schaller et Louis Pétri, représentant la veuve et les enfants de Philippe-Frédéric Pétri, en vertu de leur procuration en date des 7 et 18 janvier 1816;

Vu lesdites procurations et les plans, coupe et élévation,

K k

en triple expédition, authentiques, de l'usine et de sa consistance;

Considérant que toutes les formalités prescrites par la loi et les instructions ministérielles ont été remplies, et que les plaintes d'insalubrité n'ont plus d'objet, d'après les moyens prescrits par les ingénieurs pour y remédier;

Notre conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1^{er}. Il est permis aux sieurs Louis Pétri, notaire royal à Ingwiller, Geoffroi-Jacques Schaller, ministre du culte protestant à Pfaffenhoffen, Christophe-Leger Morel, notaire royal à Bouxwiller, à Madeleine Gochmat, veuve du sieur Philippe-Frédéric Pétri aîné, propriétaire à Bouxwiller, et à ses enfans Charles-Louis Pétri, Caroline Pétri, Henriette Pétri, Julie Pétri, Chrétien-Frédéric Pétri, et Georget Pétri, héritiers dudit Philippe-Frédéric Pétri, leur père, tous réunis en société, afin d'exploiter les mines de lignite, sulfate de fer et sulfate d'alumine, situées près de Bouxwiller, arrondissement de Saverne, département du Bas-Rhin, d'élever au pied de la montagne du Mont-Bastberg, à l'extrémité de la ville de Bouxwiller, une usine pour la fabrication des sulfates de fer et d'alumine.

II. L'usine demeure composée d'un laboratoire et d'un grand atelier spécialement destinés à renfermer les feux d'évaporation et cristallisoirs; le laboratoire consistant en un bâtiment de 12 mètres de largeur, sur 7 de longueur; et le grand atelier, en un bâtiment de 12 mètres de largeur, sur 54 mètres de longueur; à ces bâtimens seront jointes les dépendances nécessaires, dans lesquelles il n'est point employé de combustible.

III. La présente permission est illimitée.

IV. Les permissionnaires seront tenus d'exécuter le cahier des charges annexé à la présente ordonnance, conformément à la soumission qu'ils en ont faite.

V. Ils paieront, à titre de taxe fixe, et pour une seule fois, la somme de 500 francs, entre les mains du receveur particulier de l'arrondissement.

VI. Ils exécuteront, au surplus, tout ce qui est et sera prescrit par les lois et réglemens intervenus et à intervenir sur les mines.

VII. Nos ministres secrétaires d'état aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

ORDONNANCE du 2 août 1816, portant création d'une Ecole de mineurs à Saint-Etienne, ^{École de Mineurs.} département de la Loire.

LOUIS, etc., etc., etc.

Ayant reconnu l'urgence de remplacer les écoles pratiques des mines établies à Pesey et Geislautern, et voulant donner à l'exploitation des mines de France tout le développement et le perfectionnement dont cette branche de l'industrie nationale est susceptible, et accorder à ceux de nos sujets qui la cultivent une marque de notre protection spéciale;

Vu l'avis du Conseil général des mines, et la proposition de notre directeur général des ponts et chaussées et des mines; Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur;

Notre conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1^{er}. Il sera établi à Saint-Etienne, département de la Loire, une école de mineurs pour l'enseignement des jeunes gens qui se destinent à l'exploitation et aux travaux des mines.

II. L'École sera composée d'un ingénieur en chef des mines, directeur, et de trois professeurs qui seront choisis parmi les ingénieurs attachés à l'arrondissement des mines dont Saint-Etienne est le chef-lieu.

III. L'enseignement aura pour objet, 1°. l'exploitation proprement dite; 2°. la connaissance des principales substances minérales et de leur gisement, ainsi que l'art de les essayer et de les traiter; 3°. les élémens de mathématiques, la levée des plans et le dessin.

IV. L'instruction de l'École sera gratuite. Les élèves ne pourront être admis avant l'âge de quinze ans accomplis, ni après l'âge de vingt-cinq ans; et pour obtenir leur admission, ils devront faire preuve de bonne conduite, de capacité, et d'une instruction telle au moins que celle qui s'acquiert dans les écoles primaires.

V. Tous les objets généraux de service, tels que la division, les époques et les programmes des cours, la discipline des élèves, la comptabilité, etc., seront délibérés dans un conseil d'administration, composé du directeur de l'École, président, et des professeurs.

Ces délibérations, et en général toutes celles relatives à l'enseignement, seront soumises à l'approbation de notre

Ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur, sur le rapport du directeur général des ponts et chaussées et des mines.

VI. Notre ministre secrétaire d'état de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Verrerie. *ORDONNANCE du 14 août 1816, portant que le sieur MOREL est autorisé à construire une verrerie à Bois-Guillaume, département de la Seine-Inférieure.*

LOUIS, etc., etc., etc.

Vu les pétitions présentées au préfet de la Seine-Inférieure par le sieur Marie-Guillaume Morel, les 27 septembre 1814, 21 février et 26 août 1815, à l'effet d'obtenir l'autorisation de construire une verrerie sur ses propriétés sises en la commune de Bois-Guillaume, arrondissement de Rouen;

Vu les oppositions formées à cette demande, 1^o. par les propriétaires des verreries de l'arrondissement de Neuf-Châtel; 2^o. par les maires de Guerville et de Beaumont-le-Roger; 3^o. par ceux des communes composant le canton de Blangy;

Vu le mémoire, en réponse à ces oppositions, produit par le sieur Morel;

Vu les rapports du conservateur des forêts du troisième arrondissement, en date des 21 novembre et 6 décembre 1814; Celui de l'ingénieur en chef des mines, départi, du 51 janvier 1816;

Les arrêtés du sous-préfet de Rouen et du préfet de la Seine-Inférieure, des 27 août 1815 et 27 mars 1816;

Vu le mémoire que les opposans, par le ministère du sieur Chauveau-Lagarde, avocat en nos conseils, ont présenté à l'Administration générale des ponts et chaussées et des mines, le 28 avril suivant;

Vu les avis du Conseil général des mines, en date des 2 mai et 6 juin, adoptés par M. le directeur général de cette Administration;

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'état de l'intérieur,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. I^{er}. Le sieur Marie-Guillaume Morel est autorisé à construire à Bois-Guillaume une verrerie composée de deux fours destinés à fabriquer, l'un du verre à vitres, et l'autre du verre à bouteilles, suivant les plans y annexés.

II. Il ne pourra changer la consistance de son usine sans avoir obtenu une autorisation spéciale du Gouvernement.

III. Il y aura lieu à révocation de la permission, dans le cas où le permissionnaire ne remplirait pas les conditions imposées par la présente ordonnance, comme aussi en cas d'un chômage de plus de vingt-cinq années de son établissement, sauf les cas de force majeure.

IV. Le permissionnaire ne pourra faire usage que de houille pour chauffer ses fours.

V. La permission est illimitée.

VI. Il paiera, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, la somme de 150 francs, pour chacun des deux fours autorisés.

VII. Nos ministres secrétaires d'état de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance.

ORDONNANCE du 21 août 1816, qui rejette la requête du sieur GUÉRIN DE SERCILLY, tendante à annuler l'arrêté du préfet du département de l'Indre, qui ordonne la destruction d'un barrage construit sur le cours de la rivière d'Indre, pour le service d'une aciérie.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport du Comité du contentieux;

Vu la requête à nous présentée par le sieur François-Louis Guérin de Sercilly, enregistrée au secrétariat du Comité contentieux de notre Conseil d'état, le 18 juillet 1816, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler, pour cause d'incompétence et excès de pouvoir, un arrêté du préfet du département de l'Indre, en date du 11 juin 1816, qui a ordonné la destruction d'un barrage construit sur le cours de la rivière d'Indre, pour le service d'une aciérie que le requérant a établie à Busançois, et par provision ordonner qu'il sera sursis à l'exécution dudit arrêté;

Vu ledit arrêté;

Considérant que l'arrêté du préfet du département de l'Indre, en date du 12 décembre 1807, qui a autorisé la construction de l'usine de Busançois, n'a pas été définitivement approuvé par le ministre de l'intérieur, auquel le direc-

teur général des mines n'a pas cru pouvoir en proposer la confirmation, attendu que l'instruction de l'affaire ne lui a pas paru complète, comme il est dit dans la lettre par lui adressée le 6 mars 1815 au préfet du département de l'Indre, et qu'ainsi les réglemens relatifs à la construction des ouvrages nécessaires pour ladite usine, en particulier, la détermination de la hauteur à laquelle devait être fixée la retenue des eaux, n'ont pas été définitivement convenus et arrêtés;

Considérant qu'en cet état, l'affaire est du ressort de l'administration;

Notre conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I^{er}. La requête du sieur Guérin de Sercilly est rejetée.

