# JOURNAL
## DES
# MINES.

S 704

# JOURNAL
# DES MINES,

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES sur l'exploitation des Mines, et sur les Sciences et les Arts qui s'y rapportent.

Par MM. COQUEBERT-MONTBRET, HAÜY, VAUQUELIN, BAILLET, BROCHANT, TREMERY et COLLET-DESCOSTILS.

Publié par le CONSEIL DES MINES de l'Empire Français.

VINGT-DEUXIÈME VOLUME.

SECOND SEMESTRE, 1807.

A PARIS,

De l'Imprimerie de BOSSANGE, MASSON et BESSON, rue de Tournon, N°. 6.

JOURNAL DES MINES.

N°. 127. JUILLET 1807.

# SUITE
# DE LA STATISTIQUE
# DU DÉPARTEMENT DU LOT,

*Extraite d'un Compte rendu de l'état des Mines et Usines dans le Département du* Lot.

Par M. Louis Cordier, Ingénieur des Mines.

## SECONDE PARTIE.

*Etat et ressources de l'industrie minérale.*

### GÉNÉRALITÉ.

L'industrie minérale, envisagée sous certains rapports, a été jusqu'ici peu florissante dans le Département du Lot. On n'y trouve guère que des mines de fer dont on n'a tiré jusqu'à présent qu'un parti extrêmement médiocre.

faute de combustible. Les mines de houille de l'arrondissement de Figeac ne sauraient donner de grandes espérances, à cause du petit nombre et du peu d'épaisseur des couches. A parler exactement, les ressources minérales du Département, ne se composent guère que de la carrière de serpentine de Calcus, et des indices de mine de plomb situés à Combecave près Figeac. Ces indices donnent la plus belle espérance : il est infiniment probable qu'il existe à Combecave une couche métallifère très-étendue, et susceptible d'une grande exploitation. Quant à la carrière de serpentine, elle est déjà ouverte, et l'extraction ne peut manquer de devenir fort importante à la paix. Du reste, le Département est à peu près au niveau de tous ceux de l'Empire, par le nombre et les produits de ses martinets pour le cuivre, de ses verreries, poteries, fours à chaux et à briques, et enfin de ses carrières de toute espèce.

Voici l'ordre qui sera suivi dans cette seconde Partie.

On traitera successivement, et dans des rapports séparés, de chaque mine ou indice de mine et des usines proprement dites, savoir :

De la fonderie de Bourzolles.
De la mine de fer de Cressensac.
De la forge à la catalane de la Butte.
De celle de Pechaurié.
De celle des Arques.
Des mines de fer des Arques.
Des mines de fer de Liobart.
Des indices de plomb de Combecave.



De la mine de houille de Saint-Perdoux.
De celle du Souillé.
Des indices de houille près Figeac.
De la mine de houille de Cadrieu.

On donnera ensuite des Notices sur les objets suivans :

Les martinets pour le cuivre.
Les carrières de toute espèce.
Enfin, les verreries, poteries, fours à chaux ou à briques.

## RAPPORT

### *Sur la Fonderie de fer de Bourzolles.*

La fonderie de Bourzolles est située dans la commune de ce nom, canton de Souillac, arrondissement de Gourdon.

Elle se compose d'un haut fourneau, d'un patouillet, d'un atelier de moulage, de plusieurs magasins, et des bâtimens nécessaires pour loger le propriétaire et quelques ouvriers.

Elle appartient à M. Delteil qui l'exploite pour son compte.

Cette usine était plus importante autrefois. Il y a environ quarante ans qu'on y fabriquait des canons ; mais des circonstances particulières ont ruiné cette entreprise. L'affinerie qu'on avait établie en même tems, a continué de travailler jusqu'à la révolution. Depuis cette époque, la disette de combustible et le défaut de débit, ont forcé le propriétaire de supprimer l'affinerie. On ne fabrique actuellement que de la fonte moulée.

On ne fond que tous les deux ans, et le roulage ne dure que trois mois.

Le minerai qu'on emploie est un oxyde de fer argileux, compacte, en grosses masses tuberculeuses, et souvent à couches concentriques. Après avoir été lavé, il donne en fonte un peu plus du tiers de son poids.

On le tire des mines qui sont à la frontière septentrionale du Département, savoir, à Nadaillac-le-Sec qui dépend de la Dordogne, à Nespouls qui fait partie de la Corrège, et à Cressensac qui appartient au Lot. Le minerai offre le même gisement dans ces trois endroits. Il est en quelque sorte superficiel. On le trouve disséminé dans des couches d'argile sablonneuse. Chaque paysan fouille ou vend à ses voisins la permission de fouiller dans le terrain qui lui appartient. La distance moyenne des mines est de 12 kilomètres. L'extraction et le transport occupent une douzaine d'individus. Le minerai rendu à la fonderie et non lavé, se paie à tous ceux qui veulent en amener, 60 centimes les 5 myriagrammes.

Il perd environ un quart de son poids par le lavage. Cette opération occupe deux ouvriers.

Les charbons se tirent non-seulement des propriétés de M. Deltiel, et notamment de la forêt de Bourzolles, qui a 200 hectares d'étendue, mais encore des autres bois qui environnent l'usine. La dégradation de ces bois est malheureusement telle, qu'il faut souvent compléter les approvisionnemens dans les forêts qui sont auprès de Turenne, et à la distance de deux myriamètres. On fait le charbon avec des taillis de 15 ans, essence de chêne, de hètre et de charme. Il revient à 2 fr. 18 c. les 5 myriagrammes. Il s'en consomme 39,000 myr. pendant un fondage de trois mois. La fabrication emploie 2 charbonniers et environ 30 bûcherons et charretiers.



C'est la petite rivière de Bouze qui fait mouvoir les soufflets du haut fourneau. Les eaux suffiraient au besoin à un roulage annuel de six mois. La roue hydraulique est à palettes. Sa circonférence est de 22 mètres.

Le haut fourneau a 8 mètres, depuis le fond du creuset jusqu'au gueulard. Le vide intérieur offre la forme de deux pyramides quadrangulaires accolées base à base. Les étalages et le creuset se construisent avec un grès quartzeux tertiaire et très-réfractaire. Les dimensions du creuset sont, en longueur 16 décimètres, en largeur 5, et en profondeur 48 centimètres. Le fourneau est servi par six ouvriers engagés seulement pour quatre mois.

On passe de 16 à 18 charges en vingt-quatre heures. Le produit moyen peut être fixé à 175 myriagr. de fonte par jour, et à 15,000 myriagr. pour un roulage de trois mois.

Toute la fonte est immédiatemant moulée. La préparation des moules emploie constamment 24 ouvriers divisés en six ateliers. Les terres se prennent dans le voisinage de la fonderie, excepté celle qui sert à former les épaisseurs. Celle-ci vient du Bugue, dans la Dordogne, et se paie 4 francs les 5 myriagrammes.

En tems de guerre on ne fabrique guère que des marmites et autres ustensiles de ménage qui sont consommés dans le Département, ou qui descendent par la Dordogne. La fonte ainsi

moulée se vend 25 fr. les 5 myriagrammes pris à la fonderie. En tems de paix on travaille pour les colonies d'Amérique, et on confectionne des chaudières, des grilles et des étuves.

Les moyens de transport sont la grande route de Cahors à Paris et le cours de la Dordogne. Bourzolles n'est éloigné de l'une et de l'autre que de 5 kilomètres.

En résumé la fonderie de Bourzolles consomme en deux ans 60,000 myriagrammes de minerai et 39,000 myr. de charbon.

Elle rend 15,000 myr. de fonte moulée, dont la valeur est de 75,000 francs.

Enfin, elle occupe 73 individus, dont 68 sont à l'année.

Cette usine est dans le meilleur état possible. Elle est exploitée par un riche propriétaire qui s'est exclusivement livré à ce genre d'industrie, et qui ne manquera pas de faire des améliorations, si le débit de la fonte devient un jour plus facile, et le combustible plus abondant.

## Rapport.

### *Sur la Mine de fer de Cressensac.*

Cette usine est située sur un immense plateau calcaire qui s'étend de Souillac à Turenne. Elle dépend de la commune de Cressensac, canton de Sarrazac, arrondissement de Gourdon.

Elle consiste en une couche d'argile sablonneuse qui contient du minerai de fer disséminé.

La couleur argileuse est superficielle, et repose sur des bancs horizontaux de calcaire secondaire coquillier. Ses dimensions équivalent, en épaisseur moyenne à 18 mètres, en surface à 20 ou 25 kilomètres quarrés. L'argile est tantôt d'un brun jaunâtre, tantôt d'un rouge lie-de-vin; ces couleurs annoncent qu'elle contient de l'oxyde de fer dans sa composition. Le quartz gris en petits grains forme environ le cinquième de son volume; on y aperçoit en outre des paillettes de mica.



Le minerai se trouve irrégulièrement dispersé dans l'intérieur de la couche argileuse. Il se présente, soit en rognons, soit en veines. Les rognons sont tantôt isolés et tantôt par nids; leur poids excède rarement 2 et 3 kilogrammes. L'exploitation d'un nid donne quelquefois 7 à 800 myriagrammes de minerai. Les veines se dirigent en tous sens et s'inclinent ordinairement à l'horizon. Leur épaisseur varie de 1 à 40 centimètres. Leur plus grande étendue, soit en longueur, soit en profondeur, ne va pas à 15 mètres. Le minerai dont elles sont formées, est mêlé d'argile ferrugineuse très-fine.

Les rognons sont des masses tuberculeuses ou arrondies, composées d'oxyde de fer argileux compacte, et formées ordinairement de couches concentriques de différentes couleurs, savoir, brunes, d'un brun rougeâtre, et quelquefois d'un rouge de brique ou d'un jaune d'ocre. Ces différentes couches se détachent facilement, parce qu'elles sont séparées par de l'oxyde de fer pulvérulent.

Les masses de minerai qui remplissent les veines, affectent un volume très-varié. Quelques-unes ont moins d'un décimètre cube, tandis que d'autres sont deux et trois cents fois

plus considérables. La plus grande partie offre une structure et une composition analogues à celles des rognons. Le reste est en grandes géodes cloisonnées à l'intérieur et tapissées par des mamelons d'hématite. Les cavités sont vides ou bien remplies d'argile ferrugineuse. La carcasse de ces géodes ne présente que de l'oxyde de fer brun compacte ; c'est le minerai le plus riche.

L'exploitation des mines se fait, tantôt à ciel ouvert, tantôt par des puits de 7 à 8 mètres, du fond desquels on pousse des galeries irrégulières. Cette méthode est commandée par la nature du sol et le gisement des matières à extraire.

L'extraction et le transport du minerai occupe pendant trois mois de l'année, une douzaine d'individus de la commune de Cressensac, qui travaillent chacun pour leur compte. Le produit des mines est livré à la fonderie de Bourzolles : il s'élève annuellement à 8000 myriagr. qui se vendent à raison de 12 centimes le myr. Ce commerce rend chaque année 1,760 francs à la petite commune de Cressensac. Il pourrait doubler si l'usine de Bourzolles venait un jour à atteindre son maximum d'activité. Ces mines n'ont d'ailleurs aucun autre débouché.

## Rapport

*Sur la Forge à la catalane de la Butte.*

Cette forge est située sur le ruisseau des Arques, commune de Goujongnac, canton de Catus, arrondissement de Cahors.



Elle appartient à M. Gaspar Labroue qui l'exploite et qui demeure sur les lieux.

Elle consiste en un fourneau de grillage, un fourneau pour la fonte, une trompe, une roue hydraulique, et un magasin pour le charbon et le fer fabriqué.

Le tems du roulage dure environ trois mois.

Le minerai se tire des collines environnantes. On le trouve disséminé en rognons ou en veines, dans une couche d'argile sablonneuse, qui couvre tout le pays, depuis l'Herne jusqu'à Casals. Il est composé de fer oxydé argileux. On le choisit avec soin, et on n'emploie que le plus riche. Il revient à 14 centimes le myriagramme. On en consomme 7,140 myriagrammes chaque campagne. La plus grande partie est extraite par des paysans qui fouillent eux-mêmes leur champ, l'autre est exploitée par des ouvriers aux gages de la forge.

Quoique très-peu importante, les approvisionnemens de combustible sont très-difficiles à faire. Il n'existe ni bois ni forêt considérable dans le voisinage de l'usine. On achète le charbon charretée par charretée, de tous les particuliers qui veulent en amener. Il revient à 24 centimes le myriagramme.

On grille le minerai avant de le fondre. L'aire de grillage est un rectangle formé de trois côtés par un mur élevé à hauteur d'appui. Ses dimensions sont 1 mètre de largeur sur 18 décimètres de longueur. On ne passe à la fois que 500 myriagrammes de minerai qui se réduisent à 308 myr. bons à fondre. Chaque opération consomme 21 myr. de charbon.

Le foyer pour la fonte est proportionné au

peu d'importance de l'usine. Le côté du chio a 36 centimètres, et celui de la tuyère 45. Le contrevent et le côté de la rustine sont inclinés de quelques degrés. On perce le trou de la tuyère à 23 centimètres du fond du fourneau. On incline la tuyère elle-même d'un peu plus de 30 degrés.

La trompe qui fournit le vent consiste en deux arbres, quatre trompils et une caisse ou tambour. Chaque arbre se trouve percé de plusieurs trous à un mètre au-dessous de son extrémité supérieure.

Le cours d'eau est plus que suffisant pour les besoins de l'usine. On peut évaluer la hauteur de la chute à 44 décimètres.

C'est une petite roue à palettes qui fait mouvoir l'espèce de mail qui sert à cingler et à étirer les massets. Cet outil n'a pas la forme ordinaire. Il consiste en une énorme plaque de fer forgé, ayant un décimètre d'épaisseur sur vingt-trois de longueur. Sa largeur est de 15 centimètres du côté des tourillons; elle est double à l'autre extrémité. Cette barre qu'on nomme *bélier* dans la forge, pèse 1,750 kilog. et se tire du Département de l'Arriège. Quant à son mouvement pendant l'opération du cinglage, on imagine aisément qu'elle frappe de champ.

Le travail de la fabrication du fer dure trois heures; c'est ce qu'on appelle *un feu*. Sa conduite exige quatre ouvriers. On procède à peu près comme dans les forges catalanes ordinaires.

Lorsque la tuyère a été ajustée, le foyer préparé et suffisamment échauffé, on lève tout le



charbon jusqu'au niveau du trou de la tuyère. On partage momentanément la capacité vide du foyer avec une planche placée de champ, parallèlement au contrevent, et de manière à ce qu'il ne reste de ce côté qu'un tiers de l'espace. Cette portion est remplie de minerai grillé, concassé en fragmens de la grosseur d'une noix. On remplit ensuite de charbon l'autre côté de l'espace, puis on lève la planche de séparation et on commence à donner le vent peu à peu. Ce n'est qu'au bout d'un quart-d'heure qu'on le donne tout entier.

Alors le minerai commence à s'agglutiner; il se réduit ensuite et descend au fond du creuset. On le fait passer sous le vent direct de la tuyère, en le ramenant des coins du contrevent, et en relevant de tems à autre la masse agglutinée. Pendant cette opération qui se renouvelle deux fois chaque quart d'heure, et qui est provoquée par la diminution de la flamme, on fait écouler le laitier par le trou du chio, qu'on brasque immédiatement après. On ajoute chaque fois du charbon, et on jette par-dessus une pelletée de minerai en poudre. Ce rafraîchissement est indispensable; on conserve à cet effet le quart du minerai qui doit se consommer à chaque feu.

Le travail se continue de la sorte pendant deux heures et demie. Les intervalles sont employés à étirer le masset précédent.

Au bout de trois heures environ, on cesse le vent, on lève le charbon et on sort le masset. Il est immédiatement poussé sous le mail. On le retourne dans tous les sens pour consolider et agglutiner les parties gercées qui sont autour.

On l'étire ensuite grossièrement, et on le met de côté jusqu'à ce que le feu suivant soit allumé. On achève alors de le façonner.

Chaque feu consomme 11 myriagrammes de minerai grillé, et 16 myr. de charbon. Le produit est de 25 kilogrammes de fer forgé. On peut compter, par terme moyen, que le minerai grillé rend un peu plus du quart de son poids. Le minerai crud ne donne par conséquent qu'un septième.

La forge chôme toutes les nuits ainsi que le dimanche. Il faut calculer sur 24 feux par semaine, parce qu'il y a des jours où l'on fait cinq massets.

L'usine de la Butte consomme pendant le tems de son roulage 7140 myriagrammes de minerai crud, et 6730 myr. de charbon, dont 300 pour les grillages.

Le produit total est de 1000 myriag. de fer forgé. On façonne la moitié de cette quantité en quarré ordinaire. Le reste se débite en barres de différentes dimensions. On fabrique aussi quelques outils pour l'agriculture.

Le fer est de la qualité qu'on appelle *fer fort*. Il est recherché, et se paie 40 francs les 50 kil. pris sur les lieux.

Le produit de chaque campagne se vend dans l'année, et se consomme dans le Département.

On peut estimer que le service de l'usine et la préparation des approvisionnemens, occupent 12 ou 15 individus pendant quatre mois.

L'usine de la Butte (et nous en dirons autant des forges des Arques et de Pechaurié) est vicieuse à plusieurs égards. Tout y porte encore l'empreinte



l'empreinte des tems d'ignorance où elle a été fondée. Le minerai qu'elle emploie n'est pas assez riche pour être traité avantageusement par la méthode catalane. Sa réduction consomme une quantité de charbon vraiment prodigieuse. Il y aurait un bénéfice certain à le fondre par le haut fourneau, quand bien même la rareté et le prix du combustible ne forcerait pas à l'économiser. Mais d'ailleurs, indépendamment de la pauvreté du minerai, il est évident que la petitesse du foyer de fonte doit détruire tout l'avantage du fourneau à la catalane; on aurait tort de croire qu'il serait possible de regagner cet avantage en augmentant les dimensions; car il est de fait qu'elles sont le résultat d'une longue expérience. Mais en supposant encore que cela fût praticable, il resterait à savoir si la chute et le volume du cours d'eau seraient suffisans pour fournir la quantité de vent que le fourneau exigerait alors. Ce qu'on peut regarder comme certain, c'est que le pays ne pourrait pas fournir au surcroit de consommation en charbon, sur-tout si la même réforme s'introduisait aux Arques et à Pechaurié.

D'après ces considérations générales, il est inutile de nous étendre sur les objets de détail, et de parler, par exemple, du mail qui sert à cingler, ou de la perte qu'on éprouve nécessairement sur la main-d'œuvre, en opérant trop en petit, etc. Ces inconvéniens et ces vices sont manifestes.

Nous nous résumerons en disant qu'il n'est pas possible d'améliorer la forge de la Butte. La disette de combustible ne permet pas non plus

de la remplacer par un autre établissement, tant que les forges de Pechaurié et des Arques subsisteront; il ne reste donc qu'un remède général à indiquer, c'est la réunion des trois usines en une seule. Cette réunion s'exécuterait facilement, si les trois établissemens venaient à tomber un jour entre les mains d'un seul et unique propriétaire. Mais comme il est extrêmement probable que cela n'arrivera pas, et que l'application du remède indiqué ne peut pas se faire autrement, il faut conclure que le sort de la petite forge de la Butte est de continuer à figurer avec les forges des Arques et de Pechaurié, parmi les exploitations de l'Empire qui présentent le moins d'intérêt.

## Rapport

*Sur la Forge à la catalane de Pechaurié.*

La petite forge de Pechaurié est sise sur le ruisseau des Arques, dans la commune de Vaisse, canton de Casals, arrondissement de Gourdon. Elle est placée entre les deux usines des Arques et de la Butte; savoir, à 3 kilomèt. au-dessous de la première, et 2 kilomètres au-dessus de la seconde.

MM. Vassal, propriétaires, la font exploiter pour leur compte.

Elle est construite et distribuée comme celle de la Butte précédemment décrite. La chute d'eau n'est que de 35 décimètres.

Le minerai se ramasse aux environs de l'usine, à un ou deux kilomètres de distance. Il est composé de fer oxydé argileux compacte.



On le trouve disséminé dans la couche d'argile sablonneuse qui couvre toute la contrée, depuis l'Herne jusqu'à Casals, et que nous décrirons plus bas, sous le nom de *mine de fer en couche des Arques*.

Les approvisionnemens en minerai et en charbon, se font comme à la Butte, et reviennent à peu près au même prix.

Les opérations de grillage et de fondage s'exécutent de la même manière.

Le tems du roulage est de trois à quatre mois.

On consomme 8920 myriagrammes de minerai crud, et 7400 myr. de charbon, dont 380 pour les grillages.

Le produit s'élève à 1250 myriagrammes de fer forgé.

Le fer est d'aussi bonne qualité que celui qu'on fabrique à la Butte; il reçoit les mêmes façons et se débite au même prix. Il est également consommé dans le Département.

On évalue que le service de l'usine emploie 12 à 15 personnes pendant cinq mois.

Nous ne ferons aucune observation sur le petit établissement de Pechaurié. Toutes celles que nous avons exposé à l'égard de la forge de la Butte, lui étant applicable, nous nous contenterons d'y renvoyer.

## Rapport

*Sur la Forge à la catalane des Arques.*

La petite forge des Arques est sise sur le ruisseau et dans la commune de ce nom, canton de Casals, arrondissement de Gourdon.

Elle appartient à M. Rayet, qui la fait exploiter par M. Cauredon son homme d'affaire.

Elle se compose d'un fourneau de grillage, d'un foyer de fonte, d'une trompe, d'un mail avec sa roue hydraulique, et de deux magasins, l'un pour le minerai grillé et le fer forgé, l'autre pour le charbon.

L'usine travaille sept à huit mois l'année, mais avec des interruptions. Le cours d'eau est abondant ; la chute de 39 décimètres.

Le minerai se tire partie des environs de l'usine, partie de Montelera. Celui qu'on trouve en ce dernier endroit est le plus riche que fournisse la couche argileuse qui recouvre toute cette contrée. C'est un oxyde de fer limoneux, compacte. Il rend un peu plus de fer que ceux qu'on traite à la Butte et à Pechaurié.

Les mines sont exploitées par des ouvriers aux gages de la forge. L'extraction et le transport occupent quatre individus pendant huit mois. Le minerai revient à 17 centimes le myriagramme.

Il perd un peu moins des deux cinquièmes de son poids par le grillage et le criblage. On grille 2000 myriagrammes à la fois, et on brûle pendant l'opération 80 myr. de charbon.

Le combustible provient, soit des bois du propriétaire, soit des particuliers des environs de l'usine, qui peuvent en ramasser quelques charretées. Rendu à la forge, le charbon revient à 2 fr. 20 cent. les 5 myriag.

Les dispositions du fourneau, des trompes et du mail sont, ainsi que la méthode de fondre, les mêmes qu'aux forges de la Butte et de Pechaurié.



On consomme 17900 myriagr. de minerai crud, et 19220 myriagr. de charbon, dont 700 pour les grillages.

Le produit de la campagne s'élève à 2750 m. de fer forgé.

Le fer se débite facilement à cause de son excellente qualité. Il est même recherché pour la confection des outils d'agriculture. Il est consommé dans le Département, et se vend 40 francs les 50 kilog.

On estime que l'usine emploie 14 individus pendant huit mois.

La forge des Arques est à tous égards supérieure aux forges de la Butte et de Pechaurié. Sa construction est plus soignée ; l'eau plus abondante ; le minerai plus riche, et les produits plus considérables. Mais ces légers avantages ne compensent point les vices de la méthode par laquelle on fabrique le fer. Nous ne répéterons point les observations que nous avons faites à l'égard de cette méthode, en traitant de l'usine de la Butte ; nous y renvoyons.

## Rapport

### *Sur les Mines de fer des Arques.*

Ces mines qui alimentent les trois petites forges à la catalane de Pechaurié, des Arques et de la Butte, sont situées à la limite des arrondissemens de Cahors et de Gourdon, partie

dans le canton de Catus, partie dans celui de Casals.

Elles consistent en une couche d'argile sablonneuse, superficielle, fort étendue, fort épaisse, et qui contient du minerai de fer disséminé.

Cette couche occupe tout le vallon où coule le ruisseau des Arques. Elle s'étend à droite et à gauche sur toutes les collines et les plateaux secondaires qui forment le bassin de ce ruisseau. Ses dimensions sont 12 kilomètres en longeur, sur 3 kilomètres de largeur moyenne. Sa surface équivaut à peu près à 36 kilomètres quarrés, et comprend en tout ou en partie le territoire des communes de Casals, Montclera, Saint-André, les Arques, Vaisse, Goujougnac, l'Herne, Canourgues et les Junies. Son épaisseur varie de 5 à 40 mètres. C'est dans le fond du vallon qu'elle est plus épaisse.

L'argile qui fait la base de cette immense couche métallifère, est tantôt d'un brun jaunâtre, tantôt d'un rouge lie-de-vin, et tantôt grise. On la voit ordinairement marbrée de ces différentes couleurs. Elle est mêlée de petits grains de quartz d'un blanc grisâtre, demi-transparente. On y aperçoit également des paillettes de mica.

La masse argileuse s'est modelée en quelque sorte sur le relief du terrain calcaire secondaire qu'elle enveloppe. On n'y distingue point d'assise. L'argile forme ordinairement les quatre cinquièmes du mélange. Dans certaines places le quartz domine, et quelquefois même s'y trouve absolument seul. Les parties uniquement sablonneuses ne contiennent jamais de minerai de fer.



La présence du minerai est annoncée par la couleur foncée de l'argile. Il est si abondant, qu'on en rencontre presque à chaque pas des fragmens épars sur le sol. On le trouve soit en rognons, soit en veines. Les rognons pèsent communément depuis 1 jusqu'à 5, 7 et 8 kilogrammes. Ils affectent des formes sphéroïdales aplaties. Leur cassure présente une suite de couches concentriques formées d'oxyde de fer argileux compacte, tantôt brun, tantôt d'un brun jaunâtre ou rougeâtre. Chaque couche est séparée par un enduit de fer oxydé terreux des mêmes couleurs. On voit de ces masses qui sont creuses à l'intérieur et cloisonnées : l'argile ferrugineuse très-fine, remplit les cavités. On trouve les rognons dispersés dans l'argile, à la distance de deux ou plusieurs décimètres. Il s'en rencontre aussi des nids dont l'exploitation est très-productive.

Les veines de minerai courent dans tous les sens et sous toutes les inclinaisons. Leur puissance varie d'un à 40 centimètres. Le minerai qu'elles renferment n'est point tout d'une pièce, mais partagé en une infinité de masses de différent volume, et dont les interstices sont occupés par de l'argile ferrugineuse très-fine. Ces masses ont la plus grande analogie avec les rognons, excepté seulement qu'elles n'affectent pas des formes aussi régulières, et qu'elles sont souvent très-volumineuses. Leur composition ne présente en général que du fer oxydé brun compacte. Les unes sont pleines, à couches concentriques ou sans couches concentriques,

d'autres sont creuses, cloisonnées ou géodiques ; dans ce dernier cas, on voit l'intérieur des cavités enduit d'une légère couche de fer hématite mamelonné, et d'un noir luisant.

On fouille les mines dans toute l'étendue de la couche argileuse. L'extraction se fait, soit à ciel ouvert, soit par puits de 3 et 4 mètres de profondeur, et qu'on abandonne dès qu'on ne trouve plus rien. On extrait annuellement 33960 myriagr. de minerai pour le service des trois forges. On peut évaluer que l'exploitation et le transport occupent 12 ou 15 individus pendant six mois de l'année ; partie sont aux gages des forges ; les autres sont des paysans qui creusent dans leur champ.

La valeur du minerai extrait et rendu aux usines, est de 5493 francs, dont 3343 fr. pour l'usine des Arques, 1250 fr. pour celle de Pechaurié, et 900 pour celle de la Butte.

Ces mines n'ont pas d'autre débouché. Elles seraient susceptibles de fournir à la consommation de plusieurs hauts fourneaux, si l'état des bois dans cette contrée avait permis ou permettait d'en établir. Mais la disette absolue de combustible s'oppose à ce que l'on puisse jamais tirer parti de l'immense quantité de minerai qu'elles contiennent. On pourrait seulement espérer de voir doubler l'extraction, dans le cas où les trois forges des Arques, de la Butte et de Pechaurié, viendraient à être réunies en une seule usine. Mais il est extrêmement probable que cet espoir ne sera jamais réalisé.



## RAPPORT

*Sur les Mines de fer de Liobart.*

Ces mines sont situées aux environs de Liobart, partie dans le canton de Gourdon, partie dans celui de Salviac, arrondissement de Gourdon.

Elles consistent en une couche superficielle d'argile sablonneuse, renfermant du fer oxydé limoneux, disséminé. Cette couche couvre une surface de 9 kilomètres quarrés, dont la commune de Liobart occupe le centre. Elle suit à peu près toutes les inégalités du terrain secondaire qu'elle enveloppe. Les couches secondaires sont horizontales, et formées de pierres calcaires coquillières. On peut les voir à découvert sur quelques pentes rapides et au fond de plusieurs ravins. L'épaisseur de la couche argileuse équivaut à 40 mètres dans les bas-fonds ; mais sur les hauteurs elle se montre rarement de plus de deux ou trois mètres.

Sa composition présente une terre d'un gris jaunâtre, d'un brun rougeâtre, ou d'un rouge lie-de-vin, et qui est souvent marbrée en grand, de ces différentes couleurs et de leurs nuances infinies. Le quartz qui lui est associé est en petits grains, et forme tantôt le quart, tantôt le tiers et tantôt la moitié du mélange. On observe des places qui ne sont composées que de sable gris ou blanchâtre. Malgré ces variations de couleur et de composition, la masse argileuse n'offre que des indices de stratification. On dirait qu'elle est le reste d'une assise beaucoup plus puissante.

On rencontre une grande quantité de minerai de fer en fragmens, épars à la surface du sol argileux. La couleur foncée de la terre annonce l'existence de celui qui est à l'intérieur. Le gisement offre deux dispositions différentes, savoir, l'une en rognons et l'autre en veines.

Le minerai en rognons se présente sous la forme de masses sphéroïdales aplaties, composées de couches concentriques, séparées entre elles par un léger enduit terreux. Leur substance est de fer oxydé limoneux compacte, ordinairement brun, mais quelquefois aussi d'un brun jaunâtre ou rougeâtre. Leur volume varie de 5 à 40 centimètres. L'intérieur est quelquefois creux ou rempli d'argile ferrugineuse très-fine. Les rognons se trouvent ordinairement par nids, ou à peu de distance les uns des autres; il en existe aussi qui sont tout-à-fait isolés, mais qui par cela même ne seraient pas susceptibles d'être exploités.

Les veines de minerai courent dans toutes les directions: elles s'étendent au plus à 10 ou 12 mètres de distance en tous sens. Leur puissance est communément peu considérable, et n'excède jamais 40 centimètres. On peut se les représenter, en imaginant une suite de rognons de minerai, pressés les uns contre les autres, et tantôt adhérens, tantôt séparés par de la terre argileuse très-fine. Les fragmens et les blocs qu'on arrache des veines sont, ou massifs et composés d'oxyde de fer brun compacte, ou bien à couches concentriques, formées de fer oxydé de différentes couleurs. Ces derniers sont souvent creux ou cloisonnés à l'intérieur.



Les cavités contiennent des oxydes de fer terreux. On y trouve aussi de l'hématite mamelonnée.

On a exploité les mines de Liobart en une infinité d'endroits, soit à tranché ouverte, soit par de petits puits. Elles approvisionnaient autrefois la forge de Groleza, située dans le Département de la Dordogne, à un myriamètre de distance. Mais depuis la destruction de cette forge, elles sont abandonnées. Le minerai qu'elles fournissent est de bonne qualité, et en si grande abondance, qu'elles pourraient suffir à la consommation de plusieurs usines. Mais il règne malheureusement dans les environs, une disette de combustible si grande et si réelle, qu'il est absolument impossible, au moins quant à présent, de tirer aucun parti de ces mines.

## RAPPORT

*Sur les indices de mine de plomb trouvés à Combecave, près Figeac.*

Ces indices sont situés dans le petit domaine de Combecave, commune, canton et arrondissement de Figeac, à deux kilomètres Nord-Ouest de la ville.

Le domaine appartient au Sous-Préfet de Figeac, M. Lavernhe, qui a fait faire quelques travaux de recherches, dont nous profiterons pour donner une idée des lieux.

Les indices se montrent sur le revers occidental d'une montagne calcaire, à sommet arrondi, à pentes douces, et qui s'allonge dans

le sens de la méridienne. L'inclinaison du revers est un peu plus forte que celle des bancs qui composent la montagne ; celle-ci est de 10 à 15 degrés vers le couchant. Toute la pente est cultivée en vignes qui sont plantées dans des débris calcaires, mêlés d'un peu d'argile sablonneuse d'un brun jaunâtre. C'est parmi ces débris et à mi-côte, qu'on a trouvé anciennement et qu'on trouve encore tous les jours, des grains et même des rognons isolés de plomb sulfuré (galène), à larges facettes. Dans de certaines années, le métayer du domaine a ramassé plus de 15 myriagrammes de cette substance, sur une étendue qui n'a guère plus d'un demi-hectare. Cette surface ayant été fouillée en plusieurs endroits, et le roc vif entamé jusqu'à la profondeur de plus d'un mètre, il nous a été permis de reconnaître qu'il existait dans cette partie de la montagne de Combecave, une véritable couche métallifère, interposée aux assises calcaires. En voici la description.

Le plan supérieur de la couche métallifère est caché par les bancs qui composent le sommet de la montagne, tandis que l'extrémité du plan inférieur est à découvert sur la pente occidentale. Cette portion est la seule qu'on puisse observer. Son épaisseur n'excède pas 1 mètre, et peut être évaluée par terme moyen, à 4 décimètres. Son inclinaison est de 10 à 15 degrés vers l'Ouest, comme les bancs sur lesquels elle repose. Elle est composée presque en totalité de zinc oxydé compacte, au milieu duquel on trouve du plomb sulfuré et de la baryte sulfatée disséminés.



Le zinc oxydé compacte (ou calamine) qui fait la base de la couche métallifère, est d'un brun jaunâtre, et se divise en masses irrégulières, poreuses et criblées de cavités. On la casse difficilement quand elle est sèche. Elle s'imbibe facilement d'humidité, et devient alors presque friable.

Le plomb sulfuré contenu dans la calamine se présente sous forme de grains, de rognons ou de veinules. Les caractères restent les mêmes, quelle que soit la figure des masses. La cassure est constamment à grandes facettes brillantes. Les grains sont gros comme un pois ou comme une noisette. Les rognons affectent une figure très-irrégulière ; il s'en trouve qui pèsent jusqu'à deux kilogrammes. La puissance des veinules varie d'un à sept centimètres ; elles occupent souvent l'épaisseur de la couche, sur 8 à 10 décimètres de longueur. C'est dans les veinules que se rencontre la baryte sulfatée. Ce minéral y joue un rôle peu important.

Il est à remarquer maintenant que le minerai de plomb ne se présente pas seulement dans la couche métallifère ; on le trouve encore disséminé dans la pierre calcaire, sous les formes précédemment décrites, mais d'un volume beaucoup moins considérable. Cette disposition ne laisse aucun doute sur l'allure de la couche métallifère, et donne lieu de conjecturer qu'il existe peut-être dans la profondeur quelque amas ou filon très-riche en minerai.

A s'en tenir à une probabilité fondée, disons qu'il est presque impossible que la couche métallifère ne s'étende pas dans l'intérieur de toute la montagne. On la voit remonter et dis-

paraître très-distinctement sous les assises calcaires du sommet. Les bancs qui servent de toit à la calamine, contiennent du minerai de plomb, comme ceux qui lui servent de chevet. La couche est parfaitement réglée dans son inclinaison, sa direction et son épaisseur. Plusieurs bancs calcaires supérieurs admettent dans leur composition une grande quantité de fer carbonaté, à en juger au moins par leur grain spathique, leur couleur jaunâtre et leur poids. Enfin, on trouve des grains de galène ou des fragmens de calamine ferrugineuse, sur tout le revers occidental de la montagne, et précisément à la hauteur où la couche métallifère vient affleurer près du domaine de Combecave. En réduisant ces probabilités à leur moindre valeur, les mineurs conviendront qu'elles sont plus que suffisantes pour motiver des recherches. Ajoutons maintenant que dans le cas où les travaux seraient couronnés d'un succès complet, l'étendue de la couche métallifère serait à peu près de 700 mètres sur 200.

Le minerai de plomb de Combecave a été analysé à Paris et en l'an 8 par Darcet père. L'essai par la voie sèche a fourni au quintal docimastique, 55 parties $\frac{1}{2}$ de plomb d'œuvre, qui ne contenait pas $\frac{1}{3000}^{me}$ d'argent.

Il faut sans doute considérer la galène comme la partie la plus intéressante de la couche métallifère ; mais elle n'est pas la seule. La calamine qui en fait la base, pourrait fixer l'attention du mineur, s'il se trouvait toutefois qu'elle fût propre à la fabrication du laiton. L'inspection des échantillons ne suffisant pas pour décider de la qualité, nous n'établirons aucun



calcul sur l'existence et la grande abondance de ce minéral à Combecave. Nous nous contenterons d'apprécier les données que nous avons recueillies, en considérant la portion de couche métallifère reconnue comme une mine de plomb.

La couche se montre à découvert sur une étendue que nous avons trouvée de 5000 mèt. quarrés environ. Son épaisseur moyenne peut être évaluée à 4 décimètres ; mais nous la réduirons à 3 décim. seulement dans le calcul.

Nous estimons qu'un mètre cube de calamine contient 6 décimètres cubes de plomb sulfuré susceptible d'être séparé par la simple rupture des masses sous le marteau.

On sait d'ailleurs que le décimètre cube de galène pèse 7 kilogrammes.

D'où il résulte que la seule portion de la couche métallifère qui est à découvert, renferme 6750 myriagrammes de minerai. Cette quantité de minerai équivaut au moins à 3375 myriag. de plomb métallique qui, à raison de 10 francs le myriagramme, produirait 33750 fr.

Ce calcul est basé sur les élémens les plus modérés et les plus rigoureux ; mais qu'on réduise, si l'on veut, le résultat d'un quart, on verra qu'il y aurait un bénéfice certain à commencer l'exploitation de la mine de Combecave, ne dût-on même recueillir le minerai que pour le livrer brut au commerce. Cette manière de le débiter pourrait être au reste très-avantageuse dans les commencemens de l'exploitation. Les potiers du Département du Lot et ceux des Départemens voisins, achètent le plomb métallique 12 francs le myriagramme.

et il leur en coûte beaucoup de tems et de bois pour réduire ce métal à l'état d'oxydation qui le rend propre au vernissage de la poterie commune.

Indépendamment du bénéfice qui résulterait de l'extraction du minerai de plomb contenu dans la portion de la couche métallifère qui est à découvert, on doit considérer que cette extraction procurerait deux avantages très-importans. D'abord elle aiderait à connaître parfaitement l'allure de la mine, et l'on saurait bientôt à quoi s'en tenir sur son prolongement sous les bancs calcaires; en second lieu, on courrait l'heureuse chance de découvrir dans les bancs inférieurs, quelque amas ou quelque filon de minerai, qui à lui seul pourrait rapporter une somme considérable.

Il est sans doute peu de mine de plomb exploitée, qui dans l'origine se soit annoncée par des indices plus favorables que ceux qu'on trouve à Combecave; mais pour ne donner absolument rien au hasard dans une affaire de cette nature, voici les conclusions auxquelles nous croyons devoir nous arrêter.

*Conclusions.*

La mine de Combecave s'annonce sous les plus heureux auspices, et mérite de fixer l'attention du Conseil des Mines de l'Empire, ainsi que celle du propriétaire du terrain où elle est située.

Les indices attestent l'existence d'une couche métallifère très-étendue, composée de zinc oxydé et de plomb sulfuré.



A ne considérer que le minerai de plomb contenu dans cette couche, il convient de s'assurer qu'elle est susceptible d'exploitation, comme cela est infiniment probable.

Les travaux de recherche pourront consister d'abord en deux tranchées d'un mètre de largeur et d'une profondeur convenable, qu'on tracera en croix, à travers le champ de vignes, où on a déjà fait quelques excavations, et qu'on suivra tant qu'il sera nécessaire. On peut avancer que les frais de ce premier travail, seront couverts par la valeur du minerai.

Si ces recherches ont un plein succès, on commencera d'exploiter dans l'étendue de la vigne, et on poussera en même-tems des galeries de reconnaissance, dans le corps de la montagne.

Si l'étendue et l'épaisseur de la couche métallifère sont trouvées suffisantes, et si sa richesse se soutient, il y aura lieu d'établir une usine pour la préparation et le fondage du minerai. Si, contre toute probabilité, il en était autrement, on aura la ressource de livrer au commerce le minerai brut qu'on aura recueilli en bouleversant la vigne.

En procédant de cette manière, il sera impossible de courir aucun risque. Les dépenses, quelles qu'elles puissent être, seront toujours couvertes, et ne pourront pas manquer de rapporter un intérêt toujours croissant.

## RAPPORT

*Sur la Mine de houille de Saint-Perdoux.*

Cette mine est située dans la commune de Saint-Perdoux (1), canton et arrondissement de Figeac.

Elle consiste en une seule couche de houille, qu'on trouve à mi-côte des montagnes qui règnent le long du vallon de Saint-Perdoux, du côté de l'ouest.

La constitution de ces montagnes annonce un terrain houiller très-pauvre : elles sont composées presque en totalité de poudingues et de grès sans empreintes. On voit parmi quelques assises de schiste argileux gris ou noirâtre. Ces différentes sortes de roches forment un système unique, dont les bancs se dirigent comme la masse des montagnes, du Sud au Nord, et qui s'inclinent au couchant de 7 à 8 degrés.

L'épaisseur de la couche de houille varie de 2 à 3 décimètres ; on trouve du schiste argileux noirâtre et impressionné, par-dessus et par-dessous ; mais c'est en couche extrêmement mince ; en sorte qu'à proprement parler elle est encaissée dans les grès. Son affleurement se montre à mi-côte des montagnes, sur une longueur horizontale de 500 mètres.

Il est vraiment fâcheux que la couche bitumineuse ait si peu d'épaisseur ; car la houille est propre à la forge et de bonne qualité.

(1) On a oublié de placer cette commune sur la carte de l'Académie. Sa position précise est dans le fond d'un vallon, entre les domaines du Puech et de Laborie, à 7 kilomètres Nord de Figeac, et 4500 Est de Cardaillac.



On ne peut pas dire que cette couche soit l'objet d'une exploitation en règle. Les différens propriétaires de la pente où l'affleurement paraît au jour, en tirent seulement quelques charretées de tems à autre.

Leur méthode d'extraction est aussi pénible qu'elle est grossière. On se contente d'enlever la houille et le schiste accompagnant, sans abattre le grès supérieur. Le mineur travaille couché sur le flanc, et place des étais de 4 à 5 décimètres de hauteur, à mesure qu'il avance. On n'a pas dû pénétrer bien avant dans la montagne à l'aide d'une telle méthode ; mais en revanche on a tâté l'affleurement, dans une grande partie de sa longueur.

Ces travaux doivent être regardés seulement comme équivalens à une recherche, et si l'on veut considérer en même-tems qu'il règne une grande régularité dans le gisement de toutes les assises qui composent le terrain houiller, on pourra raisonnablement en conclure que la couche de houille n'est pas plus épaisse dans l'intérieur de la montagne, qu'elle ne le paraît au jour.

On peut évaluer l'extraction annuelle à 300 ou 400 myriagrammes. Les fragmens de houille grasse, colante, et propre à la forge, sont vendus et consommés par les maréchaux des communes environnantes ; le reste, qui contient du schiste argileux, est vendu aux paysans, qui s'en servent pour fumer les châtaignes. Le prix moyen d'un myriagramme s'élève à 15 centimes. On ne transporte point, au reste, de

cette houille à Figeac, parce que les chemins sont trop mauvais, et que la houille des mines d'Aubin, Département de l'Aveyron, y est à grand marché.

On pourrait songer à entreprendre l'exploitation régulière de la mine de houille de Saint-Perdoux, si les bois des environs de Figeac et les mines d'Aubin venaient un jour à manquer. Jusque-là le Gouvernement n'a aucune mesure à prendre. Il n'y a point d'inconvénient à ce que les propriétaires continuent de jouir du seul avantage qu'il soit possible de tirer actuellement de la couche de houille de St.-Perdoux.

## Rapport

### *Sur la Mine de houille du Souillé.*

Cette mine est située à 200 mètres, et au nord du hameau de Souillé, commune de Saint-Perdoux, canton et arrondissement de Figeac. Sa distance de cette ville est juste d'un myriamètre.

Le vallon du Souillé se dirige du nord au midi, et verse ses eaux dans le Lot. Les montagnes qui le bordent du côté de l'orient sont primitives, tandis que celles qui règnent du côté opposé, sont secondaires. C'est dans ces dernières qu'on trouve la couche de houille unique, qui constitue la mine. Son affleurement se montre à mi côte des hauteurs et se prolonge horizontalement sur une longueur de 150 mètres.

La masse du terrain houiller est régulièrement stratifiée. Les bancs se prolongent à une



grande distance de la mine, sans éprouver aucune déviation dans leur allure. Ils se dirigent comme le vallon, du nord au midi, et s'inclinent de 12 degrés vers l'Ouest. On peut aisément observer leur nature et l'ordre suivant lequel ils alternent; car il n'en est presqu'aucun dont on ne puisse voir la tranche, en descendant de la montagne par le revers oriental.

Les poudingues et les grès impressionnés composent toute cette masse de terrain houiller. On voit seulement sept à huit couches très-minces de schiste argileux, impressionné, gris ou noirâtre, alterner avec eux dans le voisinage de la houille; mais on n'en trouve que là.

La couche bitumineuse a un mètre d'épaisseur, et s'étend parallèlement aux bancs de grès inférieurs et supérieurs. On ne peut pas dire qu'elle soit accompagnée de schiste, mais bien qu'elle en est intimement mêlée. Elle contient en outre une assez grande quantité de fer sulfuré disséminé. On ne saurait en tirer d'autre parti que pour la grille et le chauffage, car elle est sèche, brûle très-difficilement, et laisse un résidu terreux considérable.

Le propriétaire du sol où paraît l'affleurement, habite le Souillé, et se nomme *Jean Fabre*. Il afferme la permission d'extraire au nommé *Poulon de la Pourcille*, et partage le produit avec lui. Ce dernier travaille avec un seul manœuvre, et seulement de tems à autre, à proportion des demandes.

Les travaux ne méritent pas le nom d'exploitation. On doit les considérer comme une simple fouille superficielle. Ils consistent en deux galeries, excavées dans la couche de houille,

et n'ayant l'une et l'autre qu'un mètre de hauteur. La première a été poussée à 26 mètres de profondeur. On a extrait à droite et à gauche tout ce qu'on a pu tirer. Mais la qualité de la houille devenant trop mauvaise, on a fini par abandonner cette taille.

La seconde galerie, celle par laquelle on exploite actuellement, s'enfonce dans le plan de la couche, en se dirigeant obliquement à l'inclinaison. Elle n'a que 10 à 12 décimètres de hauteur, et on ne peut s'y tenir que courbé. Il a fallu établir un boisage très-serré dans le voisinage des tailles. Le toit est très-solide, mais la situation presque horizontale des couches a réclamé cette précaution. On a successivement tiré par cette galerie environ 300 mètres cubes de houille et de schiste argileux.

On peut évaluer l'extraction annuelle à 2800 myriagrammes qui se vendent à raison de 15 centimes le myriagr.

Le débit se fait dans les communes environnantes. On emploie la houille, soit au chauffage, soit à la dessication des châtaignes. Il n'existe pas d'autre débouché. On n'en porte point à Figeac, parce que les chemins sont trop mauvais, et que d'ailleurs le bois est abondant et la houille d'Aubin à grand marché dans cette ville.

Terminons en remarquant que le terrain qui renferme la mine du Souillé est trop bien découvert, pour qu'on puisse soupçonner que quelque autre couche, ou meilleure, ou plus épaisse, ait échappée à l'observation. Il n'en existe pas d'autre que celle qui est actuellement exploitée. Quant à celle-ci, on peut dire qu'elle



a été reconnue sur une étendue assez considérable, pour qu'on sache à quoi s'en tenir sur son allure, sa puissance et sa qualité ; on ne doit espérer aucune amélioration sous ces deux derniers rapports.

Il résulte de ces données, que la mine du Souillé ne peut pas être l'objet d'une exploitation régulière, au moins d'ici à long-tems. Il n'y a d'ailleurs aucun inconvénient à laisser au propriétaire la faculté de découvrir l'affleurement dans toute son étendue, par une extraction superficielle.

## RAPPORT

*Sur les Recherches de Mine de houille qui ont été faites auprès de Figeac.*

La ville de Figeac est située à la jonction des sols primitifs et secondaires, qui constituent la partie orientale du Département du Lot. Un observateur qui serait placé sur les hauteurs qui dominent la ville, apercevrait à l'Ouest un immense continent calcaire, tandis qu'il ne verrait à l'Est que des roches granitiques. L'espace intermédiaire, celui sur lequel Figeac est bâti, est composé de terrain houiller.

Ce terrain fait partie d'une bande de la même nature, qui court du Lot à la Dordogne, en se dirigeant le long des montagnes granitiques, c'est-à-dire, du midi au nord. La composition de cette bande remarquable, offre une grande uniformité, excepté du côté de Saint-Perdoux, où elle renferme deux couches de houille minces ou de mauvaise qualité. On ne rencontre

dans toute son étendue que des poudingues, ou des grès très-rarement chargés d'empreintes végétales, et de plus, quelques assises intermédiaires de schiste argileux gris ou noirâtre. On voit en plusieurs endroits, comme auprès de Saint-Céré, de la Capelle et de Cardaillac, des affleuremens très-étendus de ces couches schisteuses, dans lesquelles on n'a jamais trouvé le moindre indice de substance bitumineuse. On pourrait bien au premier abord, croire à la possibilité d'y rencontrer de la houille; mais on abandonnera bientôt cet espoir, pour peu qu'on veuille faire attention au petit nombre des couches schisteuses, à leur isolement, à leur peu d'épaisseur, et aux couleurs claires qu'elles affectent; et que, d'un autre côté, l'on considère que les bancs de grès et de poudingues prédominent partout, qu'ils sont extrêmement épais, et très-rarement chargés d'empreintes végétales.

Les indices de houille qu'on a cru découvrir, il y a quelques années, auprès de Figeac, consistent tout simplement en une couche argileuse, stérile et isolée, semblable à celles que nous venons de décrire.

Son affleurement se montre à 500 mètres à l'Est de la ville, dans le vallon du Sellé, et au pied des collines de grès et de poudingues qui bordent la rivière du côté du midi. La couche a deux mètres d'épaisseur. Elle plonge comme toutes celles de la montagne, de 15 degrés au Sud-Sud-Ouest. Elle repose sur un grès sans empreintes, et à gros grains de quartz, feldspath et mica: elle est recouverte par des assises épaisses de même nature, et qui dans la hauteur



se changent en poudingues à gros fragmens granitiques et quartzeux. Elle est composée de schiste argileux gris ou d'un gris noirâtre, à feuillets épais, et renfermant quelques empreintes de polipèdes et d'autres végétaux herbacés. Le feu n'y fait découvrir aucune trace de matière bitumineuse ou combustible.

MM. Soubeiron et Donurgue, habitans de Figeac, ont entrepris, il y a quelques années, de pousser une galerie de recherche dans cette couche schisteuse. On est allé jusqu'à 22 mèt. de profondeur; mais l'espoir qu'on avait conçu de trouver de la houille, ne s'étant paint réalisé, on a abandonné les travaux. La galerie est actuellement comblée par les éboulemens et noyée par les eaux.

Il résulte des données qui viennent d'être exposées, que la couche de schiste argileux qui se montre auprès de Figeac, dans des collines de grès et de poudingues, ne doit point être considérée comme un indice de mine de houille; et que si par la suite quelque particulier venait à demander la permission de continuer les travaux de recherche, il conviendrait de la lui refuser, en l'éclairant toutefois sur l'inutilité de sa demande, et le peu de fondement de ses espérances.

## Rapport

*Sur la Mine de houille de Cadrieu.*

Cette mine est située sur la rive droite du Lot, au pied du village de Cadrieu, commune

de ce nom, canton de Cajarc, arrondissement de Figeac.

Elle consiste en une seule couche de houille, interposée à des bancs horizontaux de pierre calcaire coquillière et de seconde formation. Toute la contrée environnante est constituée de bancs de la même nature. La pierre calcaire est d'un blanc grisâtre, dure, sonore, à cassure conchoïde, parfaitement compacte et sans aucune odeur bitumineuse. Les assises sont communément épaisses de plusieurs mètres. Celles qui contiennent la houille forment un petit plateau, élevé d'environ 50 mètres, et coupé presque à pic du côté du Lot. Le pied de l'escarpement est baigné par cette rivière. On voit paraître l'affleurement de la couche bitumineuse à 7 ou 8 mètres de hauteur au-dessus du niveau des eaux; il règne horizontalement sur une étendue de deux kilomètres en allant vers Cajarc.

On peut évaluer la puissance moyenne de la couche à 3 décimètres; il est rare qu'elle aille à 4 ou 5. Elle est composée de houille et de schiste argileux. La houille ne paraît guère que dans les endroits d'une certaine épaisseur, alors elle occupe la moitié de l'espace. Partout ailleurs on ne voit que du schiste mêlé de veinules charbonneuses.

Le schiste est gris ou d'un gris noirâtre et à feuillets minces. On y aperçoit rarement des empreintes végétales herbacées.

La houille est pesante, sèche, à cassure inégale; elle brûle difficilement, et avec une odeur fétide et tout à la fois sulfureuse; non-seulement les fragmens ne s'agglutinent pas, mais



ils se consument sans changer de forme. Ils laissent un résidu terreux considérable.