II. Le sieur Guérin de Sercilly est renvoyé par-devant notre ministre secrétaire d'état de l'intérieur, lequel accordera s'il y a lieu, le sursis par lui demandé, et statuera sur la réclamation du sieur Guérin de Sercilly, sauf à lui à se pourvoir ultérieurement devant qui de droit.

III. Notre ministre secrétaire d'état de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Mine de la Croix, etc.

ORDONNANCE du 21 août 1816, portant 1^o. que la requête du sieur LECLERC DE BLAMONT, concessionnaire des mines de la Croix, l'Aveline, etc., département des Vosges, tendante à faire annuler l'effet du décret du 4 mars 1808, qui a rejeté la demande dudit sieur à fin d'affouage, ou usage dans les bois et forêts de même nom, est rejetée; et 2^o. que le sieur LECLERC DE BLAMONT est condamné aux dépens.

Usine pour le sulfate de fer.

ORDONNANCE du 22 août 1816, portant que le sieur LETHEUX est maintenu dans la jouissance de sa fabrique de sulfate de fer, située en la commune de Goincourt, département de l'Oise.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état de l'intérieur;

Vu la pétition présentée au préfet du département de l'Oise, le 11 décembre 1812, par le sieur Letheux, à l'effet d'obtenir la maintenance de la fabrique de sulfate de fer qu'il possède en la commune de Goincourt, arrondissement de Beauvais; les plans, coupes et élévation de ladite fabrique, signés par le pétitionnaire, certifiés par les ingénieurs, départis, et visés par le préfet;

L'opposition formée à cette demande, le 2 mai 1815, par les sieurs Guérin et Gaillard, propriétaires des manufactures de sulfate de fer de Becquet et de Goincourt, autorisées par arrêt du Conseil d'état, du 12 mai 1781; les certificats de publication et affiche de la demande, délivrés par les maires de Beauvais et de Goincourt, les 20 juin et 9 août, même année, le dernier faisant mention des réclamations faites par les sieurs Guérin et Gaillard, et par le sieur Flavigny, propriétaire, voisin de l'usine, du sieur Letheux;

Le cahier des charges et le rapport rédigés par l'ingénieur ordinaire des mines Coquerel, les 26 octobre et 15 novembre 1815, visés par l'ingénieur en chef Miché, le 25 du même mois;

L'arrêté du préfet de l'Oise, du 12 mars 1816;

La délibération du Conseil général des mines, adoptée par M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I^{er}. Le sieur Antoine Letheux est maintenu dans la jouissance de la fabrique de sulfate de fer qu'il possède en la commune de Goincourt, arrondissement de Beauvais, département de l'Oise.

II. Il tiendra son usine en bon état, et se conformera pour l'exploitation, aux lois et réglemens intervenus ou à intervenir sur les mines et usines, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'Administration des mines.

III. Il ne pourra employer que les terres pyriteuses, extraites ou à extraire dans les terrains qu'il possédait en propriété, lorsqu'il a fait sa demande.

IV. Il ne pourra faire aucun changement à son usine sans en avoir obtenu l'autorisation, à peine d'encourir la répression et de répondre des dommages que sa contravention pourrait avoir occasionnés.

V. Le sieur Letheux n'emploiera dans cette usine aucun autre combustible que la tourbe : sa consommation annuelle est fixée à 2400 mètres cubes.

VI. Il adressera tous les ans à l'Administration des ponts et chaussées et des mines, par l'intermédiaire de la préfecture, un état des produits obtenus dans son usine : cet état indiquera : 1°. la nature et la quantité des objets fabriqués; 2°. la quantité de combustible consommée; 3°. enfin, le nombre d'ouvriers employés.

VII. L'impétrant paiera, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, entre les mains du receveur particulier de l'arrondissement, une somme de 100 francs.

VIII. Nos ministres d'état de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance.

Commission mixte des travaux publics

ORDONNANCE du 18 septembre 1816, concernant la nouvelle organisation de la commission mixte des travaux publics, et portant que cette commission sera composée, 1°. d'un officier général du Corps royal du génie, membre du comité des fortifications, désigné par le ministre secrétaire d'état de la guerre; 2°. d'un inspecteur-général, membre du conseil des ponts-et-chaussées, désigné par le ministre secrétaire d'état de l'intérieur; 3°. d'un inspecteur-général des ponts-et-chaussées, attaché au département de la marine, et désigné par le ministre secrétaire d'état de ce département; 4°. de deux secrétaires du conseil des ponts-et-chaussées et du comité des fortifications.

Forge de Sahorre.

ORDONNANCE du 2 octobre 1816, qui autorise le sieur BERNADAC à reconstruire l'ancienne forge de la commune de Sahorre, département des Pyrénées-Orientales.

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur;

Vu la pétition présentée par le sieur Bernadac (Jean), domicilié dans la commune de Sahorre, arrondissement de

Prades, département des Pyrénées-Orientales, sous la date du 4 février 1815, à l'effet d'être autorisé à reconstruire l'ancienne forge de Sahorre;

Vu les certificats des affiches et publications de cette demande dans les communes de Perpignan, Prades, Sahorre, Py, Villefranche et Olette;

Les oppositions formées par plusieurs particuliers; Le rapport de l'ingénieur des ponts et chaussées, du 15 février 1816;

Celui de l'ingénieur en chef des mines, du 6 avril même année;

Les extraits des rôles de contribution directe payée par le sieur Bernadac;

Les observations de ce dernier en réponse aux oppositions; L'avis du sous-préfet de Prades;

L'arrêté du préfet des Pyrénées-Orientales, daté du 17 avril 1816, et le plan de l'ensemble de l'usine et du cours d'eau;

L'opinion du directeur général des forêts, du 9 juin même année;

Vu enfin, l'avis de notre directeur général des ponts et chaussées et des mines, en conseil général;

Notre conseil d'état entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I^{er}. Le sieur Bernadac (Jean) est autorisé à reconstruire l'ancienne forge de la commune de Sahorre, département des Pyrénées-Orientales, dans le local indiqué sur le plan ci-annexé.

II. Cette forge sera composée d'un feu de fusion, d'une machine soufflante, d'un gros marteau et d'une roue hydraulique.

III. La hauteur du barrage, sur le ruisseau de Py, et celle des empalemens de l'usine, seront constatées, conformément au plan, par l'ingénieur des ponts et chaussées, assisté du maire de Sahorre; il en sera dressé un procès-verbal qui sera déposé immédiatement à la préfecture.

IV. Le sieur Bernadac fera d'avance dresser le plan de détail de l'usine, sur une échelle d'un centimètre pour mètre, en triple expédition, lequel plan, après avoir été vérifié par l'ingénieur en chef des mines, sera visé et arrêté par le préfet.

Il devra représenter, en projection horizontale et en élévation, le foyer de fusion, la machine soufflante, le gros marteau, la roue hydraulique, les coursiers et les niveaux des empalemens.

V. L'impétrant se conformera exactement au tracé de ce plan, pour les constructions hydrauliques et celle de l'usine.

VI. Il mettra la forge en activité dans le délai d'un an.

VII. Il tiendra l'usine en activité constante, et ne pourra la laisser chômer sans cause légitime, constatée par l'Administration des mines.

VIII. Il entretiendra en bon état les constructions, et il sera responsable des dommages provenant de l'inexécution de cette clause.

IX. Il ne pourra transférer ailleurs, ni augmenter son usine, ni rien changer au niveau du cours d'eau, soit au barrage, sur le ruisseau de Py, soit à la saignée du béal ou canal de dérivation principale, soit aux empalemens des coursiers près de l'usine, sans y avoir été dûment autorisé.

X. Conformément à l'article 36 de l'acte du Gouvernement, du 18 novembre 1810, l'impétrant fournira chaque année, au directeur général des mines, des états certifiés des matériaux employés, des produits fabriqués et du nombre des ouvriers.

XI. Il paiera, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, aux termes de la loi sur les mines, la somme de 500 fr., qui sera versée dans le mois de l'ordonnance, entre les mains du percepteur de l'arrondissement.

XII. Il se conformera aux lois et réglemens généraux existans ou à intervenir sur les mines et usines, aux réglemens particuliers établis ou à établir dans le département, comme aussi aux instructions qui lui seront adressées par l'administration, sur tout ce qui concerne l'exécution des réglemens de police.

XIII. La présente permission est accordée pour une durée indéfinie.

XIV. L'impétrant n'aura droit à aucune indemnité dans le cas où, pour raison d'utilité publique, le Gouvernement viendrait à disposer de tout ou partie du cours d'eau.

XV. Nos ministres secrétaires d'état aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

ORDONNANCE du 27 novembre 1816, portant que le haut-fourneau établi à Courbeval, pour la fonte des minerais de fer de Penne et de Puyceley, département de Tarn et Garonne, est maintenu, et que le sieur GARRIGON est autorisé à faire quelques augmentations à cette même usine.