En 1786, plusieurs particuliers du Département de l'Aveyron, considérant la couche de houille de Cadrieu, comme un indice de couches inférieures de la même nature, et beaucoup plus épaisse, entreprirent de faire des recherches. M. Poussart, directeur des travaux, fit creuser au bord du Lot, un puits de 18 mèt. de profondeur, et dont l'orifice était presque au niveau des eaux. Après qu'on eut percé à grands frais trois ou quatre puissantes assises calcaires, on reconnut la folie de l'entreprise, et le puits fut abandonné.

Peu de tems après, M. Blaviel de Gréalon, imagina d'acheter aux propriétaires des terrains, où l'affleurement se distingue par une certaine épaisseur, la faculté de creuser et d'extraire; mais il n'usa point alors du privilége qu'il venait d'acquérir.

Il y a environ dix ans que plusieurs particuliers du Département du Lot, se réunirent à M. Blaviel, dans l'intention de faire une nouvelle tentative; celle-ci fut un peu moins déraisonnable que la précédente. Il fut résolu qu'on attaquerait la couche de houille elle-même. Après avoir tâté l'affleurement dans toute sa longueur, on choisit l'endroit où il paraissait plus épais. Les ouvriers excavèrent, sans entamer le roc calcaire. Il leur fallut pour cela travailler dans la position la plus pénible, c'est-à-dire, à genoux et courbés, ou bien couchés sur le flanc. On tira environ quatre à cinq mille myriagrammes de houille mêlée de schiste argileux, qui furent embarqués sur deux ba-

teaux, pour être transportés et essayés à la verrerie de Cahors. Une pluie très-abondante occasionna la perte de tous les soins qu'on s'était donné. La houille fut trempée, et l'humidité développa une fermentation dans sa masse, qui se termina par un incendie spontané. Depuis cet événement on a abandonné toute recherche.

Les entrepreneurs de la verrerie qui vient d'être fondée à Cadrieu, n'ont pas jugé à propos de renouveler les tentatives. La houille d'Aubin (Aveyron) ne leur revient qu'à 18 centimes le myriagramme, et quand bien même celle de Cadrieu serait de bonne qualité, il est évident qu'elle est en couche trop mince, pour qu'on puisse l'extraire au même prix. Les autres consommateurs du pays se trouvent précisément dans le même cas que la verrerie. Les mines d'Aubin sont trop abondantes et trop à proximité; le combustible qu'elles fournissent est de trop bonne qualité et à trop bas prix, pour qu'on doive songer à tirer parti d'une ressource aussi médiocre que celle qui a été placée par la nature à Cadrieu.

Il résulte de cet exposé, que dans l'état actuel des choses, la couche de houille de Cadrieu n'est pas susceptible d'exploitation.



# NOTICE

## *Sur les Martinets à cuivre du Département du Lot.*

Les martinets pour le cuivre sont au nombre de deux, celui de M. Dolique et celui de M. Salviac.

Martinet de M. Dolique.

Le premier porte le nom du propriétaire et s'exploite à son compte. Il est situé sur le ruisseau des Arques, commune de l'Herne, canton de Catus, arrondissement de Cahors.

Il consiste en un atelier de fondage et de travail, deux roues hydrauliques et leurs dépendances, un magasin au charbon, un magasin pour les cuivres, et une maison pour le fondeur.

Les approvisionnemens de charbon se font avec une grande difficulté, à cause de la rareté des bois dans cette contrée. On l'achète charretée par charretée, de tous les particuliers qui veulent en conduire à l'usine. Il se paie 48 centimes le myriagramme.

On fond de vieux ustensiles de cuivre qui s'achètent du commerce, à raison de 3 fr. 70 c. ou 3 fr. 80 cent. le kilog. On mêle cette matière première avec un tiers de cuivre rosette de Mansfeldt, qui se paie $4^{fr},05^{c}$ ou $4^{fr},10^{c}$. On estime le prix moyen des matières premières à 4 francs le kilogramme.

Le cours d'eau peut alimenter l'usine pendant dix mois de l'année: c'est à peu près la durée ordinaire du roulage. Les deux roues hydrauliques sont à palettes. Les soufflets sont

cylindriques et en cuir. Le marteau pèse 125 kilogrammes.

Le travail occupe deux ouvriers, savoir, un fondeur et son aide. Leurs salaires réunis montent à 1800 fr. On passe à peu près 4 pour $\frac{0}{0}$ de déchet au fondeur.

On consomme annuellement 840 myriagr. de cuivre à fondre, et 1200 myriagrammes de charbon. Le produit est de 800 myriagr. de cuivre ouvré, dont le prix moyen va à 5 fr. 30 cent. le kilog. On ne fabrique du reste que des marmites et autres ustensiles de ménage.

Le Département consomme à peu près tout le résultat de la fabrication.

Nous terminerons en observant que l'usine appartient à un homme riche, éclairé, et qui n'a rien épargné, soit pour la solidité des constructions, soit pour porter la fabrication à son maximum.

Martinet de Salviac.

Le martinet de Salviac dépend de la commune et du canton de ce nom, arrondissement de Gourdon.

M. Pradier, copropriétaire, est tout à la fois exploitant et fermier.

La construction de l'usine, la manière de faire les approvisionnemens, sont les mêmes qu'au martinet précédent; mais le roulage ne peut pas durer au-delà de six mois.

On consomme annuellement 575 myriag. de vieux cuivre et de rosette qui reviennent à 4 fr. le kilog. et 825 myriag. de charbon qui se paient 47 centimes le myr.

Le produit s'élève à 550 myriagrammes de cuivre martiné qu'on livre au prix de 5 fr. 30 c. le kilog. On débite le résultat de la fabrication, soit dans le Département du Lot, soit dans celui de la Dordogne.



On ne peut faire d'autre observation sur l'usine de Salviac, sinon qu'elle a à peu près atteint le maximum de fabrication.

## NOTICE

*Sur les Verreries, Faïenceries, Poteries, Briqueteries, Tuileries, et Fours à chaux du Département.*

---

### §. I.

*Des Verreries.*

Il y a deux verreries dans le Département. Elles sont en activité. On les chauffe avec de la houille qui provient des mines d'Aubin, dans l'Aveyron. Leur position sur les bords du Lot, rend l'arrivage des matières premières et l'expédition des produits, extrêmement faciles.

La verrerie de Cahors est la plus ancienne. Elle a été fondée en 1791, par M. Lambert, ancien Contrôleur des Finances. L'emplacement qu'elle occupe est celui des ci-devant Jacobins, qui est situé à la porte de la ville. Elle cessa d'être en activité bien peu de tems après sa fondation; mais les travaux ont repris depuis qu'elle est passée entre les mains de la dame Valette et de M. Valette son frère. Nous avons fait connaître dans des tableaux tous les détails qui concernent cette verrerie. La

guerre actuelle contrarie singulièrement ses opérations. Il y a plus de 300 mille bouteilles en magasin.

La verrerie de Cadrieu, près Cajarc, arrondissement de Figeac, ne date que de 1803. Elle est très-favorablement placée pour le combustible ; car elle confine le Département de l'Aveyron. La main-d'œuvre y est également à un prix modéré ; malgré cela cette nouvelle entreprise languit, faute de pouvoir débiter ses produits. La paix seule peut la mettre à même de profiter des avantages de sa position.

## §. II.

Il existe quatre faïenceries dans le Département, savoir, trois à Montauban et une à Ardus, commune de Capdeville, canton de Montauban. Les fabricans sont MM. Viers, Garrigue et Quinquiry, et M. Duval de Monmilau à Ardus. Chaque faïencerie fait un secret de ses procédés, et nous n'avons pas même pu savoir au juste la quotité de sa fabrication.

La faïencerie est d'assez bonne qualité. On la fait avec du sable et de l'argile grise ou jaunâtre. On emploie du plomb, de l'étain, du manganèse, et du muriate de soude pour la couverte. On suit à peu près les procédés connus.

Du reste, ces établissemens sont peu importans et languissent faute de débit. La facilité qu'on a dans les Départemens voisins, de se procurer des terres plus communes à grand marché, et la mode qui fait préférer la poterie de terre de pipe, nuisent aux succès des faïenceries



ceries de Montauban, et finiront même peut-être par les forcer de mettre à bas, ou de changer le genre de fabrication.

## §. III.

On fabrique dans le Département du Lot, une très-grande quantité de poterie, brune ou rougeâtre, extrêmement commune. Malgré toutes nos recherches, il nous a été impossible de savoir le nombre exact des fabriques. Le rôle des patentes ne fait mention que de 24 ; mais il en existe 20 dans la seule commune d'Usech, qui ne sont point portées sur le rôle. Nous estimons qu'il faut en évaluer le nombre total à 70. Nous avons calculé un tableau sur cette base et sur les suivantes, qui sont le résultat d'un assez grand nombre d'observations. Chaque fabrique fait au moins six fournées par an, et on cuit à peu près 500 pièces chaque fois, terme moyen ; ce qui porte la quotité de fabrication à 210,000 pièces. Ce résultat paraîtra très-modéré si on le compare à la population du Département. Les procédés sont les mêmes partout. On vernisse avec de l'oxyde de plomb. Chaque potier est obligé de faire lui-même celui qu'il emploie. Le plomb métallique s'achète du commerce à 120 centimes le kilogramme ; on le calcine dans des marmites de fer. Cette opération est très-longue, très-coûteuse, et sur-tout très-malsaine.

## §. IV.

### *Des Briqueteries et Fours à chaux.*

Le nombre des briqueteries et tuileries passe sûrement 70 ; mais nous nous arrêtons à ce nombre, parce que c'est celui qui résulte de la vérification du rôle des patentes, et que nous n'avons pas de données sûres pour fixer sa véritable quotité. Les $\frac{5}{6}$ des briqueteries cuisent aussi de la chaux. Chaque four contient, terme moyen, 14 milliers de briques et tuiles, et un peu plus de 1600 myriagrammes de chaux. Les fours simples tiennent environ 16 milliers de tuiles ou briques. On peut calculer sur cinq cuites par an.

Les fours à chaux simples sont assez rares dans le Département, nous n'avons pu en découvrir que neuf, tous situés le long de la rivière du Lot. Ils cuisent avec la houille d'Aubin. La capacité du fourneau présente, comme partout, la forme d'un cône renversé. Leur produit peut être évalué au total à 72000 myriagrammes de chaux, dont la qualité est un peu inférieure à celle qui sort des fours à briques.



# NOTICE

## *Sur les Carrières du Département du Lot.*

## §. I.

### *Carrières de marbre.*

Il n'existe que deux carrières de marbre dans le Département. Elles sont situées près de la ville de Saint-Céré, arrondissement de Figeac, savoir, l'une à Marbrière et l'autre à Cahus. La première est abandonnée depuis long-tems. L'exploitation de la seconde ne fait que de commencer : elles sont au reste de nature très-différente. Celle de Cahus fournit un marbre serpentine de couleur verte, tandis que celle de Marbrière offre une pierre calcaire compacte, d'un rouge de sang, traversée par des veines blanches.

#### *De la Carrière de marbre serpentine de Cahus.*

Elle est située dans la commune de Cahus, canton de Bretenoux. Sa position précise est entre le village de Cahus et la Grange-de-Montfren, au lieu dit *le Pech Cardaillac*.

La roche serpentineuse se montre sur le revers méridional de la montagne primitive qui borde le vallon où coule le Cer ; le faîte de cette montagne est élevé de 260 mètres environ au-dessus de la rivière. Les roches composantes sont en couches verticales, et dirigées au Nord-

Ouest. Le granite schisteux ou feuilleté, à grains fins, en fait la base. On voit aussi quelques bancs intermédiaires de granite gris, massif, à gros ou à petits grains. Il n'y a qu'un seul banc de serpentine; sa puissance est de 26 mètres. Il est parallèle aux roches environnantes et s'enfonce comme elles dans le corps de la montagne. On ne peut pas le suivre dans son prolongement, parce que la terre végétale recouvre toute la hauteur et la pente opposée.

La serpentine est divisée en blocs informes, dont la surface est recouverte, tantôt d'un enduit stéatiteux blanchâtre, tantôt de filets d'asbeste, et tantôt saupoudrée de fer oxydulé en grains excessivement fins.

Dépouillée de son écorce, la pierre est d'un vert olive ou d'un vert pistache, avec des veines d'un vert noirâtre et quelquefois rougeâtres. La cassure est parfaitement compacte, et laisse apercevoir dans certaines masses, une infinité de petites veinules d'asbeste dur, d'un blanc verdâtre et satiné, croisées dans tous les sens. Les blocs du reste ne sont ni verreux ni fendillés.

L'existence de ce marbre était ignoré, lorsque M. Caurobert de Saint-Céré en adressa des échantillons au Conseil des Mines de l'Empire, vers la fin de 1804. Le Conseil fut consulté à la même époque, par S. Ex. le Ministre de l'Intérieur, sur la proposition faite par M. Bailly, Préfet du Département du Lot, d'accorder un fond d'encouragement à M. Caurobert. Il fut reconnu que la serpentine avait toutes les qualités requises pour être exploitée avec avantage; mais les circonstances ne permirent pas au Gouvernement d'accorder aucun fond. M. le Préfet se contenta de donner un léger secours, et huit mois après les frères Pyranèsi de Paris, reçurent plusieurs blocs; dont un entre autres servit à faire un dessus de table très-beau, qui est actuellement chez S. Alt. le Grand-Duc de Berg. Depuis M. Caurobert s'est associé avec M. Thomas Dequenne (demeurant rue des Tournelles, no. 25, à Paris), et la carrière a été ouverte dans les règles.



C'est vers la fin de 1805 et pendant 1806, que l'extraction a eu lieu: elle durerait encore sans la guerre. On a attaqué la couche au sommet de la montagne. La pente étant très-rapide et inculte, il a été très-facile de se débarrasser des déblais. On ne trouvait d'abord à la surface que de très-petits blocs; mais leur volume a augmenté dans la profondeur, et on a fini par en tirer plusieurs ayant jusqu'à 2 mètres cubes, et bien sains d'ailleurs dans toutes les parties. L'excavation présente un vide de 240 à 260 mètres cubes.

L'extraction a produit 268 blocs de toute grandeur, taillés en parallélipipèdes, et faisant ensemble un peu plus de 38 mètres cubes.

Ce travail a occupé 10 à 12 ouvriers pendant plusieurs mois. On a dépensé environ 6000 fr. Le mètre cube est revenu à 45 fr. d'extraction.

Tous les blocs ont été conduits au port d'Extreix, sur la Dordogne, par un mauvais chemin de traverse, dont le développement est de 7 kilomètres. Le transport a coûté 30 fr. par mètre cube. On attend la paix pour embarquer les blocs sur la Dordogne, et les expédier ensuite de Bordeaux pour Paris. Il coûtera 18 fr.

par mètre cube jusqu'à Souillac, et 210 francs jusqu'à Paris.

Tous les rapports sous lesquels on peut considérer la serpentine de Calus, lui sont favorables.

La pierre ne laisse rien à désirer quant à sa couleur, sa solidité, et la faculté de recevoir un beau poli: elle a été jugée, soit par le Conseil des Mines de l'Empire, soit par les meilleurs artistes de Paris.

Le volume des blocs a augmenté successivement, à mesure qu'on s'est avancé dans le corps de la montagne. On a extrait des masses de deux mètres cubes; ce qui fait espérer qu'on en trouvera par la suite de plus considérables, et qu'il sera possible de tailler des fûts de colonne d'une seule pièce.

On sait que la serpentine est susceptible d'un emploi extrêmement varié. Elle est plus propre que toute autre sorte de marbre à la décoration intérieure des grands édifices.

Le pied de la carrière est baigné par la rivière du Cer, dont les eaux sont très-abondantes, et font tourner un grand nombre de moulins à blé. Il serait possible de convertir un de ces moulins en atelier de sciage et même de polissage. On pourrait alors expédier une partie de la serpentine toute travaillée.

La distance à la Dordogne est peu considérable. On pourrait, sans beaucoup de frais, tracer un nouvea chemin qui suivrait le vallon du Cer, et qui serait beaucoup plus court que celui dont il faut se servir actuellement.

On a la faculté d'expédier les produits de la



carrière aux moindres frais possibles, puisqu'ils peuvent être embarqués presqu'immédiatement sur la Dordogne, et transportés ensuite par mer.

Enfin si on veut calculer seulement, d'après les données précédentes, on verra que dans les circonttances les plus défavorables à la carrière de Calus, le mètre cube de serpentine, ne reviendrait qu'à 303 francs rendu à Paris. Or, on sait que c'est à peu près le prix du marbre le plus commun. Mais la serpentine a une valeur beaucoup plus considérable; en la supposant seulement égale à celle du marbre blanc de Cararre, on pourrait la vendre 600 fr. le mètre cube, et retirer par conséquent plus de 80 pour $\frac{0}{0}$ des avances en tout genre.

D'après toutes les données qui viennent d'être exposées, nous nous croyons autorisés à conclure que l'exploitation de la carrière de marbre serpentine de Calus, ne pourra être que très-avantageuse, soit pour les entrepreneurs, soit pour le Département, soit pour le commerce en général. Les entrepreneurs retireront à coup sûr un intérêt considérable de leur mise de fonds; le Département verra une nouvelle branche d'industrie s'ouvrir dans son sein; et le commerce aura à sa disposition une matière première jusqu'ici très-chère et très-rare, et que les arts de luxe s'empresseront de mettre en œuvre dès qu'ils pourront l'obtenir à un prix modéré.

*De la Carrière de marbre calcaire située à Marbrière.*

Cette carrière est placée sur le bord d'un plateau scondaire, près du village de Marbrière, canton de Saint-Céré, arrondissement de Figeac.

Nous renvoyons à ce que nous avons dit du gisement de ce marbre, dans la première Partie de ces Mémoires. Il suffira de rappeler qu'il est d'une pâte calcaire très-fine, parfaitement compacte, et d'un beau rouge de sang. Les veines sont nombreuses, et composées de calcaire blanc spathique. La pierre reçoit un beau poli dans tous les sens. Les blocs sont d'un volume qui les rendrait propres à toute sorte d'emploi; on a taillé autrefois dans la carrière des colonnes de 4 à 5 mètres de hauteur. Mais le marbre a malheureusement un défaut qui compense tous les avantages précédens, c'est celui d'être verreux. On ne peut le travailler qu'en remplissant les cavités, soit avec du mastic, soit avec des fragmens de même nature. Cet inconvénient, joint à la grande difficulté du transport, a fait abandonner l'extraction il y a environ 30 ans.

L'exploitation de la carrière n'a duré que quelques années. Elle avait été entreprise par un marbrier qui vint s'établir à Saint-Céré. Le vide occasionné par les travaux, est à peu près de 180 mètres cubes. Les Églises de St.-Céré sont décorées avec le marbre qui en est sorti. Il paraît qu'on a fait de vains efforts pour en débiter hors du pays.



Terminons en disant que les défauts de la pierre sont trop apparens, et la position de la carrière trop défavorable quant au transport, pour qu'un entrepreneur raisonnable soit jamais tenté de relever l'exploitation.

## §. II.

*Des Carrières à meules de moulin.*

Il n'existe de carrières à meules que dans l'arrondissement de Cahors. Elles sont au nombre de trois, savoir, une à Cabrerète, canton *idem*, et deux autres à Saint-Cirq, canton du même nom.

La carrière de Cabrerète est taillée dans un de ces amas que nous avons décrits dans la première Partie, et qui se forment au pied des plateaux calcaires par le concours des éboulemens et des concrétions tuffeuses. La roche dont on fait les meules est une brèche à fragmens de pierre calcaire grise, liés par un ciment de tuf jaunâtre. Elle est dure, quoique imparfaite, c'est-à-dire, remplie de cavités. Les meules ont 16 décimètres sur quatre. On extrait annuellement 30 ou 40 meules qui se débitent dans le Département, et qui se vendent 140 ou 160 francs la pièce. La majeure partie est embarquée sur le Lot. L'extraction occupe cinq à six ouvriers pendant une partie de l'année seulement.

Les deux carrières de Saint-Cirq ne sont pas de la même nature. L'une est absolument sem-

blable à celle de Cabrerète. L'autre est taillée dans des masses de grès quartzeux tertiaire qu'on trouve isolées dans des sables, sur le plateau calcaire qui est au midi de Saint-Cirq. On extrait de la première environ 60 meules, qui s'expédient sur le pied de 170 francs. La seconde fournit annuellement 25 à 30 meules qui sont vendues au même prix. Le voisinage du Lot rend le transport facile et peu dispendieux.

### §. III.

*Des Carrières de pierre de construction.*

Il en est dans le Département du Lot comme dans tous les pays, où le roc vif se montre à la surface du sol, ou se trouve à une petite profondeur. Chacun fouille à sa proximité pour avoir les matériaux de construction qui lui sont nécessaires. Il n'y a peut-être pas de petit village qui n'ait sa carrière; mais on imagine aisément qu'il n'en existe de vraiment remarquable qu'auprès des communes d'une certaine population.

La pierre calcaire secondaire entre pour trois cinquièmes dans la masse des constructions du Département. La brique, les grès, les roches granitiques, la pierre calcaire marneuse et les galets, composent les deux autres cinquièmes.

Les deux tiers des habitations sont couvertes en tuiles; l'autre tiers l'est en pierre calcaire feuilletée, à feuillets très-épais, et quelquefois



en granite schisteux : ces deux sortes de roches ne sont employées que par les habitans des campagnes.

Nous estimons qu'il faut porter le nombre des carrières de quelque importance à 100 environ, et que le produit total de l'extraction annuelle peut être évalué à 12,000 mètres cubes, dont le prix moyen n'est pas moindre de 6 francs le mètre. L'abattage et la taille n'occupant les ouvriers qu'une partie de l'année, il ne faut compter que sur 240 individus employés à ce travail.

Les carrières les plus remarquables sont celles de Septfond, Montricoux, Ciensac, Craissac, Boussac et Gourdon.

Celles de Gourdon fournissent un grès quartzeux gris, rouge ou jaunâtre, qui est d'excellente qualité quand il est bien choisi. Les autres carrières donnent une pierre calcaire grise ou blanchâtre, excellente à employer lorsqu'on veut faire des constructions durables. On s'en sert également dans les constructions ordinaires pour tailler les voussoirs, corniches et travées, les montans et appuis des fenêtres et des portes, les pierres des angles, les seuils, etc. etc.

La carrière de Boussac est la seule dont les produits ne soient pas consommés en totalité dans le Département : elle expédie annuellement par le Lot, 40 ou 60 mètres cubes de pierre calcaire, taillée sous forme de dales à paver, marches d'escalier, appuis de fenêtres, etc. etc. Le prix moyen du mètre cube

est de 15 francs sur les lieux. Le débit était plus considérable autrefois. C'était principalement à Bordeaux que la consommation avait lieu.

§. IV.

*Carrière de terre à pots de verrerie, de Nuzejouls.*

Cette carrière est entre les métairies de Brugas et de Galdon, à deux kilomètres au Nord de Nuzejouls, canton de Catus, arrondissement de Cahors.

Les travaux d'extraction sont circonscrits autour d'un petit tertre de quatre à cinq hectares de surface, et qui est situé sur un plateau de pierre calcaire secondaire en couches horizontales. On doit considérer ce tertre comme un lambeau des terrains de troisième formation. Il est composé des couches horizontales suivantes, savoir, en commençant par l'assise inférieure :

| | |
|---|---|
| Galets quartzeux mêlés de quelques fragmens de trap noir. . . . . | 20 à 30 décimèt. |
| Sable quartzeux mêlé d'argile noire pyriteuse. . . . | 4 |
| Argile glaise, grise, qui fait l'objet de l'exploitation. | 15 à 20 |
| Argile jaune et grise renfermant quelques rognons de fer oxydé brun. . . . . | 50 à 60 |



| | |
|---|---|
| Gravier quartzeux mêlé de terre noire. . . . . | 2 centimètres. |
| Galets. . . . . | 5 décimètres. |
| Gravier quartzeux roussâtre. . . . . | 3 |
| Gravier gris mélangé de quartz et de feld-spath. . . | 1 |
| Gravier quartzeux roux. . | 3 |
| Gravier gris mêlé de feld-spath. . . . . | 9 |

L'exploitation de la couche de glaise se fait à ciel ouvert. Il faut percer un peu plus de 7 mètres pour y arriver. On creuse à cet effet une fosse quarrée de 3 mètres de côté. A mesure qu'on descend, on a soin d'étançonner en plaçant quelques pièces de bois en travers. On extrait la glaise qui est au fond du puits, et on pousse ensuite, à partir des angles, quatre galeries de quelqnes mètres de longueur. On finit l'exploitation en recoupant les massifs laissés entre chaque galerie, et en enlevant même le boisage des tailles. Tout ce travail doit être exécuté pendant la belle saison ; car aussitôt que les pluies surviennent, le terrain s'éboule entièrement.

Ce sont les propriétaires du sol qui exploitent. Ils sont au nombre de huit ou dix, travaillant de société.

L'extraction annuelle monte à 11 ou 12 mille myriagrammes, qui se vendent à raison de 26 centimes le myriagramme. L'argile cassée en

gros fragmens est mise et expédiée dans des barriques du poids de 250 kilogrammes. Le fût coûte 2 fr. 50 cent.

Les lieux de débouché sont les verreries de Cahors et de Cadrieu, celles de Carneaux et de la Grésigne, dans le Département du Tarn, enfin celles de Bordeaux. Une partie de la terre est embarquée sur le Lot, l'autre suit les grandes routes.

Le commerce de l'argile de Nuzejouls roule sur une somme de 3 à 4 mille francs, dont les deux tiers restent aux propriétaires exploitans.



# EXTRAIT

*Du Mémoire de* MM. Mouchel, *de l'Aigle, Département de l'Orne, sur la fabrication du fil de fer et d'acier* (1).

La fabrique de MM. Mouchel, située à l'Aigle, Département de l'Orne, est une des plus considérables de France ; elle fournit par an, pour les cardes seulement, 100 milliers (ancien poids) de fil de fer, dont une partie se consomme dans les Départemens, et l'autre est exportée en Portugal, en Espagne, en Italie, et même aux Échelles du Levant. Le voisinage de Paris, de Rouen et des ports de mer, lui assure un débit constant de ses produits.

L'attention du fabricant doit se porter d'abord sur le choix des matières premières. Aussi MM. Mouchel se sont-ils attachés à se procurer les meilleurs fers ; il en est peu d'espèces provenant des diverses fontes, qu'ils n'aient soumis à leurs recherches. Ils ont adopté ceux des Départemens de l'Orne et de la Haute-Saône comme offrant le plus d'avantages.

(1) La Société d'Encouragement, voulant donner une marque de satisfaction à MM. Mouchel, pour la bonne qualité des fils de fer et d'acier qu'ils ont envoyés au concours, leur a décerné une médaille d'argent dans sa séance générale du 11 mars 1807. Le Mémoire qu'ils ont adressé renfermant des détails précieux sur la fabrication du fil de fer, nous avons jugé qu'il serait utile de le publier par extrait dans ce recueil.

Avec les premiers ils sont parvenus à faire les meilleurs fils pour les stores, les vis, les clous et les épingles, tant à cause de leur dureté, que de leur beau poli qui les rapprochent des fils d'acier; voilà en quoi ils sont supérieurs aux fers de la Haute-Saône. Mais sous le rapport de la ductilité, ces derniers ont atteint jusqu'à ce jour l'extrême finesse, et ils paroissent encore plus exempts des matières hétérogènes. Cependant les autres pourraient s'en rapprocher beaucoup, si l'on apportait quelques modifications dans l'extraction et le choix des mines.

MM. Mouchel ont réuni dans leurs ateliers les fers des deux Départemens; ceux de la Haute-Saône leur ont donné des résultats satisfaisans, quoiqu'ils aient aussi présenté des difficultés. Ils ont été contraints de s'approvisionner à plusieurs forges qui leur ont fourni des fers de qualités différentes; cette variété peu importante dans beaucoup d'autres emplois, devenait extrêmement préjudiciable à l'unité et au perfectionnement des procédés délicats de la fabrication du fil de fer. Cet obstacle, et la persuasion qu'ils avaient d'obtenir ces fers encore plus purs, ont déterminé les auteurs à s'affranchir de la dépendance des maîtres de forge.

Ils se sont procuré une forge située dans le Département de la Haute-Saône, près des meilleurs fourneaux, et l'ont confiée à la surveillance d'un maître de forge très-instruit (1).

(1) Il fait aussi valoir dans le pays des tréfileries pour le compte particulier de MM. Mouchel.

Les



Les fontes forgées, affinées et martinées, n'ayant presque plus de déchet à éprouver, se transportent à peu de frais jusqu'à l'Aigle, par les rivières et les canaux.

Quand le fer est rendu à la tirerie en vergette crénelée d'environ un centimètre de diamètre, il est mis de suite en fabrication. Quoiqu'il soit déjà beaucoup étiré par le martelage, on le passe avant tout quatre fois à la filière; alors ses molécules, disposées en long, présentent les fibres à leur plus grande extension. Pour lui donner la faculté de s'allonger de nouveau, on fait disparaître ces espèces de nerfs à l'aide du calorique qui les écarte et les divise; et ensuite on peut encore réduire le fil de trois numéros; on fait disparaître par une seconde exposition au feu, les fibres que cette opération a rétablies; on la réitère jusqu'à cinq fois; le fil parcourt par conséquent quinze numéros, après lesquels une seule exposition au feu suffit pour lui en faire passer six autres, et alors il est réduit à la grosseur d'une aiguille à tricoter. Quant au fil d'acier beaucoup plus dur, on lui donne quarante-quatre numéros, et on le recuit de deux en deux.

Jusques-là on tire le fil avec la tenaille ou la bobine. Cette dernière, inventée par l'aïeul de MM. Mouchel, est un cylindre adapté aux axes des arbres, et qu'on emploie pour éviter la morsure des tenailles.

Le recuit ou l'exposition au feu qu'il faut donner au fil est proportionné à son diamètre, en raison duquel le calorique pénètre plus ou moins promptement jusqu'au centre: d'ailleurs, lorsqu'il est dilaté convenablement,

chaque grosseur présente une couleur particulière que l'ouvrier a soin d'observer.

Si le degré de chaleur n'était pas assez élevé, le changement d'état mécanique des molécules ne s'achèverait pas; elles conserveraient, pour ainsi dire, la disposition qu'elles ont après avoir passé une première fois à la filière; elles atteindraient plutôt leur extrême allongement; on en détruirait donc l'agrégation pour faire arriver le fil à sa finesse ordinaire, il casserait à chaque instant, et il ne serait plus possible ensuite de lui rendre sa ductilité à l'aide du calorique, parce que l'affinité ne pourrait plus maîtriser ses parties trop écartées.

Si la chaleur à donner est trop forte, la cause contraire produirait le même accident: les molécules trop désunies ne pourraient plus résister à la tension qu'on fait éprouver au fil pour l'étirer; il s'ensuivrait qu'il s'allongerait non-seulement au trou de la filière, mais aussi dans toute sa longueur, il se romprait et ne conserverait pas de corps.

Les auteurs emploient pour recuire, un fourneau vaste et élevé; des barreaux de fonte y soutiennent le fil au milieu des flammes. Il en contient sept milliers divisés par portions égales de chacun des numéros; on les y range de manière que les plus gros reçoivent la chaleur la plus forte; il résulte de là que le tout est recuit également et en même-tems. L'opération dure trois heures par un feu bien entretenu, et l'on doit juger qu'elle ne peut se faire plus en grand. MM. Mouchel ont cependant reconnu plusieurs imperfections à ce fourneau, parce qu'il laisse le fil exposé au contact de l'air atmosphérique, dont l'oxygène se fixe dessus avec une avidité extrême; il en résulte un déchet considérable d'oxyde, et une opération dispendieuse pour l'enlever, qui consiste à battre les paquets sous un marteau de bois mu par l'eau. Malgré cette précaution, il reste souvent une partie de l'oxyde adhérant à la surface du métal, il raie les filières, se fixe sur le fil, lui donne une couleur terne, et le fait casser dès qu'il a atteint une certaine finesse.



Les auteurs ont cherché pendant long-tems à remédier à ces inconvéniens, et ils y sont enfin parvenu en imaginant un nouveau fourneau (voyez *planche V, fig.* 1). Il est rond, et a un mètre six décimètres environ de diamètre, sur un mètre huit décimètres de hauteur, non compris sa voûte parabolique, surmontée d'une cheminée. L'intérieur est divisé par des grilles en trois parties; la première est le cendrier *b*; la seconde le foyer *c c*, et la troisième l'espace où l'on glisse un rouleau de fil, pesant cent cinquante kilogrammes, qui est renfermé dans l'espace *gg* (compris entre deux cylindres de fonte), de manière que les flammes circulent autour du premier *ff*, et dans l'intérieur du second *e*; ce qui met le fil à l'abri du contact de l'air atmosphérique. Le diamètre du plus grand cylindre est d'environ un mètre quatre décimètres; celui du second d'un mètre; ainsi l'espace compris entre les deux est de deux décimètres sur une hauteur de cinq décimètres. Il faut plusieurs paires de cylindres, parce que pendant que l'une est dans le four, on en prépare une autre à recevoir un nouveau rouleau de fil. On les remplace d'heure en heure à l'aide

d'un long levier en fer *u u*, avec lequel un seul homme les pousse et les tire facilement. On a grand soin de ne pas ouvrir de suite la paire de cylindres qu'on sort du four ; car le fil qu'elle renferme étant encore rouge, s'oxyderait tout autant que s'il eût été chauffé au milieu des flammes, sans nulle précaution. L'ouverture ménagée pour le passage est latérale, et a une porte en fonte *o* à coulisse qui tourne autour du four ; le foyer en a une à peu près semblable ; celle du cendrier est verticale, afin qu'on puisse l'élever pour activer le feu à volonté.

## *Explication de la Planche V.*

*Fig.* 1. *a, a, a, a*, coupe du fourneau avec sa cheminée. *b*, cendrier. *c, c*, foyer. *d*, porte du foyer placée à l'opposite de celle du cendrier. *e*, intérieur du petit cylindre. *f, f*, parois extérieures du grand cylindre. *g, g*, espace compris entre les deux cylindres où le fil de fer est renfermé. *h*, ouverture qui facilite le passage de l'air et de la flamme. *i, i, i, i*, rebords de la plate-forme qui sont lutés pour empêcher l'admission de l'air entre les deux cylindres. *k*, ouverture inférieure pour le passage de la flamme dans le cylindre, plus grande que l'orifice supérieur. *l*, crochet servant à tirer les cylindres du fourneau, et qui fait corps avec la plate-forme. *m, m*, section de l'ouverture pratiquée pour le passage des cylindres. *n, n, n, n*, coulisses circulaires pour la porte de la dite ouverture. *o*, section de la porte. *p, p*, grille soutenant la plate-forme. *q, q*, surface en fonte sur laquelle glisse le cylindre. *r*, cylindre retiré du fourneau. *s*, chaîne destinée à tirer le cylindre. *t*, cabestan. *u, u*, levier servant à faire entrer le cylindre. *v, v*, dents pour servir de point d'appui.



*Fig.* 2. Vue horizontale des cylindres rabattus sur la plate-forme.

Ces détails suffisent pour faire connaître les avantages de ce fourneau. Son entretien est à la vérité plus coûteux que celui du premier, mais il en dédommage suffisamment par le grand déchet et l'opération de l'épaillage qu'il évite, et enfin par la qualité du fer qu'il conserve.

MM. Mouchel emploient ce fourneau pour tous les fils destinés aux cardes, et ils ne font usage du grand que pour les fils d'acier ou de fer du Département de l'Orne, moins susceptibles de s'altérer ; d'ailleurs comme plus durs, ils sont moins attaqués par l'oxygène. Afin de diminuer le déchet que le grand fourneau pourrait occasionner, les auteurs ont imaginé un nouveau procédé qui consiste à tremper les paquets dans un bassin d'argile délayée, lorsqu'on les met au four ; on les y laisse sécher avant d'allumer le feu, sans quoi cette terre s'écaillerait avant que le fer soit refroidi.

Il est inutile d'entrer dans de plus grands détails, relativement à l'opération du recuit.

Les auteurs se servent de deux sortes de filières, de grandes et de petites ; les unes pour le fil de la tréfilerie proprement dit, dont il a déjà été question ; les autres pour les fils qui peuvent être tirés à bras, que nous ferons connaître plus bas. L'acier qu'on emploie pour ces filières ne varie jamais de qualité : on fait seulement affiner

davantage celui destiné aux petites filières : du reste, la manière de le preparer est commune aux deux espèces.

On dispose à la forge des pièces de fer en forme de boîte sans couvercle, et du poids qu'exige leur emploi ; l'ouvrier remplit chacune de ces boîtes de potin ou acier de fonte, appelé vulgairement *acier sauvage ;* l'ayant recouverte d'un lut d'argile, il l'expose à un feu violent, jusqu'à ce que l'acier soit fondu. Son art consiste à saisir le moment où la fusion est achevée, pour retirer la filière du feu ; il enlève le lut et souffle sa matière avec un tube, afin d'en chasser toutes les parties hétérogènes, puis il l'amalgame au fer à petits coups de masse. Après le refroidissement, il la remet au feu, où la fusion s'opère de nouveau, cependant à un moindre degré qu'auparavant ; ensuite il travaille l'acier à petits coups de marteau pour le purifier et le souder avec le fer. Cette opération se répète sept à dix fois, suivant sa qualité, qui le rend plus ou moins difficile à traiter. Il se forme pendant ce travail, une croûte sur ce même acier, que l'on détache à l'aide d'une des expositions au feu, qui est la cinquième, parce que cette croûte est composée d'un acier oxydé de qualité inférieure. Il arrive quelquefois qu'il se forme deux et même trois de ces croûtes d'environ deux millimètres d'épaisseur, lesquelles doivent également être enlevées. Après toutes les diverses fusions, on attire la filière sous un marteau mu par l'eau, et on lui donne les longueur, largeur et épaisseur convenables.

Ainsi disposée, on chauffe la filière de nouveau pour la percer à l'aide de poinçons en



forme de cône effilé ; on répète cette opération cinq à six fois, à chacune desquelles on se sert de poinçons plus fins pour arriver au degré qu'on veut obtenir. Il est important de ne jamais chauffer la filière que jusqu'au rouge cerise, parce qu'à un degré plus élevé, l'acier éprouve un changement. Cette filière étant achevée, présente une matière très-dure, susceptible cependant d'obéir aux coups de poinçons et de marteau, ce qui permet de rajuster ses trous quand ils se sont agrandis par le passage du fil.

Il est à remarquer que les filières étant rebattues plusieurs fois, se durcissent au point que, pour s'en servir, on est obligé de les recuire, sur-tout lorsqu'on les passe d'un numéro à l'autre ; souvent elles n'acquièrent leur qualité qu'après une ou plusieurs cuissons.

Malgré toutes les précautions qu'on prend pour préparer les filières, leur acier varie encore un peu de dureté. Selon leur plus ou moins de résistance, MM. Mouchel les destinent à filer l'acier ou le fer ; mais si l'ouvrier qui les essaie s'aperçoit que leurs trous se sont ouverts trop promptement, il les mets de côté pour les livrer ensuite aux tireurs de fil de laiton du pays.

Une filière bonne pour l'acier à cause de sa grande dureté, est souvent mauvaise pour le fer ; les longues pièces de ce dernier métal qu'elles réduisent seraient plus fines à leur extrémité qu'à leur commencement ; en voici la raison : le fil passant dans cette filière s'échaufferait insensiblement, au point que ses parties adhérentes se gonfleraient et finiraient par le presser plus fortement.

Les filières qui peuvent être employées pour

le laiton souvent ne conviendraient pas pour le fer, à cause de leur peu de dureté ; leurs parties pourraient résister à l'un, sans résister à l'autre ; de sorte qu'il en résulterait un effet contraire à celui que produit une filière trop dure.

Les plus petites filières dont se servent les auteurs, ont au moins une épaisseur de deux centimètres ; elles offrent la facilité de disposer leurs trous en cônes tronqués très-allongés : s'ils étaient courts, ils saisiraient trop brusquement le fil et l'énerveraient. Cet inconvénient a lieu dans beaucoup de fabriques où l'on laisse servir trop long-tems les filières, qui deviennent minces à force d'être limées et battues (1).

Nous avons laissé le fil de fer à la grosseur d'une aiguille à tricoter ; reprenons-le dans cet état. On le met par rouleaux de 125 kilogr., dans une grande marmite pour le réduire une dernière fois. On renverse cette marmite au milieu d'un fourneau rond, construit de manière à pouvoir soutenir tout autour des charbons ardens, dont il se consomme 35 kilogr. avant que l'opération soit achevée. Il faut avoir la précaution de bien luter le couvercle ; le moindre accès qu'il laisserait à l'air suffirait pour brûler les premières couches du fil, et on ne pourrait plus le réduire.

Lorsqu'une marmite est remplacée par une

(1) Une seule des grosses filières de MM. Mouchel peut, avant d'être usée, réduire 1400 kilogr., depuis la vergette jusqu'au n°. 6, grosseur de l'aiguille à tricoter. 400 kilog., pris dans ce numéro, sont ensuite réduits dans une seule petite filière au n°. 24 des fils à cardes, et pour cela ils y sont repassés douze fois consécutives. A cette observation on doit juger qu'elles sont très-parfaites.



autre, on la suspend sur les flammes du fourneau, après l'avoir remplie d'eau, contenant trois kilogrammes de tartre. Cette dissolution, sans attaquer le métal, enlève la graisse et le peu d'oxyde qui adhère à sa surface.

Ce travail est le dernier que le fil subit au feu ; il est par conséquent disposé à être réduit jusqu'à la finesse qu'il est susceptible d'atteindre. Il conserve assez l'effet du recuit pour n'en avoir plus besoin ; mais l'on conçoit que si sa dureté naturelle variait, cette dernière exposition au feu devrait avoir lieu sur un numéro plus ou moins faible ; ainsi l'acier perdant bien plus promptement la faculté de s'allonger que le fer, on le recuit jusqu'à la grosseur d'une aiguille à coudre. On remplit le vide que celui-ci laisse dans la marmite, de poussière de charbon ; elle l'empêche de se désaciérer, et lui conserve sa chaleur plus long-tems pour lui donner la ductilité convenable.

Comme les auteurs emploient toujours le même fer ou le même acier, ils ont pu réduire leurs opérations à une marche générale ; il ne leur a fallu, pour atteindre ce but, que chercher une échelle de réduction, selon laquelle le fil ne soit pas plus forcé à la filière dans un numéro que dans l'autre. Voici le moyen qu'ils ont imaginé pour déterminer cette échelle pour le fil de fer ; il a été nécessaire de le répéter pour le fil d'acier.

Ayant pris une brasse de diverses grosseurs par lesquelles a passé un fil amené à sa plus grande finesse (1), on a noté le poids que chacune a pu

(1) Le numéro le plus fin a 100,000 mètres de longueur au kilogramme.

supporter avant de se rompre. Les ayant exprimées par des nombres, il a été facile, moyennant quelques changemens entre leurs différences, de les présenter sous la forme d'une progression (1), qui a servi à établir des calibres ou jauges qu'on a mis entre les mains des ouvriers ; ce sont des guides certains, et dont ils ne peuvent s'écarter que par un excès de négligence. S'ils ne les avaient pas, ils feraient passer souvent le fil par des trous de filières trop ouverts : il ne supporterait plus l'effort proportionné à sa grosseur ; il perdrait par conséquent sa dureté. Ils le feraient passer aussi par des trous trop fermés ; alors ils l'énerveraient et le rendraient très-cassant. Dans ce dernier cas, il arriverait même très-souvent que l'acier de la filière, ne pouvant soutenir l'effort qu'il doit faire, céderait comme celui d'une filière trop douce, et le fil serait cassant à son premier bout, mou et trop gros à son extrémité.

La majeure partie de fils fins de la fabrique de MM. Mouchel, sont tirés au banc par des ouvriers répandus dans les campagnes. Ces fabricans ont un entrepôt dans trois des principaux villages où ils livrent toutes les semaines le fil qu'ils ont tiré pour en reprendre de nouveau, et où leur ouvrage est vérifié avec la plus grande exactitude.

Ne pouvant cependant les avoir tous dans un seul atelier, les auteurs désiraient depuis longtems en réunir un certain nombre près d'eux, afin de leur faire confectionner promptement

(1) Cette espèce d'échelle a été rectifiée en partie par la comparaison des poids des numéros sur d'égales longueurs.



des assortimens dont ils ont besoin chaque jour. Une des roues hydrauliques de leurs usines a été consacrée à l'exécution de ce projet. Ils y ont établi une mécanique pour faire mouvoir horizontalement 24 bobines, qui n'exigent de l'ouvrier d'autre travail que celui de soigner le fil : le tems qu'il gagne lui donne même la facilité d'entretenir deux bobines au lieu d'une ; le prix de la main-d'œuvre se trouve ainsi diminué de près de moitié.

C'est sur les bobines que le fil est réduit aux différens degrés de finesse qu'on désire ; c'est donc par cette dernière opération que se termine l'art de tirer les fils de fer et d'acier. Cependant, quoiqu'ils aient toutes les qualités réquises pris dans l'atelier du tireur, ils seraient incapables de faire des aiguilles et sur-tout des crochets de cardes. Il est encore une opération qu'ils doivent subir, et qui est regardée comme la plus difficile et la plus délicate ; c'est celle du *dressage*, par laquelle on leur fait perdre le tour
sur les bobines. Ce
entr
e
ti
l'i
le
les ... le
de ... l.
à de ... t. Les
çoi ... ets dans
de l
et d' ... VI représen-
de lu ... andeur natu-
rité,

L'acier brut employé dans la fabrique de MM. Mouchel, provient d'une des meilleures forges de France (1) ; son prix est modique ; mais s'ils veulent lui donner toutes les qualités des aciers étrangers, les auteurs demandent qu'on leur procure des aciers en barres aussi bons et au même prix que ceux qui sont à la disposition des tréfileries des états voisins.

L'acier de France n'est pas moins propre à beaucoup d'usages, on l'achète aux auteurs pour faire des aiguilles à tricoter, façon anglaise, des broches de filature de coton, des carlets et autres objets. Ils peuvent aussi en offrir pour faire des aiguilles de toutes grosseurs, et même pour les cardes ; mais comme cet acier est beaucoup plus cher que le fil de fer, les fabricans de cardes en emploient fort peu.

MM. Mouchel ont ajouté à la collection d'échantillons de fil de fer qu'ils ont présentée à la Société d'Encouragement, six espèces d'aciers, regardées comme les meilleures et les plus difficiles à travailler. Ils les ont rendues presqu'aussi ductiles que le fer, sans en altérer la qualité.

Quoique les auteurs aient réuni le fil d'acier au fil de fer dans l'exposé de leur manière de le traiter, ils les travaillent cependant chacun à des tréfileries différentes, placées sur le même cours d'eau, à la distance d'un hectomètre : elles ont chacune leurs ateliers montés en grand.

(1) Lahute près Darnay, Département des Vosges, appartenant à M. Irroy.



L'une d'elles est un martinet pour réduire en verge crenelée l'acier et le fer de Normandie, qu'on fait venir en barreaux.

La séparation de ces deux usines procure aux auteurs l'avantage de faire marcher plus lentement les machines hydrauliques à tirer l'acier, que celles à tirer le fer ; car le premier, comme très-dur, offrant plus d'effort à la filière, doit en être arraché avec plus de ménagement, puisque la vitesse doit être proportionnée à la résistance, et réciproquement ; si l'on s'écarte de ce principe, on obtient des résultats qui varient : ainsi, par exemple, les fers du Département de l'Orne, plus compacts que ceux de la forge des auteurs, située dans le Département de la Haute-Saône, tirés par les mêmes machines, augmentent de dureté et s'énervent, quand on leur fait atteindre une trop grande finesse. Mais ces fers, très-durs et susceptibles de prendre un fort beau poli, deviennent, comme nous l'avons déjà dit, préférables pour certains emplois, de sorte qu'ils offrent aux auteurs un débit aussi facile que leurs fers les plus doux.

Nous pensons qu'il est utile de joindre à ce Mémoire les prix des divers numéros de fil de fer et d'acier que MM. Mouchel versent dans le commerce.

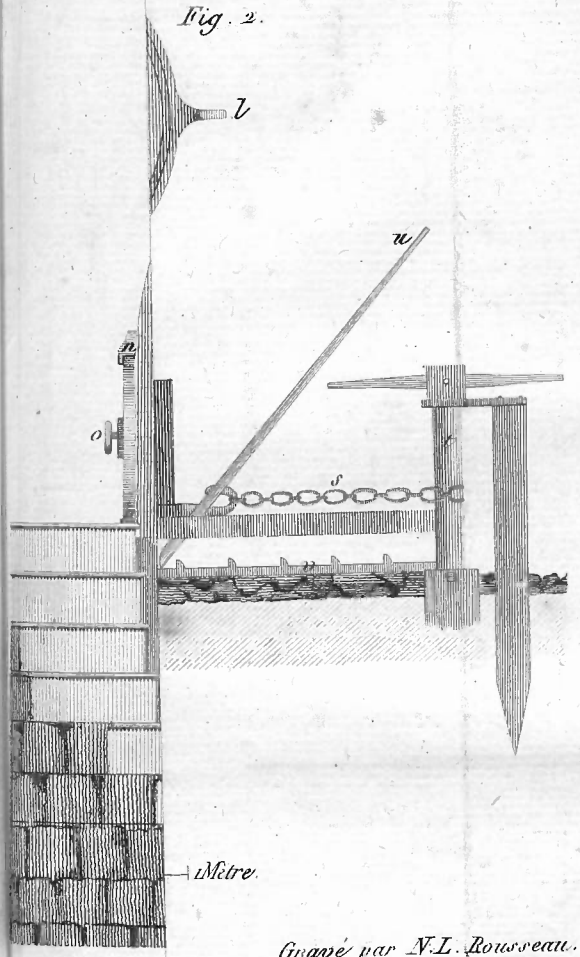
*Prix des Fils de fer et d'acier de la Fabrique de MM. Mouchel.*

| GROS FIL NORMAND, Sans morsures de tenaille. Par bottes de 5 kilog. | FIL D'ACIER. Par kilogr. | FIL POUR CARDES. Par bottes d'un kil. | FIL POUR CARCASSE. Par bot. de 5 kil. |
|---|---|---|---|
| N°. 1 à 10 f. 55 c. | N°. 0 à 5 f. » c. | Nos. 5 et 6 à 2 f. 20 c. | N°. 8 à 10 f. 95 c. |
| — 2 et 3 à 10 10 | — 1 à 4 60 | — 7 à 2 25 | — 9 à 11 15 |
| — 4 à 9 30 | — 2 à 4 35 | — 8 à 2 30 | — 10 à 11 35 |
| — 5 à 8 45 | — 3 à 4 20 | — 9 à 2 35 | — 12 à 11 75 |
| — 6 à 8 20 | — 4 à 3 95 | — 10 à 2 40 | — 14 à 12 20 |
| — 7 à 8 » | — 5 à 3 75 | — 12 à 2 45 | — 16 à 13 » |
| — 8 à 7 60 | — 6 à 3 50 | — 14 à 2 55 | — 18 à 13 84 |
| — 9 et 10 à 7 45 | — 7 à 3 40 | — 16 à 2 75 | — 20 à 14 67 |
| — 12 et 14 à 7 25 | — 8 à 3 30 | — 18 à 3 10 | — 22 à 16 30 |
| — 15 à 18 à 6 90 | — 9 à 3 20 | — 20 à 3 20 | — 24 à 19 60 |
| Le reste à 6 70 | — 10 à 3 10 | — 22 à 3 60 | — 26 à 25 35 |
| | — 11 à 3 5 | — 24 à 4 25 | — 28 à 32 70 |
| | — 12 à 3 » | — 26 à 6 15 | — 30 à 49 30 |
| | — 13 à 2 95 | | |
| | — 14 à 2 90 | | |
| | — 15 à 2 85 | | |

Le Mémoire de MM. Mouchel était accompagné d'un grand nombre de certificats d'artistes et manufacturiers, qui emploient avec succès les fils de fer et d'acier de la fabrique des auteurs dont ils attestent la bonne qualité.



Fig. 2.




Gravé par N.L. Rousseau.

Fig. 1.ere

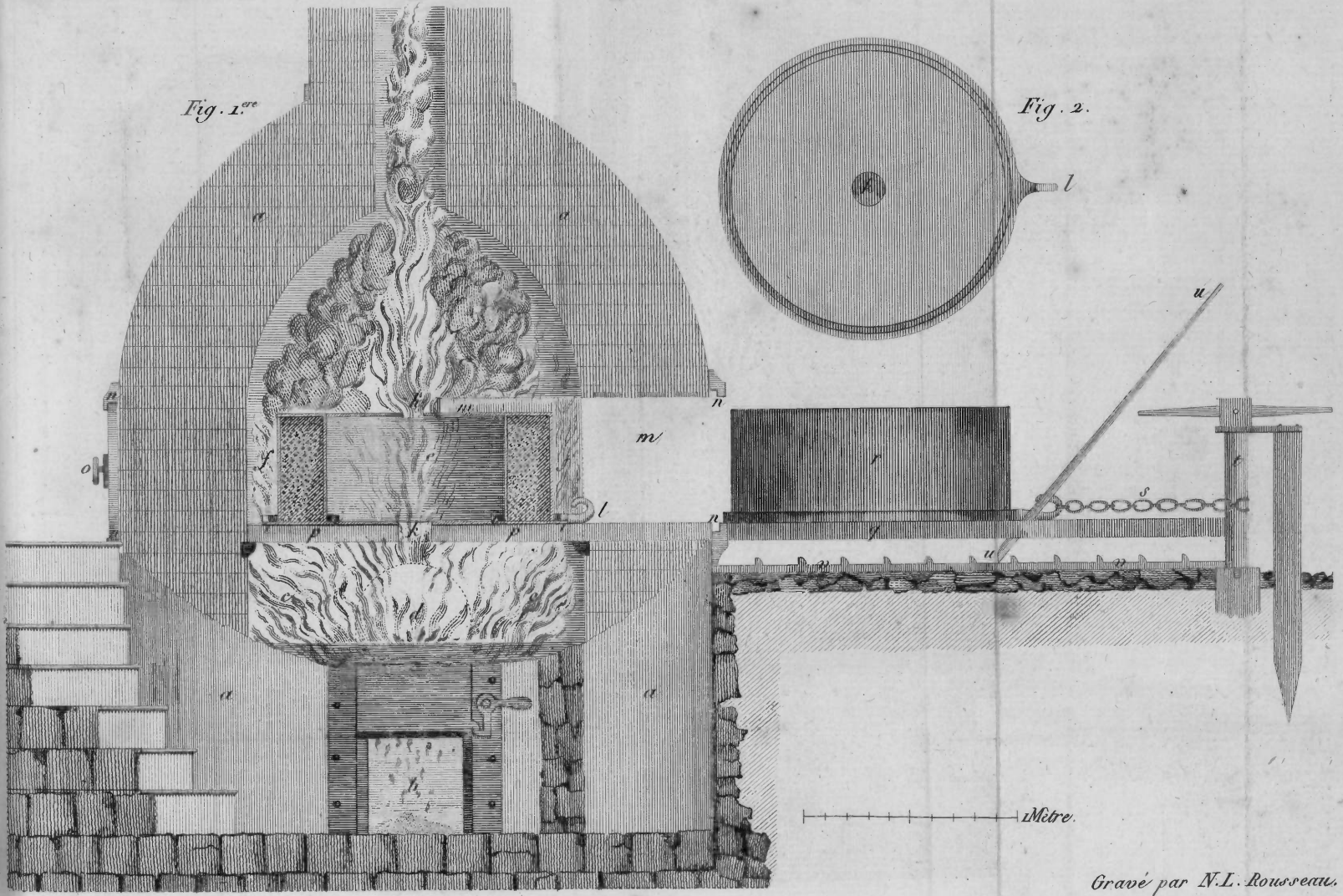


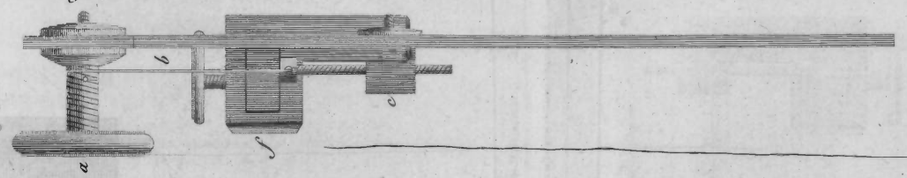

Fig. 2.