Haut-fourneau de Courbeval.

LOUIS, etc, etc., etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur;

Vu la loi du 22 prairial an IV, portant autorisation au sieur Jean-Baptiste Garrigon, de faire extraire et exploiter les mines de fer de Puyceley et de Penne, pendant l'espace de trente années, et d'établir sur la rivière de Vezze, aux environs de Boulbenne, et à Penne, sur celle de l'Aveyron, les prises d'eau nécessaires pour les fourneaux et usines projetés pour l'exploitation de ces mines;

La pétition du sieur Garrigon, du 15 brumaire an VII, à l'administration centrale du département du Tarn, tendant à faire déterminer par l'ingénieur en chef, la prise d'eau et les autres objets nécessaires pour le roulement de ses usines;

Le rapport de l'ingénieur en chef des ponts et chaussées, du 21 ventôse;

L'arrêté de l'administration centrale du département du Tarn, du 11 germinal, portant autorisation au sieur Garrigon de commencer les travaux de son établissement au roc de Courbet, et à les continuer conformément aux plans et devis;

Le rapport fait en décembre 1808, par l'ingénieur des mines, annonçant que le sieur Garrigon avait porté son établissement au lieu dit Courbeval, proche Bruniquel, près du confluent des rivières de Vezze et de l'Aveyron;

La pétition du sieur Garrigon, du 31 octobre 1812, tendant à être maintenu dans la jouissance de son usine de Courbeval;

L'arrêté du préfet du département de Tarn et Garonne, du 17 septembre 1814, portant itératives défenses de mettre en activité la forge illégalement construite;

La pétition du sieur Garrigon, en date du 30 janvier 1815, tendant à obtenir une permission complète et définitive, tant

pour la maintenue de son usine que pour y ajouter un feu d'affinerie et un martinet;

Les certificats de publications et affiches des 30 et 31 juillet; Les rapports et avis du conservateur forestier et du directeur général des forêts, des 26 mai 1813 et 29 février 1816, et ceux des ingénieurs des ponts et chaussées et des mines, et du maire de Bruniquel, des 23 octobre 1813, 8 et 23 décembre 1815;

L'extrait certifié véritable par le percepteur des contributions, du 4 août 1813, de toutes les impositions payées en ladite année, par le sieur Garrigon;

L'arrêté définitif du préfet de Tarn et Garonne, du 19 janvier 1816;

Les plans généraux et de détail, coupe et élévation, tant de l'usine de Courbeval que de ses accessoires, ensemble du cours d'eau;

Vu enfin, le rapport fait au Conseil général des mines, sa délibération et son avis, du 7 mai 1816, adopté par notre directeur général des ponts et chaussées et des mines;

Notre conseil d'Etat entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1^{er}. Le haut-fourneau établi à Courbeval, près Bruniquel, au-dessus du confluent des rivières de Vezze et de l'Aveyron, pour la fonte des minerais de fer de Penne et de Puyceley, département de Tarn et Garonne, est maintenu.

II. Il est permis au sieur Garrigon d'augmenter cette usine d'un feu d'affinerie et d'un feu de martinet.

III. Il fera usage de ladite permission dans le délai d'un an, à partir du jour de la notification de notre présente ordonnance, sinon ladite permission sera révoquée et regardée comme non avenue.

IV. Il paiera entre les mains du receveur particulier de l'arrondissement, à titre de taxe fixe, et pour une fois seulement, savoir : 500 francs pour l'affinerie, et 50 francs pour le martinet.

V. Défenses sont faites au sieur Garrigon de faire aucun changement dans la consistance de ses usines, telle qu'elle est figurée au plan, dont une expédition sera jointe à la minute de notre présente ordonnance, non plus qu'à la disposition du cours d'eau et au niveau actuel des déversoirs, à moins qu'il n'en ait obtenu la permission dans les formes voulues par la loi.

VI. Il ne pourra réclamer aucune indemnité pour les dommages que son usine éprouverait par la suite, dans le cas où

le Gouvernement viendrait à disposer en totalité ou en partie du cours d'eau, pour des objets d'utilité publique.

VII. Le sieur Garrigon se conformera aux lois et réglemens intervenus et à intervenir sur le fait des mines et usines.

VIII. Nos ministres secrétaires d'état aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin-des lois.

ORDONNANCE du 27 novembre 1816, qui ^{Mines de houille de Psychagnard} confirme la vente faite par le sieur PERRIN à la dame veuve GIRAUD, de la mine de houille de Psychagnard, département de l'Isère.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur;

Vu l'acte notarié passé à Grenoble, le 5 juillet 1816, duquel il résulte que le sieur Perrin, titulaire de la concession de la mine de houille de Psychagnard, située commune de Surville, canton de la Mure, arrondissement de Grenoble, département de l'Isère, a vendu à la dame Marie-Séraphie Rosset, veuve du sieur Giroud, ladite mine de houille, accordée par acte du Gouvernement, du 10 brumaire an XIV, sous les réserves de l'exécution des clauses et conditions imposées;

Vu le rapport de l'ingénieur des mines, départi, sur cette vente, ensemble l'arrêté du préfet du département de l'Isère, du 7 juillet 1816;

Vu enfin, l'avis de notre directeur général des ponts et chaussées et des mines;

Notre conseil d'Etat entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1^{er}. La vente faite par le sieur Perrin à la dame veuve Giroud, de la mine de houille de Psychagnard, département de l'Isère, est confirmée.

II. La dame veuve Giroud sera tenue d'exécuter les charges et conditions imposées au ci-devant titulaire, par acte du Gouvernement, du 10 brumaire an XIV, et notamment les articles III, IV, V et VI de cet acte.

III. Notre ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Mines de houille de Decize.

ORDONNANCE du 4 décembre 1816, relative à la société anonyme formée pour l'exploitation des mines de houille de Decize, département de la Nièvre.

LOUIS, etc., etc., etc.

Vu le mémoire présenté par les actionnaires des mines de houille de Decize, département de la Nièvre, tendant à obtenir l'autorisation exigée par l'article XXXVII du Code de commerce, pour se constituer en société anonyme;

Vu le décret du 16 août 1806, portant concession des mines de houille de Decize;

Vu les actes successivement passés en forme authentique, les 24 octobre 1806, 28 septembre 1810 et 21 mars 1816, entre les concessionnaires et les intéressés dans l'exploitation, pour la gestion et administration de l'établissement; le dernier acte du 21 mars 1816, passé devant M^e. Marchoux, notaire à Paris, renfermant le projet des statuts de ladite société anonyme;

Vu les nouveaux articles délibérés le 25 juillet 1816;

Vu également un dernier acte dressé par le même notaire, le 12 octobre suivant, et dans lequel sont rappelés lesdits articles pour exploiter et compléter ceux portés en l'article précité, du 21 mars précédent, ensemble les actes passés les 10, 14 et 20 septembre suivans, par-devant M^e. Marchoux, notaire, confirmatifs et approbatifs desdits articles additionnels;

Vu le certificat délivré par l'Administration générale des ponts et chaussées et des mines, le 27 juillet 1816, portant que les exploitans des mines de Decize ont acquitté régulièrement les redevances prescrites par les lois;

Vu les extraits certifiés, produits par les actionnaires, tant des derniers inventaires de l'actif de la société, que de ses livres et comptes courans;

Vu l'avis du préfet de la Nièvre, en date du 15 juin 1816;

Celui de notre Ministre d'état, préfet de police, en date du 29 mai précédent;

Celui de notre directeur général des ponts et chaussées et des mines, en date du 14 octobre dernier;

Vu les articles 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 et 45 du Code de commerce;

La loi du 21 avril 1810 et le décret du 6 mai 1811, sur la propriété et l'exploitation des mines;

Notre conseil d'Etat entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I^{er}. La société anonyme formée à Paris pour l'exploitation des mines de houille de Decize, est et demeure autorisée, conformément aux statuts délibérés par les actionnaires les 21 mars, 25 juillet, 10, 14 et 20 septembre 1816, lesquels demeuront annexés à la présente ordonnance, ainsi que l'acte du 21 octobre suivant.

Lesdits statuts contenus dans les actes desdits jours 21 mars, 25 juillet, 10, 14, 20 septembre et 12 novembre, seront publiés et affichés avec la présente ordonnance.

II. La société sera tenue de se conformer au plan d'exploitation en grand qui lui sera tracé par l'Administration générale des ponts et chaussées et des mines.

Elle devra justifier à ladite Administration, de l'existence d'un capital de 200,000 francs, reconnu nécessaire pour une bonne exploitation; elle devra, en outre, tenir en réserve, pour la consommation de six mois, 75,000 hectolitres de houille, savoir : 45,000 sur les halles, et 30,000 dans les magasins du port.

III. Notre Ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

ORDONNANCE du 5 décembre 1816, relative à l'organisation et à l'administration de l'Ecole des Mines.

Ecole des Mines.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état de l'intérieur,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

TITRE PREMIER.

Organisation et Administration.

ART. I^{er}. L'Ecole des Mines, créée par l'arrêt du conseil d'état du Roi du 19 mars 1783, est rétablie à Paris, et elle aura dans les départemens une ou plusieurs succursales, sous le titre d'écoles pratiques de mineurs. Ces écoles pratiques, dont le régime et les relations avec l'Ecole des Mines à Paris seront déterminés par un règlement ultérieur, seront parti-

culièrement consacrées à l'exploitation de la houille et au traitement du fer, et, s'il est possible, à l'exploitation et au traitement de l'étain, de l'argent, du plomb et du cuivre.

II. L'École des Mines est placée sous la surveillance du ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur, et sous l'administration du conseiller d'état, directeur-général des Mines, assisté du conseil de l'École.

III. Le conseil sera présidé par le conseiller d'état directeur-général, et composé de trois inspecteurs-généraux; des professeurs et de l'inspecteur des études.

IV. Il y aura près de cette école, et dans le même local, 1°. une collection minéralogique et géologique; 2°. une collection des produits des arts, qui ont pour objet le travail ou le traitement des substances minérales; 3°. une bibliothèque; 4°. un dépôt de plans, dessins et modèles relatifs à l'art des mines; 5°. un laboratoire de chimie, et un dépôt des produits des essais et des analyses.

V. La garde des collections minéralogiques et des produits des arts sera confiée, ainsi que le dépôt des plans et la bibliothèque, à l'inspecteur des études, et le dépôt des produits chimiques susceptibles d'emploi, au professeur chef du laboratoire: toutefois le conservateur actuel de la collection des minéraux conservera son traitement et ses fonctions.

Les produits chimiques non susceptibles d'emploi seront annuellement réunis aux collections.

VI. Les professeurs de l'école seront au nombre de quatre; savoir:

- Un professeur de minéralogie et de géologie;
- Un professeur de docimasie;
- Un professeur d'exploitation des mines;
- Un professeur de minéralurgie.

Les chaires de docimasie et de minéralurgie pourront être réunies.

VII. Il y aura un maître de dessin qui enseignera aux élèves le dessin des machines, des constructions et des plans souterrains, le lavis de la carte, et la stéréotomie pratique.

Il pourra être donné des maîtres de langue allemande et anglaise à ceux des élèves qui se feront distinguer par leur travail et leur bonne conduite.

VIII. Le professeur de docimasie est en même temps chef du laboratoire, et chargé, à ce titre, de faire tous les essais et toutes les analyses qui lui seront ordonnés par le directeur-

général et le conseil de l'École, et d'en tenir un registre exact.

IX. Les professeurs et l'inspecteur des études seront nécessairement pris parmi les ingénieurs des mines, et nommés par le ministre, sur la proposition du directeur-général.

X. Le conseil se réunira au moins une fois par mois; il délibérera sur toutes les affaires relatives à la discipline et à l'administration de l'École, à l'instruction et au personnel des élèves, et sur toutes les mesures propres à coordonner toutes les parties de l'enseignement, tant théorique que pratique.

XI. En l'absence du directeur-général, le conseil sera présidé par le plus ancien des inspecteurs-généraux; mais alors les délibérations du conseil devront être soumises à son approbation.

XII. Le conseil est chargé de recueillir et de rassembler tous les matériaux nécessaires pour compléter la description minéralogique de la France:

1°. En augmentant la collection qui est commencée pour cet objet;

2°. En réunissant le plus grand nombre possible des descriptions particulières, et les coordonnant entre elles;

3°. En dirigeant la confection des différentes cartes sur lesquelles seront tracés les différentes formations et natures de terrains;

Les gîtes de minerais, les mines abandonnées et les mines exploitées;

Les fonderies et les usines minéralurgiques;

Les limites de concessions de mines.

A la fin de chaque année, le conseil rendra un compte détaillé du travail de chacun de ses membres et des résultats obtenus: il y joindra un inventaire partiel des accroissemens des collections et dépôts.

XIII. Le nombre des élèves-ingénieurs des mines est fixé à neuf; savoir:

Cinq de première classe;

Quatre de seconde classe.

Ils seront pris parmi les élèves de l'école polytechnique, qui, ayant complété leurs études et rempli les conditions exigées par les réglemens, auront été choisis par l'administration de l'école polytechnique.

Chaque élève recevra un traitement réglé ainsi qu'il suit:

Ceux de première classe, neuf cents francs;

Ceux de seconde classe, huit cents francs.

XIV. Outre les neuf élèves-ingénieurs, il pourra y avoir à l'Ecole des Mines des élèves externes, dont le nombre sera de neuf au plus, et qui seront envoyés soit par les préfets, soit par les concessionnaires ou les propriétaires d'établissmens métallurgiques.

XV. Les élèves-ingénieurs et les élèves externes sont tenus de se fournir de livres et autres objets nécessaires à leur instruction.

XVI. Il sera pris, chaque année, sur les fonds de l'administration des Mines, la somme nécessaire pour les dépenses de l'Ecole, consistant en traitement des élèves-ingénieurs, d'un maître de dessin, du garde des collections, etc., salaires des gardes-salles et du portier, prix à distribuer à la fin des cours, frais de chauffage, lumière. frais particuliers du laboratoire achats de livres d'art, d'instrumens, et confection de modèles.

TITRE II.

XVII. Les cours de l'Ecole des Mines commenceront, chaque année, le 15 novembre, et finiront le 15 avril.

XVIII. Tous les jours (les dimanches et fêtes exceptés), les élèves se réuniront à l'école depuis huit heures du matin jusqu'à quatre heures après midi.

XIX. Chaque année, dans le mois qui précédera l'ouverture des cours, le conseil déterminera les objets d'étude dont on devra s'occuper dans l'année scolaire, et fixera les jours et les heures des leçons et des exercices.

Les professeurs sont tenus, avant l'ouverture des cours, de soumettre au conseil le précis développé de chacune de leurs leçons.

XX. Le conseil proposera des sujets de concours, et désignera les élèves qui seront tenus de s'y appliquer.

XXI. Les examens des élèves des mines sur toutes les parties de science et d'art qui leur sont enseignées, auront lieu dans la deuxième quinzaine d'avril; et tous les ouvrages qu'ils auront produits au concours seront jugés à la même époque.

XXII. Au 1^{er} mai, ceux des élèves qui en auront été jugés capables, seront envoyés dans les écoles pratiques et dans les grandes exploitations de mines.

Ils s'y occuperont, sous les ordres du directeur particulier de ces écoles, ou des ingénieurs auprès de qui ils auront été

placés, de tous les travaux de mines ou de fonderie qui s'y exécutent, et de la description-minéralogique de la contrée.

Ils rentreront à l'Ecole au 15 novembre au plus tard.

Ils recevront, pendant leur mission, le même traitement que les aspirans, et une indemnité de campagne de cent francs.

XXIII. Lorsqu'il vaquera une place d'aspirant, elle sera donnée par le ministre de l'intérieur à l'élève de première classe qui sera le plus avancé dans ses études.

XXIV. L'élève qui, après le temps fixé, ne sera pas jugé admissible au grade d'aspirant, cessera d'être compris sur le tableau des élèves; il en sera de même de ceux qui ne suivront pas avec exactitude les cours ou les exercices, ou qui tiendront une conduite répréhensible. Ces exclusions auront lieu sur la décision du ministre de l'intérieur, la proposition du directeur-général et la délibération du conseil de l'Ecole.

TITRE III.

XXV. L'institution des élèves externes ayant pour but principal de former des directeurs d'exploitations et d'usines, ils seront soumis, avant leur admission, à un examen où ils devront faire preuve qu'ils sont en état de suivre le cours de l'Ecole.

Les connaissances exigées de ces élèves sont déterminées, chaque année, par le conseil de l'Ecole.

XXVI. Les élèves externes ne pourront, en aucun cas, prétendre aux places d'ingénieurs qui viendraient à vaquer dans le corps royal des mines; mais il sera pris des mesures pour qu'à leur sortie de l'Ecole théorique, ou de l'Ecole pratique de Saint-Etienne, ils soient convenablement placés dans les grandes exploitations ou établissemens de mines.

XXVII. Les élèves externes admis (sur certificats donnés par les examinateurs) suivront à l'Ecole des mines, à Paris, les mêmes cours et les mêmes exercices que les élèves-ingénieurs.