Gravé par N.L. Rousseau.

# Machine pour dresser le Fil de fer et d'acier, propre aux Cardes et aux Aiguilles.

Fig. 4. Elévation latérale.




Instrument pour déterminer la souplesse du Fil.

Fig. 3.

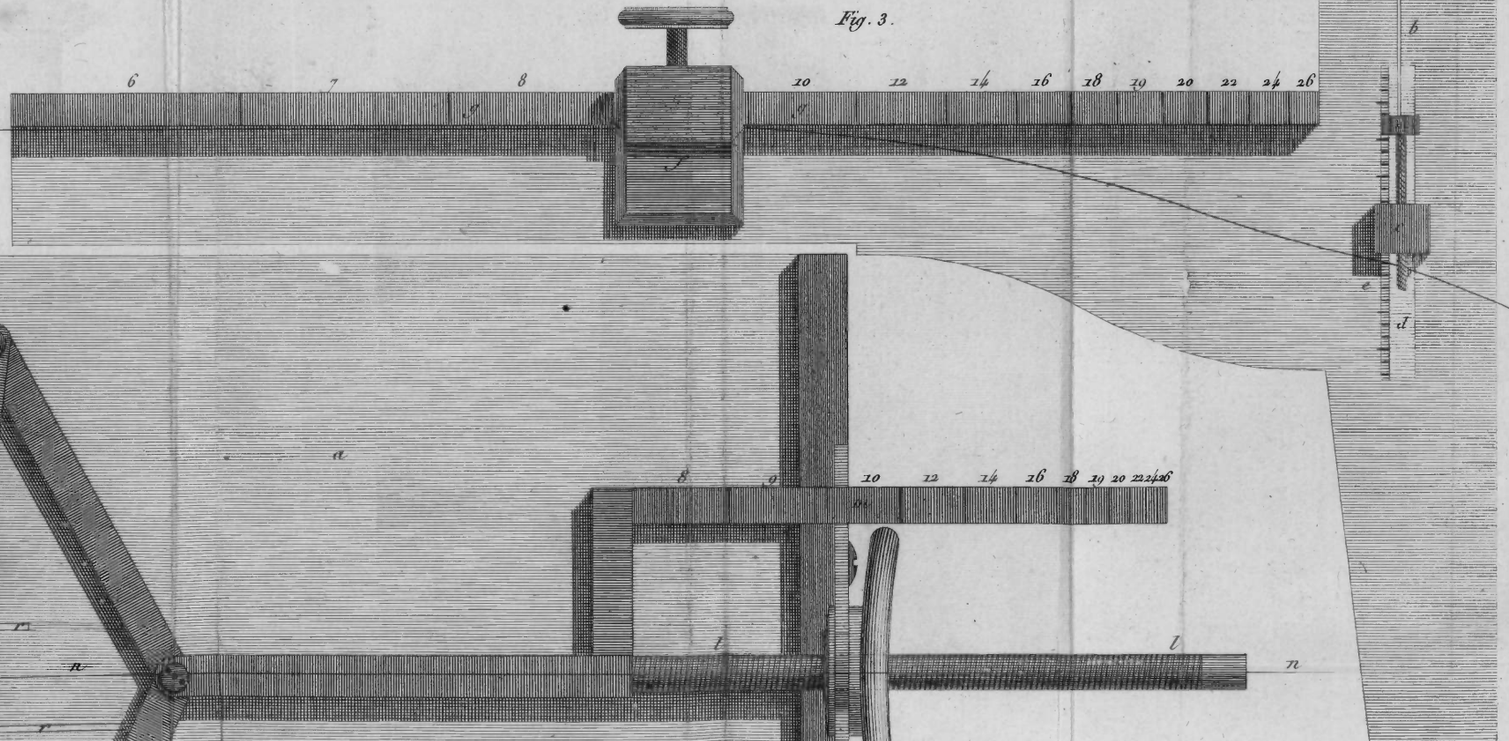
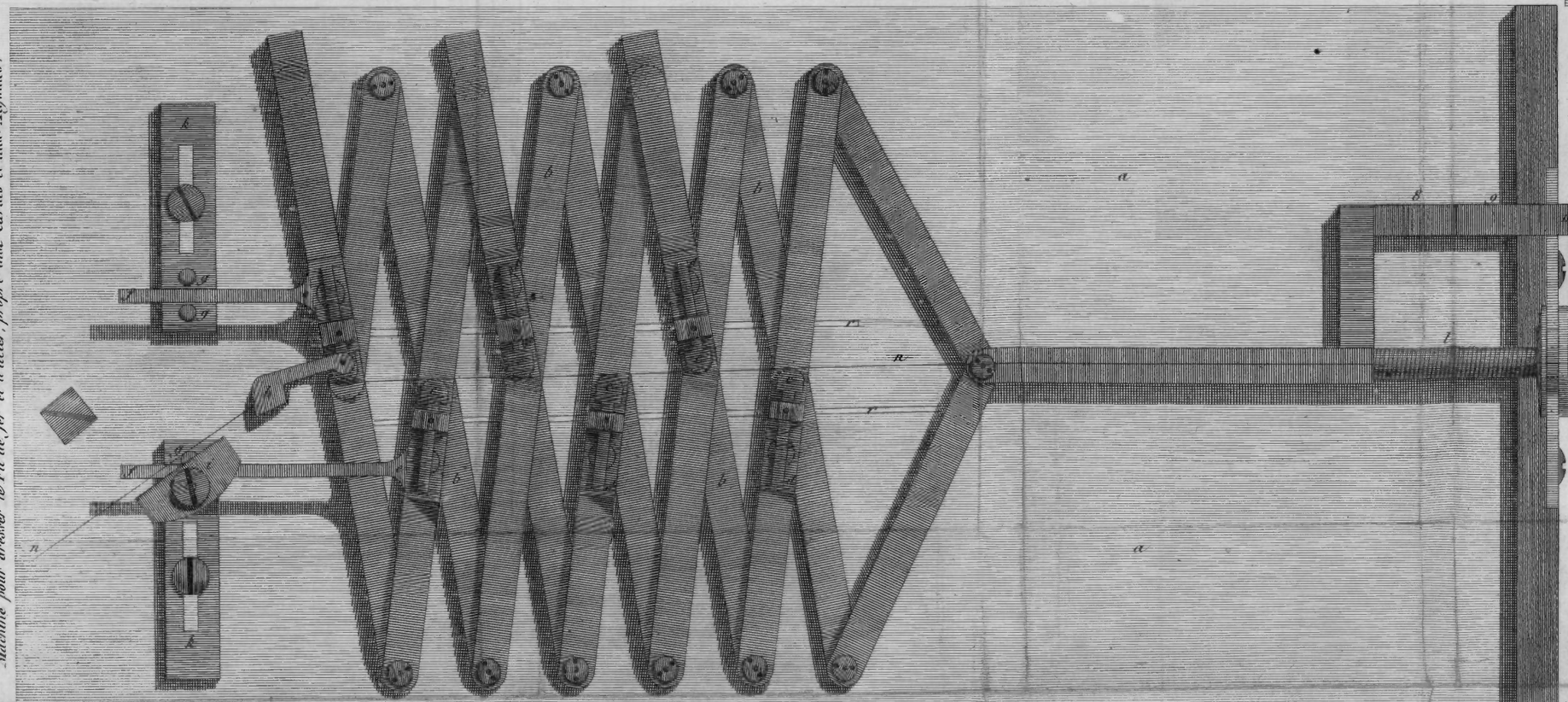
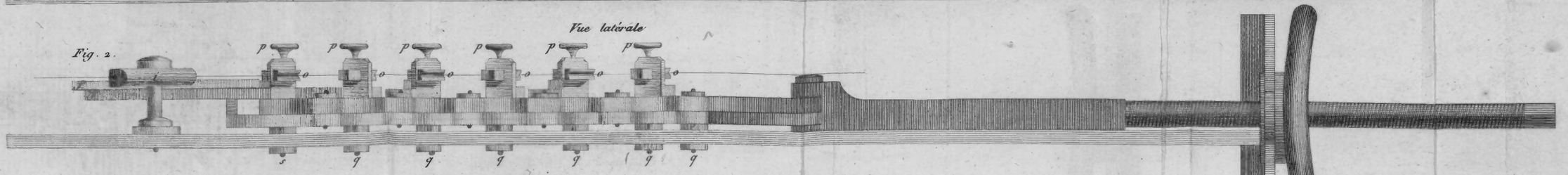



Fig. 1.




Vue latérale

Fig. 2.






Gravé par N.L. Rousseau.

JOURNAL DES MINES.

N°. 128. AOUT 1807.

# ANALYSES

## *De l'Eau de* Salins, *et des produits de la Saline de* Moutiers. (*Mont-Blanc*).

Par M. Berthier, Ingénieur des Mines.

Pendant le cours de docimasie que M. Hassenfratz fit à l'Ecole-Pratique des mines, dans l'été de 1805, plusieurs élèves furent chargés d'essayer et d'analyser quelques suites de produits minéralurgiques. Ce travail, sollicité de leur part, et accueilli par les professeurs qui, plusieurs fois, leur avaient fait sentir l'influence que devait avoir la chimie sur les progrès de l'art d'utiliser les minéraux, avait le double avantage de les exercer à la pratique de la docimasie, et de contribuer à leur faire bien connaître les établissemens qui entourent l'Ecole-Pratique.

Je fus particulièrement chargé de la saline de Moutiers, dont je m'étais déjà occupé. Je dois à la complaisance de M. Roche, directeur, et des principaux employés, la collection que

je fis avec le plus grand soin des différens produits. Je les analysai presque tous au laboratoire de l'Ecole ; mais comme on manquait encore de plusieurs instrumens de chimie, et particulièrement de creusets métalliques, je ne pus pas employer tous les moyens que j'aurais voulu mettre en usage, et il me restait des doutes sur la composition de quelques substances. Ayant eu récemment occasion de travailler au laboratoire du Conseil des Mines, pourvu de tous les instrumens et réactifs les plus nécessaires, j'ai repris mon travail ; j'ai répété les expériences douteuses, et j'ai achevé l'analyse de tous les produits. Cela m'a été d'autant plus facile, que j'ai toujours opéré sous les yeux de M. Descostils, dont les lumières et l'expérience m'ont souvent été d'un grand secours.

Les différentes analyses qui vont être rapportées, ayant été entreprises dans le dessein d'examiner les procédés de la saline, et d'apprécier leur degré de perfection, on a cherché à déterminer le plus exactement possible la composition chimique des différens produits de l'établissement. Presque tous ces produits sont des substances salines peu composées ; cependant, comme celles-ci ont beaucoup d'adhérence entre elles, il est très-difficile de les doser rigoureusement.

Méthode d'analyse.

On a tenté toutes les méthodes d'analyse, et on a reconnu que sans comparaison la plus exacte est celle qui fait connaître directement les acides et les bases contenues dans la substance. Cette méthode serait même parfaite et rigoureuse, si l'on savait d'une manière certaine les proportions de quelques sels peu solubles, qui sont le résultat des différentes opérations qu'on fait subir au sujet de l'analyse. Il eût été absolument impossible de séparer les différens sels par l'évaporation graduée de leur dissolution, comme on a été long-tems dans l'usage de le pratiquer pour la plupart des eaux minérales. On l'a essayé, et on a vu, non-seulement que les différens sels ne se précipitent pas séparément, et à une époque fixe de l'évaporation pour chacun, mais que cette époque dépend de la température et de leurs proportions respectives. Ainsi le sulfate de soude qui, suivant son degré connu de solubilité, devrait rester un des derniers dans l'eau salée, commence à se séparer dès les premiers instans de l'évaporation, en sorte qu'ayant essayé de purifier du muriate de soude très-mélangé de sulfate de soude par une évaporation lente, on a trouvé que les premiers cristaux contenaient déjà une trace de sulfate de soude ; les seconds en étaient entièrement imprégnés, et les derniers n'en renfermaient presque plus. Le même phénomène se remarque aussi dans l'évaporation en grand aux salines de Moutiers. On aurait donc conclu faussement, en faisant usage d'un semblable procédé, que l'eau de Salins ne contenait point de sulfate de soude en dissolution.

Séparation des sels par cristallisation impossible.

Il est remarquable aussi que plus la température, à laquelle on soumet la dissolution, est haute, plus les dépôts successifs sont mélangés, *et vicè versa* ; en sorte qu'il serait possible qu'on pût séparer presque complètement des sels de solubilité différente par une évapo-

ration très-lente à la température ordinaire de l'atmosphère. Mais ce moyen exige un tems qu'on n'avait point à sa disposition, et des précautions qu'on ne pouvait prendre.

Dans la méthode qu'on a adoptée, on s'est servi des évaporations et lexiviations partielles, mais uniquement comme moyen de concentration, pour acumuler les différens sels dans différens produits, et analyser ceux-ci séparément avec plus de facilité.

Le degré de dessication des sels est une cause d'erreur qu'on n'a pu complètement éviter; aussi trouve-t-on dans presque toutes les analyses un gain quelquefois considérable. Cela vient de ce qu'on a fait sécher toutes les substances à analyser, jusqu'au point où elles cessaient d'adhérer aux corps, afin que, réduites en poudres fines, elles fussent plus aisément et plus complètement attaquées par les différens réactifs avec lesquels on avait dessein de les traiter. (Sans donte il eût mieux valu les calciner tout-à-fait; les circonstances ne l'ont pas permis). Ces gains sont d'autant plus considérables, qu'il y a plus de sulfate de soude et de magnésie, sels très-acqueux; mais il est aisé de ramener, comme on a fait, tous les résultats, à ce qu'ils auraient été, si le mélange eût contenu toute son eau de cristallisation et n'eût contenu qu'elle.

Comme on peut douter que les substances contenues dans les eaux y soient à l'état de mélange de sels, et que d'ailleurs l'inspection du tableau des substances simples (ou plutôt des acides et des bases), donne plus de facilité pour prévoir les résultats qu'on peut attendre



dans des circonstances déterminées, on donnera d'abord ce tableau auquel on joindra celui des sels simples qu'on suppose mélangés, c'est-à-dire, ceux qu'on obtient le plus ordinairement.

Composition des sels qui ont servi de bases aux analyses.

Avant d'entrer dans le détail des analyses, il est nécessaire de faire connaître les proportions qu'on a adoptées pour les sels simples dont il sera question. La plupart sont celles données par M. de Fourcroy, dans son *Système des Connaissances chimiques*: quelques-unes ont été vérifiées, entre autres celles des sulfates de chaux et de baryte, qui dernièrement avaient été contestées. On a fait sur ces sels un grand nombre d'expériences, qui ont été exposées dans un Mémoire particulier, et dont les résultats sont parfaitement d'accord avec ceux rapportés dans cet ouvrage.

*Proportions des sels qui ont servi de bases à toutes les analyses.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate de baryte. . . | 67 baryte. | 33 ac. sulfuriq. | 0 eau. |
| Sulfate de chaux. . . | 32 chaux. | 46 ac. sulfuriq. | 22 eau. |
| Sulfate de magn. . . | 19 mag. . | 33 ac. sulfuriq. | 48 eau. |
| Sulfate de soude. . . | 15 soude . | 27 ac. sulfuriq. | 52 eau. |
| Muriate de soude. . | 42 soude . | 52 ac. muriat. | 6 eau. |
| Muriate de magn. . | 41 mag. . | 34 ac. muriat. | 25 eau. |
| Muriate d'argent. . | 75 argent. | 20 ac. muriat. | 5 oxyg. |
| Muriate de fer. . . | 25 fer. . . | par approximation. | |
| Carbonate de ch. . | 55 chaux . | 34 ac. carbon. | 11 eau. |
| Carbonate de fer. . | 60 fer ox. . | 40 acide et eau. | |
| Oxalate de chaux. . | 39 à 40 ch. | 60 acide et eau. | |

### 1°. *Eau de la petite source de Salins.*

Cette eau, prise dans le bassin de la source, marque 30° au thermomètre de Réaumur, et

1°,74 à l'aréomètre. Elle bouillonne en dégageant des gaz, et laisse un dépôt ocreux dans le bassin même. N'ayant point d'appareil pour analyser les gaz, on s'est contenté de doser l'acide carbonique par les réactifs.

*A*. On a versé suffisante quantité d'eau de chaux dans 1000 grammes d'eau salée prise à la source. On a filtré, et on a eu un dépôt pesant 3ᵍ,3. C'était du carbonate de chaux mêlé d'environ 0ᵍ,32 de fer oxydé et de magnésie, comme les essais l'ont indiqué, et comme on l'a conclu plus exactement de l'analyse subséquente des eaux. 1000ᵍ produisent donc à peu près 2ᵍ,98 de carbonate de chaux, ou 1ᵍ d'acide carbonique, ce qui revient à 0,001° en poids. On verra par la suite combien l'eau contient de ce gaz non saturé.

*B*. On a fait évaporer lentement et jusqu'à siccité 2000ᵍ d'eau : on a eu un résidu sec sans être calciné, pesant 30ᵍ,8. Ainsi l'eau tient en dissolution à peu près 0,0155 de substances salines.

*C*. On a fait digérer sur le résidu des 2000ᵍ (30ᵍ,8) quatre fois son poids d'alkool qu'on a légèrement chauffé, et après une digestion de quelques heures, on a décanté puis distillé. Il est resté dans la cornue un sel jaunâtre pesant 1ᵍ,5. Les sels déjà lavés à l'alkool, ont été mêlés avec quatre fois leur poids d'eau distillée ; on a agité, décanté, et on a eu un résidu sur lequel on a fait bouillir plus de 400 parties d'eau distillée. Il est resté une substance insoluble pesant 1ᵍ,9. Le dépôt salin a été ainsi partagé en quatre portions, 1°. l'une dissoute dans l'alkool, qui contenait les sels déliquescens ; 2°. une autre dissoute dans l'eau froide, renfermant particulièrement du muriate de soude ; 3°. une troisième dissoute par l'eau bouillante, presqu'entièrement composée de sulfate de chaux ; 4°. enfin la quatrième insoluble dans l'eau, dont la substance dominante était du carbonate de chaux.



*D*. Le résidu de la dissolution alkoolique a été dissout dans l'eau, et la liqueur partagée en trois parties égales. La première a servi aux essais : on a reconnu par l'oxalate d'ammoniaque, qu'il n'y avait point de chaux, et par le prussiate de potasse, qu'il y avait du fer dans la proportion d'environ 0ᵍ,05 pour les trois portions.

On a précipité la seconde par la potasse caustique, on a eu un dépôt floconneux, qui, après sa calcination, était rougeâtre, et pesait 0ᵍ,1. La troisième partie a d'abord été essayée par le nitrate de baryte : il y a eu trace d'acide sulfurique ; on a filtré, puis ajouté autant de nitrate d'argent que cela a été nécessaire pour précipiter tout l'acide muriatique : on a eu 1ᵍ,20 de muriate d'argent.

La dissolution alkoolique contenait donc,

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ac. muriat. . | 0ᵍ,72 , ce qui donne | muriat. de mag. | 0ᵍ,61 |
| Ac. sulfuriq.. | trace | muri. de soude . | 0 ,96 |
| Magnésie. . . | 0 ,25 | sulfate de mag. . | trace. |
| Ox. de fer. . | 0 ,05 | muriat. de fer. . | 0 ,20 |
| | | | 1 ,77 |

Comme l'oxyde de fer était plutôt en suspension que dissout dans la liqueur, il paraît que le muriate de fer avait été décomposé ;

d'ailleurs, il est visible que le résidu alkoolique avait été calciné.

*E.* On a partagé la dissolution à l'eau froide aussi en trois parties, 1°. la première a été précipitée par le nitrate de baryte, et a donné 1ᵍ,10 de sulfate de baryte ; après avoir filtré on a ajouté du nitrate d'argent en excès, et on a eu 18ᵍ,0 de muriate d'argent ; 2°. on a précipité la seconde partie par l'oxalate de chaux, et on a eu 0ᵍ,11 d'oxalate de chaux ; la liqueur filtrée a donné à peu près 0ᵍ,07 de magnésie très-blanche ; 3o. la troisième partie évaporée à siccité, a donné un résidu pesant 7ᵍ,33. On l'a redissout, et il a servi aux recherches. On a reconnu qu'il ne faisait point effervescence avec l'acide muriatique, qu'il ne contenait ni fer ni alumine, et par conséquent point de carbonate de magnésie, de sulfate de fer et d'alumine. On verra plus bas qu'il ne renfermait pas non plus un atome de potasse.

La dissolution à l'eau froide était donc composée de

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ac. sulfuriq. | 1ᵍ,10, | ce qui donne sulfate de ch. . | 0ᵍ,40 |
| Ac. muriat. . | 10,50 | sulf. de magn. | 1,10 |
| Chaux. . . . | 0,13 | sulf. de soude. | 2,00 |
| Magnésie. . | 0,21 | mur. de soude. | 20,20 |
| | | | 23,70 |

Ici il y a une accression de poids de 1,7, ce qui provient de ce que les sels avaient été trop fortement desséchés. Comme on n'a opéré que sur de petites quantités, et qu'on a multiplié les manipulations, on n'a pas d'une manière bien précise les proportions relatives des sulfates de soude et de magnésie. Elles seront



données beaucoup plus exactement par l'analyse de l'eau à 18°.

*F.* La dissolution à l'eau bouillante divisée en trois portions égales, on a évaporé la première à une douce chaleur jusqu'à siccité : le résidu pesait 1ᵍ,80. La seconde, après avoir été précipitée par le nitrate de baryte et filtrée, a été mélangée à du nitrate d'argent, et a donné 0ᵍ,77 de muriate d'argent. La troisième a servi aux expériences, et prouvé que la dissolution ne contenait point de carbonate de magnésie, mais seulement du muriate de soude et du sulfate de chaux dans les proportions suivantes :

| | |
|---|---|
| Muriate de soude. . . . . | 0,88 |
| Sulfate de chaux . . . . . | 4,62 |
| Total. . . . . | 5,50 |

*G.* 1°. La moitié du résidu qui n'avait pu être dissout dans l'eau, l'a été par l'acide sulfurique. Il y a eu vive effervescence. On a rapproché jusqu'à siccité pour chasser l'excès d'acide, puis lavé avec une petite quantité d'eau et filtré. La liqueur n'était point du tout amère ; elle a donné un précipité bleu par le prussiate de potasse, puis un peu d'oxalate de chaux par l'oxalate d'ammoniaque. La potasse ajoutée ensuite en excès ne l'a nullement troublée, ainsi elle ne contenait pas un atome de magnésie. 2°. On a dissout la seconde moitié dans l'acide muriatique pur. La liqueur saturée d'ammoniaque a fourni 0ᵍ,08 d'oxyde rouge de fer : elle ne contenait plus ensuite que de la chaux, et ne se troublait point par le nitrate de baryte, ce qui indique l'absence de l'acide sulfurique.

Ainsi le résidu était composé de

| | |
|---|---|
| Oxyde rouge de fer. . . . . | 0g,16 |
| Carbonate de chaux. . . . . | 1,52 |
| Résidu que la dissolution muriatique avait laissé sur le filtre composé de tout ce que l'eau de la source tenait en suspension. . . | 0,22 |
| Total. . . . | 1,90 |

On a vu que 100000 d'eau contenaient 100 d'acide carbonique ; d'un autre côté 20000 tiennent en dissolution 15 de carbonate de chaux qui renferment 5 d'acide carbonique. Il n'y a donc dans l'eau que les 0,00075e de cet acide hors de combinaison avec une base.

D'après ces résultats, il est aisé de conclure que l'eau de la petite source contient les substances énoncées dans les tableaux ci-dessous, avec leurs proportions respectives.

Afin qu'on puisse comparer sans calculs la composition de l'eau de Salins avec celle d'autres eaux minérales, on joint aux proportions décimales une colonne dans laquelle les produits sont exprimés en onces, gros, etc. comme on l'a fait jusqu'à présent.



| Substances trouvées dans l'eau. | Quantités rapportées à 1,000000 d'eau | Quantités rapportées à 100 livres d'eau. |
|---|---|---|
| Gaz acide carbonique. | 0,001000. | 1once 4gros 57grains. |
| Acide sulfurique. . . | 0,001560. | 2. . 3. . 69 |
| Acide muriatique. . | 0,005840. | 9. . 2. . 54 |
| Soude. . . . . | 0,005586. | 8. . 7. . 38 |
| Chaux. . . . . | 0,001221. | 1. . 7. . 45 |
| Magnésie. . . . . | 0,000230. | 0. . 2. . 67 |
| Oxyde rouge de fer. . | 0,000105. | 0. . 1. . 25 |
| Totaux. . . | 0,015542. | 24. . 6. . 67 |

| Combinaisons supposées exister toutes formées dans l'eau. | Quantités rapportées à 1,000000 d'eau. | Quantités rapportées à 100 livres d'eau. |
|---|---|---|
| Gaz acide carbon. libre. | 0,000750. | 1once 1gros 43grains. |
| Carbonate de fer. . . | 0,000120. | 0. . 1. . 29 |
| Carbonate de chaux. . | 0,000760. | 1. . 1. . 52 |
| Sulfate de chaux. . . | 0,002510. | 4. . 0. . 9 |
| Sulfate de magnésie. . | 0,000550. | 0. . 7. . 3 |
| Sulfate de soude. . . | 0,001000. | 1. . 4. . 57 |
| Muriate de soude. . . | 0,010580. | 16. . 7. . 53 |
| Muriate de magnésie . | 0,000305. | 0. . 3. . 65 |
| Muriate de fer. . . | 0,000100. | 0. . 1. . 20 |
| Totaux des sels. . | 0,015925. | 25. . 4. , 0 |

Le muriate de fer n'est que présumé : on ne voit pas dans quel autre état de combinaison

l'oxyde pourrait être pour se dissoudre dans l'alkool.

2°. *Eau prise au pied des premiers bâtimens.*

Le mélange à parties égales des eaux qui arrivent au pied des deux premiers bâtimens de graduation, marque en été 1°,60 à l'aréomètre (la température étant de 10°), il ne contient que 0,00050 de carbonate de chaux, et plus du tout de carbonate de fer.

3°. *Dépôt des eaux pris dans le bassin des sources.*

Ce dépôt est floconneux, volumineux, d'un rouge assez exalté tirant sur le jaune. Il n'a ni saveur, ni odeur. On l'a lavé, fait sécher, et on a pris 10$^{g}$ de la poussière sur laquelle on a versé de l'acide muriatique : il y a eu une légère effervescence et dissolution presque complète. Il n'est resté que 0$^{g}$,4 de résidu gris sale, inattaquable par les acides, et ne perdant rien par la calcination. C'est le produit des débris du rocher que les eaux tiennent en suspension. On a précipité de la liqueur par l'ammoniaque une très-grande quantité d'oxyde rouge de fer : son poids s'élevait à 8$^{g}$,5 ; puis 0$^{g}$,5 de carbonate de chaux par le carbonate de potasse. La potasse ajoutée ensuite en excès ne l'a point troublée. On s'est assuré qu'il n'y avait ni alumine, ni manganèse dans le précipité ferrugineux, en le traitant par le carbonate saturé et par la potasse.



Ainsi 100 du dépôt contiennent,

| | |
|---|---|
| Débris tenus en suspension. . | 4,00 |
| Oxyde rouge de fer. . . . | 85,00 |
| Carbonate de chaux. . . . | 5,00 |
| | 94,00 |
| Perte. . . . . | 6,00 |
| | 100,00 |

La perte provient sans doute de ce que l'oxyde de fer dans le dépôt retient une petite portion d'eau et peut-être d'acide carbonique, et forme une combinaison analogue à certaines ocres qu'on a appelées *hydrates*.

4°. *Dépôt des eaux puisées dans les canaux de conduite à plus de* 1000 *mètres des sources.*

Ce dépôt se formant lentement à l'air, et séjournant long-tems dans les canaux, donne naissance à des plantes filamenteuses vertes, qui périssent, se renouvellent sans cesse et se convertissent, en se putréfiant, en une boue charbonneuse, noire et infecte. Aussi le dépôt humide a-t-il l'aspect d'une vase noire verdâtre, en pleine putréfaction. On en a fait sécher, et on l'a réduit en poussière : il a perdu presque toute son odeur, et est devenu d'un jaune clair. 10$^{g}$ se sont dissous dans l'acide muriatique avec une effervescence très-vive, et ont laissé un résidu vert jaunâtre, pesant 0$^{g}$,2, qui, en se brûlant, s'est décoloré et a perdu plus de la moitié de son poids. La li-

queur traitée comme celle de l'expérience précédente, a donné $0^{g},5$ d'oxyde de fer, et le reste de carbonate de chaux : ainsi $100^{p.}$ sont composés de,

| | |
|---|---|
| Fer oxydé rouge. . . . . | 5,00 |
| Carbonate de chaux. . . . | 93,00 |
| Substance végétale. . . . | 2,00 |
| | 100,00 |

### 5°. *Dépôt des épines du premier bâtiment de graduation.*

Les dépôts qui se forment sur les bâtimens de graduation, sont en incrustations cristallines et rayonnées autour des branches de fagots, sur lesquels on fait couler l'eau, et presque uniquement composée de sulfate de chaux. Celui du premier bâtiment est très-légèrement coloré en rouge ; les autres sont blancs jaunâtres. On en a réduit 200 grammes en poussière, et on a fait digérer dessus quatre fois leur poids d'eau distillée. On a filtré et fait évaporer pour rapprocher la liqueur. Il s'est déposé du sulfate de chaux qu'on a séparé par la filtration. On a ensuite précipité l'acide sulfurique par le nitrate de baryte, et le muriatique par le nitrate d'argent ; on a eu $6^{g},26$ de muriate d'argent, et une petite quantité de sulfate de baryte qui correspond à peu près au sulfate de chaux que l'eau devait tenir en dissolution : il n'y avait point de magnésie.

On a fait bouillir de l'acide acéteux sur 15 grammes du même dépôt. Il y a eu effervescence. On a filtré et on a eu $1^{g},9$ de carbonate



de chaux par le carbonate de potasse ordinaire. Comme la dissolution avait été très-concentrée, elle ne contenait presque point de sulfate de chaux. L'acide muriatique mis en digestion sur un portion du dépôt, l'a décoloré et a enlevé une certaine quantité d'oxyde de fer, mais trop petite pour qu'il en soit fait mention. Résultat :

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux. . . . | 6,60 |
| Muriate de soude. . . . . | 0,05 |
| Sulfate de chaux. . . . . | 93,35 |
| Oxyde de fer. . . . . | trace. |
| | 100,00 |

### 6°. *Dépôt des épines du bâtiment* n°. 3, *sur lequel les eaux arriveut à* 3°.

Analysé comme le précédent, il a donné 0,63 de muriate d'argent : il n'a point fait effervescence avec les acides, et ne contenait ni fer ni magnésie. Résulsat :

| | |
|---|---|
| Muriate de soude. . . . . | 0,24 |
| Sulfate de chaux. . . . . | 99,76 |
| Carbonate de chaux. . . . | 0,00 |
| | 100,00 |

### 7°. *Dépôt des épines du bâtiment* n°. 4, *sur lequel les eaux arrivent à* 12°.

Il a donné 0,66 de muriate d'argent. Résultat :

| | |
|---|---|
| Muriate de soude. . . . . | 0,25 |
| Sulfate de chaux. . . . . | 99,75 |
| | 100,00 |

On en a fait une analyse complète, comme recherche sur la composition du sulfate de chaux. (Voyez le n°. 124 du *Journal des Mines*, pages 308 et 309).

### 8°. *Eau graduée prête à être conduite dans les chaudières, et marquant* 18°,15.

Elle est jaunâtre, limpide et un peu odorante.

*A*. 100$^{g}$ ayant été évaporés à siccité, le résidu séché et calciné au creuset de platine, pesait 18$^{g}$,00. Une petite portion du muriate de magnésie avait été décomposée.

*B*. On a fait digérer, à une chaleur modérée, trois ou quatre fois son poids d'alkool sur le résidu, de 200 autres grammes séché avec précaution; on a filtré et lavé avec de l'alkool, puis on a versé sur le filtre assez d'eau pour dissoudre tous les sels. Il est resté une substance brune qui s'est charbonnée et a disparu entièrement par la calcination. C'est un extrait végétal devenu insoluble dans l'eau, et qu'on retrouvera en plus grande quantité dans les eaux-mères.

*C*. On a distillé la dissolution alkoolique, et on a redissout le résidu, pesant 1$^{g}$,5, dans l'eau pure. La liqueur essayée par l'oxalate d'ammoniaque ne s'est point troublée; ce qui exclut le muriate de chaux, sel qu'on a plusieurs fois faussement indiqué, et qui ne peut exister simultanément avec le sulfate de soude, etc. Elle a donné par la potasse de la magnésie très-blanche, qui, calcinée au creuset de platine, pesait 0$^{g}$,38.

*D*.



*D*. 100$^{g}$ d'eau ont été précipités par l'oxalate d'ammoniaque. On a eu de ce sel fortement calciné au creuset de platine 0$^{g}$,10 de chaux. La liqueur filtrée sursaturée de potasse a donné de la magnésie, qui pesait calcinée 0$^{g}$,34.

*E*. Du nitrate de baryte versé en excès dans 100$^{g}$ d'eau, a occasionné un précipité de sulfate de baryte qui, calcinée, pesait 3$^{g}$,4. On a précipité le dixième de la liqueur filtrée par le nitrate d'argent, et on a eu 4$^{g}$,18 de muriate d'argent.

*F*. On a mêlé environ 1$^{g}$,5 de muriate de chaux bien pur et neutre à 50 grammes d'eau salée. Elle s'est troublée, et il s'est déposé du sulfate de chaux. On a rapproché presque jusqu'au point de faire cristalliser le muriate de soude, on a décanté et lavé le sulfate de chaux avec le moins d'eau possible. On a évaporé les liqueurs réunies jusqu'à siccité, et on a lavé le résidu à différentes fois avec de l'alkool; il est resté du muriate de soude qu'on a fait calciner, et qui pesait alors 8$^{g}$,00. La moitié de ce sel ayant été redissoute dans l'eau, on en a séparé par évaporation, jusqu'à cristallisation du muriate de soude, à peu près 0$^{g}$,15 de sulfate de chaux calciné. La dissolution ne se troublait ensuite ni par l'oxalate de chaux, ni par la potasse, ni par le nitrate de baryte: on en a essayé une petite portion très-concentrée par le muriate de platine; il n'y a point eu de précipité de muriate triple de platine et de potasse: elle ne contenait donc rien autre chose que du muriate de soude.

Le procédé qu'on vient de décrire est le meilleur qu'on puisse employer pour obtenir du

muriate de soude pur à l'usage des laboratoires : en effet, il est rare que le sel du commerce soit aussi mélangé que celui qu'on a soumis à l'analyse, et on a vu qu'une petite addition de muriate de chaux ayant décomposé tout le sulfate de soude et de magnésie, il n'est resté, après la lexiviation par l'alkool, qu'un peu de sulfate de chaux : or, on sépare ce sel complètement en amenant la dissolution au point de commencer à cristalliser. C'est un fait que la suite prouvera suffisamment. La seconde moitié du muriate de soude purifié a été aussi redissoute dans l'eau. On en a séparé l'acide sulfurique par le nitrate de baryte, et le nitrate d'argent y a fait ensuite un précipité pesant $5^g,3$, par conséquent 100 de muriate de soude pur et cristallisé correspondent à 260 de muriate d'argent, et ce sel contenant 0,20 d'acide muriatique, le muriate de soude en renferme 0,52. Les lavages alkooliques réunis ont été évaporés complètement. On a agité le résidu dans de petites quantités d'alkool à froid pour dissoudre les muriates de chaux et de magnésie, et recueillir le plus possible de celui de soude. Il en est resté $0^g,4$, à peu près le $\frac{1}{10}$ des sels contenus dans l'eau analysée.

En rassemblant tous ces résultats, on trouve que 1,00000 d'eau contiennent :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. | 0,0112 | ou sulfate de chaux. | 0,0030 |
| Acide muriatique. | 0,0840 | — sulfate de magnésie. | 0,0080 |
| Chaux. | 0,0019 | — sulfate de soude. | 0,0265 |
| Magnésie. | 0,0034 | — muriate de soude. | 0,1600 |
| Soude. | 0,0711 | — muriate de magn. | 0,0046 |
| Eau de cristallisat. | 0,0314 | — substance végétale | trace. |
| Total. | 0,2021 | Total. | 0,2021 |



L'évaporation *A* a donné un résultat plus considérable d'environ $0,007^e$. Cette différence provient des pertes inévitables dans les analyses, et particulièrement de la difficulté de recueillir des poids d'eau bien déterminés.

### 9°. *Schlot qui se dépose dès que l'eau des chaudières entre en ébullition.*

Il est brun, odorant, et presque uniquement composé de l'écume qui s'élève à la surface de l'eau au commencement du schlotage.

*A*. On l'a fait sécher, et on l'a réduit en poussière, dont on a pris $5^g$ qu'on a fait digérer dans $3^g$ d'eau distillée ; on a filtré et lavé avec autant d'eau. Il est resté $1^g,2$ de sulfate de chaux, séché sur le filtre, brun, d'une odeur et d'une saveur âcres, coloré par la substance végétale dont il a déjà été question.

*B*. Les liqueurs réunies marquaient 5° à l'aréomètre ; elles devaient donc contenir à peu près 0,006 de sulfate de chaux, ou $0^g,35$ (1). Elles ont été précipitées par le sulfate de baryte, et ont donné $1^g,6$ de sulfate de baryte ; puis par le nitrate d'argent, et on a eu 6,85 de muriate d'argent. Elles ne contenaient qu'une trace de magnésie. Ainsi 100 donnent :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulf. de ch. non dissout. | 24,00 | ou sulfate de chaux. | 31,00 |
| Acide sulfurique. | 10,55 | — sulfate de tsoude. | 27,20 |
| Acide muriatique. | 27,40 | — muriate de soude. | 52,70 |
| Chaux. | 2,20 | — sels magnésiens. | trace. |
| Magnésie. | trace | — subst. végétale. | |
| Substance végétale. | | | |
| Total. | 64,15 | Total. | 110,90 |

(1) Ce fait sera prouvé par les expériences qu'on fera connaître sur la dissolubilité du sulfate de chaux.

Ou rapportant tout à 100 de schlot, contenant toute son eau de cristallisation :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. . | 19,50 | ou sulfate de chaux. . | 28,00 |
| Acide muriatique . | 24,70 | — sulfate de soude. . | 24,50 |
| Soude. . . . . | 23,63 | — muriate de soude. . | 47,50 |
| Chaux. . . . . | 8,96 | — sels magnésiens. . . | trace. |
| Magnésie. . . . | trace. | — substance végétale . | |
| Eau de cristallisat. | 23,21 | | |
| Total. . . . | 100,00 | Total. . . . | 100,00 |

10°. *Schlot moyen qu'on retire des chaudières au bout de douze heures de feu, c'est-à-dire, au milieu du schlotage.*

Il est en masses grenues blanches jaunâtres. 5$^{g}$ traités comme le précédent, ont donné 2$^{g}$,5 de sulfate de chaux blanc, résidu de la dissolution, 0$^{g}$,3 de sulfate dissout, 3$^{g}$,5 de sulfate de baryte et 1$^{g}$,1 de muriate d'argent, un atome de magnésie : ce qui produit pour 100 :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulf. de ch. non dissout. | 50,00 | ou sulfate de chaux. | 56,00 |
| Acide sulfurique. . . | 22,10 | — sulfate de soude. | 71,60 |
| Acide muriatique. . . | 4,40 | — muriate de soude. | 8,45 |
| Chaux. . . . . | 1,92 | — sels magnésiens . | trace. |
| Magnésie. . . . . | trace. | — subst. végétale. . | trace. |
| Substance végétale. | trace. | | |
| Total. . . . | 78,42 | Total. . . . | 136,05 |

Ou ramenant tout à 100 de schlot cristallisé, on a :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. . | 34,12 | ou sulfate de chaux. . | 41,10 |
| Acide muriatique . | 3,25 | — sulfate de soude. . | 52,65 |
| Soude. . . . . | 10,52 | — muriate de soude. . | 6,25 |
| Chaux. . . . . | 13,15 | — sels magnésiens . . | trace. |
| Eau de cristallisat. | 38,96 | — subst. végétale. . . | trace. |
| Total. . . . | 100,00 | Total. . . . | 100,00 |



11°. *Dernier scholt qu'on retire des chaudières un peu avant de commencer à saliner.*

Il est en masses salines blanches, très-sapides. analysé comme les précédens, on a eu pour 5$^{g}$ 0$^{g}$,25 de sulfate de chaux non dissout, 0,3 en dissolution, 1$^{g}$,6 de sulfate de baryte, et 9$^{g}$ de muriate d'argent ; ce qui donne pour 100 :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate de chaux non dissout blanc. . . | 5,00 | ou sulfate de chaux. . | 11,00 |
| Acide sulfurique. . | 10,56 | — sulfate de soude. . | 28,00 |
| Acide muriatique. . | 36,00 | — muriate de soude. . | 70,00 |
| Chaux. . . . . | 1,92 | — sels magnésiens. . | trace. |
| Total. . . . | 53,48 | Total. . . . | 109,00 |

Ou ramenant tout à 100 de schlot, contenant toute son eau de cristallisation :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. . | 11,57 | ou sulfate de chaux . | 10,10 |
| Acide muriatique. . | 33,33 | — sulfate de soude . | 25,68 |
| Soude. . . . . | 30,85 | — muriate de soude . | 64,22 |
| Chaux. . . . . | 3,23 | — sels magnésiens. . | trace. |
| Eau de cristallisat. . | 20,97 | | |
| Total. . . . | 100,00 | Total. . . . | 100,00 |

La proportion de sels magnésiens étant très-petite dans les schlots, on a cru inutile de traiter ces substances par l'alkool pour apprécier la petite quantité de muriate de magnésie qu'elles contiennent.

12°. *Eau saturée des chaudières, marquant 26°,70 à l'aréomètre, telle qu'on l'envoie sur le bâtiment à cordes.*

*A.* 100$^{g}$ évaporés à siccité ont laissé un résidu pesant, calciné, 27$^{g}$,5 à 28$^{g}$0.

*B.* 100$^{g}$ essayés par l'oxalate d'ammoniaque n'ont pas donné une trace de chaux. La potasse en a précipité 0$^{g}$,72 de magnésie.

*C.* 100$^{g}$ ayant été évaporés complètement à une douce chaleur, on a fait chauffer le résidu avec l'alkool, filtré et lavé avec ce réactif, puis distillé la liqueur. Les sels déposés, dissous dans l'eau, et précipités par la potasse, ont donné 0$^{g}$,45 de magnésie. On a dissout par l'eau la masse saline lavée à l'alkool, et on en a retiré 0,26 de magnésie : résultats qui s'accordent à peu près avec l'expérience *B*.

*D.* 100$^{g}$ précipités par le nitrate de baryte en excès, ont fourni 3$^{g}$,8 de sulfate de baryte.

*E.* On a ajouté 3$^{g}$ de muriate de chaux bien pur à 100$^{g}$ d'eau. On a rapproché jusqu'à saturation de muriate de soude filtré, et fait évaporer à siccité la liqueur. Le sulfate de chaux déposé sur le filtre, a été lavé jusqu'à ne plus donner de saveur à l'eau. Les lavages évaporés jusqu'à cristallisation du muriate de soude, ont déposé de nouveau du sulfate de chaux qu'on a recueilli de la même manière. Réuni au premier et calciné, il pesait 2$^{g}$,0. La dernière eau de lavage contenait tout au plus 0$^{g}$,1 à 0,2 de ce sel qu'on n'a pas séparé.

On a fait chauffer les résidus de toutes les liqueurs avec de l'alkool filtré, et on a eu 23$^{g}$,75 de muriate de soude calciné. Les liqueurs alkooliques, traitées convenablement, ont encore fourni 1$^{g}$,3 de ce sel, en tout 25$^{g}$,05 ou 26$^{g}$,5, en le supposant cristallisé. Or, comme 100 d'eau contiennent 2$^{g}$,8 de sulfate de soude, qui par le mélange du muriate de chaux ont dû produire 1$^{g}$ de muriate de soude, il n'y avait réellement que 25$^{g}$,6 de ce dernier sel tout formé dans l'eau analysée. En dernier résultat, 1,0000 d'eau saturée contiennent :



| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. . | 0,0125 ou sulfate de magnésie. | 0,0148 |
| Acide muriatique . | 0,1326 — sulfate de soude. . | 0,0281 |
| Soude. . . . . | 0,1113 — muriate de magn. . | 0,0107 |
| Magnésie. . . . | 0,0072 — muriate de soude. . | 0,2550 |
| Eau de cristallisat. | 0,0350 — sels calcaires. . . | 0,0000 |
| Total. . . . | 3086 | Total. . . . | 3086 |

13°. *Sel des bassins du bâtiment à cordes.*

On obtient ce sel lorsqu'on laisse séjourner l'eau saturée dans les bassins avant de l'élever sur les cordes : il est en gros cristaux et très-blanc.

*A.* 200$^{g}$ ont été traités par l'alkool. La liqueur distillée et le résidu dissout dans l'eau, on a eu par la potasse 0$^{g}$,15 de magnésie. Ce sel ainsi lavé à l'alkool a donné encore 0$^{g}$,15 de magnésie.

*B.* 15$^{g}$ du même sel, dissous dans l'eau, ayant été mêlés à du nitrate de baryte, on a eu 1$^{g}$,5 de sulfate de baryte.

Ainsi 100 de sel sont composés de,

| | | |
|---|---|---|
| Muriate de magnésie. . | 0,18 | 1,33 |
| Sulfate de magnésie . . | 0,40 | |
| Sulfate de soude . . . | 0,75 | |
| Muriate de soude. . . | 98,67 | |
| Total. . . . | 100,00 | |

### 14°. *Sel des cordes.*

Il est en lames cristallisées, rayonnées autour des cordes. Analysé comme le précédent, il a donné 2$^{g}$,2 de sulfate de baryte pour 10$^{g}$ et pour 200$^{g}$ 0$^{g}$,2 de magnésie provenant de la dissolution alkoolique, 0$^{g}$12 de la dissolution aqueuse.

100 de sel sont composés de,

| | | |
|---|---|---|
| Muriate de magnésie. . | 0,25 | 2,83 |
| Sulfate de magnésie . . | 0,58 | |
| Sulfate de soude . . . | 2,00 | |
| Muriate de soude. . . | 97,17 | |
| Total. . . . | 100,00 | |

### 15°. *Premier sel des chaudières.*

Il est blanc et à très-petits grains.

*A.* On a recherché la magnésie par le procédé qu'on a déjà décrit plusieurs fois, et on n'en a trouvé qu'une trace.

*B.* 20$^{g}$ dissous dans l'eau ont donné 1$^{g}$,06 de sulfate de baryte.

*C.* 20 autres grammes précipités par l'oxalate d'ammoniaque ont fourni 0$^{g}$,25 d'oxalate de chaux qui correspondent à 0,10 de chaux.



100 du sel sont composés de,

| | | |
|---|---|---|
| Sulfate de chaux. . . | 1,56 | 5,36 |
| Sulfate de soude. . . | 3,80 | |
| Sels magnésiens . . . | trace. | |
| Muriate de soude. . . | 94,64 | |
| Total. . . . | 100,00 | |

### 16°. *Second sel des chaudières.*

C'est celui qu'on obtient au milieu de l'opération du salinage : il est à grains moyens et blanc. Analysé comme les précédens, il a donné pour 100 0,25 de magnésie provenant de la dissolution alkoolique, et tout au plus 0,05 provenant de la dissolution du résidu dans l'eau. Point de chaux, et 4,8 de sulfate de baryte.

Ainsi 100 du sel sont composés de,

| | | |
|---|---|---|
| Muriate de magnésie. . | 0,61 | 6,41 |
| Sulfate de magnésie. . | 0,25 | |
| Sulfate de soude. . . | 5,55 | |
| Muriate de soude. . . | 93,59 | |
| Total. . . . | 100,00 | |

### 17°. *Dernier sel des chaudières (recueilli le dernier jour du salinage).*

Ce dernier sel est jaunâtre ; il a une saveur âcre, piquante et amère.

100 grammes ont produit 0$^{g}$,82 de magnésie provenant de la dissolution alkoolique, 2$^{g}$,30 du résidu, et 12$^{g}$,5 de sulfate de baryte ; toutes les dissolutions ont laissé sur le filtre une substance végétale brune et épaisse.

100 sont composés de,

| | | |
|---|---|---|
| Muriate de magnésie. . . | 2,00 | 14,50 |
| Sulfate de magnésie. . . | 12,50 | |
| Sulfate de soude. . . . | 00,00 | |
| Muriate de soude. . . . | 85,50 | |
| Total. . . . . | 100,00 | |

### 18°. *Eau-mère du muriate de soude.*

L'eau-mère qu'on retire des chaudières à la fin de chaque cuite, et quand le sel qui se forme est trop impur pour être livré dans le commerce, est épaisse, visqueuse, d'une couleur rouge brune foncée. Elle est extrêmement amère et répand une odeur âcre qui n'est cependant pas désagréable. Toutes les fois qu'on la fait bouillir, elle donne une écume considérable. Quand on dissout le dépôt qu'elle forme, il reste une substance brune et visqueuse comme de la mélasse, âcre et amère, qui ne peut se dissoudre ni dans l'alkool ni dans l'eau, qui disparaît au feu presque en totalité, et ne laisse qu'une cendre légère, mélangée de quelques sels qu'elle avait défendus de l'action de l'eau, etc. Les liqueurs sont colorées, mais beaucoup moins que l'eau-mère elle-même. Une nouvelle ébullition en sépare un nouveau dépôt, et le premier précipité qu'on y forme les décolore entièrement. L'alkool qu'on fait digérer sur les sels présente à peu près les mêmes phénomènes, quoiqu'avec moins d'intensité. Il paraît que cette substance est du genre de celles qu'on appelle *extractifs résineux*, et qu'elle doit son origine aux fagots, souvent résineux, sur lesquels on fait tomber l'eau. C'est la même qu'on trouve dans différens produits, qui ont été indiqués et qui se concentre dans les eaux-mères. Au reste, elle n'y est pas en grande quantité; car le premier dépôt qu'elle fournit, séché, pèse au plus 0,001$^{e}$. Les essais ont indiqué une trace d'oxyde de fer.



*A*. 100$^{g}$ ont été évaporés à siccité. Le résidu calciné dans le creuset de platine, jusqu'à entrer en fusion, pesait 26$^{g}$,8. On l'a dissout dans l'eau, et il est resté un dépôt considérable de magnésie provenant du muriate de magnésie qui avait été décomposé presqu'en totalité. Or comme ce sel entrait pour $\frac{1}{10}$ à peu près dans l'eau-mère, il en résulte que la calcination avait vaporisé à peu près 1$^{g}$,0 d'acide muriatique, et que par conséquent le résidu, en supposant qu'il n'eût perdu que l'eau de cristallisation, aurait pesé 27$^{g}$,8.

*B*. 100$^{g}$ ayant été évaporés lentement jusqu'à siccité, on a lavé le dépôt à l'alkool, et on l'a redissout ensuite dans l'eau. La liqueur alkoolique, traitée convenablement, a donné 2$^{g}$ de magnésie, et la dissolution aqueuse 1$^{g}$,8.

*C*. 50$^{g}$ précipités par la potasse ont fourni 2$^{g}$,0 de magnésie, proportion un peu plus forte que celle trouvée par l'expérience précédente.

*D*. On a précipité 50$^{g}$ d'eau par le nitrate de baryte, et on a eu 4$^{g}$,6 de sulfate de baryte.

*E*. On a versé du muriate de chaux en excès dans 200$^{g}$ d'eau-mère; en opérant avec les précautions déjà décrites, on a eu 10$^{g}$,3 de sulfate de chaux calciné, et 34$^{g}$,6 de muriate de soude aussi calciné et très-pur. Il contenait au plus 0,3, 0,4 de sulfate de chaux qu'on

n'avait pu séparer des dernières eaux de lavages.