XXVIII. Ils pourront aussi être envoyés aux Ecoles pratiques ou dans de grandes exploitations de mines.

XXIX. Ils subiront, tous les ans, dans la deuxième quinzaine d'avril, des examens, et seront classés entre eux suivant les résultats de ces examens.

XXX. Après trois ans au moins et six ans au plus de séjour dans l'Ecole théorique et dans les Ecoles pratiques, ceux d'entre eux qui seront reconnus suffisamment instruits, recevront un diplôme délivré par le directeur général, sur la

proposition du conseil de l'École : ce diplôme constatera le temps pendant lequel ils auront suivi les cours et les exercices de l'École à Paris ; le séjour qu'ils auront fait, soit dans les Ecoles pratiques, soit sur des exploitations de mines ; le genre et l'étendue des connaissances qu'ils auront acquises.

XXXI. Si l'élève externe, après trois ans de séjour à l'École théorique, n'est pas suffisamment instruit, le conseil de l'École décidera s'il doit y rester une quatrième année.

XXXII. Aucun élève ne peut rester plus de quatre ans à l'École de théorie, et plus de six ans aux Ecoles théorique et pratique.

XXXIII. Les réglemens d'ordre intérieur de l'École seront arrêtés par notre ministre de l'intérieur, sur la proposition du directeur général.

XXXIV. Notre ministre au département de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

F I N.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

MÉMOIRE SUR LA TOPOGRAPHIE extérieure et souterraine du territoire houiller de Saint-Etienne et de Rive-de-Gier, département de la Loire; par M. <i>Beunier</i> , ingénieur en chef au Corps royal des Mines, directeur de l'École de mineurs de Saint-Etienne.....	Pag. 1
— (<i>Voyez</i> la table des matières contenues dans ce Mémoire).....	173
SUR LA LAMPRE DE SURETÉ DE M. DAVY.....	177
— Instruction pratique sur l'application des gazes de métal aux Lampes, pour prévenir les explosions dans les mines de houille, par SIR HUMPHRY DAVY; traduite par M. <i>Baillet</i> , inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.....	179
— Résultats d'expériences faites avec la Lanterne de sûreté de M. DAVY; par M. <i>Baillet</i> , inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.....	187
— Notices relatives à la Lampe de sûreté de M. DAVY, extraites des journaux anglais; par M. <i>Lefroy</i> , ingénieur au Corps royal des Mines.....	198
— Remarques du traducteur.....	219
PROCÈS-VERBAL D'EXPÉRIENCES sur l'emploi comparatif de la houille et de la tourbe, sous des chaudières d'ateliers.	223
MÉMOIRE SUR L'ÉTENDUE GÉOGRAPHIQUE DU TERRAIN DES ENVIRONS DE PARIS; par M. d' <i>Omalus-d'Halloy</i> (lu à l'Institut, le 16 août 1813).....	231
THÉORIE DES REMBLAIS ET DES ÉBOULEMENS, ou MÉMOIRE SUR LES SURFACES D'ÉQUILIBRE DES FLUIDES IMPARFAITS, tels que les Sables, les Terres, etc.; par M. le chevalier <i>Allent</i> , conseiller d'État, inspecteur-général des Gardes nationales de France, ancien officier supé-	

rieur du génie militaire; approuvé par la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut, dans sa séance du 3 octobre 1815. — Extrait par l'auteur.....	Pag. 267
— CHAPITRE I ^{er} . De la théorie connue du talus naturel, dans le cas du plan.....	<i>ibid.</i>
— CHAPITRE II. Des surfaces d'équilibre, ou de talus naturel des remblais.....	<i>ibid.</i>
— CHAPITRE III. Des surfaces de talus naturel des éboulemens.....	288
GRANULATION DU PLOMB A GIBOYER, d'après la description de M. SAUTEL; par M. <i>Gillet de Laumont</i> , inspecteur-général au Corps royal des Mines.....	301
— Introduction.....	<i>ibid.</i>
— §. I ^{er} . De la préparation du plomb.....	302
— §. II. Description des moules et autres ustensiles nécessaires pour granuler.....	305
— §. III. Main-d'œuvre ou granulation du plomb fin et gros.....	309
— §. IV. Numérotage, polissage et nettoyage du plomb à giboyer.....	313
— §. V. Dépense pour réduire 500 kilogr. (10 quint. poids de marc) de plomb dur ou antimonié, en plomb à giboyer.....	317
MÉMOIRE SUR LES ALUNIÈRES DE LA TOLFA; par feu M. l'ingénieur en chef au Corps royal des Mines, <i>Collet-Descostils</i>	319
— Description de l'établissement.....	<i>ibid.</i>
— Exploitation.....	324
— Grillage.....	331
— Macération.....	336
— Lessivage.....	338
— Cristallisation.....	343
— Produits, consommations, etc.....	348
— Observations.....	350

EXPÉRIENCES SUR LA MINE D'ALUN DE MONTTONE, DANS LA PRINCIPAUTE DE PIOMBINO; par feu M. l'ingénieur en chef au Corps royal des Mines, <i>Collet-Descostils</i>	Pag. 369
SUR LA TEMPÉRATURE DU GLOBE, A DIVERSES PROFONDEURS ET A SA SURFACE.....	377
— I. Note sur la température de l'intérieur des mines. <i>ibid.</i>	
— II. Observations par M. <i>Hassenfratz</i> , inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.....	378
MÉMOIRE SUR LES FORGES CATALANES DE PINSOT, SITUÉES DANS L'ARRONDISSEMENT DE GRENOBLE; par <i>Emile Gueymard</i> , ingénieur au Corps royal des Mines....	385
— Introduction.....	<i>ibid.</i>
— Mines de fer du département de l'Isère.....	<i>ibid.</i>
— État des exploitations.....	386
— Nature des minerais.....	387
— Traitemens des minerais.....	388
— Forges catalanes.....	389
EXTRAIT D'UN MÉMOIRE, lu à l'Académie royale des Sciences, le 13 mai 1816, sur la possibilité de faire vivre des mollusques fluviatiles dans les eaux salées, et des mollusques marins dans les eaux douces, avec des applications à la géologie; par M. <i>Beudant</i>	397
MÉMOIRE SUR LE GABBO (Euphotide de <i>Haüy</i>), par M. DE BUCH; extrait par M. <i>de Bonnard</i> , ingénieur en chef au Corps royal des Mines, et suivi de quelques considérations sur la classification des roches....	405
MÉMOIRE SUR LA VALLÉE DE FASSA, EN TYROL, par M. BROCCHI; extrait par M. <i>de Bonnard</i>	421
MANUEL DE MINÉRALOGIE, par M. LÉONHARD; extrait par M. <i>de Bonnard</i>	435
SUR LA SODALITÉ DU VÉSUVÉ; extrait d'un Mémoire lu à l'Académie royale des Sciences, par M. le comte <i>Dunin de Borkowski</i>	451
SUR QUELQUES EXPÉRIENCES FAITES AU CHALUMEAU inventé par M. Brooks, et exécuté par M. <i>Newman</i> ,	

à la flamme d'un mélange, très-condensé, des principes constituans de l'eau à l'état gazeux; par M. *Clarke*, professeur de minéralogie à l'Université de Cambridge. (*Journal de l'Institution de Londres*, part. III.). Pag. 455

ANALYSES DE MINÉRAUX..... 465

— Analyse d'un grand nombre de minéraux, par MM. *Joh. Gottlieb Gahn* et *Jacob Berzélius*; traduit du suédois en allemand. (*Extrait du journal de Schweiger*, vol. 16, pag. 241.)..... *ibid.*

— Analyse d'un sulfure d'argent et de cuivre, par MM. *Haußmann* et *Stromeyer*. (*Annonces littéraires de Gottingue*. 1816.)..... 485

— Analyse d'une pierre nouvelle, nommée *allophane*, par MM. *Haußmann* et *Stromeyer*. (*Annonces littéraires de Gottingue*. 1816.)..... 486

— Note des Rédacteurs sur cette Analyse..... 487

— Sur une pierre météorique tombée dans les environs de Langres; analysée par M. *Vauquelin*. (*Annales de Chimie*, tom. I^{er}, pag. 45.).... 488

SUR UN NOUVEL AÉROLITHE..... 489

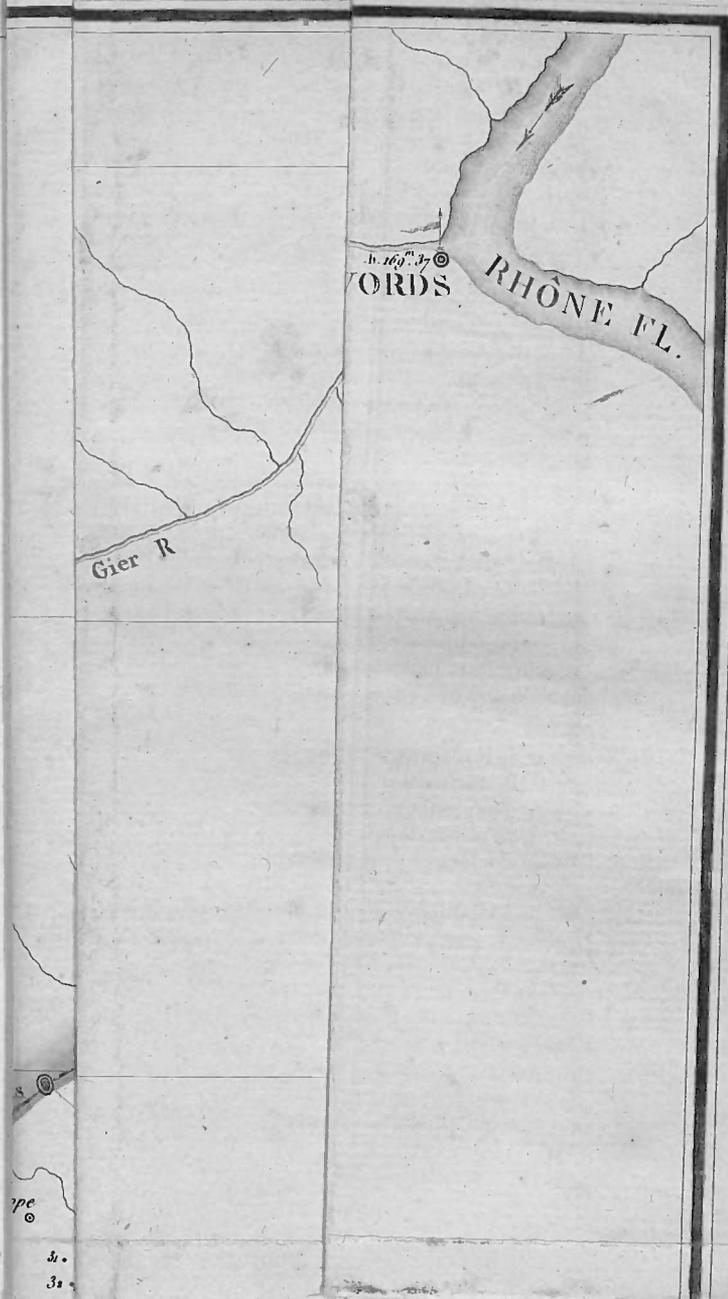
— I. Note sur cet Aérolithe tombé aux environs de Langres, département de la Haute-Marne; par feu M. *Calmelet*, ingénieur en chef au Corps royal des Mines..... *ibid.*

— II. Note sur le même Aérolithe; par M. *Gillet de Laumont*, inspecteur-général au Corps royal des Mines..... 491

NOTICES NÉCROLOGIQUES..... 495

ORDONNANCES DU ROI, concernant les Mines, rendues pendant l'année 1816..... 499

FIN DE LA TABLE.



TOPOGRAPHIE

EXTERIEURE ET SOUTERRAINE

Du Territoire Houillier de Saint Etienne et de Rive de Gier (Dep. de la Loire)

Exécutée

D'après les Cartes de Monsieur le Comte Saumond, Conseiller d'Etat,

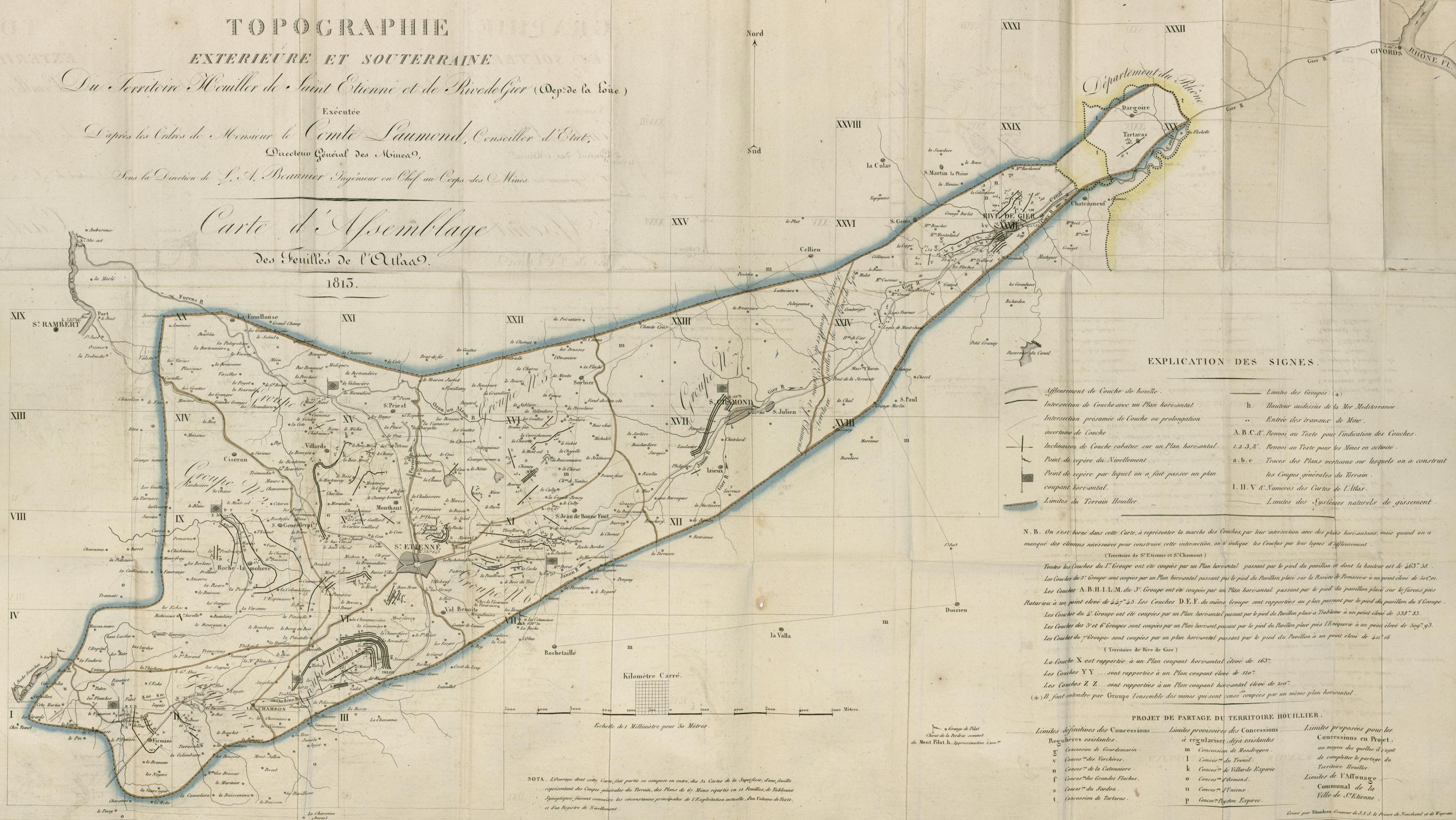
Directeur Général des Mines,

Sous la Direction de L. A. Beaunier Ingénieur en Chef au Corps des Mines.

Carte d'Assemblage

Des Feuilles de l'Atlas.

1815.



EXPLICATION DES SIGNES.

- Affleurement de Couche de houille.
- Intersection de Couche avec un Plan horizontal.
- Intersection présumée de Couche ou prolongation incertaine de Couche.
- Inclinaison de Couche rabattue sur un Plan horizontal.
- Point de repère du Nivellement.
- Point de repère par lequel on a fait passer un plan coupant horizontal.
- Limites du Terrain Houillier.
- Limites des Groupes.
- h. Hauteur au-dessus de la Mer Méditerranéenne.
- .. Entrée des travaux de Mine.
- A.B.C.R. Renvoi au Texte pour l'indication des Couches.
- 1.2.3.R. Renvoi au Texte pour les Mines en activité.
- a.b.c. Traces des Plans verticaux sur lesquels on a construit les Coupes générales du Terrain.
- I. II. V. & Numéros des Cartes de l'Atlas.
- Limites des Systèmes naturels de gisement.

N. B. On s'est borné dans cette Carte, à représenter la marche des Couches, par leur intersection avec des plans horizontaux, mais quand on a manqué des éléments nécessaires pour construire cette intersection, on a indiqué les Couches par leur lignes d'affleurement.