On peut remarquer que les proportions de sulfate de chaux et de baryte qu'on a obtenues pour une même quantité d'eau, s'accordent presque parfaitement avec la composition qu'on a supposée à ces sels.

Les liqueurs alkooliques tenaient en dissolution une quantité très-considérable de muriate de chaux et de magnésie. On les a évaporées à siccité ; on a fait calciner le résidu au rouge blanc dans le creuset de platine ; on l'a redissout dans l'eau, et on a précipité la chaux par le carbonate d'ammoniaque. Après avoir filtré, on a de nouveau évaporé à siccité et calciné pour vaporiser les sels ammoniacaux. Le résidu pesait $5^g$, mais il n'était pas pur. Toute la chaux n'ayant pas été précipitée par le carbonate d'ammoniaque, il s'était régénéré du muriate de chaux par la calcination. On n'a point recherché en quelle proportion, et on l'a porté par aperçu à $0^g,6$. D'où résulte $4^g,4$ de muriate de soude à ajouter aux 34,6 déjà trouvés, en tout $39^g$ ou $41^g,6$ cristallisés. Proportion qui s'accorde à peu près avec l'expérience *A*, comme on le voit par les résultats suivans.

1,000 d'eau contiennent :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique . | 0,0313 | ou sulfate de magnésie. | 0,0950 |
| Acide muriatique. | 0,1081 | — sulfate de soude. . . | 0,0000 |
| Soude. . . . . | 0,0873 | — muriate de magn. . | 0,0485 |
| Magnésie. . . . | 0,0385 | — muriate de soude. . | 0,2080 |
| Eau de cristallisat. | 0,0863 | — substance végétale . . | |
| Total. . . . | 0,3515 | Total . . . . | 0,3515 |



Selon que l'eau-mère est plus ou moins abondante, elle contient moins ou plus de sulfate de magnésie ; il y en a qui en renferme jusqu'à 0,15, et les dernières portions du sel qu'on retire des chaudières en sont toujours très-mélangées, sans jamais contenir de sulfate de soude. Il n'y a pas non plus un atome de ce sel dans l'eau-mère, c'est-à-dire, que par une évaporation à une température au-dessus de 0, elle ne peut pas du tout en fournir. Elle en produit à la vérité abondamment quand on l'expose à la gelée ; mais alors elle change de nature. Car si, après avoir subi le froid, on l'évapore sur le feu, on en retire du sulfate de soude, quoique les proportions des élémens n'aient point changées. Cette observation est en faveur de ceux qui regardent ces dissolutions comme un mélange de sels tout formé, et fait voir qu'il ne faut pas se contenter de rechercher les principes constituans des eaux minérales ; mais observer les phénomènes qu'elles présentent dans des circonstances analogues (phénomènes qui peuvent différer, quoique les principes constituans soient les mêmes). Ainsi le traitement du résidu de l'évaporation par l'alkool, est un préliminaire indispensable à l'analyse, puisqu'il fait connaître une des propriétés principales du sujet.

### 19°. *Eau-mère du bâtiment à cordes.*

Ce travail ayant été entrepris dans un tems où le bâtiment à cordes ne pouvait être en activité, on n'a pu se procurer des eaux-mères qu'on y recueille ; mais l'analyse du sel des cor-

des fait voir que l'eau-mère, outre presque tout le muriate et le sulfate de magnésie de l'eau saturée, doit contenir une très-grande quantité de sulfate de soude, et qu'elle doit être par conséquent plus abondante que lorsqu'on évapore dans les chaudières.

### 20°. *Ecailles.*

On appelle *écailles* le dépôt qui se forme et s'attache au fond des chaudières pendant l'évaporation de l'eau. Elles sont en morceaux compactes blancs, jaunes ou gris, à grains fins saccarins. On les détache après un certain nombre de cuites.

*A.* 20$^{g}$ réduits en poussière fine, ont été mis en digestion dans six fois leur poids d'eau distillée. Il est resté 1$^{g}$,6 de sulfate de chaux jaunâtre qui est devenu parfaitement blanc par la calcination.

*C.* La dissolution a donné 0,9 d'oxalate de chaux par l'oxalate d'ammoniaque ; puis 0,30 de magnésie par la potasse. Environ 0$^{g}$08 de magnésie provenaient du muriate de cette terre.

*D.* 5$^{g}$ ayant été dissous dans six fois leur poids d'eau, on a précipité la liqueur après l'avoir filtrée par le nitrate de baryte, et on a eu 2$^{g}$,5 de sulfate de baryte ; puis par le nitrate d'argent, ce qui a donné 8$^{g}$,0 de muriate d'argent.



Ainsi 100 contiennent :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate de chaux non dissout. | 8,0 | ou sulfate de chaux. | 13,63 |
| Acide sulfurique. | 16,5 | — sulfate de magn. | 5,80 |
| Acide muriatique. | 32,0 | — sulfate de soude. | 44,44 |
| Chaux. | 1,8 | — muriate de soude. | 61,00 |
| Magnésie. | 1,5 | — muriate de magn. | 1,00 |
| | | subst. végétale. | |
| Total. | 5,98 | Total. | 125,87 |

On voit par ce résultat que les écailles présentent le fait, assez singulier, d'une substance presque entièrement calcinée, quoique constamment sous l'eau et en contact avec elle. Cela explique la haute température à laquelle s'élève le fond des chaudières et les voûtures qui s'y forment par suite, et indique en même-tems d'y laisser amasser le moins de dépôt possible.

100 des écailles, telles qu'on les recueille, contiennent les proportions suivantes de sels anhydres.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. | 20,18 | sulfate de chaux. | 10,65 |
| Acide muriatique. | 32,00 | sulfate de magn. | 3,00 |
| Soude. | 32,36 | sulfate de soude. | 18,66 |
| Chaux. | 4,36 | muriate de soude. | 57,34 |
| Magnésie. | 1,50 | muriate de magn. | 0,75 |
| Eau. | 9,60 | eau. | 9,60 |
| Total. | 100,00 | Total. | 100,00 |

Ou rapportant le tout à 100 de sels cristallisés :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. . | 16,02 | sulfate de chaux . | 10,81 |
| Acide muriatique. . | 25,45 | sulfate de magn. . | 4,61 |
| Soude. . . . . | 25,62 | sulfate de soude . | 35,30 |
| Chaux. . . . . | 3,65 | muriate de soude . | 48,38 |
| Magnésie. . . . | 1,20 | muriate de magn . | 0,80 |
| Eau de cristallisat. . | 28,06 | subst. végétale. . | |
| Total. . . . | 100,00 | Total. . . . | 100,00 |

### 21°. *Premier dépôt des eaux-mères.*

Le premier dépôt que laissent les eaux-mères réunies des chaudières et du bâtiment à cordes, dans les bassins où on les laisse séjourner l'hiver, présente des noyaux blancs cristallins, disséminés dans une pâte cristalline grisâtre.

On a analysé ce dépôt et le suivant comme les schlots, et on a eu pour 100 de sels secs, 3$^{g}$,0 de magnésie, dont le 10$^{e}$ au plus provenait du muriate, 60$^{g}$,3 de sulfate de baryte et 132 de muriate d'argent.

Ce qui revient à,

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. . | 19,90 | sulfate de magn. . | 14,20 |
| Acide muriatique. . | 26,50 | sulfate de soude. . | 56,40 |
| Magnésie. . . . | 3,00 | muriate de soude. . | 50,03 |
| | | muriate de magn. . | 0,70 |
| Total. . . . | 49,40 | Total. . . . | 121,33 |

Ou



Ou pour 100 de sels contenant l'eau de cristallisation :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. . | 16,40 | sulfate de magn . | 11,74 |
| Acide muriatique. . | 21,47 | sulfate de soude . | 46,36 |
| Soude. . . . . | 24,30 | muriate de soude . | 41,30 |
| Magnésie. . . . | 2,50 | muriate de magn. | 0,60 |
| Eau. . . . . | 35,33 | | |
| Total. . . . | 100,00 | Total. . . . | 100,00 |

### 22°. *Second dépôt des eaux-mères.*

Il ne diffère du premier par aucune propriété physique. Il a donné pour 100 de sels secs, 0,3 de magnésie, 65 de sulfate de baryte, et 160 de muriate d'argent : ce qui revient à,

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. . | 21,45 | sulfate de soude . | 79,00 |
| Acide muriatique. . | 32,00 | muriate de soude. | 61,50 |
| Magnésie. . . . | 0,30 | sels magnésiens. . | trace. |
| Total. . . . | 53,75 | Total. . . . | 140,50 |

Ou pour 100 de sels cristallisés.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. . | 15,25 | sulfate de soude. . | 56,50 |
| Acide muriatique. . | 22,35 | muriate de soude. | 43,00 |
| Soude. . . . . | 26,53 | sels magnésiens. . | 0,50 |
| Eau. . . . . | 35,97 | | |
| Total. . . . | 100,00 | Total. . . . | 100,00 |

### 23°. *Dernier dépôt des eaux-mères.*

Le dernier dépôt des eaux-mères est du sulfate de soude en noyaux limpides ou laiteux, arrondis, et quelquefois cristallisés.

*A.* 5$^{g}$ séchés à l'air sur du papier gris ont été dissous dans l'eau. On a sursaturé la dissolution de nitrate de baryte pour précipiter tout l'acide sulfurique, après quoi on a eu 0,65 de muriate d'argent par le nitrate de ce métal.

*B.* 100$^{g}$ du même sel dissout dans l'eau, ont donné à peine 0$^{g}$,1 de magnésie par la potasse. Ainsi ils ne contenaient que du sulfate et du muriate de soude dans les proportions suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide sulfurique. | 25,65 | sulfate de soude. | 95,00 |
| Acide muriatique. | 2,60 | muriate de soude | 5,00 |
| Soude. | 16,35 | sels magnésiens. | trace. |
| Magnésie. | trace. | | |
| Eau de cristallisat. | 55,40 | | |
| Total. | 60,00 | Total. | 100,00 |

## 24°. *Eau-mère du sulfate de soude.*

A l'époque où on a fait la collection des produits minéralurgiques de la saline, on avait vidé tous les bassins, en sorte qu'on n'a pu y puiser de véritables eaux-mères du sulfate de soude. Celles qu'on a analysées ont été ramassées dans un bassin inférieur où elles s'étaient rendues en coulant à travers les planches. Il est probable qu'elles étaient mélangées d'eau saturée amenée sur les cordes. Quoi qu'il en soit, leur composition fait voir que le muriate de magnésie s'accumule, et que la proportion du sulfate diminue au contraire, quoique ce sel ne se retrouve que dans le premier dépôt.

Sans entrer dans les détails de l'analyse qui n'a rien de particulier, on donne sur-le-champ les résultats suivans : 100 d'eau contiennent :



| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide salfurique. | 0,0300 | sulfate de magn. | 0,0420 |
| Acide muriatique. | 0,1200 | sulfate de soude | 0,0600 |
| Soude. | 0,0925 | muriate de magn. | 0,0540 |
| Magnésie. | 0,0300 | muriate de soude. | 0,1990 |
| Eau de cristallisat. | 0,0825 | | |
| Total. | 0,3550 | Total. | 0,3550 |

## *Sur la dissolubilité du muriate de soude.*

Le muriate de soude qu'on avait obtenu des analyses qui ont été détaillées, étant parfaitement pur, on l'a recueilli avec soin pour faire des expériences sur sa dissolubilité. On l'a mêlé à deux fois et demi son poids d'eau distillée (à la température de 10°) ; on a agité souvent le mélange, et on l'a laissé reposer 24 heures. Une partie du sel était au fond du vase et n'avait pu se dissoudre. On a essayé la dissolution, parfaitement limpide, à l'aréomètre ; elle marquait 24°,3. On l'a fait chauffer ensuite, en contact avec le sel, jusqu'à la faire bouillir. Le volume du résidu a diminué sensiblement. On l'a laissée refroidir, et le muriate de soude qui s'était dissout à la faveur de la chaleur s'est précipité. La liqueur ramenée à la température de 10°, marquait encore 24°3 à l'aréomètre. Elle était donc revenue au même point de saturation qu'elle avait atteint avant d'avoir été chauffée, et elle contenait tout le sel qu'elle étoit susceptible de dissoudre, puisqu'elle en avait abandonné une petite quantité par le refroidissement.

Pesanteur spécifique de l'eau saturée de muriate de soude pur.

Proportion de muriate de soude pur contenue dans l'eau saturée.

On en a fait évaporer 120$^{g}$ lentement, et à une douce chaleur. Ils ont laissé 32$^{g}$,4 de muriate de soude en petits grains cristallisés et séchés à l'air. Ainsi 100 d'eau saturée contiennent 27 de muriate de soude pur et cristallisé, à la température de 10°. La même quantité d'eau bouillante peut en dissoudre un peu davantage. On n'a pas évalué rigoureusement la différence; mais on a vu, par aperçu, qu'elle n'atteignait pas un centième.

Plusieurs chimistes supposent au muriate de soude une solubilité plus grande que celle qui vient d'être indiquée. On a cependant lieu de croire celle-ci exacte. La seule incertitude qui pourrait rester encore serait fondée sur l'état de dessication du sel. Il est possible, en effet, qu'il ait perdu nne petite portion de son eau de cristallisation dans les derniers instans de l'évaporation (1). La différence des résultats provient probablement du degré de pureté des sels soumis à l'expérience. En effet, plus le sel est pur, moins il s'en dissout dans l'eau pour la saturer, et en même-tems, plus légère est la dissolution, et plus elle tient de muriate de soude. Au contraire, quand il est impur il faut moins d'eau pour le dissoudre, et alors la liqueur est plus pesante, marque un plus grand nombre de degrés à l'aréomètre. Elle contient une plus grande portion de substances salines, et cependant moins de muriate de soude pur, soit parce qu'elle contient en effet moins d'eau,

Eau saturée de muriate de soude impur.

(1) Des expériences subséquentes dans lesquelles on a obtenu du muriate de soude calciné, ont levé tous les doutes, et confirmé le résultat indiqué.



soit à cause de l'action des sels étrangers sur le liquide, ou par ces deux causes en même-tems.

Ces assertions sont suffisamment prouvées par le résultat de l'analyse, 1°. de l'eau saturée des chaudières, qui marque 26°,7 à l'aréomètre, contient 0,310 de substances salines, et seulement 0,255 de muriate de soude; 2°. de l'eau-mère du muriate de soude, marquant plus de 30°, contenant 0,35 de sels, et au plus 0,21 de muriate de soude pur, etc.; 3°. enfin par l'observation qu'on a faite, que les dissolutions saturées des sels du commerce, indiquent presque toujours plus de 25 et moins de 26° à l'aréomètre (1). Ces sels ne sont jamais mélangés que de quelques-unes de ces cinq substances: le muriate de chaux et de magnésie, le sulfate de soude, de magnésie et de chaux, outre les corps terreux. Dans ce qui précède on n'a pas entendu parler d'autres mélanges.

Moyen de reconnaître la pureté du sel marin.

Tout ceci conduit à proposer un moyen de faire servir l'aréomètre à indiquer par approximation le degré de pureté des différens sels marins répandus dans le commerce. Il consiste à verser à peu près trois fois son poids d'eau sur une certaine portion du sel, à agiter et à essayer la liqueur quand elle ne peut plus rien dissoudre. Plus elle est légère, moins elle marque de degrés, et plus pur il faut juger le sel soumis à l'expérience. Il est nécessaire de faire en sorte que la portion non dissoute soit le moins considérable possible; car autrement l'eau se

(1) L'eau des sources évaporée lentement jusqu'à saturation, et de manière à ne déposer que du sulfate de chaux, marque à peu près 26°.

chargerait des sels déliquessens, et autres beaucoup plus dissolubles que le muriate de soude ; et il pourrait arriver, si le résidu était considérable, que la liqueur marquât 26° et plus, quoique le sel essayé fût de très-bonne qualité. On évite cet inconvénient en employant trois fois son poids d'eau distillée.

*Sur la dissolubilité du sulfate de chaux.*

L'analyse des eaux à différens degrés, ayant présenté des proportions de sulfate de chaux très-variées, on a cherché quelle loi suivaient ces proportions, relativement à la salure. Pour cela on a pris des eaux aux différens bâtimens de graduation, et on en a précipité la chaux par l'oxalate d'ammoniaque. On a eu les résultats suivans,

| Degrés de l'eau. | Proportions d'oxalate de chaux. | Degrés de l'eau. | Proportions d'oxalate de chaux. |
|---|---|---|---|
| 1,6 | 0,00288 | 7,5 | 0,00492 |
| 2,0 | 0,00400 | 10,0 | 0,00482 |
| 3,5 | 0,00452 | 16,5 | 0,00294 |
| 4,5 | 0,00476 | 20,7 | 0,00104 |
| 5,0 | 0,00504 | 26,0 | trace. |

Rapport du sulfate à l'oxalate de chaux.

Or, comme on sait que 100 d'oxalate de chaux correspondent à 120 de sulfate, ainsi qu'on s'en est assuré par l'expérience et qu'on peut le conclure, des proportions de chaux que contiennent ces sels, savoir : 0,39 à 0,40



pour l'oxalate, et 0,32 pour le sulfate; on a pu construire le tableau des proportions de sulfate de chaux dissout dans l'eau salée de Moutiers, à tous les degrés de saturation, depuis 2 jusqu'à 26.

Proportion de sulfate de chaux nécessaire pour saturer l'eau des sources.

Il restait encore à savoir, pour achever la série, si l'eau de la source était entièrement saturée de sulfate de chaux. On a pris 400 grammes d'eau salée amenée au pied des bâtimens de graduation, marquant 1°,6 à l'aréomètre, et on y a mélangé, par une agitation répétée, 4$^{g}$ de sulfate de chaux bien pur. On a laissé en contact pendant 24 heures et décanté ; l'eau marquait alors 1°,75 ; ce qui prouve sans réplique, qu'elle avait dissout quelque chose. En effet, elle avait pris au moins 0$^{g}$,6 de sulfate de chaux pour se saturer, ou les 0,0015$^{e}$ de son poids qui, joints aux 0,0026 qu'elle contenait déjà, donnent 0,0041 à peu près le $\frac{1}{240}$.

Si la marche de la série est irrégulière dans quelques parties, c'est qu'on n'a pas pu en déterminer rigoureusement un assez grand nombre de termes, et que par conséquent les petites erreurs qu'on ne peut éviter se trouvent répétées un grand nombre de fois.

*Tableau de la dissolubilité du sulfate de chaux.*

| Deg. de l'eau. | Proportions du sulfate de chaux. | Deg. de l'eau. | Proportions de sulfate de chaux. | Deg. de l'eau. | Proportions du sulfate de chaux. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1°,6 | 0,00260 | 10 | 0,00580 | 19 | 0,00230 |
| 2 | 0,00430 | 11 | 0,00570 | 20 | 0,00180 |
| 3 | 0,00480 | 12 | 0,00550 | 21 | 0,00140 |
| 4 | 0,00535 | 13 | 0,00520 | 22 | 0,00125 |
| 5 | 0,00605 | 14 | 0,00480 | 23 | 0,00075 |
| 6 | 0,00600 | 15 | 0,00430 | 24 | 0,00050 |
| 7 | 0,00590 | 16 | 0,00380 | 25 | 0,00030 |
| 8 | 0,00588 | 17 | 0,00330 | 26 | 0,00150 |
| 9 | 0,00584 | 18 | 0,00280 | 27 | 0,00000 |

Conséquences.

On peut conclure de tout ceci, que l'eau des sources n'est point saturée de sulfate de chaux, qu'elle peut en admettre environ $\frac{1}{150}$ de son poids, et que comme l'eau distillée ne peut en dissoudre que $\frac{1}{400}$, l'action du muriate de soude est très-forte sur ce sel, et tend à retarder sa cristallisation, en outre la proportion du sulfate de chaux augmente avec celle des autres sels, mais jusqu'à 5° seulement. Alors elle diminue continuellement jusqu'à 20 à 21°. Il y a deux causes de cette diminution, 1°. la proportion moins grande d'eau pure que contient le liquide salé en raison de sa saturation (cette seule cause ne suffit pas comme on peut s'en convaincre par le calcul); 2°. l'affinité réciproque du muriate de soude, etc. et de l'eau qui rompt la combinaison avec le sulfate de chaux, et laisse prédominante la tendance qu'a celui ci à se cristalliser. De 20 aux suivans les mêmes causes continuent d'agir, et vont toujours en croissant, la dissolution du sulfate de chaux diminue



plus rapidement, et ce sel est entièrement expulsé de l'eau salée quand elle est saturée et que le muriate de soude commence à se précipiter. La température de l'évaporation change encore les affinités, et au degré de l'ébullition le sulfate de chaux, au lieu de se déposer pur, entraîne, en se combinant avec eux, des sulfates, muriates de soude, etc.

## *Essais des eaux salées par la chaux.*

M. Grenn avait annoncé que le sulfate de soude et le muriate de chaux, mis en dissolution commune, se décomposaient mutuellement, et qu'il en était de même du muriate de magnésie et du sulfate de soude, quand on ajoutait à la liqueur une suffisante quantité de chaux vive. On n'avait aucune raison de douter de la vérité de ces phénomènes, bien d'accord avec les théories chimiques; mais il était intéressant d'en essayer l'application aux eaux de la saline de Moutiers, et de vérifier les analyses qu'on en avait faites par l'observation de l'effet précis des mélanges indiqués sur les eaux. C'est dans ce double but qu'on a exécuté les expériences suivantes.

Eau à 1°,6.

On a pris 1000 grammes d'eau salée à 1°,6, on l'a mélangée avec un lait de chaux épais, contenant 1$^{g}$ de chaux vive nouvellement calcinée. Après avoir agité quelque tems on a laissé déposer, puis filtré. La liqueur marquait 1°,75 à l'aréomètre; elle s'était saturée de sulfate de chaux. Essayée par l'eau de chaux, elle ne se troublait plus. On l'a évaporée à siccité, et on a fait digérer de l'alkool à chaud sur le résidu. La dissolution alkoolique ne contenait que du

muriate de soude sans la moindre trace de muriate de chaux ou de magnésie.

Les sels lavés à l'alkool ont été dissous dans quatre fois leur poids d'eau. Il est resté du sulfate mêlé de carbonate de chaux. Ce dernier sel provenait de celui déjà dissout dans l'eau, et de celui qui s'était formé pendant l'ébullition, la liqueur contenant un excès sensible de chaux.

La dissolution traitée convenablement, a donné $0^{g},46$ d'oxalate de chaux et $1^{g},70$ de sulfate de baryte, d'où résultent $0^{g},55$ de sulfate de chaux et 1,20 de sulfate de soude. Or, les $1000^{g}$ d'eau contenaient à peu près 0,3 de muriate de magnésie et 1,9 de sulfate de soude, il reste donc un peu moins des $\frac{1}{4}$ de ce dernier sel.

Eau graduée à 20,7.

On a pris $1000^{g}$ d'eau à 20°,7; on l'a mêlée à un lait de chaux contenant $10^{g}$ de chaux vive et en agitant continuellement. Il s'est formé un dépôt très-volumineux. On a filtré. La liqueur ne contenait plus de magnésie; on l'a fait évaporer à une douce chaleur, en agitant à l'air pour séparer l'excès de chaux; on l'a décantée quand le muriate de soude a commencé à cristalliser, et on a achevé l'évaporation dans un autre vase. On a eu du sel très-blanc, d'une saveur et d'une odeur agréable.

On en a pris $30^{g}$ qu'on a essayé par l'alkool: ils n'ont donné ni muriate de chaux ni muriate de magnésie. La dissolution dans l'eau a produit une trace de chaux et 2,5 de sulfate de baryte, qui correspondent à 3 de sulfate de soude. Le muriate de soude est donc mélangé de $\frac{3}{100}$ de son poids de sulfate de soude. Or, comme dans



l'eau il s'en trouve à peu près $\frac{1}{7}$, il en reste moins de $\frac{2}{3}$. $\frac{1}{100}$ de chaux, est plus que suffisant pour opérer la décomposition.

Eau mère.

$1000^{g}$ d'eau-mère du muriate de soude, auxquels on a ajouté $100^{g}$ de chaux vive réduite en lait, se sont pris en pâte. On a filtré et lavé avec de l'eau. La liqueur avec excès de chaux ne contenait plus ni magnésie ni sulfate de soude, mais beaucoup de muriate de chaux. On y a mélangé une dissolution de $100^{g}$ de sulfate de soude, et tout le muriate de chaux a été décomposé.

$1000^{g}$ d'eau-mère du sulfate de soude (24) mélangés avec $60^{g}$ de chaux vive, puis filtrés, ont donné une liqueur avec excès de chaux, ne contenant plus ni sulfate de soude ni magnésie.

Il est donc incontestable que la chaux précipite complètement la magnésie, que le muriate de chaux et le sulfate de soude se décomposent mutuellement en donnant naissance à du muriate de soude et du sulfate de chaux, et que les eaux salées de Moutiers peuvent être presque complètement purifiées par la chaux. On pourra les amener à ne contenir que du muriate de soude en les mélangeant les unes avec les autres, ainsi qu'on le fera voir en traitant de l'exploitation.

Proportion de sels nécessaires pour la purification.

Pour la purification absolue, il faut que l'eau contienne 176 de sulfate pour 100 de muriate de magnésie, et l'on doit employer une proportion de chaux qui se compose au moins des $0,50^{c}$ du muriate de magnésie, et des $0,24^{c}$ du sulfate. Il en résulte une augmentation de muriate de soude qui forme les $0,65^{c}$ du muriate de ma-

gnésie, ou les 0,35 à 0,36e du sulfate de soude, si la proportion de ce sel est trop faible relativement au muriate terreux. Mais pour que la chaux agisse promptement et complètement, il faut qu'elle soit réduite en lait aussitôt après sa calcination, et conservée hors du contact de l'air. On a essayé d'employer de la chaux noyée (mal éteinte et sur-le-champ plongée dans une grande quantité d'eau), ou long-tems exposée à l'air, et on a vu qu'elle s'agglutinait en morceaux au fond des vases, et n'exerçait sur l'eau qu'une action lente et insensible, tandis que lorsqu'on a pris toutes les précautions convenables, la chaux reste long-tems en suspension dans l'eau, avec laquelle elle entre dans un commencement de combinaison, et décompose presqu'instantanément les sels sur lesquels elle peut exercer son action.



# DESCRIPTION MINÉRALOGIQUE

## *De la vallée du* Mein, *entre Hanau et Francfort.*

Par M. Léonhard.

Extrait de la traduction faite par M. Nau, Professeur à Aschaffenbourg.

*Ad quæ noscenda iter ingredi, transmittere mare solemus, ea sub oculis posita negligimus: seu quia ita natura comparatum, ut proximorum incuriosi, longinqua sectemur; seu quod omnium rerum cupido languescit, quum facilis occasio est; seu quod differimus tanquam sæpe visuri, quod datur videre, quoties velis cernere.*

Plinii, Epist.

Les topographies minéralogiques d'une contrée particulière ou d'un pays plus étendu, sont d'autant plus importantes, que c'est sur-tout de l'ensemble et du rapprochement de ces divers morceaux, qu'on peut espérer de composer le grand ouvrage qui doit nous développer, soit la forme extérieure, soit la structure intérieure de notre globe.

Celle dont nous offrons l'extrait, sera d'autant plus intéressante, qu'elle fait partie d'un plan plus vaste qui comprend la topographie de la Wétéravie entière, que l'auteur se propose de donner successivement.

## *Coup-d'œil général.*

Si nous montons sur les hauteurs voisines de *Bergen* (1), nous avons une vue aussi étendue que magnifique : devant nous se développe une ligne circulaire d'environ cent lieues. A nos pieds le Mein roule ses ondes brillantes qui arrosent et enrichissent une contrée couverte d'un nombre infini de villes et de villages.

De toutes parts ce vaste horizon est borné par des montagnes. Dans la partie la plus rapprochée de nous, vers le Nord-Ouest, s'élève l'*Altkœnig*, qu'on peut considérer comme le point central des *Monts-Taunus*. Le *Feldberg*, montagne plus élevée que l'*Altkœnig*, se joint à celui-ci du côté du Nord, et se lie avec un système de montagnes et de collines qui forment la moitié septentrionale des *Monts-Taunus*, et qui se perdent dans le *Westerwald*.

Au Nord-Est se présente, dans toute son étendue, la chaîne des *Vogelsgebirge*, dont les points les plus élevés se remarquent près de *Grimberg* et de *Nidda* (2). La forme conique de ces montagnes annonce qu'on doit y trouver du trapp (3).

A l'Est, le mont *Rhœn* se joint à la chaîne des *Vogelsgebirge*.

(1) Deux lieues à l'E. N. E. de Francfort. (*Note de E. M. L. P.*).

(2) Douze lieues au N. E. de Francfort.

(3) Quelques géologues français regarderaient ce trapp comme un basalte, et jugeraient d'après la forme *conique* de ces montagnes, que ce sont des pics volcaniques. (*Note de E. M. L. P.*).



En tournant vers le Sud, ont voit les montagnes du *Freigericht* et du *Spessart*, qui se réunissent à l'*Odenwald* et à la chaîne de la *Bergstrasse*. Droit au midi se montre le haut *Melibocus* qu'on nomme le *Roi de la Bergstrasse*.

Au Sud-Ouest paraît le *Mont-Tonnerre*, auquel se joint la chaîne qui borde la vallée de la *Nahe*, et dont les derniers rameaux accompagnent cette rivière jusqu'à son embouchure dans le Rhin. (L'auteur donnera dans une autre occasion la description de cette belle vallée).

Enfin, depuis les rives du Rhin, la chaîne de montagnes et de collines se dirige par *Wiesbaden*, *Eppstein* et *Kœnigstein*, vers l'*Altkœnig*, et terminent ainsi la ligne circulaire.

Avant de chercher à expliquer la formation de la vallée du Mein, et à tirer de cette explication quelques résultats généraux, nous devons entrer dans quelques détails sur la nature des montagnes que nous avons sous les yeux.

## *Collines de Bergen.*

Ces collines qui se dirigent du N. E. au S. O., commencent à s'élever aux environs de *Hochstadt*, et s'étendent par *Bergen* jusqu'à *Bockenheim*, où elles s'abaissent et se confondent avec les couches de trapp stratifié (*flœtz-trapp*) qui occupe toutes les parties basses de notre pays.

La matière dominante de ces collines est la pierre calcaire secondaire (*flœtz-kalkstein*) qui renferme un immense dépôt de pétrifica-

tions, *à la décomposition desquelles cette pierre doit son origine* (1).

Ces restes d'un monde organisé se montrent principalement dans la partie méridionale des collines, dont la pente vient se perdre au rivage du Mein. Leur revers septentrional et les coteaux qui s'y adossent, sont formés de grès, comme on le voit sur-tout auprès de *Vilbel*.

Les couches calcaires sont en général horizontales et séparées les unes des autres par un peu de marne ou d'argile. Leur épaisseur varie depuis un pied et demi, jusqu'à six pieds et plus. La couleur de la pierre est d'un gris jaunâtre, mais toujours d'une teinte plus foncée dans les parties où dominent les pétrifications; moins il y en a, et plus la couleur s'éclaircit et passe enfin au blanc jaunâtre : elle tient alors de la nature de la marne, et sa cassure, qui était demi-écailleuse, devient unie et presque terreuse.

Les cavités assez fréquentes que présente cette pierre sont, ou vides, ou remplies d'une marne durcie, d'un gris jaunâtre, traversée de filets de spath calcaire, qui se montre quelquefois sous la forme de pyramides triangulaires, soit entières, soit tronquées sur leurs arêtes.

Quant aux *pétrifications* des collines de *Bergen*, elles ne paraissent pas être réunies par familles, comme on l'observe dans d'autres montagnes semblables; au reste, on a trop peu observé celles-ci, pour pouvoir rien dire de certain à cet égard.

(1) C'était l'opinion de Buffon; mais d'autres naturalistes paraissent autorisés à penser que les corps marins n'ont fourni qu'une portion, quelquefois assez petite, de la matière qui compose la pierre calcaire secondaire. (*Note de E. M. L. P.*).



Parmi ces pétrifications, les plus communes, sont les *chamites*, et ensuite les *turbinites*: on y trouve plus rarement des *gryphites* et des *globosites*.

Toutes les *chamites* sont dépourvues de stries, et ne sont ni pectinées ni plissées. C'est dans les bancs inférieurs que ce genre de coquilles domine; c'est aussi là qu'elles sont d'un plus grand volume; à la profondeur de 50 à 60 pieds, par exemple, elles ont jusqu'à trois pouces de dimension, tandis qu'auprès de la superficie elles n'ont qu'environ cinq à six lignes. On en trouve quelquefois d'un assez petit volume parmi les plus grandes; mais cela n'est point réciproque, et ces dernières ne se rencontrent jamais dans les bancs supérieurs.

En creusant un puits, à la profondeur de 50 à 60 pieds, on trouva des *chamites* d'une beauté parfaite, et qui avaient conservé l'éclat nacré le plus vif. Les *turbinites* qui se trouvaient dans le même banc, n'avaient que la grandeur de celles qu'on voit dans les bancs supérieurs.

La pierre calcaire qui enveloppe ces belles *chamites* nacrées, est différente de celle qu'on observe dans les autres endroits : elle est plus compacte, plus dense, et d'une belle couleur cendré-clair.

### *Vilbel. — Carrières de grès.*

On a déjà remarqué ci-dessus, que la pente septentrionale des collines de Bergen, est formée de grès, et ce grès mérite une attention parti-

fer, ou mélangée de parties calcaires et quartzeuses.

En observant le *Mont-Taunus* d'une manière plus spéciale, nous apprendrons à connaître la formation de ce grès, et les matériaux que la nature y a employés.

### *Collines calcaires sur la rive gauche du Mein.*

Avant de quitter *Bergen* et le voisinage du Mein, jetons un coup-d'œil sur cette rangée de collines calcaires qui forment au-delà de cette rivière un cordon parallèle avec les hauteurs de *Bergen*.

Ces collines commencent à s'élever insensiblement derrière le village de *Muhlheim*, et passant ensuite devant *Rumpenheim*, se prolongent vers *Offenbach* et jusqu'à *Sachsenhausen* (1). C'est ici où le *Lerchenberg* forme le point méridional de cette petite étendue de collines, au pied desquelles nous voyons le trapp stratifié (*flœtz-trapp*) se joindre à la pierre calcaire coquillière, comme nous l'avons vu de l'autre côté du Mein, près de *Bockenheim*.

On ne s'arrêtera pas à décrire la pierre calcaire dont ces collines sont composées, attendu que tout y est semblable à ce qu'on observe dans celles de *Bergen*, à quelques différences près, qui sont de peu d'importance. (Ici l'auteur repasse sur la rive droite du Mein).

(1) Vis-à-vis de Francfort. (*Note d'E. M. L. P.*).



### *Mont-Taunus.*

Au revers des collines de *Bergen*, s'élève le majestueux *Taunus*, qui borne notre plaine vers le Nord-Ouest.

Sous le nom de *Mont-Taunus*, on doit comprendre tout ce système de montagnes qui s'étend du Nord à l'Ouest, depuis la Hesse supérieure jusqu'au bord du Rhin. Ces montagnes se dirigent par *Hombourg*, *Kœnigstein*, *Eppstein* et *Wiesbaden* sur *Rüdesheim*, d'où elles accompagnent le Rhin jusqu'à *Ehrenbreitstein*. Tout cet ensemble forme une chaîne non interrompue, et l'on a trop restreint l'étendue du *Mont-Taunus*, quand on l'a réduit aux montagnes qui, depuis *Wiesbaden*, se dirigent au Nord vers *Buzbach*.

On ne doit pas non plus confondre et regarder comme synonime la dénomination de *Mont-Taunus* et celle de *hauteurs de Hombourg* (1). La première désigne la chaîne entière, tandis que les *hauteurs de Hombourg* n'en comprennent qu'une partie, c'est-à-dire, le *Feld-berg*, l'*Altkœnig*, et quelques montagnes voisines.

### *Hauteurs de Hombourg.*

C'est le nom qu'on donne à ce beau groupe de montagnes et de collines isolées qui frappe si agréablement la vue quand on sort de Hombourg pour monter sur le *Feldberg*. On découvre

(1) Ville située à quatre lieues au N. N. O. de Francfort. (*Note d'E. M. L. P.*).

le *Feld-berg*, l'*Altkœnig*, le *Heidentranke*, le *Goldgrube*, le *Luneberg*, le *Rothberg*, le *Klingkopf*, le *Bleibesberg*, le *Herzberg*, etc. Cette dernière montagne est le point le plus septentrional du groupe.

La pente orientale de ces montagnes est douce et couverte d'une riche végétation : on n'y découvre que çà et là quelques petits rochers solitaires.

En sortant de la ville on marche pendant trois quarts d'heure dans la vaste vallée qui règne entre les *hauteurs de Hombourg* et les collines calcaires de *Bergen*. On arrive enfin au pied des montagnes où sont les plantations d'ornement du Landgrave, et où l'on admire sur-tout de belles parties de forêt dont on a fait un jardin anglais délicieux.

Dans le bois qui est réservé pour la consommation du château, l'on voit, sur la route même, de grands blocs de quartz, qui sont encore plus abondans, à mesure qu'on approche du *Sangeberg*.

Ce quartz est gris de fumée ou gris bleuâtre; il a peu d'éclat, et sa cassure est à petites écailles : il contient beaucoup de mica gris, verdâtre ou rougeâtre; sa surface est couverte d'oxyde de fer.

Les petits rochers de quartz qu'on trouve près du *Sangeberg* et du *Schmits-Waldchen*, sont sensiblement schisteux, comme on l'observe ordinairement dans les masses de quartz des montagnes de schiste argileux primitif. Les feuillets n'ont que quelques lignes d'épaisseur, et plus ils sont minces, plus la cassure est à fines écailles. Ces rochers sont souvent traversés par des veines de quartz, mais celui-ci est fort différent de celui qui est schisteux, il est, ou blanc ou coloré en rouge par le fer, et souvent il se présente en cristaux de trois à quatre pouces de longueur; son éclat tient le milieu entre le vitreux et le gras; sa cassure est à grandes écailles et presque conchoïde; ses cristaux sont quelquefois couverts d'un enduit de fer micacé.



Quand on arrive au *Kalt-Wasser*, ce sont d'autres objets qui se présentent : on voit là, sous des galets de quartz, une infinité de morceaux de mine de fer brune qui sont à un demi-pied environ au-dessous de la surface du sol. Leur grosseur varie depuis quelques pouces, jusqu'à un pied et au-delà. Il paraît que ce sont les débris d'un filon; mais l'auteur n'a pas connaissance qu'on les trouve ailleurs dans un état différent.

Cette mine de fer est un *pech-eisen-stein*; sa cassure conchoïde plate, et son éclat qui flotte entre le vitreux et celui de la cire, sont des caractères qui la distinguent des autres mines de fer brunes.

Au-delà du *Kalt-Wasser*, on ne voit plus de rochers, mais seulement quelques fragmens de quartz amorphe; et il leur succède des masses détachées d'une espèce de grès, comme on le remarque sur-tout près du *Kreuzweg*.

En approchant du rendez-vous de chasse (*Jagd-haus*), on voit un schiste argileux rougeâtre, qui se montre au jour près du chemin : ses couches se dirigent du S. O. au N. E., et sont inclinées d'environ 45°.

Au-dessous du *Stock* ce schiste change de couleur et devient gris verdâtre : plus haut, il est d'une couleur brune rougeâtre.

Au *Stock* même, on retrouve le quartz schisteux en grands blocs.

### *Montagne de Feldberg.*

A peine est-on arrivé au pied du *Feldberg*, que sa pente est déjà difficile à gravir, et le chemin devient de plus en plus escarpé ; mais bientôt on se trouve sur le sommet de la montagne qui forme un plateau d'environ cent arpens d'étendue.

La vue dont on y jouit est d'une beauté ravissante, sur un paysage plus riche que le plus magnifique Panorama : c'est un ensemble varié de mille objets divers, et formé d'un agréable mélange de bourgs et de forêts, de hameaux et de grandes cités. Le Mein traverse ce beau site ; et plus loin l'on voit le Rhin rouler majestueusement ses flots argentés. Devant nous se développe un lointain incommensurable, terminé par des montagnes dont la teinte bleue se confond avec l'azur du ciel.

La partie septentrionale du plateau de la montagne est couverte de bruyère commune, de canche de montagne (*aira montana*) d'airelle ponctuée (*vaccinium vitis idaea*) et de *pyrus aria*. (*Flore de Wétéravie par Gaertner, Meyer et Scherbius*).

C'est là où l'on voit le rocher de quartz nommé *Brunehild-stein :* on le nomme aussi



*Venus-stein* (Pierre de Vénus), et *Teufelskanzel* (*chaire du Diable*).

Ce rocher s'élève d'environ treize pieds au-dessus de la plaine ; sa longueur est de 28 pieds et sa largeur de 25. On voit qu'il est formé de couches qui s'inclinent un peu vers le Sud, et qui sont de cinq à sept pieds d'épaisseur.

Le quartz de ce rocher est en tout semblable à celui des petits rochers du *Sangeberg :* il est de même traversé par des veines de quartz amorphe, souvent brisées, et il est fort gercé en tout sens. Ce rocher est évidemment le reste d'un nid de quartz très-volumineux ; les molécules du schiste argileux qui jadis l'enveloppaient, ont été emportées par les eaux qui ont pareillement entraîné les portions de quartz qui se trouvaient détachées de la masse principale par des fissures ; et c'est ainsi qu'elle a pris la forme d'un rocher isolé tel que nous le voyons aujourd'hui. Au reste, on ne découvre dans ce quartz ni substance métallique ni autre matière étrangère.

A l'exception de ce rocher, on ne voit sur le sommet de cette montagne aucune sorte de pierre qui se montre au jour ; mais dans les endroits où l'on a enlevé la couche de terre végétale, on découvre un schiste argileux primitif, dont la couleur est un gris jaunâtre ou verdâtre.

L'élévation du *Feldberg*, au-dessus du niveau de la mer, est de 2814 pieds, mesure de Paris, suivant les observations de M. Schmidt.

*Montagne d'Alt-kœnig. — Château de Falkestein. — Montagne de Geisberg.*

L'*Alt-kœnig*, voisin du *Feldberg*, du côté de l'Ouest, est moins élevé que ce dernier (1), et partout garni d'arbres. Il n'a de remarquable que les fortifications que les Romains construisirent au sommet. Tout le rempart est bâti de fragmens de ce même quartz dont il a été fait mention ci-dessus.

Du haut de l'*Alt-kœnig* on descend aux ruines du château de *Falkenstein*, qui a été construit sur un schiste argileux traversé par des veines quartzeuses, et dont les fissures sont souvent tapissées de cristaux de quartz.

Le fort de *Kœnigstein*, actuellement en ruines, est bâti sur le même schiste argileux, dans lequel on observe un nid de quartz, probablement très-considérable, qui fut mis à découvert, lorsque, dans le dernier siége, la garnison autrichienne, pour faciliter le transport de l'artillerie, fit sauter une partie de la roche. Ce banc de quartz est composé de couches de deux pieds et demi à trois pieds d'épaisseur, et l'on y remarque çà et là des efflorescences vertes qui paraissent être de l'oxyde de cuivre.

Les autres collines de ce canton sont peu intéressantes, à l'exception du *Geisberg*. Cette colline est au N. E., près de la grande route

(1) L'auteur promet de publier incessamment les mesures barométriques qu'il aura prises lui-même des points les plus importans de cette contrée.



qui conduit à Coblenz. Elle est d'une hauteur médiocre, et composée d'un schiste argileux, dont les couches épaisses et communément horizontales, ont une contexture schisteuse droite, parfaitement prononcée, et les feuillets sont parallèles à la direction des couches.

On voit dans ce schiste une grande quantité de quartz en filons, en fragmens, en nids, en rognons : les filons sont étroits et paraissent d'une formation fort ancienne ; mais ce qui les rend sur-tout intéressans, c'est qu'ils contiennent de l'*épidote* (ou *rayonnante vitreuse de Werner*). La couleur de cet épidote est le vert d'olive clair ; on ne lui trouve ici, ni le vert de poireau, ni le vert pistache foncé. Il est le plus souvent sous la forme de cristaux aciculaires, et rarement en petites masses ; quoique les cristaux soient fort minces, on voit clairement que la plupart sont striés suivant leur longueur. Du reste, cet épidote a tous les autres caractères de celui qu'on trouve ailleurs, et notamment de celui qu'on nommait *tallite* ou *schorl vert du Dauphiné*.

Le quartz qui constitue ces filons est fort différent de celui qui forme les autres filons de quartz dont il a été fait mention plus haut : il est plus pur, plus homogène ; sa cassure est parfaitement conchoïde ; son éclat presque vitreux, et sa transparance va jusqu'au demi-diaphane ; de sorte qu'on peut le considérer comme un cristal de roche.

Quant au schiste argileux lui-même, il est en général d'une couleur grise verdâtre claire, mais dans le voisinage des filons il prend une

par cette transition il lie ensemble les montagnes de schiste et celles de grès.

L'auteur termine son Mémoire intéressant sous différens rapports, et sur-tout par la masse des faits géologiques qu'il contient, en critiquant quelques opinions de M. Deluc et de M. Biller; mais le but de ce Journal étant uniquement de faire connaître les faits, nous avons cru devoir nous abstenir, suivant notre usage, d'entrer dans aucune discussion.

Dès que nous recevrons la suite des intéressantes observations de M. Leonhard, nous nous empresserons de les publier.



# NOTE

*Sur quelques-unes des principales Substances renfermées dans une suite de laves du* Vicentin, *envoyée au Conseil des Mines, par* M. le Comte Joseph Marzari Pencati de Vicence.

Par M. TONNELLIER, Garde du Cabinet de Minéralogie du Conseil des Mines.

LA lave du volcan éteint de Montecchio-majore, à sept milles de Vicence, est composée de fragmens anguleux de différentes couleurs, bruns, bruns rougeâtres, rouges de brique, verts noirâtres. Les morceaux que l'on en détache sont parsemés d'un grand nombre de pores, tapissés pour la plupart de cristallisations différentes; ce sont, dit Fortis, dans ses *Mémoires pour servir à l'Histoire naturelle de l'Italie*, tom. 1, page 40, « des cristaux de quartz, de » zéolithe, de spath calcaire, des oxydes de » fer, tantôt durcis, tantôt pulvérulens, etc. » A l'époque où ce savant naturaliste écrivait, la stilbite, la mésotype, l'analcime, la chabasie, étaient confondues sous un même nom spécifique, celui de *zéolithe*. Depuis que M. Haüy, à l'aide de sa théorie, sur la structure des minéraux, a démontré la nécessité de séparer la zéolithe de l'ancienne minéralogie en quatre espèces distinctes; on les a citées toutes comme existant dans les laves du Vicentin; il est possible qu'elles y soient en effet toutes réunies;

mais la suite de cet article fera voir que l'on a pris, tantôt pour une variété de stilbite, tantôt pour de la chabasie, une véritable strontiane sulfatée, dont on était loin de soupçonner la présence dans la lave amygdaloïde de Montecchio majore, et dont le gisement mérite d'être cité, comme étant absolument nouveau.

Strontiane sulfatée.

Dans le nombre des substances recueillies par M. le Comte Marzari, et dont ce savant vient d'enrichir la collection géographique du Conseil des Mines, en lui faisant part des observations qu'il a faites dans le Vicentin, nous distinguerons d'abord une substance d'un bleu clair, quelquefois blanchâtre, engagée dans la lave, où elle se présente sous la forme de lames légèrement divergentes, d'une ligne environ d'épaisseur, posées à plat les unes à côté des autres, et formant aussi de petites masses irrégulières souvent mêlées à d'autres substances (1). On ne l'a rencontrée que rarement jusqu'ici dans les éjections volcaniques du Vicentin. Dolomieu en avait rapporté des fragmens qui ont passé dans la riche collection de M. de Dreé. Elle accompagne l'analcime et la mésotype avec lesquelles il est impossible de la confondre. Sa couleur bleue semblait la mettre en rapport d'une part avec une variété de chaux anhydro-sulfatée, et de l'autre avec la variété de strontiane sulfatée, désignée par M. Werner sous le nom de *célestin*; mais la dureté du sulfate de chaux anhydre est sensiblement supérieure

(1) On peut voir cette substance dans la Collection géographique du Conseil des Mines, sous le n°. 1 du catalogue 869.





à celle de la substance en question, et la pesanteur spécifique de celle-ci, 3,385, d'après l'estimation de M. Haüy, est en revanche supérieure à celle de la chaux anhydro-sulfatée qui n'est que 2,9. (*Traité de Minéralogie*, tom. 4, pag. 348).

Ces caractères suffisaient pour écarter toute idée de rapporter à la chaux anhydro-sulfatée, la substance bleuâtre renfermée dans les laves du Vicentin. Sa pesanteur spécifique la rapprochait beaucoup de la strontiane sulfatée, dont plusieurs échantillons ont à peu près la même pesanteur, et si elle paraissait un peu faible, comparée à celle du plus grand nombre des échantillons de strontiane sulfatée, on pouvait, avec beaucoup de vraisemblance, attribuer cette légère différence aux petits vides qui existent entre des cristaux groupés confusément, et à quelques particules de gangue qui sont restées adhérentes aux morceaux.

Je fus informé qu'un jeune naturaliste avantageusement connu par le *Manuel du Minéralogiste et du Géologue voyageur*, qu'il a publié en l'an 1805, avait travaillé sur la substance bleuâtre dont je cherchais à connaître la nature, et qu'il se proposait de lire à la Société des Amateurs des sciences physiques et naturelles de Paris, dont il est membre, un Mémoire dans lequel il regardait ce minéral, comme une nouvelle variété de chabasie. Ces deux substances ne me paraissaient avoir d'autre lien entre elles, que celui de se trouver dans des matières volcaniques. — J'ai lu depuis dans le Compte rendu des travaux de cette Société pour l'an 1807, pag. 65, l'extrait du Mémoire de M. Brard. La

description du minéral dont il s'agit, d'après les caractères extérieurs, est exacte comme le sont aussi la plupart des détails dans lesquels l'auteur est entré pour le caractériser. Un fragment exposé à la flamme d'une bougie, y est resté intact; le même, essayé au chalumeau, s'est fondu assez facilement en une masse spongieuse et blanche. Du reste, cette substance n'est point électrique par la chaleur; elle ne fait ni effervescence, ni gelée avec les acides. Un morceau mis dans l'acide nitrique même, pendant plusieurs jours, n'a éprouvé aucune altération. — On sent parfaitement que ce petit nombre de caractères ne suffisait pas pour déterminer d'une manière rigoureuse l'espèce à laquelle ce minéral doit être rapporté. La division mécanique ou l'analyse chimique, pouvaient seules décider la question d'une manière non équivoque. M. Brard l'avait bien senti, et ayant présumé, d'après de légers indices, que la division mécanique conduisait à un rhomboïde voisin du cube, ayant l'angle plan du sommet d'environ 94 d., il crut devoir en conclure que ce n'était autre chose qu'une nouvelle variété de chabasie, qu'il a désignée sous le nom de *chabasie laminaire bleue*.

Il y a lieu de croire que la rareté de cette substance n'aura pas permis à l'auteur du Mémoire de faire tous les essais nécessaires pour déterminer le sens dans lequel elle est divisible; car M. Haüy, à qui j'ai remis des fragmens nettement caractérisés, détachés des morceaux qui font partie de la Collection du Conseil des Mines, en a obtenu, à l'aide de la division mécanique, des prismes droits rhomboïdaux qui lui ont donné exactement 105 d. et 75 d. pour les incidences des pans, comme dans la forme primitive de la strontiane sulfatée. Il a trouvé la même différence entre le poli naturel des bases et celui des pans du prisme, et reconnu distinctement les mêmes joints en diagonale. Dès-lors ce savant ne douta plus que la substance en lames bleuâtres des laves du Vicentin, ne fût une strontiane sulfatée; il a placé dans sa collection, en tête de l'espèce de la strontiane sulfatée, le prisme qu'il a retiré par la division mécanique, l'un des plus nets et des mieux prononcés qu'il se soit procuré jusqu'ici par le même procédé.



La chimie a confirmé le résultat que le caractère emprunté de la structure avait amené, en démontrant la présence de la strontiane et celle de l'acide sulfurique dans ce minéral. M. Berthier, Ingénieur des Mines, s'est assuré par les opérations suivantes, que c'était un véritable sulfate de strontiane.

1°. La substance a été broyée, et la poudre a été traitée par le carbonate de potasse saturé; on a filtré, et le dépôt traité par l'acide muriatique, a donné par l'évaporation, un sel qui a cristallisé en aiguilles, qui s'est dissous dans l'alkool; et cette dernière dissolution brûlait avec une flamme purpurine.

2°. La dissolution de carbonate de potasse, après avoir été saturée par l'acide nitrique, a donné un précipité de sulfate de baryte, en y versant une dissolution muriatique de cette terre.

Ainsi la minéralogie et la chimie, parfaite-

ment d'accord entre elles, ont concouru à assigner la place que la substance lamelleuse bleuâtre des laves de Montecchio-majore doit occuper dans la méthode ; et la strontiane sulfatée se trouve aujourd'hui en possession d'un nouveau domaine où l'on ne se serait pas attendu à la rencontrer.

Analcime rouge de chair. — Sarcolite. *Thompson.*

L'analcime, comme on sait, est très-abondant dans les laves du Vicentin ; il y est ordinairement cristallisé en polyèdre à 24 faces trapéroïdales, sujettes à de légères modifications, ou en masse transparente, simplement translucide ou opaque. Ces différences d'état n'offrent rien qui ne soit déjà connu ; il n'en est pas de même de celles que présente la couleur qui varie du blanc rougeâtre au rouge de chair. Cette dernière variété de couleur mérite d'autant plus de fixer notre attention, que d'après l'examen des morceaux envoyés par M. Marzari, nous croyons qu'il sera facile de prononcer avec beaucoup de probabilité, si ce n'est avec une certitude entière, sur la nature de la substance que M. Thompson a nommée *sarcolite*, à raison de sa belle couleur de chair.

M. Vauquelin, Professeur de Chimie des Arts, au Muséum d'Histoire naturelle, vient d'analyser, sous le nom de *sarcolite de Thompson*, une substance de couleur de chair, contenue dans les laves de Montecchio-majore, rapportée tout récemment par M. Faujas-St.-Fond. Ce célèbre chimiste, dont on connaît l'exactitude, a trouvé pour résultat de son travail, que l'analcime et la sarcolite sont l'un et l'autre composés des mêmes principes constituans, de silice, d'alumine, de chaux, de



soude mêlée de potasse, d'eau, et de quelques atomes de fer (1). La sarcolite de M. Thompson serait-elle donc une simple variété de l'analcime ? Cela a paru très-vraisemblable à M. Haüy, qui dans son cours de cette année, 1807, a mis sous les yeux de ses auditeurs, les échantillons qu'il a reçus de Montecchio-majore, et sur lesquels on voit l'analcime presque incolore passer par des teintes graduées à la couleur rouge de chair, qui constitue le principal caractère de la substance de M. Thompson.

M. Vauquelin a embrassé une opinion contraire, et a conclu des analyses comparées qu'il a faites de l'analcime et de la sarcolite, « que » cette dernière devait être placée comme es» pèce particulière à côté de l'analcime dans » la section des pierres alkalifères ». Ce savant se fonde, 1°. sur ce que les principes élémentaires, communs aux deux substances, y sont dans des proportions différentes ; 2°. sur les

(1) *Analyses par* M. Vauquelin, *Ann. du* Muséum d'Hist. nat. n°. 52.

| Analcime. | | Sarcolite. |
|---|---|---|
| Silice. | 50. | 58 |
| Alumine. | 20. | 18 |
| Eau. | 21. | 8,5 |
| Soude mêlée de potasse. | 4,5 | 10 |
| Chaux. | 4,5 | 2 |
| Atome de fer. | | 96,5 |
| | Perte. | 3,5 |
| | 100,0 | 100,0 |

disparates que présentent plusieurs caractères physiques et chimiques que ces mêmes substances ont développés dans les essais qu'il leur a fait subir.

J'observerai, quant aux différences dans les proportions des principes constituans, que celui de ces principes le plus inégalement réparti entre les deux substances, est l'eau, puisque l'analcime en contient 21 pour 100, tandis que la sarcolite n'en renferme que huit environ, c'est-à-dire, moins que la moitié de la première. Or nous connaissons deux analyses de la mésotype, dont l'une due à M. Pelletier qui, comme l'on sait, opérait avec beaucoup de soin, assigne 22 pour 100 d'eau à cette espèce; l'autre faite par M. Vauquelin, ne lui en donne que 10. Voilà bien à peu près la même disproportion de part et d'autre, dans un des principes; et l'on ne doute point que les deux substances analysées sous le nom de *mésotype*, par ces deux célèbres chimistes, ne soient de la même espèce.

Il ne me serait pas difficile de citer des exemples d'analyses, de substances regardées généralement comme appartenant à la même espèce, et qui présentent des différences pour le moins aussi marquées dans les proportions des principes constituans, que les analyses de l'analcime et de la sarcolite. Je me borne à citer celui des diverses analyses de la topaze, et je choisis celles qui ont été faites par nos plus grands maîtres. — On en connaît trois, en ne comptant que les plus récentes; une de M. Vauquelin; je cite seulement celle que ce savant a répétée pour vérifier la présence de l'acide



fluorique dans cette gemme; et deux de M. Klaproth (1), qui a travaillé successivement sur la topaze de Saxe et sur celle de Sibérie. Or, voici les différences que présentent les susdites analyses dans les proportions des principes.

*Analyses de la Topaze.*

| Vauquelin. | | Klaproth. | |
|---|---|---|---|
| | | *Topaze de Saxe.* | *Topaze du Brésil.* |
| Silice. . . . . 30. | . . . . . | 35. | 44,5 |
| Alumine. . . . . 50. | . . . . . | 59. | 47,5 |
| Acide fluorique. 18 à 20. | . . . . . | 5. | 7,0 |
| | Fer oxydé, un atome. | . . . . . | 0,5 |
| 100 | Perte. | 1. | 0,5 |
| | | 100 | 100,0 |

1°. M. Vauquelin a trouvé 30 sur 100 de silice : M. Klaproth en a trouvé 44,5 dans la topaze du Brésil, et 35 dans celle de Saxe.

2°. M. Vauquelin assigne à la topaze qu'il a analysée 50 parties d'alumine : M. Klaproth en a trouvé 59 dans la topaze de Saxe, et 47,5 dans celle du Brésil.

3°. M. Vauquelin a retiré 18 à 20 d'acide fluorique; la topaze de Saxe n'en a donné que 5 à M. Klaproth, et celle du Brésil 7. Si les disproportions entre les principes constituans de l'analcime et de la sarcolite, étaient une raison suffisante d'en faire deux espèces, il me semble

(1) Voyez l'ouvrage de M. Klaproth, ayant pour titres : *Beitrage zur chemischen kenntniss der mineral korper*, volume 4e. pag. 171 et 177.

que pour être conséquent, il faudrait aussi séparer dans la méthode, les topazes dont on vient de voir les analyses comparées.

Dira-t on que l'accord parfait qui règne entre les topazes de Saxe, celles du Brésil et celles de Sibérie, quant à l'ensemble des caractères physiques, est une raison prépondérante qui doit l'emporter sur toute autre considération, mais qu'il en est autrement de l'analcime et de la sarcolite, qui diffèrent dans plusieurs de leurs qualités physiques? Il me sera facile de faire voir que cette différence n'est pas aussi marquée qu'on l'annonce. 1°. La sarcolite, au moins dans son état naturel, c'est-à-dire, avant d'avoir subi aucune altération, n'est point inférieure en dureté à l'analcime; elle raye le verre avec la même facilité que cette dernière. M. Haüy s'en est assuré par des essais répétés sur des morceaux de sarcolite bien conservés et dans l'état frais. 2°. La sarcolite n'est pas moins fusible que l'analcime. M. Haüy a trouvé qu'un très-petit fragment fondait même à la flamme d'une bougie; et M. le Lievre l'avait précédemment fondue au chalumeau avec beaucoup de facilité. 3°. La sarcolite et l'analcime se trouvant souvent accolés ensemble, comme dans le morceau déjà cité de la collection de M. Haüy, où la première de ces substances enveloppe la seconde sous forme de noyau; si l'on fait mouvoir un pareil échantillon à la lumière, on voit dans les deux corps des lames sur lesquelles la lumière est réfléchie en même-tems; ce qui annonce qu'elles ont des positions parallèles. 4°. Quant à la différence de pesanteur spécifique entre les deux substances,



laquelle, suivant M. Vauquelin, est celle de 2,1 à 2,2; elle n'est pas plus grande que celle qu'on observe entre des morceaux qui appartiennent évidemment à une même espèce. Ainsi la différence de pesanteur spécifique ne peut détruire les raisons sur lesquelles est fondée l'opinion que M. Haüy ne regarde cependant que comme probable, et qui tend à faire de la sarcolite de M. Thompson une simple variété de l'analcime, due à quelques substances accidentelles qui modifient la couleur.

M. Vauquelin termine son Mémoire sur la sarcolite par la remarque suivante: « On voit, » dit ce savant, que les propriétés physiques » et chimiques des minéraux, aussi bien que » celles des corps organiques, ne dépendent » pas seulement de la nature des principes, mais » aussi de leurs proportions », sur quoi j'observerai que si la disproportion seule dans les principes, retirés par l'analyse, suffit en certains cas pour opérer dans les propriétés des substances minérales, un changement total qui ne permette pas de les réunir sous une même espèce, souvent aussi le changement qui en résulte est si léger, que la nature de l'espèce n'en est point altérée, comme le prouvent les diverses analyses de la topaze.

Supposons maintenant qu'il s'agisse d'assigner à plusieurs substances non encore classées la place qu'il leur convient dans une méthode minéralogique, dont l'objet principal doit être la détermination rigoureuse des espèces. Quelque précieux que soient les renseignemens que peut donner la chimie dans l'état actuel de nos connaissances, sur les qualités et quantités des

principes qui entrent dans la composition de ces corps, il me semble, qu'abstraction faite de toute autre considération, les résultats de l'analyse ne suffisent pas toujours pour résoudre complètement la question. Si le chimiste qui les a analysées, y a trouvé les mêmes principes dans des proportions variables, on ne peut prononcer que ces substances soient spécifiquement différentes avant d'avoir examiné si leurs propriétés physiques sont essentiellement différentes ou non. En effet, malgré la disproportion dans les quantités des principes composans, si elles avaient, comme les topazes, la même pesanteur spécifique, la même dureté; si dans leur action sur la lumière, elles suivaient parfaitement la même loi; si la forme primitive et celle des molécules intégrantes étaient les mêmes; si elles se comportaient absolument de la même manière au feu; si...., etc. il faudrait bien alors n'en faire qu'une seule espèce, comme on n'en a fait qu'une des topazes de Saxe, de Sibérie, du Brésil. — Si d'après les résultats de l'analyse les substances en question étaient composées des mêmes principes élémentaires combinés dans des proportions sensiblement égales, quelque porté que l'on fût à les regarder comme de simples variétés d'une même espèce, on n'en serait encore sûr qu'autant que leurs propriétés physiques et géométriques seraient d'accord entre elles. Car, si malgré l'identité de composition, ces qualités étaient essentiellement différentes, on ne pourrait réunir les minéraux qui les présentent; telle est du moins l'opinion d'un de nos plus célèbres chimistes français, qui dans son excellent ouvrage de *Statique chimique*, a consacré en principe, « qu'une même com-
» position dans les minéraux peut donner nais-
» sance à des qualités physiques assez différen-
» tes, pour qu'il soit nécessaire de les distin-
» guer (1) ». L'arragonite est dans ce cas, lorsqu'on le compare avec la chaux carbonatée. Ces deux substances sont, d'après les analyses les plus exactes, une combinaison d'acide carbonique et de chaux dans les mêmes proportions. Cependant, la pesanteur spécifique, la dureté, la forme des molécules intégrantes, l'action sur la lumière réfractée, la manière de se comporter au feu, sont très-différentes de part et d'autre, et d'après le principe posé ci-dessus, on ne peut douter que ce ne soient deux espèces distinctes. La chimie, en nous faisant connaître les principes dont elles sont l'une et l'autre composées, nous a appris qu'elles forment un genre; que ce genre appartient à tel ordre; cet ordre à telle classe; et personne ne disputera à cette science la prérogative qui lui appartient exclusivement, celle de présider à la formation des classes, des ordres et des genres, dans une méthode où les objets classés, d'après leurs principes composans, nous sont présentés sous le point de vue sous lequel il nous importe le plus de les connaître.

M. Haüy s'est servi des résultats des analyses chimiques pour établir les premières divisions de sa méthode minéralogique; s'il leur a préféré, pour la détermination des espèces, le caractère emprunté des formes de la molécule

(1) *Essai de Statique chimique*, première partie, p. 436.

intégrante, en lui associant un caractère auxiliaire tiré des propriétés physiques, lorsque la forme étant du nombre de celles qui sont comme les limites des autres, peut appartenir à diverses espèces ; on peut dire que ce choix, fondé sur les raisons les plus plausibles, est encore pleinement justifié par les applications les plus heureuses. M. Vauquelin, dont l'autorité est ici du plus grand poids, a senti tous les avantages de cette méthode, et lui a rendu récemment un hommage d'autant plus flatteur, qu'il est moins suspect. Cet habile chimiste vient de faire l'analyse de la chabasie de l'île de Ferroë ; c'est la première et l'unique qui ait été faite jusqu'ici ; elle rentre dans le sujet que je traite, puisqu'elle est annoncée par l'auteur, comme faisant suite à celle de la sarcolite et de l'analcime. Or, ce minéral a fourni les principes suivans (1) :

| | |
|---|---|
| 1°. Silice. . . . . | 43,33 |
| 2°. Alumine. . . . . | 22,66 |
| 3°. Chaux. . . . . | 3,34 |
| 4°. Soude mêlée de potasse. . . | 9,34 |
| 5°. Eau. . . . . | 21,00 |
| Fer et magnésie, une trace. | |
| | 99,67 |

Ce sont les mêmes principes composans, que dans la sarcolite et l'analcime, dans des proportions différentes, comme l'observe M. Vauquelin, en terminant son Mémoire par la remarque suivante : « Quoique les résultats de » cette analyse se rapprochent de ceux de la

(1) *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, n°. 53, page 335.



» sarcolite, cependant ils en diffèrent par la » proportion des principes. *Si la forme cristalline*, comme cela est probable, *s'opposait* » *à la réunion de ces deux pierres, en une* » *seule espèce, il faudrait au moins les placer* » *près l'une de l'autre* » ; ou, en d'autres termes, les réunir dans un même genre, d'après les résultats de l'analyse chimique.

Je n'entrerai point dans de plus grands détails sur les substances contenues dans les laves du Vicentin. M. Marzari doit publier incessamment, sur cet objet, un ouvrage qui ne manquera pas d'intéresser par les descriptions exactes des objets, par les indications fidèles et circonstanciées de leur gisement, et par différens points de théorie que cet amateur distingué se propose de développer, d'après ses propres observations dans un pays qu'il habite, et qu'il a été à portée de bien étudier. Je me bornerai à une simple indication des substances qu'elles renferment.

Mésotype.

La *mésotype* en divers états ; les variétés, *pyramidée* et *radiée*, *fibreuse* ou asberstiforme, d'un blanc mat et opaque, globuliforme avec des aiguilles divergentes à l'intérieur, décomposée, et dans ce dernier état faisant une gelée jaune avec les acides dans l'intervalle de deux minutes ; tandis que dans l'état naturel il lui faut plusieurs heures pour se convertir en gelée blanche.

Chaux carbonatée cristallisée.

La *chaux carbonatée* cristallisée, en rhomboïdes très-voisins du cube, variété *cuboïde Haüy*, et de couleur vert-pomme. On pourrait facilement la confondre avec la chabasie primitive ; mais mise dans l'acide nitrique sans

être réduite en poudre, elle s'y dissout entièrement ; il suffit même de la rayer pour que l'acide y produise une effervescence sensible.

Chaux carbonatée grossière.

Une *Chaux carbonatée grossière* enclavée dans le tuf volcanique, laquelle renferme, 1°. des coquilles marines analogues à celles qui se rencontrent le plus ordinairement dans les couches calcaires qui surmontent les buttes volcaniques, et que l'on retrouve dans le tuf lui-même ; 2°. l'analcime dodécaèdre avec la strontiane sulfatée laminaire, tapissant quelquefois des cavités laissées vides par des coquilles, dont on reconnaît l'empreinte assez bien conservée.

Le premier de ces faits a paru à M. Marzari, contraire à l'opinion de Fortis, qui regardait le tuf volcanique de Montecchio-majore comme antérieur au calcaire de ce pays, et le second comme très-favorable au système de l'infiltration, pour expliquer l'origine des mésotypes, des analcimes, et autres substances cristallisées qui remplissent les cavités de certaines laves.

Terre verte.

Une *substance terreuse verte*, qui a les plus grands rapports avec la terre de Vérone, employée dans la peinture à fresque. Tantôt elle forme de petites boules solides qui remplissent en tout ou en partie les cavités de la lave, et tantôt elle colore seulement l'intérieur des cellules vides, ainsi que la surface des noyaux disséminés dans le tuf. Cette même terre, classée par M. Haüy parmi les talcs, sous le nom de *talc zoographique*, et qui s'exploite à Brentonico, se trouve aussi à Castelruth dans le Tyrol. M. Marzari a été à portée de comparer



les divers gisemens de cette substance : suivant lui, à Brentonico, elle a pour gangue une wakke plus ou moins dure, parsemée de noyaux calcaires, qui constitue une roche continue dans laquelle on rencontre des blocs de jaspe de différentes couleurs, verts de poireau, jaunes, etc. et de diverses grandeurs, depuis celle d'une amande jusqu'à celle d'une courge de quatre pieds de long. Le jaspe et la terre verte sont intimément unis ensemble, et l'on suit facilement toutes les nuances de passage de l'un à l'autre. A Castelruth, elle est contenue dans une amygdaloïde trouvée en place à peu près comme à Brentonico ; mais elle y forme de petits filons qui se croisent, dont une moitié longitudinale est de terre verte, et l'autre de calcaire compacte parfaitement semblable au calcaire à couches auquel l'amygdaloïde est adossée.

Bois fossile carbonisé.

Des fragmens de *bois à l'état de charbon*. Ils ont fait partie d'un tronçon de palmier long de deux pieds sur un pied deux pouces de diamètre, trouvé à 60 pieds de profondeur dans le tuf volcanique. Les fissures du bois et tout l'extérieur, étaient recouverts de petits rhomboïdes de spath calcaire translucides, d'une ligne et plus de hauteur, légèrement enfumés. M. Marzari dit y avoir aperçu, à l'aide d'une forte loupe, de petits cristaux d'analcime trapézoïdal, d'une régularité parfaite, enfilés en forme de chapelet, et remplaçant les fibres ligneuses dont ils suivaient la direction.

Sulfate rouge.

M. Marzari a joint aux laves de Montecchio-majore, de beaux échantillons d'une *substance lamelleuse d'un rouge vif*, qui vient de la

vallée *dei Zuccanti*, dans le Vicentin. Elle a tous les caractères de la *stilbite*, et ressemble parfaitement à un minéral que Dolomieu avait trouvé dans la vallée de Fassa au Tyrol, et qu'il a désigné sous le nom de *fassoïte*. La gangue est la même de part et d'autre ; les minéralogistes allemands la qualifient de *wakke* avec Augite. M. Marzari qui a visité les deux contrées, ne les regarde point comme volcaniques.

NOTICE



# NOTICE

## SUR UN GYPSE PRIMITIF.

Par M. Dauburisson, Ingénieur des Mines.

Dans une tournée que je viens de faire à la mine de Cogne, j'ai eu occasion d'observer un fait minéralogique, qui ne paraîtra peut-être pas sans quelque intérêt, c'est l'existence d'une couche de gypse (chaux sulfatée) de *formation primitive*, intercalée dans la masse des Hautes-Alpes.

Les minéralogistes ne citent encore qu'un seul exemple de gypse de pareille formation : la découverte en est due à M. Freisleben, qui l'a observé au pied méridional du Saint-Gotard, dans un schiste micacé ; et encore quelques personnes ont-elles élevé quelques doutes sur l'époque de formation assignée à ce gypse. J'espère que les détails que je vais donner sur le gisement de celui de Cogne, pourront convaincre qu'il existe des gypses réellement primitifs. Je commence par dire un mot sur la constitution minérale de la contrée dans laquelle j'ai fait mon observation.

Le versant méridional des Alpes, depuis le Mont-Blanc jusqu'au Mont-Rose, appartient presqu'entièrement à la formation du schiste micacé. Dans cette région, comme ailleurs, ce schiste renferme fréquemment des couches de calcaire primitif, de serpentine, de chlorite, de fer oxydulé, etc. Quelquefois il passe au schiste argileux (au col de l'Allée-Blanche, par exemple), mais plus souvent encore au gneis et au granite.

A quinze mille mètres environ, au midi de la ville d'Aoste, et à l'Est de Cogne, attenant ce village, s'élève une montagne faisant partie de la chaîne qui sépare la vallée de Cogne de celle de Fénis : elle se termine par une arête aiguë à 700 mètres au moins d'élévation au-dessus du sol de la vallée. Sa hauteur absolue me paraît être à peu près

égale à celle du passage du Grand-Saint-Bernard, c'est-à-dire, de 2400 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle repose vraisemblablement sur le granite qui se montre au jour à 2 ou 3 mille mètres au Nord. Elle est composée de schiste micacé, en couches légèrement inclinées, et qu'on peut en général regarder comme horizontales. Dans sa partie supérieure, le schiste micacé se charge de calcaire, au point que dans quelques petits endroits, il finit par n'être plus qu'un calcaire grenu blanc, contenant seulement quelques paillettes de mica. Elle renferme, en outre, de puissantes couches de serpentine : c'est dans une d'elles que se trouve la fameuse mine de fer de Cogne (1).

Vingt mètres au-dessous de la cime la plus élevée de l'arête, se trouve la couche de gypse, qui est le sujet de cette Notice. Elle n'est à découvert que sur une longueur de 7 à 8 mètres, est sur une épaisseur de un mètre. Dans tout le reste de son étendue, elle est cachée par les nombreux fragmens de pierre éboulés du sommet, et qui recouvrent les flancs de la montagne dans cette partie. Ainsi, je ne puis rien dire de positif sur son étendue en longueur, sur son épaisseur, et sur les circonstances de sa superposition. Cependant, j'ai vu à plus de 50 mètres, au-delà de l'endroit où on l'a mise à découvert (pour l'exploiter) des indices de son existence. Son épaisseur ne peut être considérable ; car on voit reparaître la roche en place, quelques mètres au-dessous du point où est l'exploitation. Cette roche, dans cet endroit, comme au-dessus de la couche, est un schiste micacé et calcaire, gris foncé, à feuillets plans, traversé par de nombreux filets de spath calcaire, et renfermant quelques veines et rognons de quartz. — En exploitant le gypse, on s'est avancé d'environ deux mètres sous le schiste, de manière que cette roche forme comme un toit saillant sous lequel travaillent les ouvriers. On voit, dans cet endroit, et de la manière la plus distincte, que le schiste est superposé au gypse : l'un et l'autre sont stratifiés : leurs strates sont parfaitement parallèles, et inclinées de quelques degrés seulement vers le Sud-Est. Celles du gypse ont quelques centimètres d'épaisseur, et sont souvent séparées les unes des autres par un enduit talqueux et verdâtre.

(1) Cette mine, peut-être la plus riche de l'univers, présente l'image d'une carrière de fer qu'on exploite à ciel ouvert. Le minerai est du fer oxydulé entièrement pur en quelques endroits : il y est à très-petits grains, quelquefois même totalement compacte. Il forme une masse qui m'a paru être une couche courte et fort épaisse ; elle a plus de 25 mètres de puissance dans l'endroit où est l'exploitation. Cette sorte de gîte de minerai est désignée par les Allemands sous le nom de *liegendes stock* (bloc couché).



Ce gypse est d'un beau blanc, quelquefois légèrement rosacé : son grain est cristallin très-fin, et semblable à celui du beau marbre de Carrare : il est fort translucide et très-tendre. Si l'on pouvoit en retirer de la carrière quelques morceaux d'un volume un peu considérable et exempts de fissures, il formerait un très-bel albâtre. Il est d'ailleurs employé à la bâtisse, et donne un bon plâtre.

Il renferme beaucoup de talc en parties isolées, le plus souvent de forme lenticulaire, et dont la grosseur varie depuis celle d'une lentille ordinaire jusqu'à celle d'une noix : elles sont presque toujours couchées sur leur plat, et disposées sur des lignes parallèles entre elles et à la stratification : leur couleur est d'un vert fort agréable. Quelquefois les lames de talc sont tellement serrées les unes contre les autres, qu'il en résulte une sorte de stéatite : d'autres fois elles sont très-étroites, semblables à des fibres, et leur ensemble forme de petites masses qui offrent une jolie variété de *talc fibreux*. Assez souvent ces fibres sont disséminées en petits groupes dans le gypse : elles y sont d'un vert clair très-délicat : et on est d'abord tenté de les prendre pour de l'amianthe, dont elles ont tout l'aspect : (on pourra facilement en juger par les échantillons que j'ai fait parvenir au Conseil des Mines). — On voit encore dans le gypse, et sur-tout dans les petites masses de talc, de la pyrite martiale, tantôt en grains arrondis, tantôt en petits cubes striés sur leurs faces : (*fer sulfuré trigliphe* de M. Haüy).

Ce que je viens de dire, principalement sur le parallélisme de la stratification du gypse et du schiste micacé, ainsi que sur la présence de la matière talqueuse ou stéatiteuse dans ces deux masses minérales, fait évidemment voir qu'elles sont l'une et l'autre de même formation, c'est-à-dire, qu'elles ont été produites à la même époque. La position presque horizontale des couches, depuis le pied

jusqu'à la cime de la montagne ; l'identité de la roche qui forme le toit et le mur de la couche de gypse, etc. tout éloigne l'idée d'un bouleversement, qui aurait pu recouvrir d'un bloc de schiste un gypse secondaire déposé sur la montagne postérieurement à sa formation. Ici le gypse est réellement partie constituante de la montagne ; c'est une des assises qui en forme l'édifice ; elle a même été placée avant plusieurs des autres, celles qui sont à la cime. Or la montagne de Cogne fait elle-même partie de cette portion des Alpes, particulièrement désignée sous le nom de Hautes-Alpes (*Grandi Alpi*, en Italien), et qui s'étend depuis le Mont-Blanc jusqu'au Mont-Rose : elle est de même nature ; on pourra s'en convaincre, en relisant ce que Saussure a écrit sur cette contrée, notamment dans son *Voyage au Mont-Cervin*. Voilà donc un gypse de même formation que ces hautes montagnes, qui ont toujours été regardées comme primitives, c'est-à-dire, antérieures à l'existence des êtres organisés, et que tout indique encore être telles.

JOURNAL DES MINES.

N°. 129. SEPTEMBRE 1807.

# MÉMOIRE

## *Sur les Salines de* Moutiers, *Département du Mont-Blanc.*

Par M. Berthier, Ingénieur des Mines.

On a pour but, dans ce Mémoire, de faire connaître les procédés d'exploitation actuellement en usage à Moutiers, et d'examiner à quel degré de perfection ces procédés sont arrivés.

## ARTICLE PREMIER.

### *Sujet de l'exploitation et son histoire.*

Situation des sources.

Les sources qui alimentent la saline de Moutiers, et qui sont *le sujet de son exploitation*, se trouvent à environ un kilomètre de la ville, au milieu même de Salins, petit village bâti à peu de distance du confluent des deux Dorons, dans la vallée de ce nom. Les montagnes qui dominent cette vallée sont toutes composées

de roches intermédiaires ; schistes micacés, talqueux, argileux ; calcaire gris presque compacte, en couches épaisses et courbes traversées d'une foule de petites veines de calcaire blanc cristallin ; poudingues primitifs à noyaux très-gros ou à grains fins passant au grès, et alternant avec des houilles sèches, etc.

En beaucoup d'endroits ces roches sont bouleversées et déchirées. C'est dans leur masse qu'a été creusée la vallée, et presque partout elles en occupent le fond ; cependant elles sont en plusieurs lieux recouvertes par un resse du dépôt gypseux, si abondant dans cette partie des Alpes. Ce dépôt, formant probablement dans l'origine une croûte continue au fonds, et sur les parois des anciens bassins, est aujourd'hui entièrement morcelé. Il en existe encore de grands restes qui habitent les régions les plus hautes, remplissent les anses des vallées actuelles, ou se trouvent par nids dans les substances dont nous avons parlé. En général ce gypse est très-mélangé d'argile, et disposé en bancs épais contournés et diversement colorés plutôt qu'en couches régulières ; il renferme peu de substances cristallines, excepté du soufre et du sulfate de chaux transparent que l'on y trouve quelquefois (1). Partout où il est récemment entamé et à l'abri de la pluie, il se couvre d'une efflorescence blanche que l'analyse a démontré être du sulfate de magnésie mélangé d'une extrêmement petite quantité de muriate de soude.

(1) On y rencontre aussi du muriate de soude comme à Arbonne, du quartz, et rarement des pyrites de cuivre gris, etc.





C'est du milieu des roches que nous venons de décrire, par des crevasses ouvertes dans le calcaire, au pied d'un arrachement de plus de 50 mèt. de hauteur à pic, et à côté même du gypse, que sortent les sources salées qui nous occupent. On en connaît plusieurs, et on en a trouvé jusque dans le Doron, avec lequel elles se mêlent en s'élevant de gouffres profonds ; mais celles de Salins, les seules dont on fasse usage, n'en font, pour ainsi dire, qu'une seule, et s'écoulent du même conduit par différentes ouvertures. Elles s'élevaient probablement autrefois jusqu'à la surface du sol ; mais les travaux de recherche qu'on a faits à différentes époques ont abaissé leur niveau, et aujourd'hui elles sont à plus de 7 mèt. enfoncées sous terre. C'est à cette profondeur qu'existent les galeries de recherche, et celles qu'on a pratiquées pour détourner les eaux douces qui avoisinent les eaux salées. Ces galeries occupent une étendue de 70 mèt. sur 20 mèt. ; elles ont deux entrées et sont aérées par des puits ou soupiraux. Elles aboutissent à deux bassins principaux creusés dans le roc, et où on réunit les eaux salées pour les conduire de là hors des souterrains.

Historique.

Ces travaux sont anciens. On ne sait pas l'époque précise de leur exécution, parce que tous les titres que possédait l'administration ont été perdus lors de l'entrée des Espagnols en Savoie en 1743. Il est probable qu'ils ont été achevés en 1730, lorsque le Roi de Sardaigne ordonna la construction de la saline actuelle de Moutiers. Cependant ils existaient en partie long-tems auparavant. Il est certain que les anciens Comtes de Salins faisaient exploiter les sources à leur

profit depuis un tems immémorial : on sait qu'ils avaient un château et une saline à Salins même (on en voit encore les restes). On a même quelques notions sur les procédés qu'ils employaient: ils élevaient l'eau au moyen d'un noria, que des femmes faisaient mouvoir en marchant dans une roue à tambour; ils la graduaient ensuite en la faisant couler à diverses reprises sur des tas de paille, et finissaient par la faire évaporer dans des chaudières. Cette saline a été détruite, en 1690 par suite d'une guerre. On ne connaissait, il y a quelques années, que trois sources. Les travaux avaient été encombrés, et l'entrée seule était libre ; mais le directeur actuel, sur l'indice de plusieurs vieux ouvriers, ayant fait faire des recherches et nettoyer toutes les galeries, on découvrit deux sources nouvelles, dont une riche, et on améliora toutes les autres en facilitant l'écoulement des eaux douces qui s'y mélangent.

Nature des eaux.

Les eaux des cinq sources sont chaudes, mais à des degrés différens; elles sont toutes gazeuses, et bouillonnent fortement dans les bassins au fond desquels on les voit sourdre. Dès que l'eau a le contact de l'air, elle dépose de l'oxyde rouge de fer, et bientôt après du carbonate de chaux mélangé de ce même oxyde. Les canaux seraient promptement encombrés si on n'avait le soin de les curer de tems en tems.

Le degré de salure des sources est très-faible, et n'est pas le même pour toutes ; il varie avec la température, comme on peut le voir par le tableau suivant qui donne la richesse et le produit de chacune.



TABLEAU DES PRODUITS.

| Numéros des sources. | Température au thermomètre de Réaumur. | Degrés de salure à l'aréomètre | Par seconde. | | En 24 heures. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Centimèt. cubes. | Grammes. | Mètres cub. | Myriagr. |
| 1. Grande source. . . | 28°, $\frac{1}{2}$ | 1°,74 | 29587 | 29865 | 2556 | 257772 |
| 2. Petite source. . . | 30°. | 1°,83 | 8036 | 8112 | 781 | 78741 |
| 3. Autrefois perdue. | 30°. | 1°,83 | | | | |
| 4. *Idem.* . | 25°. | 1°,50 | 852 | 859 | 74 | 7418 |
| 5. *Idem.* . | 25°. | 1°,50 | 158 | 159 | 13 | 1380 |
| *Nota.* Les degres indiqués sont ceux que donne l'aréomètre aux sources sans correction de température. | | | 38633 | 38995 | 3424 | 345311 |
| | | | po. cub. (2000 | gros. (10204 | pi. cub. (100000 | quint. (70595 |

Aréomètre de Baumé.

L'aréomètre dont on fait usage à Moutiers et dans toutes les salines de France, est celui de Baumé. Ses degrés sont égaux et équivalent au quinzième de la portion de la tige comprise entre l'affleurement dans l'eau distillée (qui sert de point de départ), et celui dans une dissolution composée de 85 d'eau et 15 de muriate de soude à la température de 10°. Puisque les degrés sont égaux, on conçoit qu'ils ne peuvent indiquer des centièmes de muriate de soude, et à plus forte raison d'autres sels.

L'analyse de l'eau de la source n°. 2, dont les détails ont été décrits dans la partie chi-

mique, a donné les résultats consignés dans le tableau suivant.

TABLEAU.

| Combinaisons supposées toutes formées dans l'eau. | Quantités rapportées à 1,000000 d'eau. | Quantités rapportées à 100 livres d'eau. | | |
|---|---|---|---|---|
| | | onces. | gros. | grains |
| Gaz acide carbonique libre. | 0,000750 | 1 | 1 | 43 |
| Carbonate de fer. . . . . | 0,000120 | 0 | 1 | 29 |
| Carbonate de chaux. . . . | 0,000760 | 1 | 1 | 52 |
| Sulfate de chaux. . . . . | 0,002510 | 4 | 0 | 9 |
| Sulfate de magnésie. . . . | 0,000550 | 0 | 7 | 3 |
| Sulfate de soude. . . . . | 0,001000 | 1 | 4 | 57 |
| Muriate de soude. . . . . | 0,010580 | 16 | 7 | 53 |
| Muriate de magnésie. . . | 0,000305 | 0 | 3 | 65 |
| Muriate de fer. . . . . | 0,000100 | 0 | 1 | 20 |
| Totaux des sels. . . . | 0,015925 | 25 | 4 | 0 |

Invariabilité des sources.

Les sources n'éprouvent absolument aucune variation diurne ou annuelle; elles fournissent constamment la même quantité d'eau, à peu près à la même température et au même degré de salure. On a cependant observé que depuis 1755 elles avaient augmenté de volume et diminué de richesse. Elles cessèrent une seule fois de couler, lors du grand tremblement de terre de Lisbonne, et restèrent stagnantes pendant 48 heures; mais elles reprirent au bout de ce tems leur allure accoutumée.

Conduite de l'eau.

La différence de niveau de Salins et de Moutiers a donné un moyen facile de conduire l'eau à la saline; au lieu de l'élever du fond des souterrains pour la verser dans des canaux, comme



on le faisait avant 1750, on la fait couler dans des conduits en bois par une tranchée qui débouche des galeries, jusqu'à la moitié de la route; de là elle continue à couler au niveau du terrain, arrive dans un grand réservoir en maçonnerie, où elle se clarifie en partie, et est distribuée aux différens bâtimens de graduation par des canaux en bois disposés à cet effet.

## ARTICLE SECOND.

### *Procédés d'exploitation.*

Les procédés actuels d'exploitation sont encore à peu près tels qu'ils ont été introduits en Savoie en 1730, par les artistes Saxons, que le Roi de Sardaigne avait appelés pour édifier sa nouvelle saline. Ils consistent, à graduer les eaux, c'est-à-dire, à les évaporer à l'air pour concentrer les substances salines, et à les vaporiser dans des chaudières lorsqu'elles ont été amenées à un certain degré. Nous allons suivre les détails de ces deux opérations principales, et nous donnerons ensuite le tableau aussi exact et aussi complet qu'il nous a été possible de le faire, des consommations et des produits.

#### §. 1. *Graduation.*

L'eau des sources, avant d'arriver à la saline, a déjà parcouru près d'un kilomètre dans des canaux en bois, larges de 2 à 3 décimètres, et où elle coule en petite masse. Presque toutes

ses parties ont eu le contact de l'air, et l'oxyde de fer provenant du carbonate, s'est déposé presqu'en totalité avec une partie du carbonate de chaux. Ces substances forment un dépôt assez abondant qu'il faut enlever plusieurs fois l'année. Il y croît des plantes vertes filamenteuses qui meurent, pourrissent, et donnent naissance à des gaz et des liquides infectes que les eaux dissolvent. De là vient que celles-ci répandent une odeur extrêmement désagréable sur les premiers bâtimens de graduation; elles n'en ont qu'une insensible sur les seconds, parce que les gaz se sont dissipés à la première époque de la graduation. Dans la belle saison, celle où le travail est dans toute son activité, on est obligé de prendre une portion de l'eau de la grande source pour fournir aux besoins de l'exploitation. Le mélange arrivé à la saline marque 1°,5 ou 1°,6 à l'aréomètre. Il retient encore beaucoup de carbonate de chaux, un peu de carbonate de fer, et n'a pas encore déposé un atome de sulfate de chaux. Comme le combustible est trop cher pour en opérer directement l'évaporation, on le fait passer sur plusieurs bâtimens de graduation pour l'enrichir, et le dépouiller d'une partie des sels étrangers au muriate de soude.

Graduation en général.

La saline possède à cet effet quatre bâtimens à épines et un cinquième à cordes. Les premiers avaient été établis dès 1730 par M. Beust; trois d'entre eux renversés en 1766 ont été réédifiés en 1781, Le cinquième n'a été construit qu'en 1788, par M. le Chevalier Dubutet, son inventeur.

L'eau partagée en deux parties, passe d'abord



la première sur le bâtiment n°. 1, la seconde sur celui n°. 2. Les deux portions sont ensuite réunies et graduées sur le bâtiment n°. 3, de là elles vont sur celui n°. 4, et enfin dans les chaudières. Dans la mauvaise saison, en sortant du n°. 4, on les élève sur le bâtiment à cordes, qui ne peut alors servir à un autre usage, dont nous parlerons, et delà on les conduit dans les chaudières.

Les bâtimens ont été disposés de manière à recevoir directement tout le vent qui circule par la gorge d'Aigueblanche. Ils sont à peu près perpendiculaires à la direction la plus habituelle du courant, et un peu inclinés les uns par rapport aux autres, de manière à se gêner le moins possible. Par cet arrangement quelques-uns peuvent profiter de l'air qui s'écoule de la vallée du Doron; mais sa masse étant peu considérable et sa vitesse faible, il ne produit pas un grand effet,

Bâtiment n°. 1.

Le bâtiment n°. 1 a 350 mètres de longueur; il est porté sur trois rangs de piliers en maçonnerie, et étayé par des bois arc-boutans de deux fermes en deux fermes. Il est divisé en deux parties égales par un pavillon qui renferme les pompes. Toute sa masse est en charpente et entièrement garnie de fagots qui forment une espèce de muraille continue. Il a 8 mèt. de hauteur sur une largeur de 3 mèt. à sa base et 2 à son sommet.

Machine.

L'eau est élevée sur le bâtiment au moyen de huit pompes aspirantes, dont les tiges sont fixées aux deux extrémités d'un même balancier mu par une roue à courant. La machine est bien construite, garnie de secteurs qui

transmettent le mouvement sans choc et sans frottemens considérables, et si on observe quelque inégalité dans la vitesse, cela tient à la nature des manivelles simples, et probablement à un défaut d'équilibre entre les deux systèmes de pompes.

Distribution de l'eau.

L'eau, alternativement élevée par chaque système, est versée par l'un sur une division du bâtiment, et par l'autre sur la seconde division. Les quatre premières pompes puisent l'eau dans un petit réservoir en bois alimenté par la source; les autres dans un second réservoir où se rendent les eaux qui ont déjà passé une fois sur la première division. La distribution se fait au moyen de deux rangs de canaux placés sur les bords du faîte du bâtiment: chaque rang verse l'eau sur un côté du bâtiment, et sert alternativement selon que le vent vient d'un côté ou de l'autre. C'est presque toujours la face exposée à l'Est qui reçoit le vent et gradue; le mur de fagots qui lui est opposé, ne sert le plus souvent qu'à arrêter les gouttelettes d'eau chariées par l'air, et à diminuer ainsi les pertes. De mètre en mètre les canaux portent des échancrures garnies de gouttières en bois, par où l'eau s'écoule dans des conduits d'un décimètre de large, pour être de là versée sur les épines par de petites fentes pratiquées sur chaque bord, et de décimètre en décimètre. L'eau sortant de la première division, marque 2°, on l'élève sur la seconde autant de fois qu'il est nécessaire (dans le beau tems une seule suffit) pour l'amener à 3. Le dépôt qu'elle forme est très-peu considérable, et les épines long-tems à nu et exposées à l'action de l'air et de l'eau peu



salée, pourrissent promptement. De là, et d'une autre cause que nous avons déjà indiquée, l'odeur désagréable qui s'exhale de ce bâtiment. C'est aussi là l'origine de l'extractif végétal que les eaux saturées contiennent. On remarque que le dépôt calcaire ocreux ne s'achève qu'entre le second et le troisième degré.

Bâtiment n°. 2.

Le bâtiment n°. 2 a la même destination que le précédent. Il est aussi partagé en deux divisions par les machines hydrauliques. Il a 318 mètres de longueur, dont 262 seulement sont garnis d'un double rang d'épines; le reste est occupé par des piliers de maçonnerie qui relient les fermes de quatre en quatre, et qui dispensent des arcs-boutans obliques. Il est servi par 11 pompes, cinq pour la première division et six pour la seconde (ces dernières élèvent en outre l'eau pour la conduire au bâtiment n°. 3, dont le sol est plus élevé). Les tiges sont fixées deux à deux aux extrémités de forts balanciers en charpente qui font système, et sont mis en mouvement par une croix que fait osciller la manivelle d'une roue à choc. Cette machine est extrêmement lourde et mal construite. Néanmoins comme le moteur n'est d'aucun prix et abondant, elle produit l'effet désiré. L'eau qui sort du bâtiment n°. 2, est ordinairement un peu plus concentrée que celle du n°. 1, parce qu'en y arrivant elle a parcouru une plus grande étendue de canaux, que le n°. 2 a 9 mètres de hauteur, et sur-tout parce qu'il reçoit le vent de la gorge d'Aigueblanche beaucoup plus directement.

Bâtiment n°. 3.

Le n°. 3 a 350 mètres de longueur, dont 340 garnis de fagots sur une hauteur de 8 mètres. Il

est construit tout en charpente, et surmonté d'un toit qui a le triple de sa largeur, et abrite complètement les épines. De deux en deux fermes on l'a soutenu par des arcs-boutans en bois, appuyés sur des massifs de maçonnerie. Les pièces de charpente sont employées avec profusion.

Ce bâtiment comprend sept divisions sur lesquelles l'eau réunie des n°s. 1 et 2, passe successivement. La première a environ 60 mètres, et est servie par deux pompes, la seconde *idem*, la troisième 55 mèt. et deux pompes, la quatrième 48 mèt. et deux pompes, la cinquième 42 mèt. et une seule pompe, la sixième 36 mèt. et une pompe, et la dernière 35 mètres et une pompe.

Machine. La roue à choc qui sert de moteur à toute la machine, se trouve au milieu de la longueur du bâtiment; elle communique un mouvement d'oscillation à une croix verticale, au moyen de deux bielles fixées à charnières, aux extrémités de leviers mobiles sur leur milieu. La croix meut les tirans qui règnent dans toute la longueur du bâtiment, et ceux-ci faisant osciller à leur tour les varlets qui se trouvent au commencement de chaque division, mettent enfin les pompes en mouvement. La distribution des différentes parties de cette machine est assez bien entendue; mais l'exécution en étant peu soignée, il en résulte des frottemens considérables qui nuisent à l'effet, et sur-tout à sa durée.

L'eau qui arrive sur le n°. 3, marque 3 à 3°,5. Dans les beaux tems elle ne passe qu'une fois sur chaque division, et marque en sortant,



de la septième, 10 à 12°. Quand la saison n'est pas favorable à la graduation, on la remonte autant fois qu'il est nécessaire pour qu'elle atteigne au moins 9°, alors on l'envoie au bâtiment n°. 4.

Bâtiment n°. 4. Ce bâtiment a 66 mètres de longueur, dont 55 garnis de fascines, 10 de hauteur et 4 de largeur à sa base. Il est relié de 5 en 5 fermes par des piliers de maçonnerie, et n'a point d'arcs-boutans. Il est couvert, mais son toit, beaucoup moins large que celui du précédent, est supporté par ces piliers.

Machine. Une roue à choc, au moyen d'une bielle verticale appliquée à sa manivelle, fait mouvoir quatre pompes, deux à deux alternativement (1). Les unes versent l'eau sur le bâtiment, les autres la conduisent quand elle est graduée dans des réservoirs particuliers appelés *baissoirs*. Comme l'eau qui monte sur ce bâtiment est déjà riche, on place les doubles canaux, qui la versent d'un côté ou de l'autre, selon la direction du vent, dans le milieu de la largeur du faîte, en sorte que le diquide coule entre les épines et est moins dispersé par l'air.

Dans les jours les plus favorables à la graduation, la concentration va jusqu'à 21 et 22° sur le bâtiment n°. 4; ordinairement elle est de 18, et seulement de 12 à 14 l'hiver et

(1) Les roues ont sept à huit mètres de diamètre: les pompes 14 à 22 centimètres.

l'automne ; dans ce cas on la conduit sur le bâtiment à cordes pour l'amener à 16 ou 18°.

Bâtiment à cordes.

L'état des lieux n'a pas permis de construire le bâtiment à cordes en ligne droite ; il est un peu arqué, et reçoit principalement le vent de la vallée du Doron ; cependant une partie profite en même-tems de celui d'Aigueblanche, et sa graduation va toujours plus vite. La longueur totale du bâtiment est de 90 mètres ; 70 seulement sont garnis de cordes. Sa carcasse est composée de sept grandes fermes en maçonnerie, et de 17 autres en charpente ; il a un comble irrégulier, et qui s'avance beaucoup du côté où l'air tend le plus habituellement à entraîner l'eau. L'intervalle de chaque ferme comprend 12 canaux espacés entre eux de $0^{mt},13$, et larges de la même quantité. Ces canaux sont des pièces de bois légèrement creusées qui portent 23 cordes sans fin, de $0^{mt},007$ à 0,008 de diamètre, passant dans des trous pratiqués à cet effet, et fixées à des solives qui règnent dans la partie inférieure du bâtiment.

Ainsi chaque canal porte 46 longueurs de cordes, et comme il y en a en tout 269, le bâtiment est garni de 11,914 cordes, en outre chacune d'elles ayant $8^{mt},28$ de longueur, il en résulte qu'il en a fallu une étendue de plus de 100,000 mèt. (ou 25 lieues) quand on a construit le bâtiment.

Machine.

La machine qui élève l'eau est un noria mu, à l'aide de quelques engrénages, par une roue. Elle porte trois doubles rangs de chaînes sans fin, auxquelles sont attachés trois rangs de seaux en bois. L'eau élevée par ces seaux tombe dans un petit bassin, d'où elle coule dans un



canal qui règne sur toute la longueur du bâtiment, de là elle passe dans d'autres canaux qui se trouvent entre chaque ferme, et de ceux-ci elle se rend par 12 gouttières dans les canaux qui supportent les cordes ; enfin des échancrures pratiquées au-dessus des cordes, lui permettent de glisser le long de celle-ci. Le surplus de l'évaporation, coulant sur le plancher incliné qui forme le sol du bâtiment, s'amasse dans des canaux qui la conduisent au bassin de la machine pour être élevée de nouveau quand cela est nécessaire, ou dans des réservoirs particuliers qui règnent sous le plancher et dans toute sa longueur. L'évaporation sur les cordes est beaucoup plus rapide que sur les fagots, l'air circule plus librement, et exerce son action sur une plus grande surface (1).

On se plaint du faible effet de la machine, de la dépense et des réparations continuelles qu'elle exige. Elle est cependant bonne en elle-même et convenable à sa destination (puisqu'on ne pouvait employer les pompes). Les inconvéniens qu'on y remarque tiennent, 1°. à ce que les chaînes sont trop minces pour résister longtems à l'effort qu'elles supportent ; 2°. à ce que la cage est trop resserrée ; les chapelets oscillent continuellement, et heurtent souvent contre les parois ; 3°. à ce que les tambours sont trop étroits ; les seaux sont froissés par les cloisons qui séparent les trois chapelets ; 4°. enfin à ce que les chaînes usant inégalement les tambours, ne se meuvent point constamment dans

(1) Voyez le dessin pour de plus grands détails.

un même plan, tombent par secousses d'une cavité dans une autre, et ébranlent la machine; il faudrait pour régulariser leur mouvement, les astreindre à circuler dans une gorge ou sur une zone hérissée de pointes solides. On éleverait plus d'eau si les seaux ne sortaient du bassin qu'à la hauteur du centre du tambour inférieur; il en retomberait beaucoup moins si leurs déversoirs étaient plus allongés; dans l'état actuel, l'eau d'un vase qui se vide, tombe sur le fond de celui qui le précède, s'y éparpille, et ne se rend point en totalité à sa destination.

Le bâtiment à cordes, du côté où vient ordinairement le vent, est garni de stors en toile enroulés sur des cylindres, et qu'on étend dans le tems des pluies battantes.

Quand après avoir fait passer l'eau sur les divers bâtimens dont nous venons de parler, on l'a amenée à un degré de concentration qui atteigne au moins 16°, on la conduit dans les baissoirs.

Baissoirs. Les baissoirs sont de grands bassins en madriers, enfermés dans des bâtimens en maçonnerie et couverts. La saline en a deux, un pour chaque côté de la rivière. C'est là qu'on met en magasin les eaux graduées pour les verser à volonté dans les chaudières. Elles achèvent de se purifier en déposant toutes les substances qu'elles peuvent tenir en suspension.

§. II. *Vaporisation, formation du sel.*

Chaudières. Il y a à la saline quatre chaudières, toutes semblables et égales, pour évaporer l'eau graduée. Elles ont 7 à 8 mètres de long, 5 à 6 de large,



large, et $0^{mt},5$ de profondeur. Leur capacité est de 23,114 décimètres cubes, et quand elles sont pleines d'eau elles en contiennent 20,800. Elles sont construites en plaques de tôle forte de 4 à 5 millimètres d'épaisseur, et assemblées par des clous rivés. Leur fond est au niveau du sol de l'atelier, et soutenu dans son pourtour par 12 piliers de fonte de 12 centimètres d'équarissage. Il y a en outre transversalement et au niveau des bords de grosses poutres parallèles, ou *bourbons*, auxquelles sont attachés un grand nombre de crochets fixés au fond. Le dessous des chaudières est entièrement libre; une partie est occupée par le foyer, et la flamme circule dans le reste. Le foyer a $2^{mt},5$ de largeur et $3^{mt}.5$ de longueur. Il a une grille composée de barreaux de fonte triangulaires, et est à $0^{mt},85$ au-dessous du fond des chaudières. Un cendrier placé immédiatement au-dessous de la grille reste habituellement fermé; on ne l'ouvre que pour en retirer les cendres. Il reçoit l'air par deux tuyaux latéraux qu'on ouvre alternativement selon la direction du vent. La cheminée est à l'extrémité opposée de l'entrée du foyer; elle traverse obliquement une partie de l'atelier qu'elle échauffe et qui sert de séchoir, et sort ensuite verticalement. Elle est munie d'un diaphragme mobile, au moyen duquel on varie l'ouverture pour augmenter ou diminuer le tirage. Un petit mur placé à l'extrémité de la grille, force les vapeurs échauffées de s'écarter de part et d'autre avant d'atteindre la cheminée. Enfin chaque chaudière est recouverte d'une vaste cheminée de planches qui descend à 2 mètres au-dessus

du sol, et conduit les vapeurs hors du bâtiment.

Cuite. Lorsqu'on veut commencer une opération, qu'on appelle *cuite*, on remplit une chaudière d'eau qu'on amène d'un des baissoirs par des tuyaux particuliers ; on jette du bois sur la grille, et on commence le feu : on le pousse vivement, jusqu'à faire bouillir l'eau fortement, et on le continue de la même manière pendant toute la première époque de la cuite ou le *schelotage*. Elle dure 26 heures quand l'eau est à 18°.

Schelotage. Pendant tout ce tems on entretient la chaudière pleine. Dès le commencement de l'ébullition il se forme une écume considérable qui est rejetée sur les bords et qu'on enlève ; elle provient d'un extractif végétal que l'eau tient en dissolution, et qui s'en sépare par la chaleur et l'oxydation. Il en reste encore dans l'eau à la fin de la cuite. On n'est pas dans l'usage à Moutiers d'ajouter du sang de bœuf, ou quelques blancs d'œufs, qui probablement en détermineraient la précipitation complète. Après les premiers bouillons le sulfate de chaux, dont les eaux graduées sont saturées, commence à se déposer au fond de la chaudière, et s'accumule dans les parties les moins échauffées, il entraîne avec lui beaucoup de sulfate de soude et du *sel*, et c'est ce mélange qui est connu sous le nom de *schelot*. Pour retirer le schelot on place près des bords de la chaudière, entre les bourbons, des augets quarrés en tôle ; avec de longs rables on nettoie le fond et on amasse le schelot dans ces augets. Quand ceux-ci sont pleins, on les enlève, on les laisse égoutter un



instant, et on les vide dans un trou creusé dans le sol à la portée de l'ouvrier. On les replace comme auparavant, et on continue la même manœuvre autant de fois que cela est nécessaire. Au bout de 17 heures le sel commence à paraître ; cependant on amène encore de l'eau et on schelote pendant neuf heures ; alors la chaudière est pleine d'eau à 27° de l'aréomètre, et prête à fournir le sel. Là commence le salinage ou *soccage*.

Soccage. On recueille le sel de deux manières, ou dans les chaudières ou sur le bâtiment à cordes.

Dans les chaudières. Quand on fait le soccage dans les chaudières, on diminue le feu ; on ne met plus que quatre à cinq bûches dans le foyer, ce qu'il en faut pour entretenir l'eau très-chaude sans la faire bouillir. Le sel forme ce qu'on appelle des *pieds de mouche*. Il cristallise en trémies à la surface du liquide, et donne naissance à une croûte que l'ouvrier précipite à mesure par quelques aspersions d'eau, au moyen d'une petite palette en bois. Il attire l'écume dans un angle, la jette hors de la chaudière, puis il ramasse le sel avec un rable et le met dans des baquets de bois en forme d'entonnoirs, et qu'il dresse entre deux bourbons voisins. Il les laisse pleins dans cette position, jusqu'à ce que l'eau de mouillage se soit totalement égouttée par la petite base qui est ouverte, ensuite on les porte au séchoir. De là, quand le sel est sec, on le transporte aux magasins où on le vide pêle-mêle sans séparer les produits des différentes époques de la cuite. On continue le salinage, toujours à très-petit feu, pendant cinq à six jours ; on l'arrête quand le sel qui se forme est

jaune, amer, et qu'il paraît trop impur pour être vendu. L'ouvrier n'a pour guide que son habitude ; on ne se sert presque point d'un aréomètre particulier dont on faisait usage autrefois. L'*eau-mère* qui reste au fond de la chaudière est rougeâtre, épaisse, visqueuse, amère et odorante ; on la recueille et on la verse dans un réservoir particulier. On recommence aussitôt une nouvelle cuite.