(Territoire de S^t Etienne et S^t Chamond)

Toutes les Couches du 1^{er} Groupe ont été coupées par un Plan horizontal passant par le pied du pavillon et dont la hauteur est de 263^m. 50.
 Les Couches du 2^e Groupe sont coupées par un Plan horizontal passant par le pied du Pavillon placé sur la Rivière de Pommeroy à un point élevé de 505^m. 01.
 Les Couches A. B. H. I. L. M. du 3^e Groupe ont été coupées par un Plan horizontal passant par le pied du pavillon placé sur la Rivière de Ratarieu à un point élevé de 447^m. 43.
 Les Couches D. E. F. du même Groupe sont rapportées au plan passant par le pied du pavillon du 2^e Groupe.
 Les Couches du 4^e Groupe ont été coupées par un Plan horizontal passant par le pied du Pavillon placé à Trabième à un point élevé de 333^m. 83.
 Les Couches des 5^e et 6^e Groupes sont coupées par un Plan horizontal passant par le pied du Pavillon placé près l'Esquerrière à un point élevé de 309^m. 93.
 Les Couches du 7^e Groupe sont coupées par un plan horizontal passant par le pied du Pavillon à un point élevé de 421^m. 16.

(Territoire de Rive de Gier)

La Couche X est rapportée à un Plan coupant horizontal élevé de 163^m.
 Les Couches Y Y... sont rapportées à un Plan coupant élevé de 210^m.
 Les Couches Z. L... sont rapportées à un Plan coupant horizontal élevé de 210^m.
 (†) Il faut entendre par Groupe l'ensemble des mines qui sont censé coupées par un même plan horizontal.

PROJET DE PARTAGE DU TERRITOIRE HOUILIER.

Limites définitives des Concessions	Limites provisoires des Concessions à régulariser, déjà existantes	Limites proposées pour les Concessions en Projet, au moyen des quelles il s'agit de compléter le partage du Territoire Houillier.
Regulieres existantes.		
g Concession de Goudemarzin.	l Concession de Mondragon.	Concessions en Projet, au moyen des quelles il s'agit de compléter le partage du Territoire Houillier.
v Concess ^{ns} des Verchères.	l Concess ^{ns} du Treuil.	Limites de l'Affouage Communal de la Ville de S ^t Etienne.
n Concess ^{ns} de la Catonnière.	k Concess ^{ns} de Villards Expirée.	
f Concess ^{ns} des Grandes Planches.	o Concess ^{ns} d'Armond.	
s Concess ^{ns} du Sardon.	u Concess ^{ns} d'Unieux.	
t Concession de Tartaras.	p Concess ^{ns} Paydon Expirée.	

NOTA. L'ouvrage dont cette Carte fait partie se compose en outre, des 33 Cartes de la Surface, d'une feuille représentant des Coupes générales du Terrain, des Plans de 67 Mines réparties en 12 Feuilles de Tableaux Synoptiques, faisant connaître les circonstances principales de l'Exploitation actuelle, d'un Volume de Texte, et d'un Register de Nivellement.

Grange de Pilat
 Chant de la Perrière sommet
 du Mont Plat h. Approximative 1200^m

LAMPE DE SURETÉ DE M. DAVY.

Fig. 1.

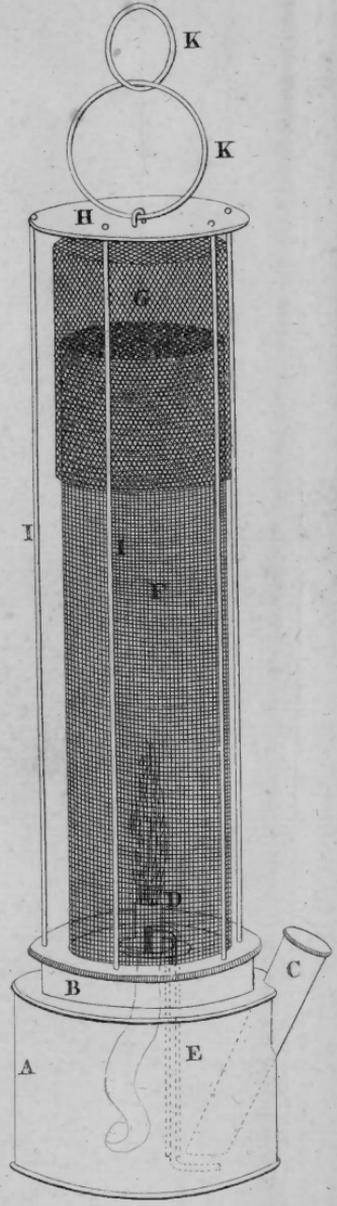
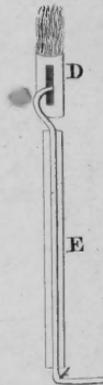


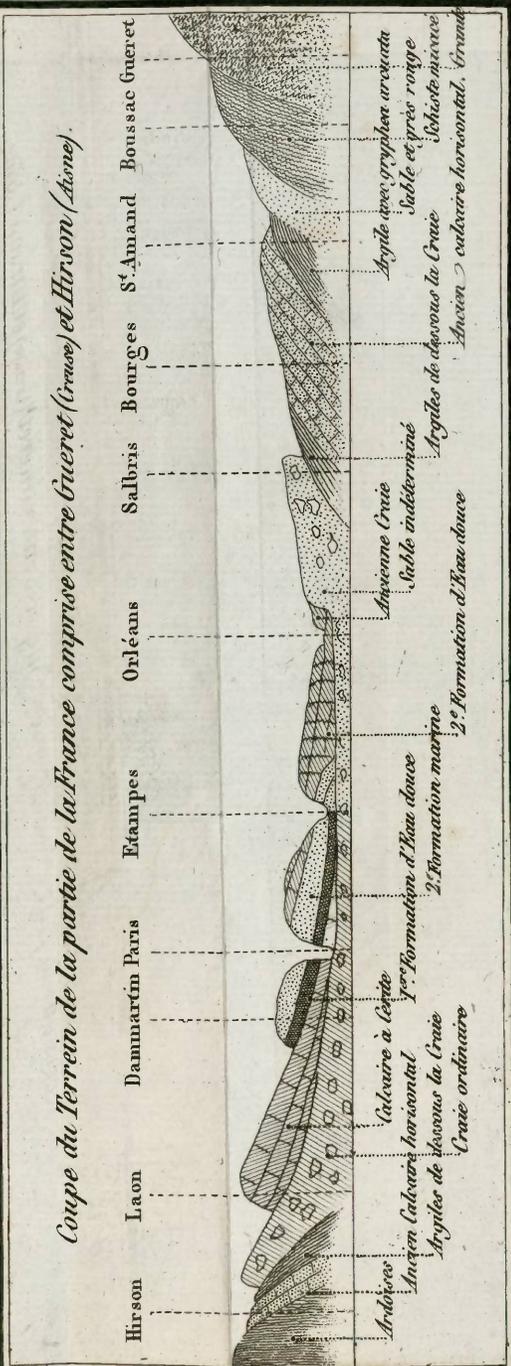
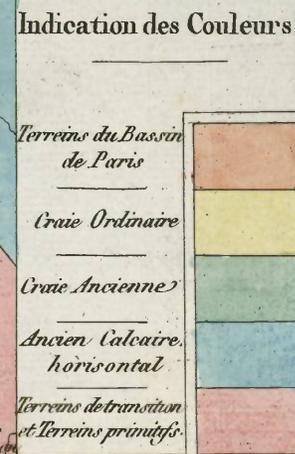
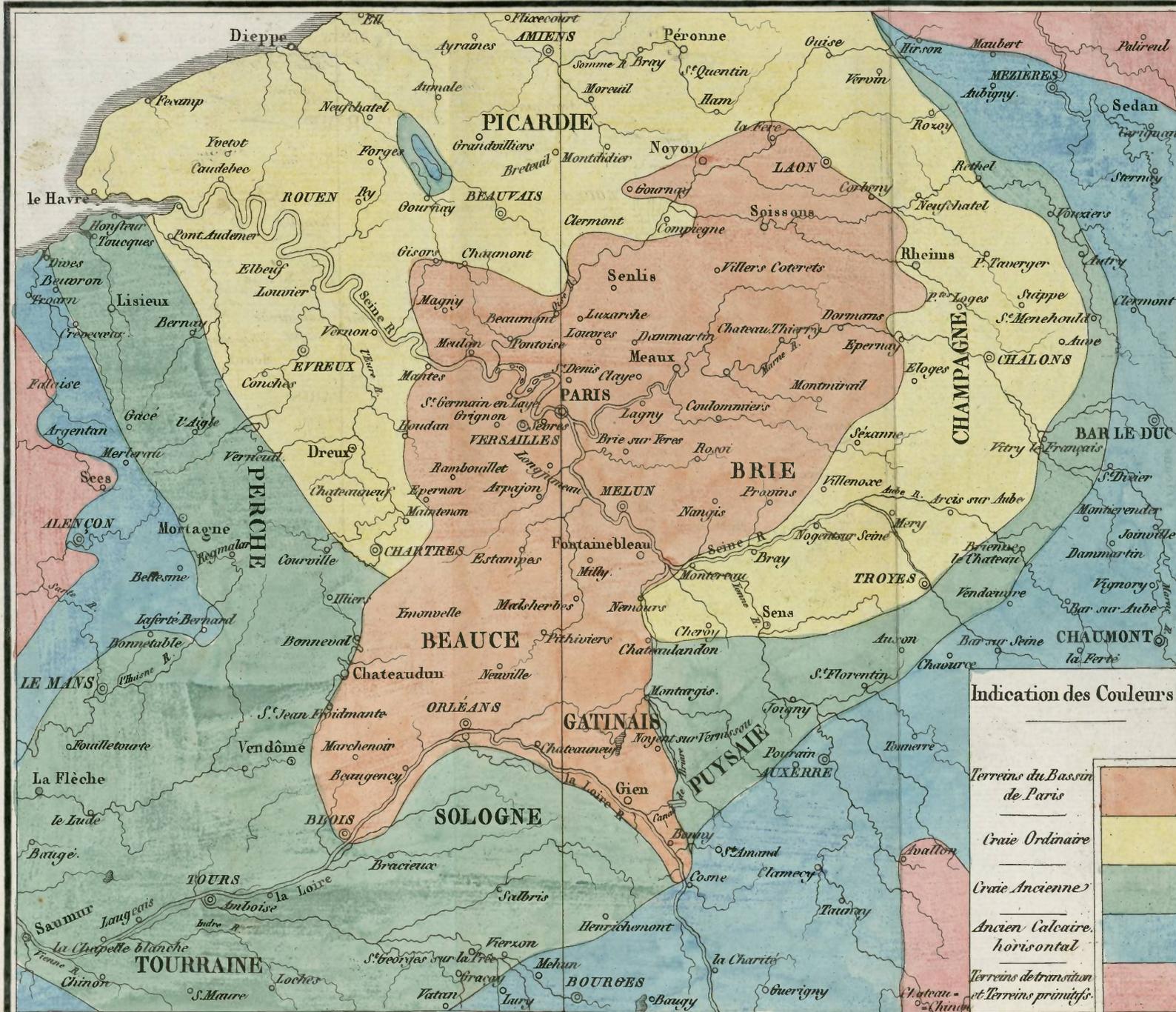
Fig. 3.

Granulation du plomb.

<i>Coupe des Moules</i>		<i>pour les Nos.</i>
A		9 et 8
B		7 et 6
C		5.
D		4 et 3
E		2 et 1

Fig. 2.





J. Brouet, Sculp. 1817.
Annaples, L. M. V. 1. 1. 2. 2.

Plan de la Cave Gangalandi telle qu'elle étoit au 10 Août 1804.

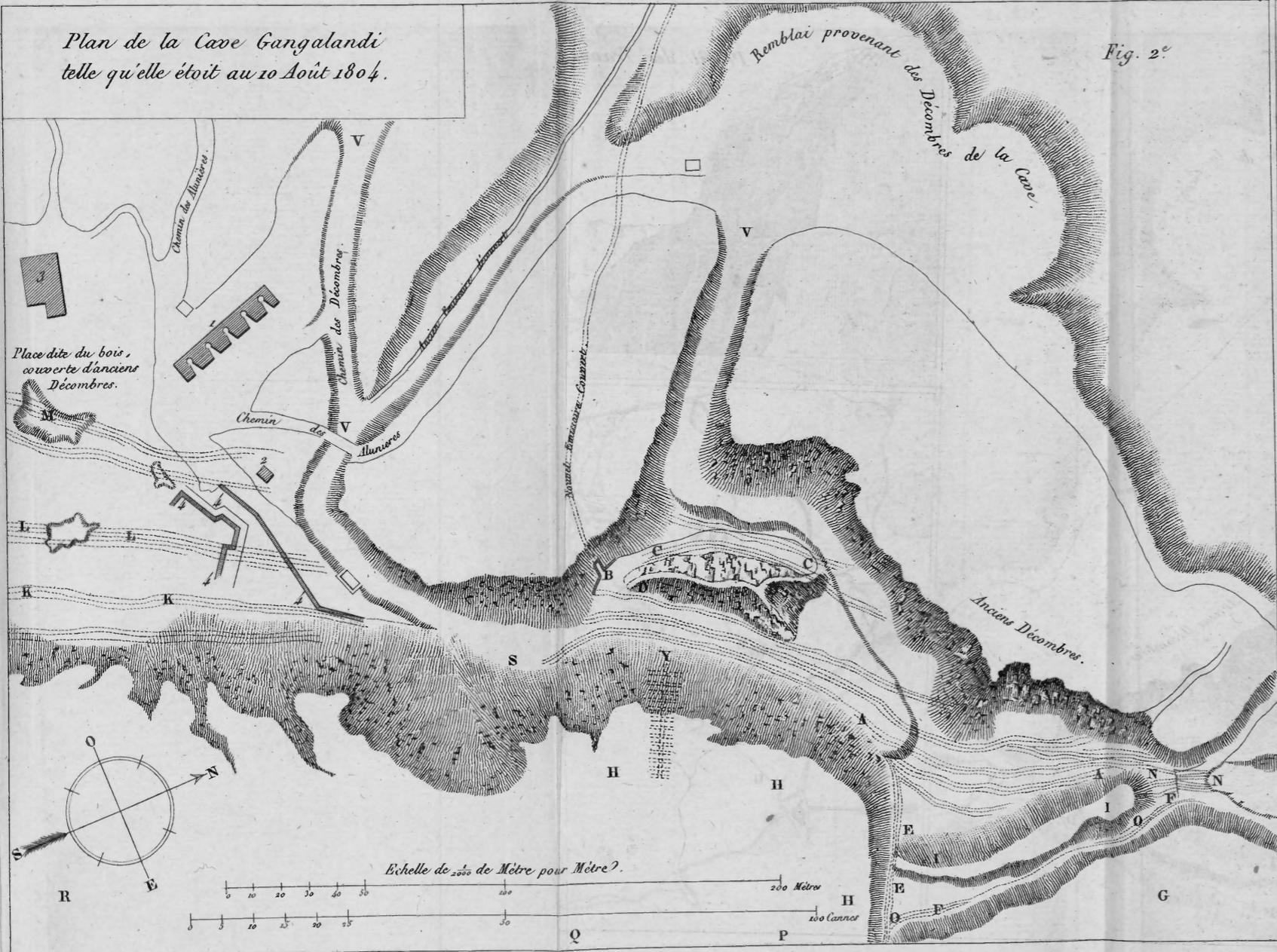


Fig. 2^e

Fig. 3^e

Profil des Travaux d'Exploitation.

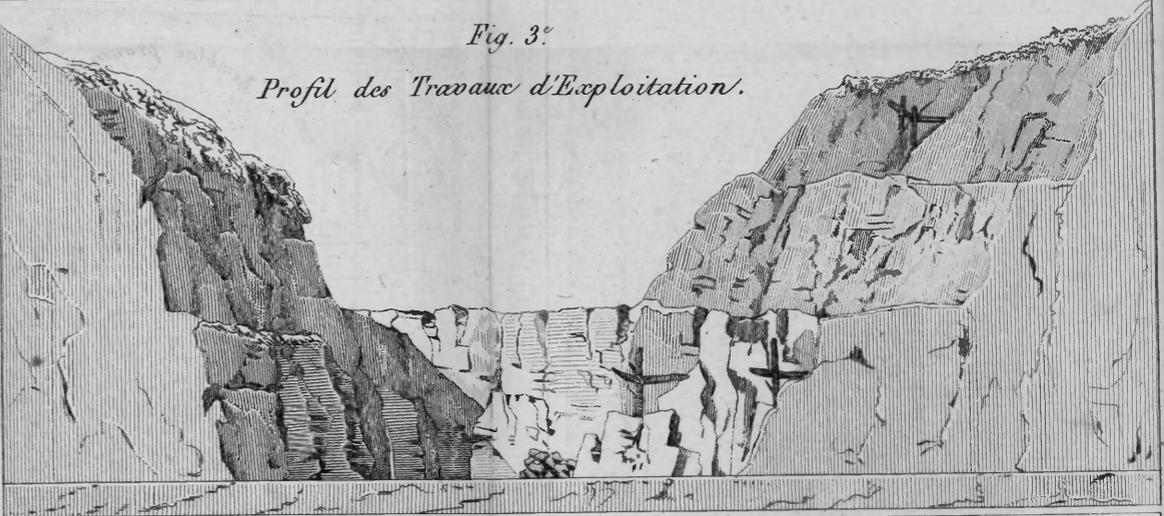


Fig. 1^{ère}

Terrein Alumineux de la Tolfa.