Sur le bâtiment à cordes.

Dans la belle saison (elle dure au plus trois ou quatre mois) on amène l'eau saturée et bouillante sur le bâtiment à cordes, on l'y élève, au moyen du noria, autant de fois qu'il est nécessaire pour l'évaporer jusqu'au point d'être épaisse et visqueuse, ou ce qu'on appelle *grasse*. On la conduit alors ou dans un des bassins du bâtiment, ou directement dans le grand réservoir des eaux-mères.

L'eau qui coule le long des cordes s'évapore promptement, et y laisse un dépôt cristallin de muriate de soude qui augmente sans cesse. Dans les très-beaux tems une cuite adandonne tout son sel en 12 à 16 heures. Ordinairement 27 cuites passent en 45 jours ; alors les cordes sont grosses ; elles atteignent quelquefois 6 centimètres de diamètre, et on les dépouille de leur sel. C'est ce qu'on nomme faire l'*abattue*. On a pour cela une petite machine fort simple, et qui a l'avantage d'abattre 46 cordes à la fois (voyez *pl. VII*) ; elle consiste en une pièce de bois armée de lames de fer qui sert d'axe à une grande poulie, et mobile dans un châssis rectangulaire. On élève la machine au haut du bâtiment au moyen d'un treuil mobile. On fait passer la pièce principale entre deux rangs de



cordes, et deux hommes la font osciller en tirant alternativement la poulie d'un côté ou de l'autre ; en même-tems on laisse descendre lentement la machine. Le sel des cordes, enfermées entre le châssis et la pièce armée de fer, se brise par le choc et tombe sur le sol du bâtiment. S'il en reste dans quelques endroits, un ouvrier le détache avec un crochet qui lui sert en même-tems à dépouiller le haut des cordes que la machine ne peut atteindre à cause de la charpente. On fait une à trois abattues par an, selon que la saison est plus ou moins favorable. Quand il pleut l'évaporation est presque nulle, et on ferme le bâtiment avec les stores que l'on remonte dans le beau tems. C'est parce que le bâtiment à cordes a été construit principalement pour évaporer l'eau saturée qu'on n'a pu lui accoler une machine à pompes. On a craint que le sel, cristallisant dans les tuyaux, les encombre et embarrasse le mouvement des pistons. On ramasse le sel des cordes et celui qui cristallise dans les bassins, pour le porter dans un magasin particulier.

Écailles.

A chaque évaporation il reste au fond des chaudières un dépôt qui s'y attache ; il provient du schelot qu'on n'a pas entièrement enlevé, et de l'évaporation de quelques portions d'eau en contact avec la tôle et beaucoup plus échauffées que la masse. Toutes les 12 à 15 cuites on détache ce dépôt à coups de marteau, et on l'entasse dans les cours sous le nom d'*écailles*. Plus les écailles sont épaisses et plus les chaudières sont endommagées par le feu. Le fond s'échauffe fortement, se dilate inégalement,

se voile en tous sens et souvent se crevasse ; l'eau coule dans le foyer. Quand l'ouvrier qui veille au feu s'en aperçoit, il augmente la chaleur dans la partie attaquée, et souvent la dilatation qui en résulte fait disparaître l'ouverture ; si cela ne suffit pas on la bouche avec de petits sacs de chaux vive qu'on introduit dans la chaudière, et l'écoulement cesse.

Eaux-mères.

Par l'une ou l'autre des méthodes de salinage on obtient pour résidu des *eaux-mères* qui ne donnent plus que de mauvais sel jaune et très-amer. On porte toutes ces eaux dans un même réservoir, et on les y laisse passer tout l'hiver sans y toucher. Il se forme trois dépôts successifs : le dernier est entièrement composé de sulfate de soude cristallisé assez pur. On l'enlève au commencement du printems, et on le porte dans un magasin particulier avec les morceaux qu'on peut séparer à la main des premiers dépôts. On vide ensuite le réservoir et on jette tout ce qu'on en retire.

Schelots.

Quant aux schelots, on les jette dans les cours des cuites, où ils forment actuellement des morceaux considérables, et on n'en tire aucun parti. On recueille seulement celui qui se forme le dernier pour le mettre à part avec les écailles

### §. III. *Résultats généraux. Consommations, produits, etc.*

Consommation d'eau des sources.

Il s'en faut de beaucoup que la saline consomme toute l'eau que peuvent fournir les sources. Dans l'hiver ce que produit la petite est plus que suffisant ; alors la graduation va excessivement lentement ; les bâtimens entretiennent



à peine deux chaudières en activité, et souvent celles-ci chôment. En été l'évaporation est beaucoup plus prompte ; aussi les quatre chaudières sont-elles presque continuellement en feu, et la petite source ne fournit plus assez d'eau ; on est obligé de lui en mélanger une partie de celle de la grande. Cependant, à l'époque de la saison la plus favorable à l'évaporation, on ne consomme que le quart au plus de ce que fournissent les sources.

On rappelle dans le tableau suivant leur produit journalier, et on y ajoute les résultats annuels, tant en eau qu'en sel.

*Tableau des produits des sources.*

| Nos. des sources. | Par jour. | | Par année. | |
|---|---|---|---|---|
| | En eau, myriagr. | En sel, myriagr. | En eau, myriagrammes. | En sel, myriagr. |
| 1 | 257,772 | 2577,72 | 94,086,780 | 940,868 |
| 2 et 3 | 78,741 | 827 | 28,742,465 | 301,796 |
| 4 | 7,418 | 64 | 2,777,070 | 23,225 |
| 5 | 1,380 | 12 | 503,700 | 4,331 |
| Myriag. | 345,311 | 3480 | 126,040,515 | 1270,220 |
| Poids de marc. | 705,95 quint. | 711,30 quint. | 25,767,175 quint. | 259,633 quint. |

Produit en eau graduée.

Les produits des divers bâtimens de graduation, et en dernier lieu la quantité d'eau graduée que reçoivent journellement les baissoirs, sont variables comme le tems, et entre

de très-grandes limites. Il y a des époques de l'hiver où l'on est obligé de relever l'eau un grand nombre de fois sur chaque division ; alors il s'en perd considérablement ; sa graduation est extrêmement lente et le produit presque nul. Dans les plus beaux jours de la bonne saison, les bâtimens nos. 1 et 2 reçoivent en 24 heures 739mt. c.,66 (21600p. c.) d'eau prise à leur pied, et dans le même intervalle le n°. 4 en envoie 46m. c.,44 (1350p. c.) (quantité présumée) aux baissoirs.

Produit des pompes.

On aura une idée de l'effet des machines par le résultat suivant.

Huit pompes ; quatre au n°. 1, autant au n°. 2, sont employées à élever l'eau qui arrive des sources ; elles ne sont jamais à leur maximum d'effet ; car elles pourraient tirer 14déc. c.,67 par coups de pistons, et comme les roues qui les font mouvoir ont une vitesse qui peut aller jusqu'à leur faire faire 7200 tours en 24 heures, il en résulte que, durant ce tems, elles seraient susceptibles de distribuer 1266mt. c.,9 (37000p. c.) d'eau aux deux premiers bâtimens.

On ne sait pas, pour produire cet effet, quelle quantité d'eau douce consomment les machines. Ce moteur abonde à la saline, et on s'occupe peu de le ménager. Une prise faite à Salins même, et séparée du torrent par une épaisse digue en pierres, qui borde tous les établissemens, amène un courant assez fort pour faire mouvoir toutes les machines qui existent, et celles qu'on voudra établir par la suite.

Les produits généraux de la saline consistent en eau graduée, schelot, sels, eaux-mères, écailles, sulfate de soude, etc. Nous



plaçons dans le tableau suivant tous ces produits, quels qu'ils soient, et leur composition moyenne déterminée par l'analyse chimique.

| | | |
|---|---|---|
| Carbonate de chaux. . . | 0,000505 | Eaux réunies prises au pied des bâtimens nos. 1 et 2, marquent 1d,6 à l'aréomètre. |
| Sulfate de chaux. . . . | 0,002700 | |
| Sulfate de magnésie. . . | 0,000560 | |
| Sulfate de soude. . . . | 0,001300 | |
| Muriate de soude. . . . | 0,010600 | |
| Muriate de magnésie . . | 0,000320 | |
| Oxyde de fer. . . . . | trace. | |
| Total. . . . | 0,015985 | |

| | Pris à la source. | | Près des bâtimens. | |
|---|---|---|---|---|
| Oxyde rouge de fer. . . . | 85,00. | . . . . | 5,00 | Dépôts de l'eau dans les canaux. |
| Carbonate de chaux . . . | 5,00. | . . . . | 93,00 | |
| Débris tenus en suspension. | 4,00. | subst. végét. | 2,00 | |
| Eau. . . . . | 6,00. | | | |
| Total. . . . . | 100,00. | . . . . | 100,00 | |

| Bâtimens. | Nos. 1 et 2. | No. 3. | N°. 4. | |
|---|---|---|---|---|
| Carbonate de chaux. . | 6,60. . . | 0,00. . . | 0,00 | Dépôts des épines. |
| Carbonate de fer. . . | trace. . . | 0,00. . . | 0,00 | |
| Muriate de soude . . | 0,05. . . | 0,24. . . | 0,25 | |
| Sulfate de soude. . . | 93,35. . . | 99,76. . . | 99,75 | |
| Total. . . . | 100,00. . . | 100,00. . . | 100,00 | |

| Eau des baissoirs à 18d,15. | Eau saturée des chaudières à 26d. | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate de chaux. . . . | 0,0030. . . . | 0,0000 | Eaux graduées. |
| Sulfate de magnésie . . . | 0,0080. . . . | 0,0148 | |
| Sulfate de soude . . . . | 0,0265. . . . | 0,0281 | |
| Muriate de soude. . . . | 0,1600. . . . | 0,2550 | |
| Muriate de magnésie. . . | 0,0046. . . . | 0,0107 | |
| Total. . . . . | 0,2021. . . . | 0,3086 | |

| | | Premier. | Second. | Dernier. |
|---|---|---|---|---|
| Schelots. | Sulfate de chaux. | 28,00. | 41,10. | 10,10 |
| | Sulfate de soude. | 24,50. | 52,65. | 25,68 |
| | Muriate de soude | 47,50. | 6,25. | 64,22 |
| | Sels magnésiens. | trace. | trace. | trace. |
| | Total. | 100,00. | 100,00. | 100,00 |

| | | Premier. | | Second. | | Dernier. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sels des chaudières. | Sulfate de ch. | 1,56 | | 0,00 | | 0,00 | |
| | Sulf. de magn. | trace. | 5,36 | 0,25 | 6,41 | 12,50 | 14,50 |
| | Sulf. de soude | 3,80 | | 5,55 | | 00,00 | |
| | Muri. de magn. | trace. | | 0,61 | | 2,00 | |
| | Muri. de soude. | 94,64 | | 93,59 | | 85,50 | |
| | Total. | 100,00 | | 100,00 | | 100,00 | |

| | | Des bassins. | | Des cordes. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sels du bâtiment à cordes. | Sulfate de magnésie. | 0,40 | | 0,58 | |
| | Sulfate de soude. | 0,75 | 1,33 | 2,00 | 2,83 |
| | Muriate de magnésie. | 0,18 | | 0,25 | |
| | Muriate de soude. | 98,67 | | 97,17 | |
| | Total. | 100,00 | | 100,00 | |

| | | Telles qu'on les enlève. | Cristallisées. |
|---|---|---|---|
| Écailles. | Sulfate de chaux. | 10,65. | 10,81 |
| | Sulfate de magnésie. | 3,00. | 4,61 |
| | Sulfate de soude. | 18,66. | 35,30 |
| | Muriate de magnésie | 00,75. | 0,80 |
| | Muriate de soude. | 57,34. | 48,38 |
| | Eau. | 9,60. | |
| | Total. | 100,00. | 100,00 |



| | Du muriate de soude. | Du sulfate de soude. | |
|---|---|---|---|
| Sulfate de magnésie. | 0,0950. | 0,0420 | Eaux-mères. |
| Sulfate de soude. | 0,0000. | 0,0600 | |
| Muriate de magnésie | 0,0485. | 0,0540 | |
| Muriate de soude | 0,2080. | 0,1990 | |
| Total. | 0,3515. | 0,3550 | |

| | Premier. | Second. | Dernier. | |
|---|---|---|---|---|
| Sulfate de magnésie. | 11,74. | 0,25. | trace. | Dépôts des eaux-mères du muriate de soude. |
| Sulfate de soude. | 46,86. | 56,50. | 95,00 | |
| Muriate de magnésie | 0,60. | 0,25. | trace. | |
| Muriate de soude | 41,30. | 43,00. | 5,00 | |
| Total. | 100,00. | 100,00. | 100,00 | |

Produits d'une cuite.

L'eau arrivant dans les chaudières à un degré de salure très-variable, on ne peut pas fixer d'une manière très-précise les différens produits d'une cuite. Cependant, comme on emploie toujours une quantité d'eau suffisante, pour qu'à la fin du schelotage la chaudière se trouve pleine du liquide saturé, le produit en sel est plus uniforme; il varie entre 700 et 800 myriagrammes.

Consommation de bois.

Le bois dont on fait usage pour opérer l'évaporation, est un mélange de mélèze et de sapin écorsés et coupés en troncs de 12 à 13 décimètres, que l'on refend. La consommation en est plus variable encore que tout le reste; elle dépend du degré de salure de l'eau, des accidens qui arrivent à la chaudière, et singulièrement de la température et de l'état de l'air, au point que toutes choses égales d'ailleurs, elle est de 50 stères par cuite en été, et qu'elle va

jusqu'à 68 stères en hiver, quand l'air est froid, humide et pluvieux.

Le tableau suivant donne les résultats d'une cuite faite au milieu de l'été de l'an 13, et dont tous les produits ont été pesés exactement.

TABLEAU.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Consommat. | Eau à 20d. | | 4690. contenant 1050 | de subst. salines. |
| | Bois, 50 stères | 25 pour le schelotage. 25 pour le salinage. | | |
| Produits. | Schelot. | 34. | | 34 |
| | Sel. | 790. | | 790 |
| | Écailles. | 21. | | 21 |
| | Eau-mère | 51. | | 20 |
| | | | | 865 |
| | Balance. | | | 185 de perte. |

Cette perte provient des manipulations, filtrations, de la dessication des sels, et de leur vaporisation avec l'eau. Elle est exagérée dans la cuite d'expérience. On a pesé les écailles calcinées : d'ailleurs on n'a pu recueillir exactement l'eau-mère, etc. Elle doit s'élever à peu près au $\frac{1}{7}$ ou au $\frac{1}{8}$.

Chaque cuite produit au bâtiment à cordes, terme moyen, 1750 myriag., savoir, 100 déposés dans la chaudière, et 650 sur les cordes. Mais ce sel est beaucoup plus pur et les eaux-mères plus abondantes. Une abattue ordinaire fournit 15000 myriagrammes de sel.

Produit des eaux-mères.

Selon que l'hiver est plus ou moins rigoureux, la température plus ou moins froide, les eaux-mères produisent des quantités différentes de sulfate de soude. On n'a point les



données nécessaires pour calculer ce qui en résulte d'une cuite ; on sait seulement, qu'année commune, la saline en met 9000 à 10000 myriagrammes en magasin.

*Résultat d'une année ordinaire.*

| Produits annuels. | Myriagrammes. | Consommation annuelle en bois. |
|---|---|---|
| Schelot. | 4000 à 5000 | 7000 stères. |
| Écailles. | 2500 à 3000 | |
| Sel { des chaudières. | 70,000 } 100,000 | |
| Sel { des cordes. | 30,000 } | |
| Eaux-mères. | | |
| Sulfate de soude. | 9000 à 10,000 | |

Réparations.

L'entretien des travaux de la source n'est pas dispendieux ; ils sont peu étendus, solides, et exigent peu de réparations. Il faut en faire de fréquentes aux canaux qui conduisent l'eau aux bâtimens ; construits en planches et exposés continuellement à l'air, ils se détériorent aisément.

Des bâtimens.

Les bâtimens nos. 1 et 2 recevant l'eau de la source, peu salée, sont ceux dont l'entretien est le plus dispendieux : les bois se pourrissent, et tous les cinq à six ans il faut arrêter le travail pour faire une réparation générale à la charpente. Les épines ne se couvrent que d'un très-faible dépôt, et on les change de trois en trois ans, parce qu'elles sont pourries et qu'elles n'ont plus de solidité.

Les bâtimens nos. 3 et 4 n'éprouvent pas les mêmes dégradations que les précédens ; l'eau

qu'ils graduent est plus salée, et laisse sur les bois une couche de sulfate de chaux qui les conserve. On change les épines du n°. 3 tous les trois ou quatre ans, parce qu'elles sont entièrement couvertes du dépôt et ne font plus qu'une seule masse : celles du n°. 4 se renouvellent moins souvent ; le dépôt diminue depuis 12°, et on assure qu'elles pourraient servir plus de 18 ans si les eaux n'y étaient amenées qu'à 14°.

Consommation de fagots.

On consomme annuellement 30,000 fagots d'épine que l'on paie 75 fr. le millier.

Comme le bâtiment à cordes sert une partie de l'année au salinage, et que lorsqu'il gradue il ne reçoit pas d'eau au-dessous de 14°, il s'use peu et les cordes durent long-tems ; il reste encore les $\frac{1}{4}$ de toutes celles qui ont été tendues depuis 15 ans, en sorte qu'on peut calculer que leur renouvellement entier n'aura pas lieu avant 60 ans, à compter depuis l'époque de la construction du bâtiment.

Machines.

Plusieurs charpentiers sont attachés à la saline, et salariés par elle à l'année, pour faire tous les ouvrages de leur art. Ils veillent aux réparations journalières de toutes les machines, forent à bras les cylindres qui doivent servir de corps de pompes, de tuyaux de conduite, etc. On a toujours une grande quantité de ceux-ci en magasins. Ils se conservent très-long-tems dans l'eau salée du bâtiment n°. 3.

Ce sont les maîtres gradueurs qui ont soin de maintenir toujours les pompes en bon état. Les pistons sont en bois ; les soupapes et les couronnes en cuir ont besoin d'être renouvelées très-souvent.

C'est aussi le gardien du bâtiment à cordes qui fait les seaux du norsia, les change et les renouvelle quand il le faut.



Chaudières.

Une chaudière dure 15 et même 18 ans lorsqu'on l'entretient avec soin, qu'on ne laisse point amasser un trop grande quantité d'écailles, et qu'on les enlève toutes les 12 à 15 cuites, pour réparer le fond, et boucher toutes les déchirures qui se forment par la dilatation inégale des différentes parties de la tôle, sur-tout quand elle est recouverte d'une croûte saline épaisse.

Employés.

Les employés consistent, 1°. en un directeur qui correspond avec la régie ; 2°. un inspecteur général ; 3°. un contrôleur des sources et des bâtimens ; 4°. un contrôleur des cuites ; 5°. un vendeur garde magasin ; 6°. plusieurs commis ; 7°. des maîtres gradueurs, huit des maîtres cuiseurs (il y en a trois pour chaque chaudière) ; 8°. des charpentiers ; 9°. des forgerons ; 10°. des manœuvres, conducteurs, fendeurs de bois, voituriers, etc. Au total, 112 individus au moins, subsistent des produits de la saline. Presque tous les ouvriers sont payés par mois et à prix fixe.

Le sel se vend 1f,60 le myriagr. La moitié se débite dans le pays, un tiers passe en Suisse, et le reste à Genève, dans le pays de Vaud et dans le Département de la Doire. Le sulfate de soude reste entassé dans les magasins, et si quelquefois on en vend, c'est au prix qu'en veulent bien donner les acquéreurs. Les verriers d'Annecy achètent une partie du dernier schelot et des écailles, mais à un prix extrêmement modique, en sorte que le muriate de soude produit seul la recette ordinaire : elle

Balance annuelle

consiste en 160,000 fr. provenant de la vente de 100,000 myriagrammes de sel. La dépense se compose de 30,000 fr. pour achat de 7000 stères de bois, de 8000 fr. pour achat de fer, bois de construction, etc. et les frais de main-d'œuvre, d'administration, etc.

## ARTICLE TROISIÈME.

### *Observations.*

#### §. I. *Sur les Sources.*

Origine.

On ne peut faire que des conjectures sur l'origine des sources de Salins. Quelques personnes prétendent qu'elles prennent naissance dans la masse de roc salé qui se trouve au fond de la vallée d'Arbonne (près le bourg St.-Maurice); mais il est difficile de concevoir comment, dans une route aussi longue, au milieu de terrains déchirés en plusieurs endroits, l'eau ne trouve point d'issue par où elle s'écoule; et d'ailleurs, comment conserverait-elle la température qu'on lui connaît? Il est plus naturel de supposer qu'il existe une masse salée, peut-être analogue à celle d'Arbonne, à une moindre distance de Moutiers, au milieu même des gypses qui dominent la masse d'où sortent les sources.

L'eau, depuis des siècles qu'elle coule à travers le rocher, a dû enlever une masse énorme de sel, et par suite, occasionner des éboulemens considérables. Elle a dû former de vastes cavernes, qui lui servent aujourd'hui de réservoirs, et d'où elle s'écoule en jets continus en suivant



suivant les couches du terrain, ou les canaux étroits qu'elle a pu se creuser. C'est peut-être à cette disposition qu'est due l'uniformité de l'écoulement des sources. L'existence des cavernes est d'autant plus probable, qu'on en connaît d'immenses dans le voisinage de plusieurs sources, dont le gisement a beaucoup d'analogie avec celui-ci, et qu'on est forcé d'admettre une distension quelconque dans la roche. Elle met à même d'expliquer l'effet du tremblement de terre de Lisbonne, qui fit cesser l'écoulement pendant 24 heures, et les bruits violens que l'on entend de tems à autre aux environs de Moutiers, sans qu'on ait jamais remarqué qu'ils soient accompagnés d'oscillations.

Si on supposait que l'eau des pluies, en traversant les gypses salés, dissolve seulement du muriate de soude, du sulfate de chaux et de magnésie (les seules substances que l'analyse ait découvertes dans les plâtres des environs de Moutiers), et qu'elle fût obligée de passer ensuite dans un terrain calcaire pyriteux en décomposition, il serait facile d'expliquer la formation du sulfate de soude, du muriate de magnésie, de l'acide carbonique, et de tous les sels que fournit la source de Salins. Mais nous ne voulons faire aucune hypothèse sur un sujet qui n'intéresserait que les géologues, et dont les conséquences seraient sans utilité pour le minéralurgiste.

Conjectures sur leur température originaire, etc.

L'eau n'est point saturée de sulfate de chaux: elle peut en tenir, ramenée à la température de $10^{d},\frac{1}{100}$, et en absorber les $\frac{2}{3}$ de ce qu'elle en contient. Parce qu'elle est très-échauffée, on peut supposer qu'elle peut en dissoudre $\frac{1}{100}$

au plus, et par conséquent en absorber à peu près autant qu'elle en contient. Elle n'a donc pu se mélanger dans la route qu'au plus à un poids égal d'eau douce à 10$^{d}$; ce qui suppose qu'elle sort du foyer salé à une température de 50$^{d}$, et une salure qui n'atteint pas 3$^{d}$. Cette observation prouve que la masse salée est très-pauvre, et qu'on ne peut pas espérer d'enrichir beaucoup les sources.

Recherches.

C'est sur-tout dans les bassins souterrains qu'elles s'altèrent. Les travaux fructueux qu'on a déjà faits pour en détourner l'eau douce le prouvent évidemment, et il est probable que de nouvelles tentatives seraient aussi heureuses, et ameneraient au moins toutes les eaux à 30$^{d}$ de température. On sait que la grande source se mélange, et un homme, en y plongeant le bras, reconnaît à la fraîcheur qu'il éprouve l'issue du liquide étranger. Mais l'administration met peu d'importance à ces recherches, parce qu'elle n'exploite qu'une partie des produits. Il est aisé de sentir quels avantages elles apporteraient, si l'établissement prenait toute l'extension dont il est susceptible. Car en gagnant seulement $\frac{1}{7}$$^{d}$ en salure, on se débarrasse de plus du cinquième du volume des eaux, et on rend à la graduation une longueur de bâtiment de plus de 200 mèt. employée à évaporer cette quantité.

On a vu par le premier article combien les travaux sont peu étendus. Ils sont tous au pied de l'escarpement, et l'on ne s'est point du tout avancé sous le rocher. Il nous semble cependant que c'est là que doivent être dirigées les recherches, et qu'on peut espérer de découvrir le cours



de l'eau salée dégagée des filtrations d'eau douce, qui proviennent sans doute du Doron.

L'eau de Salins est une possession territoriale très-précieuse. Elle serait à la lettre une source inépuisable de richesse pour le pays, si elle était entièrement exploitée. En effet, on a vu qu'elle roulait annuellement plus de 1,250,000 myriag. de muriate de soude masse qui, vendue à 1$^{fr}$.60 le myriagr. prix actuel, équivaut à une somme de 2,000,000 fr. et en admettant que la perte, par les manipulations, soit d'un quart, ce qui s'approche des résultats de l'expérience, il resterait toujours 1,500,000 fr. que les sources pourraient produire. Richesse.

Aujourd'hui, pendant quatre ou cinq mois de l'année, on exploite le quart de l'eau, et à peine le quinzième le reste du tems; en sorte qu'on ne tire réellement parti que du huitième au plus de la masse totale qui s'écoule.

### §. II. *Sur la Graduation.*

Pour obtenir 10 myr. de sel, en évaporant l'eau des sources directement, on consommerait environ 17 stères de bois, dont la valeur serait plus que quadruple du prix du produit. Il est donc indispensable de graduer ou de concentrer les eaux. Nous avons dit comment cela s'opère actuellement à Moutiers. On a fait d'ailleurs quelques essais que nous rapporterons bientôt. Mais, de quelque manière qu'on s'y prenne, l'exposition des eaux à l'air libre est inévitable, et dès-lors il en résulte un inconvénient grave qu'on n'a pas encore essayé de corriger : il consiste dans la formation du sulfate Nécessité de la graduation.

Inconvéniens.

de soude qui a lieu, par la décomposition réciproque du muriate de soude et du sulfate de magnésie, quand la température s'approche de la congellation. Cet effet est bien constaté; il est d'accord avec les principes de chimie les mieux reconnus, et il a été particulièrement observé à la saline de Moutiers. On a vu que le sel était d'autant plus impur, qu'il faisait plus froid à l'époque de la fabrication, et qu'alors on obtenait une quantité d'eau-mère plus considérable due à l'augmentation du muriate de magnésie. Lorsque la décomposition est complète, ce qui a peut-être lieu dans les journées les plus froides de l'hiver, l'eau peut contenir pour 100 de muriate de soude, jusqu'à 22 de sulfate de soude et 6 de muriate de magnésie, au lieu de 15 et 3 qu'elle tient en sortant de la source.

Les suites de ces changemens sont très-préjudiciables à l'établissement. 1°. Une portion de muriate de soude est décomposée et perdue. 2°. On n'obtient qu'un sel très-mauvais tout ensemble efflorescent dans les tems secs, déliquescent lorsque l'air est humide. 3°. On consomme plus de bois qu'à l'ordinaire pour le fabriquer, parce qu'il faut mener lentement l'évaporation pour accumuler le muriate de magnésie dans les eaux-mères.

Ne connaissant, à Moutiers, aucun remède à ces inconvéniens, on a rejeté la méthode de la graduation par la gelée, et l'on mêle le mauvais sel que l'on fabrique l'hiver avec celui de l'été qui est meilleur. On se prive ainsi d'une grande ressource; ce sont les moyens de graduation qui manquent à cet établissement, et



l'hiver, où l'évaporation est si lente, de grands bassins exposés à la gelée pourraient aider à alimenter les chaudières, si l'on savait purifier l'eau.

Moyen d'y remédier.

Il y a pour cela un moyen simple, peu dispendieux, découvert par le chimiste Grenn, et qui réussit complètement. Il consiste à faire un lait de chaux vive, et à le mêler en proportion convenable avec l'eau que l'on veut purifier; tous les sels magnésiens sont sur-le-champ décomposés; la magnésie se précipite; il se forme du sulfate et du muriate de chaux, et bientôt ce dernier sel réagissant sur le sulfate de soude, se décompose à son tour, en sorte que l'eau ne contient plus que du sulfate de chaux et du muriate de soude; la quantité de ce dernier sel est même légèrement augmentée. Mais pour que la purification soit complète, il faut que l'eau contienne une proportion relative de sulfate de soude et de muriate de magnésie qui s'éloigne peu de celle de 100 à 55. Malheureusement elle n'existe pas dans l'eau de la source, et celle-ci retient encore, après le mélange de la chaux, environ les $\frac{1}{4}$ du sulfate de soude préexistant. On ne pourrait s'en débarrasser qu'en se procurant du muriate de magnésie; ce qui serait possible, comme on l'indiquera; mais il semble que cela est inutile, et que l'eau étant totalement privée de sels déliquescens et de sulfate de magnésie, on obtiendrait directement un sel aussi parfait que le meilleur de ceux qu'on verse habituellement dans le commerce. La quantité de chaux à employer serait à peu près proportionnelle aux degrés de salure, en appelant $d$ ce degré et $q$ la

quantité d'eau, il faudrait à peu près $\frac{47}{3000}$ de chaux vive.

Essais de graduation.

Rien n'empêche donc de graduer par la gelée, et cette méthode paraît convenir à la saline de Moutiers. Au reste, en admettant la pratique de la purification de l'eau, tous les moyens sont bons, et les plus prompts sont les meilleurs.

On a tenté à diverses reprises, tant à Conflans qu'à Moutiers, de concentrer l'eau à la simple chaleur du soleil; on la recevait dans des bassins autour desquels on rangeait des plaques de tôle qui devaient servir à réverbérer la chaleur sur le liquide, ou à le couvrir pendant les pluies. A Salins, on élevait l'eau sur le haut d'un rocher taillé à pic, et on la laissait glisser ensuite sur sa face couverte de fagots d'épines. Aucun de ces moyens n'a réussi, et il a été reconnu que le climat de la Savoie n'était pas assez chaud pour graduer l'eau par la chaleur seule sans le secours des courans, aussi n'a-t-on pas essayé d'introduire la pratique des marais salins. On en est donc revenu aux bâtimens isolés, et on a fait un grand pas vers la perfection en imaginant le bâtiment à cordes qui gradue beaucoup plus promptement que tous les autres. Les cordes étant petites, serrées, également distantes les unes des autres, et symétriquement distribuées dans toute la longueur du bâtiment, il en résulte, 1°. que l'eau coule partout uniformément; 2°. qu'elle recouvre une très-grande surface; 3°. qu'elle est distribuée en couches minces autour des cordes; 4°. qu'ainsi elle n'est point exposée à être entraînée par le vent; 5°. enfin que l'air

Avantages du bâtiment à cordes.



circule partout également et se renouvelle avec la plus grande facilité. Aussi s'évapore-t-il sur ce bâtiment, même en se servant d'eau saturée, et dans des tems ordinaires, 68 myriagr. d'eau, ou 685 décimèt. c. par mètre courant; tandis qu'il faut la saison la plus favorable pour produire cet effet sur les bâtimens à épines, qui ne graduent que de l'eau peu salée. Le maximum est de 70 myriag. ou 700 décim. c. par 24 heures sur un mètre de longueur, ou sur une surface verticale de 8 à 9 mèt. c. Les bâtimens à épines ont plusieurs défauts essentiels: 1°. quelque soin que l'on prenne à l'arrangement des fagots, ils ne se trouvent jamais uniformément distribués; là les tiges sont pressées et forment un tout impénétrable, ici elles sont plus écartées, ailleurs elles sont déjointes et laissent des vides entre elles par où l'air s'engouffre en entraînant toutes les gouttelettes d'eau qu'il rencontre. Il y a donc des parties où la graduation est nulle, d'autres où elle va bien, d'autres où toute l'eau est entraînée en pure perte. 2°. L'eau ne dégorgeant que par un seul canal longitudinal, n'occupe qu'une très-petite partie de la largeur du bâtiment, et n'offre par conséquent à l'évaporation qu'une surface beaucoup moins grande que sur les cordes. 3°. Enfin lorsque les épines sont recouvertes d'une croûte épaisse de sulfate de chaux, elles s'unissent, elles se soudent, ne forment plus qu'une masse; la graduation devient difficile; les courans ne trouvent plus d'issues, et le bâtiment court le grand danger d'être renversé par le premier coup de vent un peu fort.

Le bâtiment à cordes est donc, sous tous les

rapports, préférable aux bâtimens à épines (1). L'expérience est en cela parfaitement d'accord avec la théorie, et on compte qu'avec des dimensions égales, et dans le même tems, il s'évapore sur le premier une fois autant d'eau que sur les seconds. Le seul défaut qu'on lui trouve est de coûter cher à établir (celui de Moutiers est revenu à 30,000 fr.); mais il paraît qu'il n'exige pas de fréquentes réparations. Dans l'état actuel, on ne pourrait pas s'en servir pour graduer l'eau dans les premiers degrés; on dit que les cordes pouriraient promptement; mais il est probable qu'il serait aisé de composer un mastic qui les recouvre et les préserve de ce genre de destruction.

Sur la conduite de la graduation.

On sait fort bien à Moutiers que l'évaporation est en raison de la vitesse du vent, de la température et de la sécheresse du courant; elle varie par ces trois causes entre de très-grandes limites. Que l'air agisse chimiquement, en dissolvant l'eau avec laquelle il est en contact, ou physiquement, comme milieu apte à recevoir des liquides en vapeurs, il n'en est pas moins vrai que plus il est chaud, plus il est sec, plus il est vite, et plus la quantité d'eau qui se vaporise dans le même tems est grande. Mais on n'a fait aucune expérience directe dans le but de rechercher quelle était la meilleure distribution à faire des eaux en raison des différens degrés de vitesse de l'évaporation. Il est clair que moins on élevera d'eau à la fois sur un

(1) C'est ce qui a déterminé à en publier le dessin. Il n'a encore été employé dans aucune saline autre que celle de Moutiers. (Voyez *planche VII*).



bâtiment, et plus elle se concentrera; non-seulement parce qu'elle sera en plus petite quantité, mais parce qu'elle se distribuera en couches plus minces, qui présenteront une surface plus grande, relativement à leur volume, que si on en eût élevé davantage. En même-tems plus l'eau se graduera promptement, et moins il faudra l'élever de fois sur les bâtimens; ce qui tend à diminuer les pertes; d'un autre côté, si on élevait peu d'eau, la perte relative serait grande, tant à cause que la masse serait petite, que parce que le liquide serait riche, et l'évaporation absolue serait faible. Il y a donc une proportion la plus convenable, et qui varie avec la vitesse de la graduation.

On ne pourra déterminer cette proportion que lorsqu'on connaîtra avec précision combien il se perd d'eau par la dispersion, les filtrations, etc. Jusqu'ici on n'a fait à Moutiers aucune expérience satisfaisante à cet égard.

Il est facile d'apprécier la proportion d'eau qui s'évapore par la graduation, soit théoriquement, soit au moyen de l'expérience.

Graduation théorique.

En effet, si on appelle $A$ le poids d'une eau salée, dont la pesanteur spécifique soit $p'$; $B$ le poids d'eau distillée (ou d'une autre liqueur quelconque), de pesanteur spécifique $p''$, qu'il faut y ajouter pour avoir un mélange dont la densité soit $p$; enfin $C$ le poids du mélange; on a, en supposant le volume de $C$ égale à la somme de celui de $A$ et de celui de $B$, $B = \frac{A(p' - p)}{p(p - p'')}$. Et, nommant $B'$ le poids du liquide de densité $p''$ qu'il faut séparer de $C$ pour

que la densité du résidu soit $p'$, $B' = \frac{C p'' (p' - p)}{p (p' - p'')}$ : pour se servir de ces formules, il faut connaître $p$, $p'$, etc. : or ces quantités sont immédiatement données par la table suivante des pesanteurs spécifiques indiquées par les 30 premiers degrés de l'aréomètre.

*Pesanteurs spécifiques indiquées par les degrés de l'aréomètre.*

| Deg. | Pesant. spécifiq. | Deg. | Pesant. spécifiq. | Deg. | Pesant. spécifiq. | Deg. | Pesant. spécifiq. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1,0000 | 7 | 1,0480 | 15 | 1,1140 | 23 | 1,1900 |
| 1 | 1,0066 | 8 | 1,0560 | 16 | 1,1226 | 24 | 1,2000 |
| 1,5 | 1,0100 | 9 | 1,0640 | 17 | 1,1313 | 25 | 1,2100 |
| 2 | 1,0132 | 10 | 1,0723 | 18 | 1,1400 | 26 | 1,2200 |
| 3 | 1,0200 | 11 | 1,0806 | 19 | 1,1500 | 27 | 1,2300 |
| 4 | 1,0266 | 12 | 1,0890 | 20 | 1,1600 | 28 | 1,2403 |
| 5 | 1,0333 | 13 | 1,0973 | 21 | 1,1700 | 29 | 1,2506 |
| 6 | 1,0400 | 14 | 1,1056 | 22 | 1,1800 | 30 | 1,2610 |

Cette table a été calculée par Nicholson, et a été insérée dans les *Annales de Chimie* (tome 23). M. Hachette a fait voir (tome 24 du même Journal) qu'il avait dû se servir de la formule $p = \frac{p' p'' (n'' - n')}{p'' n'' - p' n' - n (p' - p'')}$ déduite de ce principe, que les densités de deux liqueurs sont en raison inverse des volumes immergés de l'aréomètre, et dans laquelle $n'$ $n''$ indiquent des degrés différens de l'aréomètre, $n$ un degré intermédiare, $p'$, $p''$, $p$ les pesanteurs spécifiques qui leur correspondent : $p'$ et $p''$ ont



été déterminés avec le plus grand soin par l'expérience.

Modification apportée par la précipitation du sulfate de chaux.

Au moyen de la table, la formule $B' = \frac{C p' (p' - p)}{p (p' - p'')}$ s'appliquerait immédiatement à la graduation de l'eau salée de Moutiers, si la même masse de sel restait constamment dans la dissolution ; mais on sait qu'il n'en est pas ainsi, puisque le sulfate de chaux se précipite par l'évaporation et inégalement à tous les degrés, et il en résulte qu'il s'évapore réellement plus d'eau que n'en donne la formule. Voici comment on peut calculer le surplus : après avoir déterminé $B'$ on en conclut $A$ par soustraction, ou par l'équation $A = \frac{C p' (p - p')}{p (p' - p'')}$ c'est l'eau salée qui reste après la graduation, et qui contient tous les sels dissous dans $C$. Il s'en précipite un poids $S$ de sulfate de chaux, dont on suppose la densité $s$; la pesanteur spécifique de $A$ diminue donc, et pour la ramener à $p'$, il faut évaporer une nouvelle quantité d'eau $b'$ donnée par les équations $S = \frac{s (p' - p'') (TC - tA)}{s (p' - p'') (1 + a) - p'' t (s - p'')}$, et $b' = \frac{S p' (s - p')}{s (p' - p'')}$, ou $b' = \frac{p' (s - p') (TC - tA)}{s (p' - p'') (1 + a) - p'' t (s - p'')}$ qu'il est aisé de trouver, et dans lesquelles $T$ est le rapport du sulfate de chaux contenu dans l'eau $C$ à $C$, et $t$ le rapport *idem* contenu dans $a$ à $a$.

Pour appliquer ces formules, il faut : chercher dans la table la pesanteur spécifique qui correspond au degré de l'eau que l'on soumet à la graduation, et celle qu'indique le degré que doit atteindre l'eau graduée, calculer $B'$

puis $A$. Par le tableau de la dissolubilité du sulfate de chaux, qu'on a donné dans la partie chimique, voir dans quelle proportion ce sel existait dans $C$, et quelle elle doit être dans l'eau graduée $a$, ce qui fait connaître $T$ et $t$, et déterminer $b'$ et $S$. On a alors : $S$, le poids du sulfate de chaux déposé, $a = A - b' - S$, le poids de l'eau qui reste après la graduation, et $B' + b'$, la quantité d'eau distillée évaporée, tout ce qu'il est nécessaire de connaître (1).

Comme cette méthode repose sur l'hypothèse, que la pesanteur spécifique d'un mélange est la moyenne de celles des liqueurs mélangées, qui n'est pas généralement vraie pour toutes les dissolutions salées, ainsi que l'a prouvé M. Hassenfratz (*Annales de Chimie*, tomes 27, 28), on a mieux aimé avoir recours à l'expérience. On a pris des quantités déterminées d'eau graduée en grand à 4d., 11d. et 18d., et d'eau évaporée à une douce chaleur jusqu'à 25d., on y a ajouté successivement différens poids d'eau distillée, et on a eu soin de mettre dans les mélanges un excès de sulfate de chaux, recent et réduit en poussière, pour qu'ils puissent s'en saturer. On a observé les degrés qu'ils marquaient, après quelques

Expériences sur la graduation.

(1) On aurait pu déterminer $S$ et directement par trois formules qu'il est aisé de trouver ; mais outre qu'on n'aurait point par cette méthode l'avantage de simplifier les calculs arithmétiques, on perdrait celui d'apprécier séparément l'effet que produit dans la graduation la précipitation du sulfate de chaux.



heures de repos et à la température de 10d. ; et la série a formé le tableau de la graduation inverse, d'où il a été facile de déduire celle par évaporation.

Les résultats se trouvent tellement rapprochés de ceux que fournit la théorie, qu'on doit en conclure que l'hypothèse sur laquelle elle est fondée est sensiblement exacte pour les eaux de la saline.

Les différences viennent d'abord des erreurs qu'on ne peut éviter dans les expériences, et probablement de la loi de dissolubilité du sulfate de chaux que l'on a adoptée, et qui n'a été établie que sur un petit nombre de faits, les circonstances n'ayant pas permis d'en déterminer davantage.

# TABLEAU

*De la graduation de l'eau salée, à 1d, 6/10 jusqu'à la saturation, et de chaque degré au suivant, déterminé par l'expérience.*

| Poids de l'eau évaporée d'un degré au suivant. | Poids du sulfate déposé *idem.* | Poids de l'eau restant après la graduation *idem.* | Degrés de salure de l'eau gradnée. | Proportion d'eau évaporée pour graduer d'un degré au suivant. | Proportion de sulfate déposé *idem.* | Proportion d'eau restant après la graduation *idem.* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| . . . . | . . | 1,0000. . | 1° 6/10 | . . . . | . . | 1,0000 |
| 0,1600. . | . . | 0,8400. . | 2 . | 0,1600. . | . . | 0,8400 |
| 0,2780. . | 1/10000 | 0,5620. . | 3 . | 0,3309. . | 1/10000 | 0,6691 |
| 0,1576. . | 4,0 . | 0,4040. . | 4 . | 0,2804. . | 9,0 . | 0,7187 |
| 0,0887. . | 3,5 . | 0,3150. . | 5 . | 0,2200. . | 8,7 . | 0,7792 |
| 0,0500. . | 3,0 . | 0,2657. . | 6 . | 0,1587. . | 10,0 . | 0,8403 |
| 0,0410. . | 3,0 . | 0,2234. . | 7 . | 0,1547. . | 10,0 . | 0,8443 |
| 0,0315. . | 2,0 . | 0,1917. . | 8 . | 0.1410. . | 9,0 . | 0,8581 |
| 0,0240. . | 1,5 . | 0,1675. . | 9 . | 0,1252. . | 7,8 . | 0,8740 |
| 0,0188. . | 1,0 . | 0,1486. . | 10 . | 0,1122. . | 7,0 . | 0,8871 |
| 0,0155. . | 1,0 . | 0,1330. . | 11 . | 0,1043. . | 7,0 . | 0,8950 |
| 0,0125. . | 1,0 . | 0,1204. . | 12 . | 0,0939. . | 7,0 . | 0,9054 |
| 0,0102. . | 0,9 . | 0,1101. . | 13 . | 0,0849. . | 7,0 . | 0,9144 |
| 0,0086. . | 0,8 . | 0,1014. . | 14 . | 0,0781. . | 7,0 . | 0,9212 |
| 0,0072. . | 0,8 . | 0,0941. . | 15 . | 0,0710. . | 7,0 . | 0,9283 |
| 0,0061. . | 0,7 . | 0,0880. . | 16 . | 0,0648. . | 7,0 . | 0,9345 |
| 0,0052. . | 0,6 . | 0,0827. . | 17 . | 0,0600. . | 7,0 . | 0,9393 |
| 0,0045. . | 0,5 . | 0,0782. . | 18 . | 0,0543. . | 6,0 . | 0,9441 |
| 0,0041. . | 0,4 . | 0,0740. . | 19 . | 0,0520. . | 5,5 . | 0,9474 |
| 0,0037. . | 0,4 . | 0,0703. . | 20 . | 0,0499. . | 4,0 . | 0,9497 |
| 0,0034. . | 0,3 . | 0,0668. . | 21 . | 0,0483. . | 3,5 . | 0,9514 |
| 0,0032. . | 0.2 . | 0,0636. . | 22 . | 0,0478. . | 3,0 . | 0,9519 |
| 0,0030. . | 0,2 . | 0,0606. . | 23 . | 0,0470. . | 3,0 . | 0,9527 |
| 0,0028. . | 0,15. | 0,0578. . | 24 . | 0,0461. . | 2,6 . | 0,9537 |
| 0,0026. . | 0,10. | 0,0551. . | 25 . | 0,0453. . | 2,0 . | 0,9545 |
| 0,00246. . | 0,1 . | 0,0526. . | 26 . | 0,0445. . | 1,5 . | 0,9554 |

De 1d, 6/10 à 3d. il se précipite du carbonate de chaux et une quantité très-petite de sulfate.



Il résulte de là que 10,000 d'eau salée à 1d. 6/10 laissent évaporer pour passer, de 1d. 6/10 à 3d. 1/2 5400 parties d'eau pure, de 3d. 1/2 à 10d. 1/2 3050, et de 10d. 1/2 à 18d. 620. Or, comme quand la saison est assez favorable pour que l'eau descende immédiatement des bâtimens 1 et 2 à 3d. 1/2, ce qui en résulte parcourt une fois les divisions du n°. 3, en descend dans le même tems à 10 ou 11d., puis aussi dans le même tems le n°. 4 en descend à 18d., et que les surfaces évaporantes de ces bâtimens sont de 5150, 2720 et 550 mètres quarrés, il s'ensuit que les difficultés de la graduation n'augmentent pas avec la salure. Il semblerait au contraire, d'après nos calculs, que les derniers bâtimens évaporent plus d'eau: cela vient de ce qu'on n'a point eu égard aux pertes qu'on éprouve sur les premiers, et qui font que les nos. 3 et 4 ne reçoivent réellement pas autant d'eau qu'on le suppose.

Il sera facile, au moyen du tableau que nous avons donné, de trouver les proportions des surfaces, ou des longueurs de bâtimens nécessaires pour graduer d'un degré à un autre quelconque, puisque celles-ci sont comme les quantités d'eau évaporée. Quant aux dimensions absolues des bâtimens qu'exige la graduation d'une quantité d'eau connue, elles ne peuvent rigoureusement se calculer, parce qu'elles dépendent du climat. On sait seulement que dans les bons tems ordinaires il s'évapore 60 décimèt. cubes ou 6 myriagrammes d'eau en 24 heures, sur une surface d'un mètre quarré garnie de fagots.

Pour avoir en volume toutes les quantités que nous avons calculées en poids, il suffit d'avoir

recours à la table qui donne la pesanteur spécifique de l'eau pour tous les degrés.

Puisqu'on ne connaît pas bien précisément les pertes qu'occasionne la graduation, on ne peut pas savoir avec certitude à quel degré l'économie exige qu'on amène l'eau dans les chaudières. D'ailleurs ce terme dépend de la valeur relative du muriate de soude et du combustible, et de plusieurs autres circonstances; on croit qu'actuellement 18$^{d.}$ est le plus favorable. Autrefois, quand on évaporait en partie à la houille, on ne portait l'eau qu'à 14$^{d.}$

### §. III. *Sur l'Évaporation.*

Avec le procédé actuel, qui n'admet pas la purification de l'eau graduée, la conduite du feu, telle qu'elle est en usage, est ce qu'elle doit être. Le grand feu est avantageux, en ce que, pour évaporer la même quantité d'eau, il consomme moins de combustible que le petit, qu'il achève l'évaporation beaucoup plus promptement et qu'il sépare par les schelots, etc. environ le cinquième du sulfate de soude; effet qui probablement n'aurait pas lieu par une évaporation très-lente à une faible température. On perd, à la vérité, par la même cause, le $\frac{1}{45}$ environ du muriate de soude qui se mêle tant aux schelots qu'aux écailles; mais c'est un inconvénient qui tient à l'impureté des eaux. Après le schelotage le petit feu devient indispensable pour séparer la plus grande partie du muriate et du sulfate de magnésie qu'on retrouve dans les eaux-mères, et qui, à la température de l'ébullition,



l'ébullition, cristalliseraient confusément avec le muriate de soude.

Sur l'impureté du sel.

On voit par le tableau des analyses, donné dans le paragraphe des résultats généraux, que la précipitation du sulfate de soude diminue considérablement aussitôt après le schelotage, qu'elle augmente ensuite lentement (parce que l'eau se sature), et que tout se sépare avant la fin de l'évaporation. Le dernier sel ne contient plus que du sulfate de magnésie; celui qui le précède, et qu'on obtient les derniers jours du salinage, doit être souillé de plus de $\frac{1}{10}$ de son poids de sulfate de soude. Le mélange de tous doit contenir au moins autant de sels étrangers.

Il résulte encore de là que l'affinité des sels augmente considérablement avec la température, et que leur mélange, par la précipitation, dépend beaucoup plus de la chaleur que l'on emploie pour opérer l'évaporation, que de sa promptitude. Aussi le salinage sur le bâtiment à cordes donne-t-il un sel beaucoup plus pur que celui des chaudières, quoiqu'il se fasse en quatre ou cinq fois moins de tems.

Avantages du bâtiment à cordes.

Cette méthode de fabriquer le sel, outre le grand avantage qu'elle a d'économiser la moitié du combustible, est donc recommandable pour le traitement des eaux mélangées; mais dans ce cas on doit avoir le soin d'élever à la fois beaucoup d'eau, et d'arrêter l'évaporation au moment où les sels étrangers commencent à se précipiter en trop grande quantité. Cette époque est ordinairement indiquée par l'aspect que prennent les eaux; elles deviennent épaisses, visqueuses, ce qu'on appelle *grasses;* le mélange des sels qu'elles contiennent, déliquescent

à cause du muriate de magnésie, refuse de cristalliser, et ne fournit à l'air qu'un magma difficile à sécher.

Quantité d'eau évaporée dans les chaudières.

Quand on gradue à l'air libre 10,000 parties d'eau à 18d. jusqu'à 26d,75, il s'en évapore 3470 (voyez le tableau de la graduation). Il n'en est pas de même quand on chauffe, parce qu'il se précipite des sels pendant l'évaporation. Leur poids est à peu près de 95. Ils sont composés de sulfate, de muriate de soude et de sulfate de chaux, et leur pesanteur spécifique moyenne peut être évaluée à 2,0. On trouve par la formule $b' = \frac{S p'' (s - p')}{s (p' - p'')}$, dans laquelle $S = 95$, $s = 2$, $p'' = 1$ et $p' = 1{,}227$, qu'il doit s'évaporer en conséquence une nouvelle quantité d'eau = 370. En tout 3840, et qu'il ne reste que 6065 d'eau saturée. Dans une cuite ordinaire on emploie 5290 mg. (46440 décim. c.) d'eau à 18d., le schelotage dure 26 heures, et le soccage cinq à six jours. Ainsi pendant le grand feu il s'évapore 2030 mg. par heure, 78 mg. (780 décim. c.), et le $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{6}$ seulement durant le salinage. Si l'eau était amenée dans les chaudières à 20d., le schelotage ne durerait que 18 heures, et on économiserait huit stères de bois, équivalant à 23 mg. de sel. Ce procédé n'aurait d'avantage qu'en supposant qu'on perdît moins de 120 m. d'eau salée, ou $\frac{1}{44}$ dans la graduation de 5290 m. d'eau à 18d. jusqu'à 20d. Il paraît qu'on peut obtenir ce résultat au bâtiment à cordes.

Défauts des chaudières.

Il s'en faut bien que la quantité d'eau qu'on évapore soit la plus grande possible, relativement à la quantité de bois que l'on consomme,



et les chaudières sont loin d'être disposées de manière à obtenir le *maximum*. Elles ont de très-grands défauts, qui sont généralement sentis aujourd'hui, et qu'on a le projet de corriger.

1°. Chacune d'elles est isolée et a un foyer particulier très-grand. Il en résulte qu'une grande partie de la chaleur qui se développe est employée à chauffer la maçonnerie, et qu'une autre est entraînée en pure perte par les vapeurs combustibles qui se dégagent en grande quantité du bois enflammé, et qu'on voit sortir par la cheminée en fumée noire très-épaisse.

2°. Le foyer a une grille; toute la braise que produit le bois charbonné tombe dans le cendrier, et s'y consomme sans produire d'effet utile.

3°. Loin de favoriser l'évaporation par un courant d'air sec qui balaye toute la surface du liquide, on a rendu toute circulation impossible en plaçant d'énormes pièces (bourbons) qui la touchent presque. La chaudière se trouve pour ainsi dire à moitié fermée par un couvercle qui arrête les vapeurs, les condense et met un obstacle à l'évaporation.

4°. La multitude de barres de fer qui partent du fond, pour s'attacher aux bourbons, gêne singulièrement le travail. Les ouvriers qui enlèvent le schelot et le sel, ne peuvent éviter d'en laisser des amas dans les parties où la racle ne peut pénétrer; ces parties arrêtent le calorique; le sel se calcine, s'attache au fond; celui-ci, inégalement dilaté, se crispe, se fendille et laisse couler l'eau. Le dépôt augmente

sans cesse, et de là la croûte épaisse d'écailles qu'il faut arracher de la chaudière au bout d'un certain nombre de cuites.

Pour évaporer 36 à 40 mètres cubes d'eau, ou 3600 à 4000 myriagrammes, on brûle 50, 60 et même 70 stères de bois. La consommation de ce combustible était autrefois bien moins considérable, parce qu'on se servait de houille presque toute seule pour opérer le salinage. On ne conçoit pas comment on a pu renoncer à un usage d'ailleurs aussi avantageux. On y reviendra bientôt par nécessité; mais ce ne sera qu'après avoir entièrement consommé toutes les belles forêts que possédait autrefois la Tarentaise, et exposé ce pays, d'ailleurs très-pauvre, à se voir réduit à la plus triste inertie.

L'usage de la houille est actuellement de la plus grande urgence. La saline ne possède plus que pour sept à huit ans de bois. Si elle continue son travail sur le même pied, à cette époque il ne lui en restera plus pour mélanger au combustible minéral, et toute exploitation deviendra impossible.

Essais à la houille.

Cependant il y a de nombreuses couches de houille à la portée de l'établissement, et tous les essais qu'on a faits avec ce combustible ont eu des résultats très-satisfaisans.

La houille de Tarentaise est sèche, non bitumineuse; elle s'insinère difficilement, brûle avec une flamme très-légère sans agglutination, et produit une chaleur très-considérable. Il faut pour commencer sa combustion, la mélanger à environ $\frac{1}{10}$ de bois. Elle réussit parfaitement à la forge, et les maréchaux du pays ne s'en plaignent nullement.



Le directeur des salines, M. Roche, qui sait mieux que tout autre combien il est urgent de remplacer le bois par un combustible moins rare, a fait avec la houille du pays plusieurs expériences soignées, qui lui ont prouvé qu'on pouvait s'en servir sans perdre de tems, et avec un grand avantage pécuniaire.

Les consommations ont été telles, que pour évaporer 1236 décim. c. d'eau, il a fallu 4 stères de bois ou 559 mg. de houille. Ces essais ont été faits dans une chaudière en tôle battue de 60 décimètres cubes de capacité, et qu'on n'emplissait qu'à moitié.

| | |
|---|---|
| 4 stères de bois coûteraient à 4f,75 l'un. . | 19f |
| Et les 569 myriag. de houille à 0,22 l'un. . | 12,40 |
| Le bénéfice net serait donc de. . . . . | 6,60 |

Encore doit-on espérer de nouveaux avantages d'une exploitation en grand et bien entendue des couches de houille, et sur-tout d'une reconstruction des chaudières sur un plan nouveau, exempt des défauts que nous venons de signaler.

### §. IV. *Améliorations dont l'établissement est susceptible.*

Un établissement est susceptible d'améliorations toutes les fois qu'on peut augmenter et perfectionner ses produits en diminuant sa dépense relative.

On peut faire à la saline de Moutiers plusieurs changemens qui amènent ce triple résultat.

Moyens d'augmenter les produits.

Pour augmenter les produits, il faut, 1°. enrichir les sources ; 2°. exploiter une plus grande quantité d'eau ; 3°. diminuer les pertes.

Enrichir les sources.

1°. Nous avons déjà fait connaître l'état actuel des sources, les recherches qu'il serait convenable d'y faire, et les espérances qu'on peut avoir de les améliorer. Nous ne reviendrons pas sur ce sujet.

Exploiter plus d'eau.

2°. Pour exploiter plus d'eau, il est de toute nécessité d'augmenter les moyens actuels de graduation, et comme les bâtimens à cordes sont préférables à tous les autres, il faudrait en construire un dans l'emplacement qui existe entre les n°s. 1 et 3. Rien n'empêcherait de donner à ce bâtiment une très-grande longueur, et on pourrait le faire beaucoup plus large que celui qui existe actuellement. L'air circulant aisément entre les cordes, s'écoule rapidement, et avant qu'il ait eu le tems de se saturer d'eau complètement ; aussi ne voit-on pas que la graduation aille sensiblement plus vite sur le devant du bâtiment que du côté opposé au vent. C'est encore un avantage que n'ont pas les bâtimens à épines : l'évaporation sur ceux-ci n'est nullement proportionnelle à la largeur, et si on voulait les garnir de plusieurs rangs de canaux, les fagots formeraient bientôt une masse que les vents les plus forts ne pourraient pas traverser. Le nouveau bâtiment à cordes ayant une base considérable, acquérerait une grande stabilité ; on pourrait donc l'élever davantage, et en lui donnant une longueur de 300 mètres sur une largeur de 3 (pour les canaux), on pourrait le garnir de 72,000 cordes





de 10 mètres de hauteur, et doubler presque l'exploitation.

Alors les quatre bâtimens à épines recevraient l'eau de la source et la porteraient à 3 ou 4 degrés, jusqu'au point où le sulfate de chaux forme un dépôt considérable qui recouvrirait les cordes et les préserverait de la pourriture. Dans les tems humides et pluvieux on pourrait élever de l'eau douce sur le bâtiment pour dissoudre et enlever le dépôt.

Si l'on ne trouvait pas plus économique de creuser des bassins séparés, en construisant en pierres ceux qui régneraient dans toute la longueur du bâtiment, et les disposant de manière à pouvoir les découvrir à volonté, on pourrait les faire servir à différens usages : l'hiver à graduer par la gelée ; on y amenerait de l'eau des sources qu'on y répandrait en couches minces, et tous les matins on enleverait la glace qui se serait formée à sa surface. L'été on y déposerait l'eau saturée des chaudières (destinée à être évaporée sur les cordes), et dans les jours de grande chaleur, on ferait une récolte abondante de sel à très-gros grains.

Si l'on remplaçait le bois par la houille et, si l'on purifiait l'eau, il serait sans doute préférable de réserver tous les bâtimens pour la graduation, et d'opérer le salinage dans les chaudières.

Il faudrait enfin, si l'on continuait à exploiter l'eau comme aujourd'hui, tirer parti des eaux-mères, des schelots et de l'écaille. Nous indiquerons ce qu'on pourrait en faire ; mais nous préférerions en éviter la production.

Diminuer les pertes.

3°. Les pertes proviennent en grande partie de la graduation. On les diminuera quand on aura fait les expériences que nous avons indiquées : celles-ci feront connaître en même-tems le terme précis qu'il ne faudra pas outrepasser, et comme l'évaporation deviendrait beaucoup moins dispendieuse en remplaçant le bois par de la houille, il est probable qu'on n'amenerait plus les eaux qu'à 14 ou 15°, au lieu de 18 et 21 ; ce qui aurait l'avantage de donner la faculté d'augmenter l'exploitation, puisque la graduation exigerait alors une moindre longueur de bâtimens.

Les mêmes causes qui perfectionneront les produits, diminueront en même-tems les pertes.

Moyens de perfectionner les produits.

On ne pourrait, en continuant d'employer le procédé actuel, perfectionner les produits qu'aux dépens de leur abondance.

Saliner lentement.

Il faudrait évaporer lentement à une température très-basse, et séparer beaucoup d'eau-mère ; mais alors on consommerait beaucoup de bois, et l'on récolterait moins de sel. Le salinage sur le bâtiment à cordes serait bien préférable s'il était possible de l'employer toute l'année.

Séparer du sulfate de soude, etc.

Il serait essentiel de tirer parti des eaux-mères, des écailles et des schelots. Ces substances peuvent servir à fabriquer du sulfate de soude ou du sel. Par le lessivage des schelots et des écailles, on obtiendrait une dissolution de muriate et de sulfate de soude, qu'on mélangerait aux eaux-mères et qu'on exposerait à la gelée pendant l'hiver. Le sulfate de soude, tant celui dissout dans l'eau, que celui qui se formerait par décomposition réciproque du muriate de



soude et du sulfate de magnésie, cristalliserait et se séparerait seul si la liqueur n'était pas trop concentrée. Les eaux-mères qui resteraient seraient riches en muriate de soude et de magnésie ; mais on ne pourrait en tirer absolument aucun parti si l'on refusait de se servir de la chaux.

Près des grandes villes, ou dans un pays qui posséderait des fabriques de soude, les schelots, les écailles, etc. traités comme on vient de le dire, produiraient beaucoup, parce que le sulfate de soude a un haut prix dans le commerce. Mais dans l'état d'isolement où se trouve Moutiers, et à cause du peu d'industrie qui s'y développe, il vaut mieux tout sacrifier à la fabrication du muriate de soude, dont on a un débit assuré, pour la salaison des fromages, etc.

On mêlerait toujours les eaux-mères avec le lavage des écailles et des schelots ; mais au lieu de les exposer à la gelée, on leur ajouterait un lait de chaux qui précipiterait la magnésie, et décomposerait tous les sels étrangers au muriate de soude, il ne resterait en mélange qu'un peu de sulfate de chaux, qu'il serait aisé de séparer par le schelotage, et le sel qu'on obtiendrait serait parfaitement pur. Comme la magnésie surabonde dans les eaux-mères, le précipité serait énorme ; il faudrait le filtrer sur de la paille, et le laver absolument à la manière des terres salpétrées.

Nous n'exagérons rien, et nous sommes sûrs de ne donner qu'un *minimum* (voyez les tableaux), en portant à 4000 myriagrammes le sel qu'on pourrait ainsi fabriquer annuellement ; sa valeur équivaut à 6400 francs ; or, comme

on évaporerait de l'eau saturée, il ne faudrait pas pour plus de 15 à 20 centimes de bois pour obtenir 1 myriagr. de sel; la chaux coûterait au plus 6 centièmes, et c'est porter la main-d'œuvre très-haut que de la mettre à 10 centièmes. La dépense totale n'excéderait donc pas 14 ou 1500 francs, et il resterait un bénéfice net d'environ 5000 fr.; encore ne faisons-nous pas entrer en considération l'augmentation des eaux-mères qu'on recueillerait en plus grande quantité, qui seraient plus riches, et qui diminueraient les dépenses relatives.

Ainsi, sous plusieurs rapports, le procédé que nous proposons serait avantageux. Il augmenterait les produits en les améliorant, fournirait aux ouvriers du travail pendant l'hiver, et aiderait à alimenter les chaudières.

Cependant nous pensons qu'il vaut encore beaucoup mieux purifier l'eau des sources par la chaux, l'évaporer complètement, et ne pas recueillir un atome d'eau-mère.

Traitement de l'eau par la chaux.

Au lieu de purifier l'eau des sources avant de l'élever sur les bâtimens ou de l'exposer à la gelée, peut-être serait-il plus économique de ne le faire qu'après l'avoir graduée jusqu'à un certain point. On aurait deux bassins capables chacun de contenir plus d'eau que ne pourraient en exiger par jour les besoins les plus pressans de la graduation. Quand l'un serait plein d'eau purifiée, il servirait à alimenter les bâtimens, etc. et, pendant le tems qu'il mettrait à se vider, on ferait arriver dans l'autre de l'eau de la source et du lait de chaux en quantité suffisante (on emploierait l'eau salée elle-même pour délayer la chaux). On agiterait quelques



instans pour mêler intimement, et on laisserait reposer ensuite pour donner au liquide le tems de se clarifier. Le premier bassin vide, on l'emplirait à son tour pendant qu'on graduerait l'eau du second, et cela alternativement. L'eau ne contiendrait plus de sulfate de magnésie, et on n'aurait point à craindre que le sulfate de soude augmente en proportion par le contact de l'air très-froid.

Si l'on voulait avoir du sel absolument pur, il faudrait exploiter une partie des eaux comme on le fait actuellement, recueillir soigneusement les eaux-mères, les faire geler pour décomposer le sulfate de magnésie, séparer le sulfate de soude par cristallisation, et mêler le résidu qui contiendrait beaucoup de muriate de magnésie, avec l'eau de la source que l'on aurait l'intention de purifier. Mais peut-être aurait-on tort de chercher à atteindre un si grand degré de perfection en compliquant les procédés. C'est tout au plus ce qu'on pourrait faire, si l'on avait le débit du sulfate de soude, et si la fabrication de ce sel devenait un jour très-lucrative. Les soins que l'on prend à Moutiers pour séparer les eaux-mères, prouvent que c'est le sulfate de magnésie, très-amer, et le muriate déliquescent, dont on craint le mélange: or, le sel qu'on obtiendrait ne serait pas souillé d'un atome de ces substances, et ne contiendrait que du sulfate de soude. Nous avons déjà dit combien il faudrait employer de chaux pour décomposer les sulfates et muriates de magnésie. Son poids formerait au plus le vingtième de celui du muriate de soude dissout dans l'eau; et comme elle vaut environ huit fois moins que

ce sel (le myriagramme se vend aujourd'hui 20 cent.) elle absorberait entre $\frac{1}{150}$ et $\frac{1}{160}$ de la recette générale.

Si l'établissement prenait toute l'extension dont il est susceptible, il consommerait 10 à 12,000 myriagrammes de chaux par an, et il lui conviendrait de la fabriquer lui-même. En n'employant que la houille de rebut, et travaillant à feu continu, il y aurait probablement une économie de plus de moitié.

L'augmentation de la masse du sel, par la décomposition réciproque du sulfate de soude et du muriate de chaux, n'excéderait pas $\frac{1}{45}$, et ne compenserait pas la perte des sels étrangers qu'on recueille actuellement pêle-mêle avec le muriate de soude. Cependant si l'on considère que ce sel étant pur, rien n'empêcherait de le fabriquer à grand feu, et d'évaporer l'eau jusqu'à la dernière goutte, et qu'alors, non-seulement on dépenserait moins de combustible, mais que les pertes et la main-d'œuvre (en général proportionnelles au tems) seraient beaucoup moins grandes. On verra que le produit augmenterait, et que les dépenses relatives diminueraient, effets tous deux convergens avec l'accression des bénéfices.

Les schelots et les écailles seraient très-faciles à traiter; on les lessiverait; on exposerait la liqueur à la gelée pour séparer du sulfate de soude (qui pourrait être versé dans le commerce, parce qu'on ne l'obtiendrait qu'en petite quantité), et on retirerait encore de l'eau-mère beaucoup de muriate de soude.



Moyens de diminuer les dépenses.

Les frais d'administration, etc. ne croissant pas proportionnellement avec les produits, augmenter la fabrication c'est diminuer la dépense. Mais cette amélioration n'est presque rien en comparaison de l'économie que peut apporter l'emploi bien entendu de la houille, et une bonne disposition des chaudières.

Brûler de la houille.

L'achat du combustible fait la moitié de la dépense actuelle, et il est certain qu'en remplaçant le bois par le charbon minéral, on peut l'amener à n'en former que le tiers au plus. On a vu les résultats des essais à la houille. On sait quelles facilités on a de se procurer ce minéral, et à combien de bois il équivaut pour l'évaporation des liquides. L'économie s'est trouvée de $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$; mais elle deviendra plus considérable quand on se servira de chaudières mieux construites, et disposées de manière à tirer tout le parti possible du calorique.

Changer les chaudières.

On ne pourrait mieux faire que de prendre pour modèle les belles constructions qu'on a entreprises à Dieuze, sous la direction de M. Cleiss, Inspecteur des Salines de Bavière. Le procédé que cet habile Minéralurgiste a fait connaître, est employé depuis plusieurs années, à quelques perfectionnemens près qu'il a imaginés depuis, à Moyenvic, où l'on a jugé qu'il économisait plus du tiers du combustible, et qu'il diminuait beaucoup les frais de main-d'œuvre (1).

L'intérieur des chaudières est absolument

(1) M. Bonnard, Ingénieur, a donné le plan et la description d'un atelier de Moyenvic, dans le n°. 99 du *Bulletin des Sciences*.

libre, en sorte que les ouvriers manœuvrent à leur aise, et peuvent veiller à ce qu'il s'amasse le moins possible d'écailles. Au lieu de ces énormes *bourbons* et de cette multitude de crochets qui supportent à Moutiers le fond des chaudières, on se sert de piliers de fonte placés au-dessous et dans le foyer. Les plaques de tôle portent des rebords qui saillent à l'extérieur, au moyen desquels on les assemble à vis et écrous. Le fond est aussi uni que s'il n'était que d'une seule pièce.

Plusieurs chaudières sont accolées entre elles de manière à tirer parti du calorique qui se dégage de tous les foyers. Si l'on brûlait de la houille, il faudrait que ceux-ci eussent une grille alimentée par un courant d'air actif, et très-rapprochée du fond des chaudières.

Disposition des chaudières.

La disposition la plus favorable des chaudières doit varier avec le mode d'exploitation. A la saline de Moutiers, si on voulait traiter une partie des eaux par le procédé actuel pour purifier complètement le reste, au moyen des eaux-mères et de la chaux, il faudrait placer cinq chaudières sur deux rangs. Deux des angles seraient échauffées par les vapeurs des foyers placés sous les trois autres, et évaporeraient lentement l'eau saturée de la source. On ferait dans la chaudière du milieu du sel à petits grains avec l'eau purifiée, et l'on scheloterait dans les deux autres à grand feu. Au contraire, si on se contentait de séparer le muriate et le sulfate de magnésie, etc. par l'eau de chaux, on disposerait les cinq chaudières sur trois rangs. Il y aurait un foyer sous chacune de celles des coins. Deux schelote-



raient, et les deux autres saline raient à grand feu. On ferait du sel à gros grains dans la chaudière du milieu qui n'aurait pas de foyer. Dans tous les cas la fumée, après avoir circulé autour de toutes les chaudières, pourrait servir encore à chauffer une étuve pour sécher le sel.

Chambres.

A Dieuze et à Moyenvic les chaudières sont absolument enfermées deux à deux dans des chambres pyramidales fermées par des cloisons en planches. Cet arrangement a l'avantage de concentrer la chaleur et d'intercepter les courans d'air qui pourraient refroidir le bain; mais il peut avoir l'inconvénient, s'il est mal appliqué, de faire obstacle à l'écoulement des vapeurs, et de forcer l'eau à prendre une haute température pour se vaporiser : il est donc essentiel d'établir un tirage actif hors des chambres. A Moyenvic on se contente d'adapter, à cet effet, un tuyau à leur partie supérieure. Probablement on trouverait de grands avantages à se servir de moyens plus puissans, qui, enlevant rapidement l'eau gazeuse à mesure qu'elle se formerait, l'empêcherait de retomber en gouttelettes dans la chaudière, et diminuerait la pression qui s'oppose à la vaporisation.

Les machines aspirantes les plus simples, telles que celles qui servent à empêcher les cheminées de fumer, pourraient être essayées. En Irlande on emploie avec succès les ventilateurs pour accélérer la distillation des eaux-de-vie.

Il serait peut-être avantageux d'imiter ce qui se pratique en petit dans les distillations en vaisseaux clos; mais alors il faudrait imaginer des moyens analogues aux réfrigérans des machines à feu, qui opérassent avec célé-

rité la condensation des vapeurs entraînées hors des chaudières. Au moins est-il certain qu'on peut encore diminuer la proportion de combustible que l'on consomme pour vaporiser l'eau, et qu'il y aurait à ce sujet de nombreuses expériences à faire en grand.

Chaque chambre a des portes par où les ouvriers manœuvrent pour retirer le sel. Ils doivent avoir grand soin de précipiter la croûte qui se forme à la surface : car c'est une des causes qui font que l'eau salée est plus difficile à évaporer que l'eau douce ordinaire.

Par la disposition que nous venons de décrire, les ateliers se trouvant circonscrits dans un très-petit espace, peuvent être servis par un très-petit nombre d'ouvriers, et comme on mettrait quatre ou cinq fois moins de tems qu'aujourd'hui pour faire le sel, si on se décidait à purifier les eaux, les frais de main-d'œuvre seraient considérablement diminués, et cinq chaudières accolées pourraient évaporer le double de l'eau qui actuellement en occupe quatre isolées.

Conclusions.

Ainsi on augmenterait les produits, parce qu'on exploiterait plus d'eau, et qu'on l'exploiterait mieux ; on obtiendrait ces produits presque à leur plus grand état de pureté ; on diminuerait les dépenses relatives, parce qu'on simplifierait le procédé, qu'on atténuerait la main-d'œuvre, et sur-tout parce qu'on brûlerait un combustible beaucoup moins précieux que le bois, et qu'on en réduirait la consommation.

Il nous semble, d'après ce que nous venons de dire, qu'on pourrait au moins doubler les recettes de la saline, et augmenter son bénéfice net dans un rapport plus grand encore.

On



On objectera peut-être qu'il faudrait pour cela des avances. Sans doute il en faudrait de considérables, et on peut compter sur une dépense de 200,000 fr. pour mettre l'établissement sur un grand pied. Mais ces fonds seraient bien promptement remboursés, et l'accroissement de bénéfice de trois ou quatre années consécutives suffirait pour cela. D'ailleurs, les constructions ne se feraient point tout-à-coup et toutes à la fois. On commencerait par établir les nouvelles chaudières que, dans tous les cas, il est indispensable de substituer à celles qui existent actuellement. On ferait ensuite des essais en grand à la chaux, et si tout réussissait, comme nous n'en doutons nullement, on ferait réédifier le grand bâtiment à cordes, etc. etc.

Jamais spéculation ne fut plus sûre et plus avantageuse que celle-là. L'objet de l'exploitation est abondant, connu depuis des siècles, et ne change jamais. Le produit est une matière de première nécessité ; son débit est assuré (1), et va devenir plus facile encore aujourd'hui que de nouvelles routes se percent de toutes parts, que le chemin d'Ugines va devenir praticable pour les voitures les plus chargées, et que le Gouvernement fait entreprendre le diguement général de l'Isère. Les bénéfices sont considérables ; la saline rapporte plus de 20 pour $\frac{0}{0}$ de son

(1) Le produit de la saline ne suffit point à l'approvisionnement de la contrée. On consomme en outre du sel gris que l'on tire des marais salins de Peccais. Il est aussi cher que le sel blanc ; mais on le préfère, parce qu'il est de meilleure qualité et point amère comme celui qu'on fabrique actuellement à Moutiers : cet inconvénient n'ayant plus lieu, le sel blanc aquerrait une grande faveur dans le commerce.

fonds, et près de 100 pour % de ses dépenses ordinaires annuelles.

Mais quand même le Gouvernement ne retirerait pas un aussi grand intérêt de ses avances, n'est-ce pas un très-grand avantage pour lui que d'extraire de son sol une substance aussi précieuse que le muriate de soude, dont on ne peut absolument se passer, et qui lui aide à balancer les importations inévitables de l'étranger? N'est-ce rien que de tirer parti d'une matière brute, telle que l'eau de la source, qui ne pourrait servir à aucun autre usage, et de la houille, dont jusqu'à présent on n'a su que faire? Enfin compte-t-on pour rien la vivification d'un pays pauvre et isolé qui voit tous les jours diminuer la masse de son numéraire, et qui se trouvera bientôt dans l'impossibilité absolue d'acquitter aucune de ses contributions, si l'industrie et le commerce ne viennent à son secours?

L'exploitation de la source occuperait un grand nombre d'ouvriers, et donnerait naissance à celle des houilles; celle-ci fournirait du travail à une foule d'hommes actifs, et qui pendant l'hiver n'ont d'autre ressource que l'expatriation. L'usage du combustible minéral, dont on verrait tirer un parti avantageux, deviendrait général; les spéculations naîtraient; on verrait les établissemens se multiplier; les bois désormais plus ménagés croîtraient de toutes parts, et les forêts pourraient se repeupler. C'est ainsi qu'un premier bien doit en produire une foule d'autres. C'est ainsi qu'on pourra procurer à ce pays misérable des ressources stables, qui permettront à chacun de ses habitans de vivre chez lui, occupé, tranquille, et sans inquiétudes sur l'avenir.



## *Explication de la Planche VII.*

*Bâtiment de graduation à cordes.*

*Fig*, 1. Plan supérieur.

*Fig*. 2. Plan inférieur, où l'on a projeté les traversines.

*Fig*. 3. *Idem*, sans traversines.

*Fig*. 4. *Idem*, dont on a enlevé le plancher pour laisser voir le réservoir.

*Fig*. 5. Elévation d'une partie du bâtiment comprise entre deux piliers en maçonnerie.

*Fig*. 6. Ferme en bois ou coupe transversale.

*a a a a a a a*. Piliers en maçonnerie destinés à supporter la charpente.

*b b b b b b b*. Bassin de réserve.

*c c c*. Canal qui conduit l'eau, que lui fournit le plancher *c*, au puisart.

*d d*. Plancher incliné qui reçoit l'eau graduée, et sur lequel le sel tombe quand on l'abat.

*e e e e e e e*. Traversines auxquelles sont attachés les deux bouts de chaque corde.

*f f f f*. Paroi en planches du côté opposé au vent pour retenir l'eau qui jaillit sur le plancher *c*.

*g*. Cordes le long desquelles l'eau coule et dépose le sel.

*h h h h*. Canal qui règne dans toute la longueur du bâtiment, et dans lequel la machine verse l'eau. (Il est caché dans l'élévation par une solive).

*j j*. Petits canaux qui reçoivent l'eau du précédent, et qui fournissent chaque système de cordes. (On en voit 4 dans l'élévation immédiatement sous le canal *h*).

*i i*. Canaux étroits qui supportent les cordes, et qui leur distribuent l'eau que de petits robinets amenent des canaux *j*.

*k k k*. Trottoir.

*Fig.* 7, 8 et 9. Elévation, plan et coupe d'un canal *i*, construit sur une échelle sextriple. On voit comment l'eau est conduite sur chaque corde, et de quelle manière celles-ci sont soutenues en traversant le canal.

*Machine à abattre le sel.*

*Fig.* 10. Plan.

*Fig.* 11. Elévation latérale.

*Fig.* 12. Elévation transversale.

*Fig.* 13. Coupe par une des anses *o*.

*l l.* Pièce mobile sur son axe, armée d'une lame de fer destinée à briser le sel attaché aux cordes.

*m m m m m.* Axe en fer.

*n n n n n n n.* Cadre au milieu duquel oscille la pièce *l*.

*o o o o o.* Anses en fer que l'on ouvre pour transporter la machine d'un rang de cordes à un autre, et par le moyen desquelles on la suspend.

*p p.* Loquet. Il est ouvert dans le plan et fermé dans l'élévation.

*q q q.* Demi-poulie fixée à l'axe, et que deux hommes font osciller au moyen d'une corde.

*Treuil pour manœuvrer la machine.*

*Fig.* 14. Plan.

*Fig.* 15. Elévation transversale. Vue perpendiculaire à la longueur.

*Fig.* 16. Elévation d'un support.

*r r r.* Treuil sur lequel s'enroule les cordes attachées aux anses *o*.

*s s s s.* Mains que les ouvriers saisissent pour faire tourner le treuil. Elles sont fixées à l'arbre et maintenues entre elles par une corde.

*t t t.* Supports. Ils sont mobiles, et portent plusieurs cra-



paudines dans lesquelles on peut placer le treuil à volonté.

*Outils pour détacher le sel des portions de cordes que la machine ne peut atteindre.*

*Fig.* 17, 18 et 19. Trois projections latérales successivement rectangulaires, d'un outil qui sert à détacher le sel de haut en bas.

*Fig.* 20 et 21. Deux projections latérales rectangulaires, d'un outil armé d'un crochet courbé et propre à détacher le sel de bas en haut.

On a encore des racles et des haches pour détacher le sel de tous les endroits où il s'attache. Des cuillers pour nettoyer les canaux *i*, et des scies épaisses pour briser le sel qui bouche souvent les échancrures par où l'eau s'écoule sur les cordes.

L'échelle est de $\frac{1}{120}$ pour les *fig.* 1, 2, 3, 4, 5 et 6; pour toutes les autres, elle est sextuple. Leurs dimensions ont par conséquent le $\frac{1}{10}$ de leur grandeur naturelle.

## SUR LA CHAUX CALCINÉE MORTE (1).

Par Buchholz.

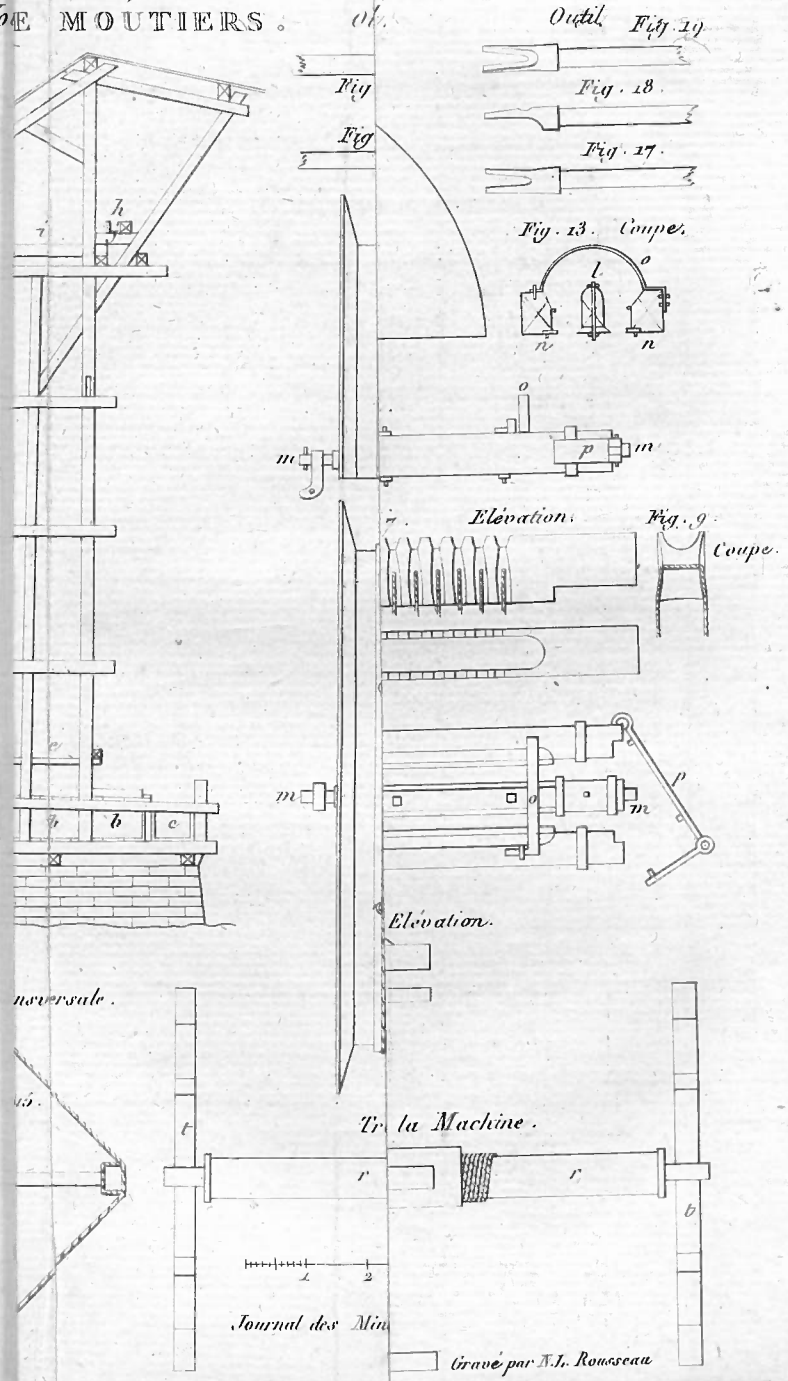
Traduit du *Journal de Berlin*, de mai 1807.

On a annoncé depuis long-tems que dans certaines circonstances qui ne sont pas encore bien déterminées, et sur-tout par un feu violent et long-tems continué, le carbonate de chaux pouvait être converti en une espèce de *chaux* qui ne s'échauffe point avec l'eau, et ne s'y délite point: on a nommé celle-ci *chaux morte*. Cette manière d'être ne paraît pas être reconnue comme réelle par tous les chimistes, puisqu'il n'en est aucunement fait mention dans les *Traités élémentaires et manuels de Chimie*: cependant quelques-uns pensent que l'argile combinée à la chaux, peut lui donner la propriété de se durcir par une grande chaleur, et lui faisant perdre ainsi celle de s'échauffer et de se déliter dans l'eau, donne naissance à la *chaux calcinée morte*. Peut-être réussirai-je à dissiper les incertitudes, et à concilier les diverses opinions auxquelles cette substance a donné lieu.

On peut supposer quatre cas dans chacun desquels la chaux peut passer à l'état de *chaux morte*.

(1) Nommée *todt gebrannten kalk*, par opposition à *chaux vive*.

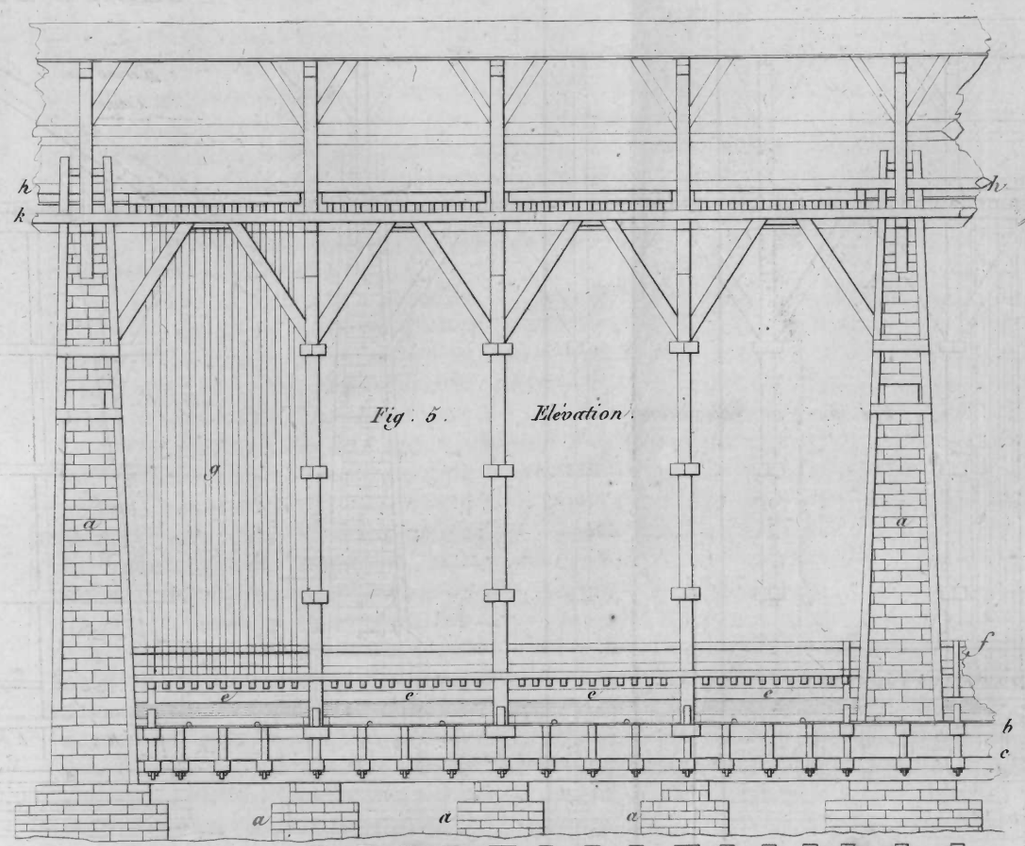
(*Note du Traducteur*).

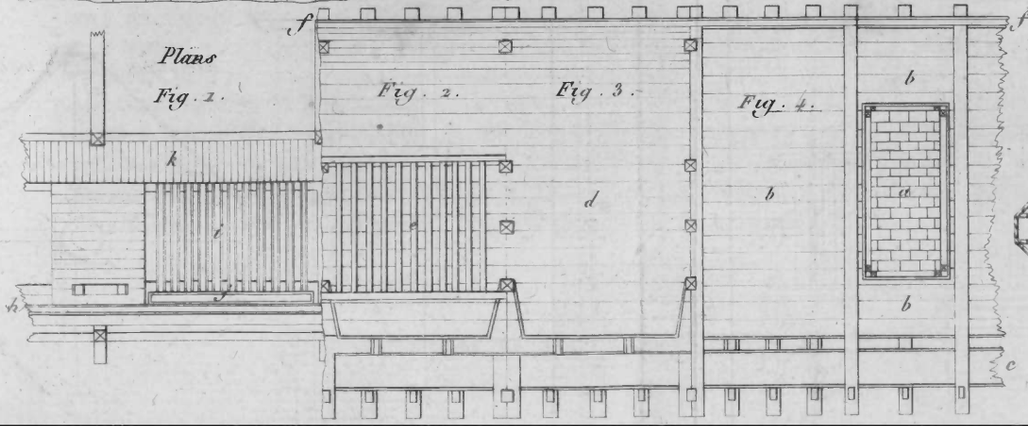


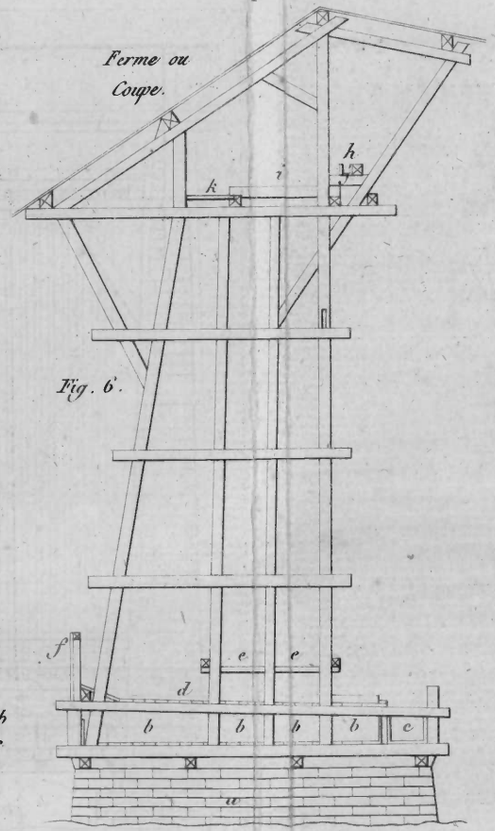
Vol. 22. Pl. VII.

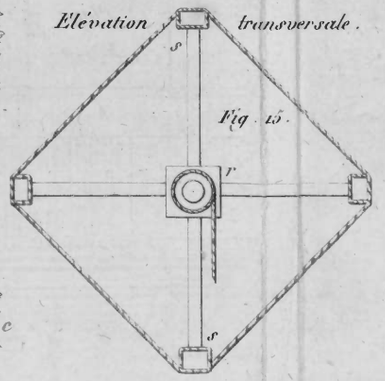
# SALINE DE MOÛTIERS.

## Bâtiment de Graduation à Cordes.

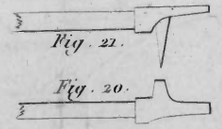


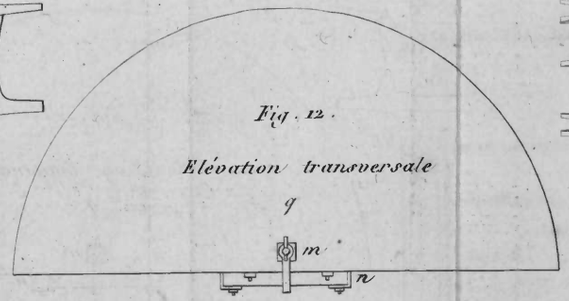



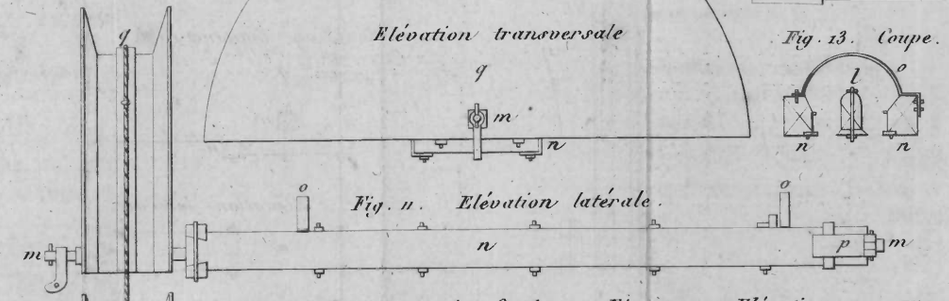



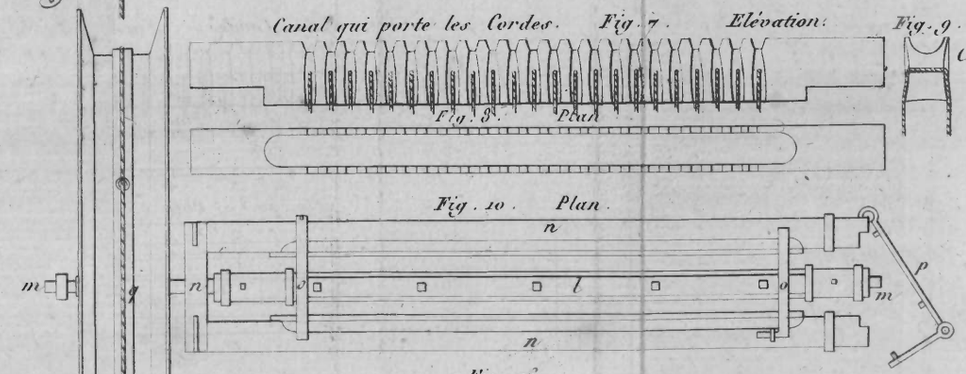

## Outil

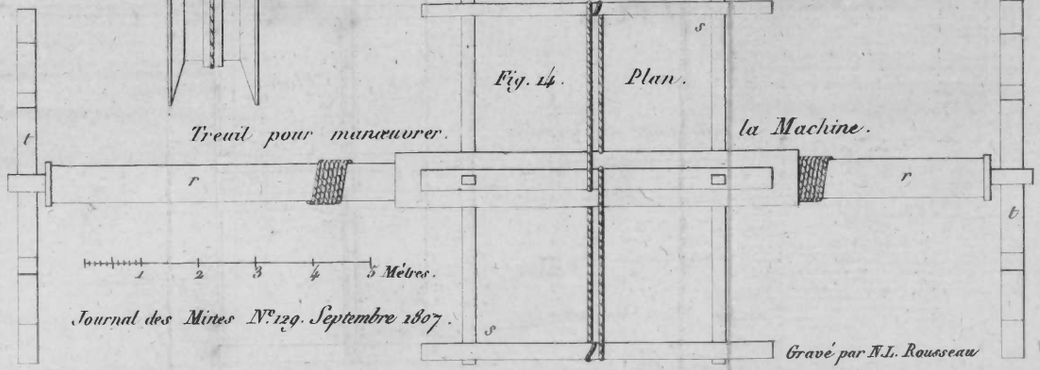



## Machine à abattre le Sel.

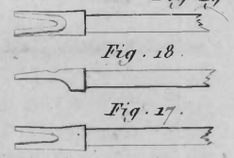



## Outil










Journal des Mines N.o 129. Septembre 1807.

Gravé par A.L. Rousseau

1°. Lorsqu'elle contient beaucoup d'argile, et qu'elle est chauffée assez fortement pour prendre une grande dureté ; dans cet état elle ne fera pas effervescence avec les acides, parce que tout l'acide carbonique s'est dégagé.

2°. Si elle contient de la silice, et qu'on la chauffe fortement après l'entière expulsion de l'acide carbonique, elle ne fera pas d'effervescence avec les acides.

3°. Dans le troisième cas, la chaux étant chauffée de suite très-vivement, forme une masse absolument semblable à la chaux morte : elle passe à un état demi-liquide (dont j'ai fait voir la possibilité dans ce Journal), et il faut un échauffement gradué pour chasser l'acide carbonique des gros morceaux particulièrement. Quand le travail est achevé, il reste des morceaux à moitié fondus qui ne s'échauffent ni ne se délitent dans l'eau, mais qui font effervescence avec les acides ; c'est du carbonate de chaux fondu ou durci au feu.

4°. Enfin, en calcinant de la chaux carbonatée à un feu continué long-tems après l'expulsion de l'acide carbonique, il se forme de véritable *chaux morte* qui ne s'échauffe pas avec l'eau, et ne fait point d'effervescence avec les acides. Toutes les circonstances de sa formation ne sont pas encore bien connues. J'ai vu, il y a quelques années, cette espèce de chaux se former par la calcination de la craie et des écailles d'huitre, mais ne m'étant pas assuré qu'elles ne contenaient pas de silice ou d'alumine, j'attribuai à ces terres les propriétés particulières de la chaux obtenue. Depuis peu ce même phénomène s'est offert, et comme j'étais

très-certain que les écailles d'huitre employées ne contenaient aucune autre terre que la chaux, point de phosphate de chaux, ni aucun sel soluble dans l'eau, je ne puis assurer que les propriétés de la chaux obtenue, étaient entièrement indépendantes de la présence de ces substances : cependant je ne puis décrire les circonstances dans lesquelles cette *chaux morte* se forme ; car j'ai obtenu des mêmes écailles, par une chaleur un peu plus faible, de la chaux ordinaire caustique facile à éteindre.

La chaux morte obtenue s'échauffait très-fortement avec l'acide muriatique étendu d'une petite quantité d'eau, sans laisser dégager la plus petite bulle d'acide carbonique. La propriété de s'éteindre se trouve dans un tel degré, que des morceaux restèrent pendant 24 heures dans l'eau sans s'y déliter ; mais il s'était formé malgré cela de l'eau de chaux ordinaire, ce qui est très-remarquable. Lorsque les écailles d'huître calcinées eurent été mises dans une lessive bouillante de carbonate de soude, celle-ci fut complètement décomposée, et il se forma une bouillie très-fine.

Si cet exposé ne suffit pas pour répandre beaucoup de lumière sur l'objet dont il est question, il servira du moins à diriger les réflexions des savans, et aussi à faire voir comment on peut concilier plusieurs opinions sur l'existence de la chaux morte.



# NOTE

## *Sur la formation artificielle du Sulfure de zinc.*

Par A. G., Ingénieur des Mines.

Je profite de la nécessité de corriger plusieurs fautes graves qui se sont glissées dans le Mémoire de M. Proust, sur la blende, pour faire connaître quelques essais sur la formation immédiate du sulfure de zinc, entrepris à la sollicitation de M. Gillet-Laumont.

J'ai cherché à vérifier ce que dit M. Guiton, d'après M. Dehne, cité dans le *Journal des Mines*, n°. 126, page 484 : que l'on peut combiner le soufre avec le zinc métallique, en ayant la précaution de couvrir le mélange avec de la poussière de charbon.

*Première expérience.* J'ai mélangé très-intimement, dans un mortier, 5 grammes de zinc métallique sublimé, avec un poids égal de fleur de soufre : ce mélange fut mis dans un creuset, et recouvert de poussière de charbon. Le creuset étant exposé à une chaleur d'abord modérée, la vaporisation du soufre eut bientôt lieu, et celle du zinc vint ensuite. Je trouvai dans le creuset, retiré quand les vapeurs sulfureuses eurent cessé, du zinc métallique pulvérulent, sans aucune trace de combinaison avec le soufre.

*Seconde expérience*. Un mélange semblable au précédent, contenant seulement plus de soufre, fut mis dans un creuset brasqué et recouvert de poussière de charbon. Les vapeurs de soufre se manifestèrent à la première chaleur que ressentit le creuset; il y eut une explosion lorsque celui-ci fut rouge, et une grande quantité de zinc vint brûler au dehors. Je ne trouvai dans le creuset qu'une substance blanche, faiblement agglutinée et en petite quantité, qui en se dissolvant avec effervescence dans l'acide nitrique, laissait surnager beaucoup de soufre. C'était du sulfure de zinc.

*Troisième expérience*. Je mis dans un creuset légèrement brasqué avec du soufre, un mélange semblable aux autres, et je le recouvris de soufre. Le soufre se vaporisait depuis quelque tems, lorsqu'il se fit une explosion assez forte qui fit sortir beaucoup de zinc et de soufre hors du creuset : je tins le creuset rouge pendant une demi-heure. Je trouvai dans le creuset refroidi une substance blanche légèrement jaunâtre, un peu adhérente aux parois, qui se dissolvait dans l'acide nitrique avec dégagement de gaz nitreux, et laissait du soufre : avec l'acide muriatique elle donnait du gaz hydrogène sulfuré. C'était du sulfure de zinc, dont je pus recueillir environs 3 grammes pour être analysés.

*Quatrième expérience*. J'ai obtenu une seconde fois le même résultat, en opérant de la même manière.

*Cinquième expérience*. Désirant faire une expérience exacte qui pût servir à déterminer les proportions du composé formé, je tentai la même expérience dans une cornue de verre,



sur 10 grammes de zinc métallique. Je chauffai doucement : le soufre se fondit, une partie se sublima, et le zinc paraissait se rassembler au fond de la cornue; il se fit une première explosion accompagnée d'une lumière très-rouge, puis une seconde qui brisa l'appareil. Cet événement ne me permit pas d'observer le résultat de l'opération; mais cette détonation paraît devoir être attribuée à l'action des deux substances en contact. On observe un phénomène semblable lorsqu'on opère la combinaison du soufre avec le cuivre, et M. Descostils a vu le même effet avoir lieu, en faisant l'alliage de zinc et de platine.

Ces expériences prouvent donc la possibilité d'unir immédiatement (1) le *soufre* avec le *zinc*, et si l'on n'en peut déduire de suite les proportions du composé, cela tient uniquement à ce que la combinaison se fait si subitement, que la chaleur dégagée vaporise les substances en contact.

*Sixième expérience*. J'ai examiné le résultat de l'expérience 3 sous divers points de vue. Je me suis assuré qu'il ne contenait point de sulfate de zinc en le traitant par le carbonate de potasse. J'ai ensuite déterminé avec soin la quantité de soufre qu'elle contenait, malgré que je ne prétendisse point regarder le résultat comme devant servir à fixer les proportions du sulfure de zinc artificiel, principalement à

(1) A moins qu'on ne suppose que l'oxygène a pu agir comme intermède, en oxydant d'abord le métal; mais cela ne me paraît point vraisemblable, parce qu'il n'y a pas eu de sulfate de zinc de formé.

cause de l'oxyde surabondant que la substance soumise à l'analyse pouvait contenir. Je trouvai que cette substance contenait 30 centièmes de *soufre* et 69 de *zinc* métallique, c'est-à-dire, 43 sur 100 de métal. Cette quantité était si différente de celle annoncée par M. Proust, dans la blende artificielle, que je fis une seconde analyse (sur la substance provenant de l'expérience n°. 4), dont le résultat peu différent du premier, le confirma pleinement, et me prouva que le *sulfure de zinc formé immédiatement avec du soufre et du zinc métallique, ne diffère pas beaucoup dans sa composition de celui trouvé dans la nature.*

Je ne prétends, au reste, conclure autre chose de ces expériences, que ce sujet n'est pas encore épuisé, et exige de nouvelles recherches pour être suffisamment éclairci.

---

*ERRATA du Mémoire sur la Blende, vol. 21, (N°. 126).*

482, *ligne* 1, passé de, *supprimez* de.
*Idem*, *ligne* 4, que 38 parties, *lisez*, 18 parties.
483, *ligne* 4 *de la note*, par 38 de soufre, *lisez*, 18 de soufre.
484, *dernière ligne*, d'acide muriatique, *lisez*, nitrique.
*Idem*, *seconde ligne de la note*, sont mis, *lisez*, étaient unis.



# LETTRE

*De* M. Muthuon, *Ingénieur en chef des Mines, à* M. Descostils, *Ingénieur des Mines, au sujet de ses nouvelles Observations sur le Fer spathique, insérées dans le* N°. 124 *du* Journal des Mines.

Turin le 13 août 1807.

La mine de fer spathique magnésienne de Baygorry est en effet réfractaire jusqu'à un certain point, mais elle se réduit bien en la traitant à la catalane, quand la forge est dans un état convenable, et que l'on a de bons ouvriers; elle est préférée à la mine spathique siliceuse du même endroit, et donne plus de fer.

De ce que cette mine spathique, dans laquelle il existe quatre centièmes de magnésie, est regardée comme difficile à traiter, en résulte-t-il que les mines spathiques des Alpes, qui contiennent jusqu'à 12 et 14 pour cent de cette substance, ne peuvent pas être traitées par la méthode catalane?

Outre que la magnésie est combinée dans la proportion de 4 pour cent, dans la mine spathique de Baygorry, elle sert très-souvent de gangue (1). Avant d'être fondu, ce minerai

(1) Je veux dire que les joints ou fentes des masses grosses et petites, sont remplis de magnésie plus ou moins pure.

n'est exposé que peu de tems à l'air, et ordinairement pas du tout ; ainsi l'on a toujours plus de quatre centièmes de magnésie dans le fourneau.

L'art d'extraire le fer de ses mines directement et par une seule évaporation, est très-peu connu jusqu'à présent, ou plutôt il est rare de trouver des forges dites *catalanes*, bien construites, et où l'on travaille convenablement. Il n'y en a pas une bonne dans les Alpes, le Piémont, la Ligurie, l'Etrurie et la Corse. La chose est sensible par elle-même, puisque l'on fabrique seulement quatre à cinq quintaux de fer par 24 heures avec la mine de l'île d'Elbe, qui tient de 50 à 60 pour cent, et dont la réduction est facile, ainsi que vous vous en êtes assuré vous-même, tandis que dans les Pyrénées on en fait dans le même tems 10, 12 et même 20 quintaux, avec des minerais qui ne donnent qu'un tiers, et qui sont la plupart réfractaires.

Enfin, les mines de fer spathiques qui tiennent de la magnésie, peuvent s'en dépouiller, ainsi que vous le croyez vous-même, en restant exposées à l'air et à la pluie. Ainsi en les grillant, en les étendant sur des aires, en les remuant de tems à autre, et renouvelant les surfaces, elles peuvent devenir faciles à fondre, de dures qu'elles étaient.



# ANNONCES

*Concernant les Mines, les Sciences et les Arts.*

## BULLETIN

### DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATIQUE.

Les fâcheux événemens qui ont causé tant d'embarras dans la librairie, interrompirent la publication du *Bulletin des Sciences de la Société Philomatique* en mars 1805. La réputation de ce Bulletin est si établie, et son utilité est si généralement reconnue, qu'on est dispensé d'en faire l'éloge. Il réunit aux avantages communs à tous les Journaux, celui de faire connaître les découvertes et les faits nouveaux relatifs aux sciences, avant même la publication des Mémoires, et des ouvrages par lesquels leurs auteurs doivent les communiquer au public ; il se borne à un extrait fidèle pour l'annonce des livres nouveaux dans toutes les sciences. Son petit volume et la modicité de son prix le mettent à la portée du plus grand nombre des personnes qui s'intéressent aux progrès des sciences, et qui, par leurs études, sont en état d'y concourir eux-mêmes. Les membres de cette Société ont fait connaître que leurs moyens et leur zèle étaient proportionnés à l'étendue de leur entreprise, et ce Bulletin a été long-tems un des moyens les plus efficaces et les plus estimés pour mettre en circulation les découvertes au moment même, pour ainsi dire, où elles étaient faites.

Les embarras qui avaient été la cause de son interruption n'existant plus, le désir des savans sur-tout dans l'étranger, s'étant manifesté pour que l'on reprît un Journal

dont ils avaient long-tems joui, et dont l'interruption même leur en avait fait vivement sentir l'utilité ; la Société Philomatique se détermine à le recommencer le premier octobre 1807.

*Conditions de l'abonnement.*

Au lieu d'une feuille, comme par le passé, les Souscripteurs recevront *deux feuilles in*-4°., caractère cicéro, le premier de chaque mois, à dater du premier octobre 1807. L'abonnement finira le 30 septembre 1808.

Le prix de l'abonnement sera de 13 francs pour Paris, et de 14 francs, franc de port, pour les Départemens. On s'abonne actuellement chez BERNARD, quai des Augustins, n°. 25, éditeur des *Annales de Chimie*. On ne reçoit pas d'abonnement de trois, ni de six mois.

Si les anciens Souscripteurs expriment le désir de voir la lacune de mars 1805 au mois de septembre 1807, remplie pour compléter leur collection, de concert avec la Société Philomatique, le nouvel éditeur s'empressera de seconder leur vœu.

*On est prié d'affranchir les lettres.*

# JOURNAL DES MINES.

## N°. 130. OCTOBRE 1807.

## SUR LE MANGANÈSE (1).

Par le Docteur JOHN, de Berlin.

(*Journal de Chimie et de Physique*. Berlin, mars 1807).

QUOIQUE le manganèse (minerai de manganèse) ait été connu dans les tems les plus anciens, quoique dans ces derniers, Bergman ait fait connaître les propriétés caractéristiques du métal qu'il contient, et que plusieurs chimistes distingués s'en soient occupés depuis, c'est encore un des métaux sur lesquels nos connaissances sont le moins étendues : cela tient particulièrement à ce qu'on ne s'est pas toujours attaché à l'obtenir parfaitement pur. Cette considération m'a principalement déterminé à le choisir pour en faire l'objet d'un

(1) L'auteur propose, dans une note, de substituer le nom de *mangane* à celui de *manganèse*, exprimant le métal pur, et de réserver celui-ci aux *minéraux* de ce métal. Toutes les raisons qu'il apporte, n'étant relatives qu'aux dénominations allemandes, je ne crois pas que l'on soit disposé à faire ce changement dans la Nomenclature française, ainsi que l'auteur paraît l'espérer. (*Note du Traducteur*)

travail suivi. Les travaux et les difficultés ont dû naturellement s'accumuler, parce qu'il s'agit d'un corps, dont on ne connaît exactement aucune combinaison propre, et qui n'a jamais été examiné que d'une manière générale ou dans des vues tout-à-fait particulières. Je publierai peu à peu mes résultats dans ce Journal, et suivant que je serai en état de continuer et de perfectionner mon ouvrage.

*Purification de l'oxyde de manganèse.*

Occupons-nous d'abord de cette opération qui n'est pas sans difficulté. Les méthodes indiquées jusqu'ici diffèrent beaucoup entre elles, parce que les chimistes n'ont encore effectué cette purification qu'en partie.

On ne doit pas seulement chercher à séparer le fer qui se trouve ordinairement uni à cet oxyde; le cuivre, souvent le plomb, et plus rarement quelques terres, se trouvent aussi dans les minerais de manganèse : j'ai trouvé le cuivre dans le *manganèse gris* de Saxe le plus pur.

Nous ne manquons pas de procédés pour séparer le fer de l'oxyde de manganèse; mais quand on les examine avec soin, on n'en trouve aucun qui remplisse complètement l'objet proposé.

La méthode de Gehlen, connue et généralement pratiquée, qui consiste à précipiter le fer de ses dissolutions par les succinates alcalins (lorsque les métaux avec lesquels il est uni forment des sels solubles avec l'acide succinique), ne laisse rien à désirer sous le rapport



de l'exactitude; mais si l'on considère le prix de l'acide succinique, et la diminution toujours croissante du succin, on voit la chose d'une autre manière, et l'on désire un moyen moins dispendieux (1).

En partant du même principe que Gehlen, sur la séparation du fer, savoir, l'indissolubilité de l'une des deux combinaisons formées, je remarquai que l'acide oxalique ou ses combinaisons neutres, remplissaient à peu près toutes les conditions, et qu'on pouvait les employer avec succès (2).

J'ajoutai un peu d'acide nitrique à du muriate de manganèse saturé, et je rapprochai jusqu'à consistance syrupeuse; ayant ensuite étendu d'eau et saturé l'excès d'acide avec de la

(1) Ce procédé n'est applicable qu'aux analyses exactes, dans lesquelles il s'agit d'avoir des proportions rigoureuses. La séparation du fer de l'oxyde de manganèse peut s'opérer sans grande dépense, lorsque l'oxyde de fer est au *maximum*, par une précipitation partielle de la dissolution. Au reste, la dépense n'est pas même très-considérable dans le premier procédé, en retirant l'acide succinique du précipité, au moyen du carbonate de potasse. *Gehlen* (*Rédacteur du Journal de Berlin*).

(2) Voyez Berzelius sur l'acide benzoïque (vol. 2, page 285 du *Journal de Berlin*). Cet acide peut être employé au même usage, puisqu'il forme un sel soluble avec le manganèse oxydé. (On peut se le procurer à un prix modéré dans la fabrique chimique de Schoenbeck près Magdebourg). J'avais des incertitudes relativement à la combinaison d'acide benzoïque avec le fer, qui, suivant Tromsdorff, est soluble; mais il paraît que le sel qu'il a obtenu, était un composé de benzoate de fer et d'acide benzoïque en excès : l'acide succinique offre une combinaison semblable, cristallisable en tables, d'un jaune brun, et contenant une très-petite proportion de fer. *Gehlen.*

potasse, je mis des lames de fer décapées dans cette dissolution, et les y laissai pendant 24 heures, afin de séparer autant de cuivre qu'il était possible (1). Après avoir filtré, j'ajoutai un peu de potasse pour occasionner un commencement de précipitation, alors je versai de l'oxalate de potasse dans la liqueur trouble, jusqu'à l'entière précipitation du fer (2). Le vase fut exposé pendant 24 heures à une chaleur convenable, afin de précipiter les dernières portions de fer. Si la dissolution contient du plomb (comme je l'ai observé), on le précipitera facilement par le sulfate de soude; le sulfate de plomb obtenu se réduit facilement au chalumeau sur un charbon. En observant avec attention cette opération, on remarque que la dissolution muriatique qui contient du fer a une couleur jaune rouge ou brune qui lui est propre; elle disparaît à mesure que le fer se sépare, et est remplacée par une couleur rouge de sang terne. Si l'on étend la dissolution de beaucoup d'eau, la couleur s'évanouit entièrement.

Si l'on verse un peu de prussiate de soude dans la liqueur, l'oxyde de manganèse est précipité en blanc de neige, lorsqu'il n'est pas mélangé de cuivre; ce prussiate n'est pas changé au bout de plusieurs jours. La dissolution de noix de galles n'occasionne aucun précipité. Si la dissolution contient du cuivre, comme cela est ordinairement, le prussiate est d'une couleur rouge-pêche, ou bien kermès. Une très-petite quantité de dissolution de fer ajoutée, fait naître de suite un précipité bleu.

(1) Par-là on agissait dans un sens inverse de l'opération précédente, puisque le fer ramène l'oxyde à l'état d'oxydule : cette première opération n'aurait dû avoir lieu qu'après la précipitation du cuivre. *Gehlen.*

(2) S'il y a de la chaux elle sera séparée en même-tems. *John.*



L'oxyde de manganèse n'est pas entièrement débarrassé d'oxyde de cuivre par l'opération précédente, et il ne suffit même pas de décomposer la dissolution par le carbonate d'ammoniaque, et de laver le précipité blanc avec de l'ammoniaque : l'affinité des dernières portions d'oxyde de cuivre pour l'oxyde de manganèse est trop grande, pour que l'ammoniaque puisse les séparer. Je n'ai pu réussir à enlever tout le cuivre par quatre dissolutions et décompositions successives, ayant cependant toujours soin d'ajouter du carbonate d'ammoniaque en excès : le prussiate de soude produisait toujours un précipité rougeâtre.

En faissant évaporer la liqueur, la couleur bleue provenant du cuivre, est bientôt visible. Peu à peu il se dépose une poussière d'un blanc bleu qui est une combinaison triple des oxydes de cuivre de manganèse avec l'acide carbonique. Le carbonate d'ammoniaque ne produit presque aucun effet sur le carbonate de manganèse pur; mais s'il contient du cuivre, celui-ci est dissout (du moins en partie) par l'ammoniaque, en entraînant dans la combinaison une quantité considérable d'oxyde de manganèse.

Ce n'est qu'avec beaucoup de peine que je suis parvenu à décomposer complètement, par une lame de fer, la combinaison manganèse

et cuivre, séparée par évaporation, et ensuite redissoute dans un acide.

Pour obtenir une séparation complète de l'oxyde de cuivre, je dissous dans l'acide sulfurique le carbonate obtenu par la décomposition du muriate de manganèse, au moyen du carbonate d'ammoniaque, et bien lavé avec de l'eau et de l'ammoniaque; je sature l'excès d'acide par l'ammoniaque ou le carbonate de potasse, et laissant digérer, il se forme un précipité floconneux de carbonate de cuivre et manganèse que je sépare par la filtration.

Par ce moyen le cuivre qui, comme je m'en suis assuré (sur-tout quand il n'est uni au manganèse qu'en petite quantité), est précipité le premier avec un peu de manganèse, et complètement séparé. La liqueur transparente provenant de cette opération, décomposée par le carbonate d'ammoniaque, donne un précipité qui, lavé et séché soigneusement, peut être employé comme chimiquement pur, en supposant toutefois que le minerai ne contienne pas d'alumine.

C'est un carbonate de manganèse ainsi préparé et purifié, qui a servi à toutes ces expériences.

*Réduction de l'oxyde de manganèse; propriétés caractéristiques du manganèse.*

La grande infusibilité de ce métal et la propriété qu'a son oxyde, de se vitrifier instantanément lorsqu'il touche un fondant, ou que par hasard il a quelque contact avec le creuset dans lequel on opère, sont les obstacles qui



ont empêché jusqu'ici les chimistes de se procurer ce métal en quantité suffisante, pour apprécier exactement dans quelles proportions il se trouve, soit dans les minéraux qui le contiennent, soit dans ses combinaisons avec l'oxygène, soit dans les produits d'art.

Une autre difficulté qui se rencontre dans la réduction, est celle de réunir les globules métalliques en culot, vu l'infusibilité de ce métal.

La méthode de Gahn et de Bergmann consistant à réduire dans un creuset brasqué avec de la poussière de charbon, est autant que j'ai pu m'en assurer, la seule; mais je vais décrire diverses pratiques (indispensables pour obtenir un culot, au lieu de grenailles agglutinées), qui étaient inconnues aux chimistes, et desquelles cependant dépend le succès de l'opération.

J'ai répété plus de dix fois ce travail pénible, avant d'arriver à obtenir un résultat constant et indépendant de circonstances accidentelles.

Quoiqu'il reste encore à examiner si le manganèse obtenu par la réduction, peut être considéré comme chimiquement pur, je vais, avant de présenter mes doutes sur cette question, décrire le procédé que je suis pour réduire l'oxyde de manganèse, et qui me réussit constamment.

Je garnis intérieurement un creuset de hesse haut d'un demi-pied, avec une bouillie composée d'un peu de silice précipitée et d'argile mêlées ensemble, beaucoup de poussière de charbon et la quantité d'eau nécessaire; j'en mets une épaisseur d'un demi-pouce, excepté au fond où elle doit être plus considérable, alors je presse fortement autant de poussière

de charbon dans la masse molle, qu'elle en peut recevoir de cette manière : je creuse ensuite un trou de forme conique et bien uni, et je fais sécher le creuset à une chaleur d'abord modérée et croissante jusqu'au rouge.

Je fais rougir pendant une heure le carbonate de manganèse destiné à l'opération, afin de dégager l'acide carbonique ; l'oxyde restant est pétri avec de l'huile, et je chauffe ensuite la pâte pour la réduire en poussière. Je répète plusieurs fois cette opération, dont le but est de mêler intimement le charbon de l'huile avec l'oxyde en poussière très-fine : en dernier lieu je pétris dans un mortier l'oxyde avec ce qu'il faut d'huile pour en faire une pâte ferme, à laquelle je donne la forme du cône pratiqué dans la brasque. Quand l'oxyde ainsi préparé est placé, je remplis de poussière de charbon, et je chauffe pendant une heure avant de lutter le couvercle. Le creuset placé dans le fourneau au milieu de petits charbons rouges, est échauffé par degrés et également ; je donne ensuite pendant une heure et demie un feu très-vif, et aussi fort que le creuset peut le supporter sans se fondre entièrement (1).

J'ai obtenu 250 grains de manganèse métallique de 830 grains de carbonate, de sorte que je n'ai éprouvé (ainsi qu'on le verra par ce qui suit) qu'une très-petite perte, inévitable dans ces sortes d'opérations.

(1) J'ai fait ces expériences dans la fonderie royale de Prusse, partie au fourneau de coupelle, partie au fourneau à soufflet. *J.*



*Propriétés du manganèse métallique.*

Il est d'une couleur grise qui s'approche de celle de l'argent, à peu-près celle de la fonte aigre. A l'air il prend une odeur tout-à-fait particulière, qui a cependant quelque analogie avec celle des graisses rances.

Il n'est pas fort éclatant.

La cassure est inégale et d'un grain fin ; sous le rapport de la fragilité, il ressemble à la fonte de fer.

Assez facilement cassant.

La pesanteur spécifique que M. Karsten et moi avons trouvée, est de 8,013.

Il n'est pas attirable à l'aimant, mais une très-petite quantité de fer lui donne cette propriété.

Si ce métal est entièrement exempt de fer et de cuivre, il est très-promptement altéré par l'air et ne peut s'y conserver. Il prend d'abord une couleur jaune, ensuite violette, et tombe enfin en poussière d'un brun obscur : ce dernier phénomène a également lieu lorsqu'il est dans l'alkool, et j'en ai fait plusieurs fois la malheureuse expérience.

On peut le conserver dans un flacon dont on remplit la capacité excédente par du mercure, et que l'on tient bien bouché et renversé dans un autre vase. Il semble cependant, que par un long contact, il y a une petite quantité de manganèse qui s'amalgame ; il se forme, du moins à la surface du mercure, une pellicule peu liquide : je compte examiner ce fait par la suite.

Je crois que c'est ici qu'il faut placer quelques remarques sur le manganèse natif trouvé par divers minéralogistes.

Picot Lapeyrouse (*Mémoires de Toulouse*, tome 1, page 256) prétend en avoir découvert sur la montagne de Rancie, dans la vallée de Vicdesosse, dans l'ancien Comté de Foix. Un grand nombre de minéralogistes et de chimistes ont contesté la vérité de ce fait, fondant leur opinion sur la facilité avec laquelle le manganèse artificiellement préparé tombe en poussière à l'air. Je crois cependant qu'il peut se présenter du manganèse natif, pourvu qu'il soit uni à d'autres métaux; car j'ai observé que si, par hasard, il se combinait au manganèse, une petite quantité de fer provenant de la poussière de houille avec laquelle le creuset est brasqué, le culot n'éprouvait aucune altération à l'air, et pouvait être conservé sans risque dans un flacon bouché. Dans cet état il possède une certaine malléabilité et est attiré par l'aimant.

Si on laisse du manganèse pur pendant plusieurs jours, en contact avec du charbon, il lui enlève de l'oxygène et tombe en poussière. Cette facile oxydabilité, à une basse température, oblige à briser les creusets dans lesquels on a opéré la réduction, pendant qu'ils sont encore chauds, afin de soustraire promptement le métal à l'action du charbon. J'ai fait cette expérience intéressante, d'une manière désagréable, au dépens d'un culot parfaitement fondu, que j'avais placé dans le four à porcelaine de Berlin, et que je fus obligé d'y laisser, à cause de la grande chaleur, deux jours après qu'on eut cessé d'y mettre du combustible. Le



métal enlève aussi de l'oxygène à l'oxyde brun obscur, et le change en oxyde d'un brun clair.

Il se fond avec le borax sans s'y dissoudre: si l'on opère dans un creuset de charbon, le manganèse se comporte autrement. Il n'exige pas alors pour être fondu, une aussi grande chaleur que lorsqu'il est seul, et le borax vitrifié paraît en avoir dissout un peu. Le manganèse fondu avec le borax, présente un aspect semblable à celui du tellure; la couleur, l'éclat et le grain fin de la cassure des morceaux de ce métal.

Le manganèse simplement réduit dans un creuset brasqué, laisse toujours après sa dissolution dans les acides, un résidu charbonneux; il contient du charbon combiné, comme la fonte de fer. Quand l'oxyde que l'on réduit contient du fer, la quantité de charbon combiné au métal est plus considérable; dans le métal pur, il se monte tout au plus à 0,01. Le métal fondu avec le borax ne s'altère pas aussi facilement à l'air que celui qui a été réduit seul; il se dissout sans laisser de résidu charbonneux.

### *Action de l'acide carbonique sur le manganèse.*

a. *Sur le Métal.*

L'oxydation du manganèse par l'acide carbonique offre des phénomènes intéressans. Ce serait ici le cas de chercher des moyens de

retarder l'effet dissolvant des acides, sur les oxydes qu'ils forment : il est reconnu que les métaux sont toujours oxydés avant d'être dissous par les acides, et de former un sel métallique ; mais ce n'est que dans un petit nombre de cas que cet oxyde est visible à nos yeux ; dans tous les autres l'action instantanée de l'acide sur l'oxyde le soustrait à nos regards, et nous concluons l'oxydation du métal, de l'examen des gaz qui se dégagent, tels que de l'hydrogène ou des acides incomplets, ou bien de la désoxydation de certaines substances. Je ferai voir dans la suite que quelques acides végétaux, dont l'action sur les oxydes n'est pas très-prompte, font exception, et l'acide carbonique est particulièrement dans ce cas.

Si l'on met du manganèse réduit en poussière dans de l'eau saturée d'acide carbonique, on trouvera, après quelques jours de repos, le métal changé en oxyde vert ; au bout de quelques semaines, il passe à l'état de carbonate de manganèse (si toutefois l'acide est assez abondant) et reste au fond du vase : l'eau n'en dissout qu'une très-petite quantité.

L'acide carbonique gazeux agit de la même manière : je plaçai un petit vase de porcelaine contenant du manganèse en poudre, sous une cloche remplie de gaz acide carbonique ; il y resta pendant huit jours. Le métal s'oxyda en vert, et il se forma ensuite du carbonate blanc. Le phénomène de l'oxydation du métal était vraiment surprenant dans le premier moment. L'acide carbonique est-il décomposé et l'oxyde formé avec une partie de son oxygène ? Il n'y avait pas une goutte d'eau à laquelle on pût



attribuer cet effet. Provient-il de l'eau retenue par l'acide gazeux ? Cette dernière opinion semble être la plus vraisemblable, et aura sans doute le plus de partisans ; mais la première doit-elle être entièrement rejetée ? Je crois qu'il convient de rester dans le doute, jusqu'à ce que des expériences décisives m'ayent appris si les mêmes phénomènes ont lieu, soit qu'on emploie un gaz entièrement privé d'eau ou non (1).

b. *Sur l'Oxyde brun.*

L'oxyde brun clair de manganèse, provenant de l'action de l'air sur le métal, est aussi altéré par l'acide carbonique, et changé en partie en carbonate. Ayant placé une certaine quantité de cet oxyde sous une cloche contenant du gaz acide carbonique, il prit, au bout de quelques semaines, une couleur gris-brun ; l'acide nitrique en dégageait de l'acide carbonique, et laissait une partie insoluble qui était de l'oxyde noir. Je conclus de là qu'une portion de l'oxyde brun cède de l'oxygène à une autre portion qui est portée à l'état d'oxyde noir, tandis que la première se combine avec l'acide carbonique.

*Observations sur le Carbonate de manganèse.*

Toutes les dissolutions de manganèse sont décomposées par les carbonates alcalins : quand l'oxyde, uni à l'acide, est au *minimum* d'oxy-

(1) Il eût été à désirer que l'auteur eût déterminé la nature des gaz restans. *Gehlen.*

dation, on obtient un précipité blanc de neige; c'est un carbonate pur et identique avec celui indiqué plus haut.

Il n'y a en général qu'un seul carbonate de manganèse, savoir celui dans lequel le métal se trouve à l'état d'oxydule. Mais en lui donnant l'occasion de s'oxyder davantage, par exemple, en l'exposant à une chaleur modérée, l'acide se dégage, et il se forme un oxyde complet, insoluble dans les acides.

Le carbonate de manganèse, d'une couleur rouge jaunâtre ou brune, doit être regardé (lorsqu'on est d'ailleurs assuré de sa pureté) comme un mélange d'oxyde brun et de carbonate de manganèse.

Si l'on met en contact du carbonate de manganèse et de l'acide muriatique oxygéné, il se dégage de l'acide carbonique à mesure que l'acide oxygéné est décomposé et le métal oxydé : une dissolution muriatique, dans laquelle se trouve beaucoup d'acide muriatique oxygéné, est à la vérité décomposée par les carbonates alcalins; mais le précipité brun ou noir, que l'on obtient dans cette circonstance, n'est que de l'oxyde pur (formé aux dépens de l'acide oxygéné) qui ne contient pas la moindre trace d'acide carbonique : car en le dissolvant par un acide, dans un appareil qui permette de faire passer les gaz produits à travers de l'eau de chaux, celle-ci ne devient point laiteuse.

Le carbonate de manganèse pur est sous la forme d'une poussière blanche et douce au toucher.

Il n'a aucune saveur. Il est inaltérable à l'air,



à une température de 10 à 12° (R.), et se conserve bien dans un vase fermé.

J'ai reconnu que l'on pouvait le sécher à une température de 20° (R.) sans craindre de l'oxyder ou d'en dégager de l'acide carbonique. Voulant connaître la quantité d'oxyde contenue dans une certaine quantité de carbonate, je choisis (ainsi qu'on le fait pour les sels de cette espèce, afin d'éviter les inconvéniens résultans de l'eau combinée) cette température pour celle à laquelle devaient être faites toutes les dessications des précipités. Les alcalis purs enlèvent l'acide carbonique à ce carbonate, et l'oxyde blanc précipité devient bientôt brun par le contact de l'air atmosphérique.

On doit considérer le carbonate de manganèse comme insoluble dans l'eau, puisque 8 onces de celle-ci en dissolvent à peine un demi-grain. L'eau chargée d'acide carbonique ne dissout qu'une très-petite quantité de carbonate récemment précipité et encore humide. Huit onces en prennent environ un grain. L'emploi de l'acide carbonique comme moyen de séparer le manganèse d'autres substances dissoutes avec lui, comme l'ont prouvé quelques chimistes, est ainsi loin d'atteindre le but. — Je n'ai pas pu voir non plus l'acide carbonique tenant du manganèse en dissolution, se couvrir à l'air d'une pellicule. Ces deux opinions sont certainement erronées, et proviennent de ce qu'on l'aura confondu avec la magnésie (1).

(1) Le carbonate de potasse saturé que M. Vauquelin a indiqué pour la séparation du fer et du manganèse, réussit parfaitement lorsque l'on prend les précautions convenables.

Si l'on décompose une dissolution de manganèse avec excès d'acide, par un carbonate alcalin, et qu'on fasse évaporer, soit à l'air, soit à l'aide d'une chaleur modérée, il se formera une pellicule; mais il est impossible d'en conclure la dissolubilité du carbonate de manganèse dans l'acide carbonique liquide; car un examen soigneux fait voir que c'est un composé d'acide carbonique, de manganèse, et de l'alcali employé à la précipitation, et peut-être aussi de l'acide qui tenait le manganèse en dissolution.

Quand on veut décomposer complètement une dissolution de manganèse, on ne doit donc point y laisser d'acide en excès.

---

Les deux métaux dissous dans l'acide muriatique en excès, on fait passer l'oxyde de fer au *maximum* à l'aide d'un peu d'acide nitrique et de l'ébullition. On étend la dissolution d'une grande quantité d'eau, et l'on y verse du carbonate de potasse saturé, jusqu'à ce que la liqueur prenne une teinte très-rouge et qu'elle devienne louche. Il est nécessaire d'ajouter le carbonate par petites portions, et d'agiter à chaque fois pour redissoudre les flocons qui se forment. On laisse reposer pendant 24 heures la liqueur louche, et on voit l'oxyde de fer se déposer au fond du vase. Ordinairement la liqueur surnageante est sans couleur et parfaitement limpide: si elle conservait une teinte jaunâtre, quelques gouttes de carbonate saturé précipiteraient les dernières portions de fer. On décante la liqueur claire, on jette le dépôt sur un filtre, et après l'avoir bien lavé on réunit les eaux de lavage à la liqueur décantée. On verse alors dans ces liqueurs une nouvelle quantité de carbonate de potasse saturé; on fait bouillir, et l'on obtient un dépôt blanc de carbonate de manganèse, qui chauffé au rouge avec le contact de l'air, dans un creuset d'argent, donne une masse pulvérulente d'une couleur rouge brune, lorsqu'elle ne contient pas de fer. La moindre portion de ce dernier métal donne à l'oxyde de manganèse

Les



Les huiles grasses dissolvent le carbonate de manganèse à l'aide de la chaleur, et s'épaississent par cette union : Scheèle est le premier qui ait fait cette expérience.

### *Détermination des proportions des composans du carbonate de manganèse.*

J'ai déterminé la proportion de l'acide carbonique, par la perte qu'éprouve une quantité donnée de carbonate, en se dissolvant dans un acide : cette méthode m'a fait connaître qu'il contenait 34,25 d'acide carbonique.

Pour déterminer la proportion des autres composans, je remplis une petite cornue de

---

une couleur noire; aussi l'on peut juger, par la couleur, de la pureté de cet oxyde. La liqueur d'où le carbonate de manganèse s'est précipité n'offre plus de manganèse. L'oxyde de fer, s'il a été bien lavé, ne contient pas de manganèse; en le faisant chauffer dans un creuset d'argent avec de la potasse caustique purifiée à l'alkool, il ne lui donne pas la moindre nuance de vert, et l'on sait combien peu il faut de manganèse pour colorer la potasse dans cette circonstance. M. Jones suppose qu'on a pris de la magnésie pour du manganèse; mais cette erreur ne peut avoir été commise par M. Vauquelin, ainsi qu'on pourrait le voir, tome 5, pages 16 et 17 du *Journal des Mines*, si on pouvait supposer que ce célèbre chimiste eût commis une pareille méprise.

Au reste, je dois remarquer que le procédé qui vient d'être décrit, ne réussit qu'autant que la dissolution de fer et de manganèse ne contient point de sels ammoniacaux, car s'il y en existe, on ne peut obtenir le manganèse par le carbonate de potasse, quelque quantité qu'on en emploie, même avec une ébullition très-prolongée.

(*Note de M. Descostils*).

carbonate de manganèse ; elle en contenait 120 grains. Le col de cette cornue passait dans un ballon de verre, duquel s'élevait un tube destiné à conduire les gaz : en chauffant d'abord doucement, et augmentant ensuite peu à peu le feu jusqu'à faire rougir la cornue, il se dégagea de l'eau et du gaz. Je démontai l'appareil après avoir soutenu le feu au rouge pendant deux heures, et je pesai les produits de l'opération. Il y avait 12 grains d'eau dans le ballon, et l'oxyde restant dans la cornue pesait 67 grains. Il avait pris une couleur gris verdâtre. En retranchant la somme des poids de l'eau et du résidu, de 120 grains employés, on aura 41 grains pour reste ; c'est la quantité précise d'acide carbonique contenu, puisque le gaz recueilli était ce même acide sans mélange. Ce résultat s'accorde, à très-peu de chose près, avec le précédent.

100 grains contiennent donc :

| | |
|---|---|
| Oxyde incomplet. . . | 55,84 |
| Eau. . . . . | 10,00 |
| Acide carbonique. . . | 34,16 |
| | 100,00 |

L'oxyde obtenu est d'une couleur gris verdâtre ; il se dissout sans effervescence dans les acides, et donne un sel semblable à celui duquel il provient. Cet oxyde doit être considéré comme faisant la base des sels de manganèse, et l'oxyde blanc qui se montre, pendant un instant, quand on précipite par les alcalis caustique, comme un hydrate ou un oxyde qui retient encore un peu d'acide.



## *Action de l'acide sulfurique sur le manganèse.*

### a. *Sur le Métal.*

L'acide sulfurique concentré a très-peu d'action sur le manganèse métallique ; une petite portion de métal est dissoute, et il se produit une chaleur considérable. Plusieurs chimistes disent que la dissolution réussit très-bien ; mais j'ai de bonnes raisons pour croire qu'ils n'ont pas opéré sur du métal pur, et qu'il était déjà en partie oxydé.

Lorsqu'on étend avec de l'eau, la dissolution commence à l'instant ; il se dégage du calorique et du gaz hydrogène ; celui-ci a une odeur particulière vraisemblablement due à du manganèse qu'il emporte avec lui. On remarque que la liqueur prend une couleur verte, pendant la dissolution, et que cette couleur disparaît à mesure que l'opération approche de sa fin. Ce phénomène a sans doute du rapport avec la formation de l'oxyde vert par l'acide carbonique.

La dissolution concentrée est colorée en rose clair ; mais cette couleur devient insensible quand on étend la liqueur.

Je n'ai jamais pu obtenir des cristaux incolores avec une dissolution qui n'était point colorée. Si le métal, qui doit être d'abord oxydé aux dépens de l'eau, ne donne pas une dissolution incolore, que doit-on attendre d'un oxyde dissoluble dans l'acide sulfurique ?

190 gr. d'acide sulfurique concentré (d'une

pesanteur spécifique = 1,860) exigent 100 gr. $\frac{3}{4}$ de manganèse métallique pour être neutralisés complètement. La liqueur passée sur le filtre y laissa $\frac{1}{4}$ grain de charbon noir, brillant et friable ; décomposée par le carbonate d'ammoniaque (1), elle donna 205 grains $\frac{1}{4}$ de carbonate de manganèse desséché à une température de 20° R.

100 parties de carbonate de manganèse contiennent donc :

| | |
|---|---|
| Métal. . . . . | 48,60 |
| Acide. . Eau. . . Oxygène. . . . . | 51,40 |
| | 100,00 |

b. *Sur l'Oxydule.*

Quel que soit le degré de concentration de l'acide sulfurique, il dissout aussi bien l'oxydule que le carbonate. Cette dissolution a la même constitution que la précédente, et tout ce que je dirai de l'une de ces combinaisons, convient à l'autre.

Si l'on évapore la dissolution neutralisée à une chaleur vive, il se dépose du sulfate de manganèse sous la forme d'une poussière grenue, il se forme aussi une pellicule, mais on n'obtient pas de cristaux par refroidissement. Ce n'est qu'en l'abandonnant à l'évaporation spontanée que l'on en peut obtenir. J'y parvins,

(1) J'ai toujours cherché après de pareilles précipitations, s'il ne restait rien dans la liqueur.



sur-tout en ajoutant à la dissolution neutre, rapprochée autant que possible par une vive évaporation, un peu de sulfate de manganèse en petits cristaux, et plaçant le vase qui la contenait sur le poële de ma chambre, qui entretint une température de 16 à 18° R. J'obtins, par ce procédé, tout le sulfate de manganèse en cristaux réguliers.

Les premiers cristaux sont colorés faiblement en rose ; les derniers sont blancs et contiennent un excès d'acide.

### *Propriétés du sulfate de manganèse cristallisé.*

Il se présente, 1°. en prismes quadrangulaires comprimés, complets, ou bien tronqués faiblement sur les arêtes. Les cristaux sont souvent entrelacés les uns dans les autres : 2°. en rhomboïdes.

Les cristaux sont entièrement transparens, couleur rose clair, d'une saveur métallique amère. Ils ne s'altèrent point à l'air, la température étant de 10° R. Ils ne paraissent point s'y oxyder davantage ; mais il n'en est pas de même lorsqu'on les met dans le gaz oxygène. A 10° de Réaumur, une partie de sulfate de manganèse peut être dissoute par deux parties et demie d'eau. Il est insoluble dans l'alkool.

La pesanteur spécifique des cristaux est de 1,834. A une température de 15° R. ils sont décomposés, ils deviennent blancs et opaques. Chauffés au rouge, dans une cornue luttée, ces cristaux perdent leur eau de cristallisation, et il ne reste dans la cornue qu'une masse

blanche et sèche, qui se dissout dans l'eau à l'aide de la chaleur. Si l'on pousse le feu, jusqu'au point de fondre la cornue, le sel est en partie décomposé ; il se dégage de l'acide sulfureux, le récipient contient un peu d'acide sulfurique, et la cornue renferme encore du sulfate de manganèse uni à de l'oxyde noir.

La dissolution de sulfate de manganèse par l'eau, n'est précipitée ni par l'oxalate de potasse, ni par le borate de soude. Plusieurs chimistes prétendent, à la vérité, que ce dernier réactif leur a donné un précipité de borate de manganèse ; mais on ne l'obtient jamais que lorsque le borate est avec excès de soude, comme dans le borax de commerce.

L'acide tartareux ne décompose pas de sel. Si l'on évapore une dissolution qui contienne cet acide, on obtient des cristaux prismatiques qui ont tous les caractères du sulfate de manganèse.

La dissolution de noix de galles, les chromates et arseniates alcalins, n'altèrent aucunement les dissolutions.

Les prussiates, carbonates et phosphates alcalins, donnent des précipités blancs, qui sont des combinaisons de manganèse avec ces acides. La plus petite quantité de dissolution de cuivre que l'on ajoute à celle de manganèse, communique une couleur rouge de pêche au prussiate précipité.

*Recherche de la quantité des composans.*

150 grains de sulfate cristallisé dissous dans l'eau, et décomposés par le muriate de baryte,



donnèrent un précipité de sulfate de baryte pesant 148 grains $\frac{1}{2}$, après avoir été lavé et séché au rouge. Les expériences de Klaproth ayant appris que 100 de sulfate de baryte rougi contiennent 34 d'acide, les 148 grains $\frac{1}{2}$ en contiennent 50 grains $\frac{1}{2}$. La dissolution muriatique de manganèse débarrassée du sulfate de baryte, fut décomposée par le carbonate de potasse. Le précipité recueilli bien lavé et séché à 20° R., pesait 83 grains $\frac{1}{2}$, qui d'après les proportions assignées au carbonate, contiennent 46 grains $\frac{1}{2}$ d'oxydule. Les 53 grains qui manquent, ne pouvant être attribués qu'à l'eau, 100 parties de sulfate de manganèse contiennent :

| | |
|---|---|
| Acide sulfurique. . . | 33,66 |
| Oxydulé. . . . . | 31,00 |
| Eau. . . . . | 35,34 |
| | 100,00 |

*Action de l'acide muriatique oxygéné sur le sulfate de manganèse.*

Si l'on fait passer pendant quelques heures, un courant de gaz muriatique oxygéné (le gaz traversait une dissolution étendue de potasse caustique afin qu'il fût plus pur) à travers une dissolution de sulfate de manganèse, il y produit une décomposition partielle : si l'on échauffe la liqueur, elle devient plus considérable. Il se sépare un oxyde brun ou noir, et la liqueur contient de l'acide libre en excès.

En évaporant jusqu'à coagulation, l'oxydé noir est redissout en grande partie ; redissolvant

dans l'eau et filtrant, on sépare un peu d'oxyde noir; rapprochant ensuite jusqu'à cristallisation, on obtient des cristaux rougeâtres qui sont un mélange de muriate et de sulfate de manganèse.

Si l'on fait digérer de l'alkool sur toute la masse cristalline, et qu'on évapore ensuite la liqueur filtrée, on obtient de petits cristaux déliquescens; ils sont décomposés par le sulfate d'argent dissout dans l'eau, et se comportent en tout comme du muriate de manganèse. L'eau-mère de ces cristaux est très-acide et incristallisable : elle ne forme pas de précipité avec le sulfate d'argent; mais elle donne par le muriate de baryte, un précipité insoluble dans les acides; ce qui fait voir que l'acide libre est de l'acide sulfurique.

La théorie de ces phénomènes est facile à apercevoir. L'acide muriatique oxygéné abandonne de l'oxygène à l'oxydule qui devient de l'oxyde noir insoluble; mais il est ensuite redissout par l'acide muriatique, et forme du muriate de manganèse qui n'est pas décomposé par l'acide sulfurique.

*Combinaison triple de manganèse, d'ammoniaque et d'acide sulfurique.*

Si l'on neutralise avec de l'ammoniaque une dissolution acide de sulfate de manganèse, et si l'on fait évaporer avec les précautions indiquées ci-dessus, on obtiendra des cristaux roses, rhomboïdaux, transparens, et entrelacés les uns dans les autres; ils sont déliquescens, très-solubles dans l'eau, et laissent dégager de l'ammoniaque par la potasse; ils se comportent



d'ailleurs comme du sulfate de manganèse. Ce sel est évidemment composé d'oxyde de manganèse et d'ammoniaque unis à l'acide sulfurique. Je n'ai pas encore déterminé les proportions de ce composé.

*c. Sur l'Oxyde noir.*

L'acide sulfurique concentré dissout à froid l'oxyde de manganèse saturé, réduit en poudre impalpable : cette dissolution, qui est toujours avec excès d'acide, est d'une belle couleur violet sombre qui s'affaiblit lorsqu'on étend d'eau, s'approche de celle kermès, et passe ensuite au rouge de sang; cette liqueur ne change pas en s'évaporant doucement; mais elle devient claire comme de l'eau par une température plus élevée; l'oxyde perd une partie de son oxygène, et il reste une dissolution de sulfate de manganèse ordinaire avec excès d'acide.

L'alkool enlève de l'oxygène à l'oxyde dissout; si on en ajoute une petite quantité à une dissolution de sulfate d'oxyde noir, et que l'on chauffe légèrement, la liqueur est complètement décolorée, sans qu'il y ait aucun précipité; et les alcalis y font naître des précipités blancs.

Les alcalis purs précipitent la dissolution de sulfate d'oxyde noir, en brun obscur, les carbonates en rouge brun obscur et les prussiates, en brun jaunâtre. La couleur de ces précipités devient plus obscure à l'air. Le précipité par le carbonate ne contient point d'acide carbonique.

La dissolution ne peut pas cristalliser.

Si l'on fait digérer pendant quelques heures de l'acide sulfurique étendu d'eau, sur de l'oxyde

noir, il se forme une dissolution de couleur améthiste, dans laquelle il y a un excès d'acide, et qui ne peut cristalliser ; elle est précipitée en brun rougeâtre par les alcalis, ce qui fait voir que l'oxyde y est plus oxygéné que dans la dissolution neutre.

Giobert a publié des expériences très-intéressantes sur ce sujet, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Turin*, tome 5, ann. 1790 et 1791 ; elles tendent à prouver que l'acide sulfurique peut enlever de l'oxygène à l'oxyde noir de manganèse, et se convertir en acide oxygéné qui présente des propriétés analogues à celles de l'acide muriatique oxygéné, telles que celles de détruire les couleurs. Je n'ai pas encore pu les répéter avec un soin convenable.

Si l'on verse (1) une partie d'acide sulfurique concentré dans une cornue luttée, contenant une parti d'oxyde noir de manganèse, l'appareil étant disposé pour que l'on puisse recueillir les gaz, on obtient à une chaleur modérée de l'oxygène pur ; il s'en dégage davantage à une température plus élevée. On aperçoit très-facilement que l'affinité de l'oxyde incomplet pour l'acide, hâte la production du gaz oxygène ; car si l'on chauffe de l'oxyde noir seul, au même degré que le précédent, il ne donne pas

(1) Scheèle est le premier qui ait fait cette expérience ; mais elle a été répétée plusieurs fois depuis ; j'en ai fait mention, parce que mes expériences m'ont conduit à des observations qui ont échappé à plusieurs chimistes, et aussi parce qu'on avait toujours employé de l'oxyde naturel à cette opération.



d'oxygène, et la quantité d'oxygène obtenue par l'acide sulfurique est plus considérable que celle qu'on retire de l'oxyde noir chauffé au rouge blanc ; parce que l'oxyde restant est plus chargé d'oxygène que celui qui est soluble dans les acides.

Il passe dans le récipient de l'eau et un peu d'acide sulfurique ; quand on a chauffé au rouge pendant une heure, il reste dans la cornue une masse blanche, poreuse, qui se dissout dans l'eau à l'aide de la chaleur. Cette dissolution se comporte absolument comme celle faite avec le manganèse métallique. Je n'ai point réussi à obtenir, par évaporation, des cristaux incolores annoncés par plusieurs chimistes ; ils paraissent tels, à la vérité, quand on les regarde isolés ; mais en groupe, ils sont visiblement colorés en rosé. Peut-être la couleur blanche de la masse restée dans la cornue, a-t-elle donné lieu à cette opinion. Cette opération peut sur-tout être employée à séparer le fer de l'oxyde noir naturel, puisque l'acide sulfurique abandonne le premier à une chaleur rouge.

C'est ainsi que se comporte l'acide sulfurique agissant sur le manganèse à une température suffisante pour faire rougir la cornue ; mais si l'on augmente le feu, jusqu'à amener celle-ci près du point de fusion, il se manifeste des affinités entièrement différentes. Alors le sel est décomposé, l'oxydule enlève une partie de l'oxygène à l'acide, et se convertit en oxyde noir, tandis qu'il se dégage de l'acide sulfureux. J'ai répété deux fois cette expérience, et j'ai toujours trouvé dans le col de

la cornue un peu d'acide sulfurique cristallisé, qui se dissolvait dans l'eau, avec un grand bruit et beaucoup de chaleur : il retenait un peu de manganèse. Nous verrons par la suite, qu'en faisant passer de l'acide muriatique oxygéné à travers une dissolution de muriate de manganèse, il prend de la disposition à cristalliser. Les métaux donnent-ils occasion à cette cristallisation, et ne devrait-on pas, si ce soupçon était confirmé, en attendre quelque éclaircissement sur la constitution toujours énigmatique de la substance fumante dans l'huile de vitriol ?

*Action de l'acide sulfureux sur le manganèse.*

Jusqu'à ce moment, je n'ai fait d'expériences que sur le carbonate de manganèse. Je fis passer de l'acide sulfureux dans un vase plein d'eau distillée, et de là dans celui qui renfermait le carbonate de manganèse disséminé dans l'eau. Il se produisit une forte effervescence due au dégagement de l'acide carbonique. — Je décantai la liqueur fortement acide, et recueillis une poussière blanche qui, comme je le ferai voir, est du sulfate de manganèse. La liqueur séparée avait l'odeur du soufre qui brûle ; je convertis, par l'évaporation, l'acide sulfureux en acide sulfurique, et la dissolution se comporta comme du sulfate de manganèse ordinaire avec excès d'acide.

*Propriétés du sulfite de manganèse.*

Il est sous la forme d'une poussière grenue, sans saveur, insoluble dans l'eau et l'alkool. Il



est inaltérable à l'air et s'y conserve très-bien. J'ai depuis trois semaines, dans ma chambre, un petit vase rempli de ce sel, et je n'y ai encore remarqué aucune altération.

Les acides sulfurique, muriatique et nitrique, en dégagent l'acide sulfureux, en se combinant avec le manganèse.

Si l'on chauffe le sulfite dans un creuset, l'acide sulfureux se dégage, et il reste de l'oxyde brun qui ne donne plus d'odeur sulfureuse par les acides.

Pour déterminer les proportions de ce sel, je versai de l'acide sulfurique très-étendu d'eau sur 50 grains de sulfite ; quand la dissolution fut achevée, j'ajoutai beaucoup d'eau, et précipitai par le carbonate de potasse. Je recueillis 36 grains de carbonate qui contiennent 20 grains $\frac{1}{10}$ d'oxydule.

100 parties contiennent donc :

| | | |
|---|---|---|
| Oxydule. . . . . | | 40,20 |
| Acide. . . } | . . . | 59,80 |
| Eau. . . } | | |
| | | 100,00 |

*Action de l'acide muriatique sur le manganèse.*

a. *Sur le Métal.*

A quelque degré de concentration que ce soit, l'acide muriatique dissout le manganèse ; il se dégage du gaz hydrogène et même de la chaleur, lorsque l'acide n'est pas trop étendu. Il reste toujours un peu de charbon.

La dissolution concentrée est rose, et donne des cristaux de même couleur.

b. *Sur l'Oxydule.*

L'oxydule pur se dissout tranquillement, et le carbonate avec effervescence. La dissolution est colorée en rose. Quoique tous les chimistes refusent à ce sel la propriété de cristalliser, je puis cependant assurer en avoir obtenu des cristaux aussi parfaits qu'on peut en attendre de tout autre sel cristallisable. Pour opérer cette cristallisation, je mis dans la dissolution neutre, un peu de muriate de manganèse que je me procurai en évaporant à siccité une petite portion de la liqueur; je rapprochai jusqu'à pellicule, ensuite je mis cette dissolution dans un vase cylindrique de porcelaine qui fut entretenu à une température de 20 à 25°, ainsi que je l'ai indiqué plus haut.

*Propriétés du muriate de manganèse cristallisé.*

Il est en belles tables à quatre faces, longues et épaisses, terminées sur les bords par des biseaux, et dont les angles sont souvent tronqués. Par une forte troncature ces cristaux passent à la forme d'une table hexaèdre. Ils sont roses, parfaitement transparens, et d'une saveur salée brûlante.

A l'air, ils tombent sur-le-champ en déliquescence; ils se conservent assez bien dans un vase fermé, à une température de 20°. Lorsqu'elle est supérieure à celle-ci, ils perdent leur transparence en se couvrant d'une poussière blanche,



effet dû seulement à la perte d'une partie de l'eau de cristallisation.

Chauffés plus fortement dans une cornue, ils éprouvent la fusion aqueuse; l'eau se vaporise, et le sel se décompose en grande partie à une chaleur rouge. L'acide passe dans le récipient, et il ne reste plus dans la cornue qu'une masse noire, brillante et cristalline qui retient encore un peu d'acide (1).

L'eau et l'alkool n'en dissolvent pas plus que leur poids. La dissolution alkoolique qui imprègne un corps combustible, brûle avec une couleur rouge vive, en jetant beaucoup d'étincelles. En évaporant doucement cette même dissolution, elle donne des cristaux transparens en tables minces, et souvent on n'obtient (sur-tout quand l'évaporation va rapidement) que des aiguilles aplaties très-fines et entrelacées les unes dans les autres.

La pesanteur spécifique de ces cristaux est de 1,56. Du reste, leur dissolution se comporte en grande partie comme celle du sulfate.

L'acide sulfurique ne décompose pas la dissolution muriatique.

*Recherche de la proportion des composans.*

100 grains de muriate de manganèse cristallisé et séché, furent dissous dans l'eau, et décomposés par le nitrate d'argent; le précipité lavé, séché et chauffé dans un vase d'argent, jusqu'au point de se fondre, pesait 130 grains.

(1) Proust dit le contraire; mais il faut savoir si les expériences ont été faites à la même température. *Gehlen.*

D'après les expériences de Klaproth, 133 grains de muriate contiennent 20 grains $\frac{1}{2}$ d'acide ; les 130 grains obtenus contiennent donc 20 gr. $\frac{1}{16}$ d'acide muriatique.

Après avoir séparé l'argent en excès, je décomposai entièrement le nitrate de manganèse par le carbonate d'ammoniaque ; je chauffai un peu la liqueur et desséchai soigneusement le précipité obtenu. Son poids était de 69 grains, qui correspondent à 38 grains $\frac{1}{2}$ d'oxydule pur.

Comme on doit attribuer à l'eau ce qui manque dans ces analyses ;

100 parties sont composées de

| | |
|---|---|
| Oxydule. . . . . | 38,50 |
| Acide. . . . . | 20,04 |
| Eau. . . . . | 41,46 |
| | 100,00 |

Cette analyse s'accorde assez bien avec celle de M. Bucholz ; mais la méthode qu'il a employée ne doit être permise qu'aux chimistes aussi exercés que lui.

*Action de l'acide muriatique oxygéné sur le muriate de manganèse.*

Je fis dissoudre 300 grains de muriate de manganèse, dans 12 onces d'eau, et à travers cette dissolution, je fis passer pendant six heures consécutives, un courant de gaz acide muriatique oxygéné. La liqueur se couvrit d'écume, prit une couleur jaune, et s'épaissit ensuite jusqu'au point de se prendre en masse cristalline ; cet état rendait le passage du gaz fort difficile.



difficile. Je laissai tout l'appareil en repos pendant 24 heures, et le lendemain je trouvai la masse en partie redissoute ; il s'était déposé des cristaux longs et aigus. Quand j'ouvris le flacon, l'odeur de l'acide muriatique oxygéné était presque insupportable : je filtrai afin de séparer les cristaux ; la liqueur s'écoula et les cristaux disparurent avec elle. (1).

On verra par la suite, que ces cristaux étaient composés de muriate de manganèse et d'acide muriatique oxygéné. La cristallisation de l'acide a lieu ici, parce qu'il est combiné à une substance métallique. Je n'ai jamais observé ce phénomène, lorsque l'acide muriatique oxygéné passe à travers une dissolution alcaline, et je ne crois pas qu'on l'ait fait cristalliser à une température de 4° au-dessus de zéro.

La liqueur fut précipitée en rouge par les carbonates alcalins, en brun par les alcalis purs, et en jaune brun par le prussiate. Les couleurs de ces précipités deviennent beaucoup plus obscures par le contact de l'air. Elle avait beaucoup de rapport avec la dissolution dans l'eau, des cristaux dont j'ai parlé plus haut. Je ne puis décider si le manganèse existe réellement à l'état d'oxyde brun, dans cette combinaison, ou bien s'il s'oxygène pendant la précipitation, aux dépens de l'acide muriatique oxygéné, que l'on reconnaît à son odeur, exister libre dans la dissolution. Cette dernière opinion est très-vraisemblable.

(1) L'évaporation se fit à une température de 4° R. La filtration eut lieu à 18°. *L.*

Si l'on fait évaporer le liquide, on observe que l'odeur de l'acide oxygéné disparaît, et qu'il se forme de l'oxyde noir; la liqueur prend une couleur rouge, les réactifs y démontrent la présence de l'acide muriatique libre, et les carbonates y font naître un précipité blanc : elle se comporte d'ailleurs comme une dissolution de muriate ordinaire avec excès d'acide. L'acide oxygéné a été décomposé; il a cédé une partie de son oxygène à l'oxydule, et est ainsi passé à l'état d'acide muriatique ordinaire. En continuant l'évaporation, le dégagement de l'acide muriatique oxygéné recommence, l'oxyde précipité est redissout, et l'on obtient précisément la quantité de muriate de manganèse employée, sans aucune perte (1).

Je veux encore ajouter à ce Mémoire quelques mots sur un nouveau métal que j'ai trouvé dans le manganèse gris de Saxe, et dont j'espère prouver incessamment l'existence comme métal particulier.

Cette substance se distingue de celles qui nous sont connues par les propriétés suivantes.

(1) Je dois faire ici une observation relative à l'action des prussiates sur les dissolutions de manganèse : les chimistes modernes disent tantôt que le précipité est blanc, tantôt qu'il est de couleur rouge pêche; ils attribuent ces différences aux différens degrés d'oxygénation du métal; l'auteur de ce Mémoire l'attribue seulement à du cuivre contenu dans le manganèse. Je lui ai présenté des dissolutions dans lesquelles on ne pouvait soupçonner la présence du cuivre; il m'a répondu que les prussiates qui n'avaient pas été purifiés avec soin, pouvaient très-bien contenir du cuivre, provenant du bleu de Prusse du commerce (qui est préparé avec le sulfate de fer rarement exempt de cuivre), ainsi qu'il l'avait observé, et que même la dissolution de manganèse pur, pourrait servir à reconnaître le degré de pureté des prussiates.

Il me restait pourtant encore des doutes. Doit-on admettre que Proust se soit servi dans ses analyses de prussiate pur? Si l'assertion de l'auteur est fondée, il doit y avoir du cuivre dans les pierres météoriques, puisque celle de Sigena, analysée par Proust, lui a donné un précipité rougeâtre par les prussiates.

Je sais que Schader de Berlin, obtint par un prussiate extrêmement pur, un précipité rougeâtre, dans une dissolution de manganèse retiré de la cendre des plantes. Il faut encore alléguer ce que dit Proust dans son Mémoire sur les prussiates, savoir que le prussiate de potasse et de fer précipite le manganèse en rouge pêche, et le cuivre en rouge kermès, tandis que le prussiate pur, au contraire, précipite le premier en jaune sale et l'autre en jaune. Ici ils s'accordent ensemble pour faire soupçonner la présence du cuivre; mais il faut attendre des expériences comparatives pour décider cette question.

Proust avait déjà fait l'intéressante observation de la présence du charbon dans le manganèse réduit. *Gehlen.*



Il paraît être dans le minerai, comme un acide qui est dégagé sous la forme de gaz, par les acides minéraux. Si l'on fait l'opération dans des vases distillatoires, en donnant à cet acide l'occasion de se combiner avec la potasse ou la soude, il s'y unit et donne une dissolution d'un rouge kermès qui ne se décompose pas à l'air, comme une dissolution alcaline de manganèse.

Si l'on ajoute à cette dissolution de nouvel acide, et que l'on chauffe dans une cornue, l'acide métallique se dégage en répandant une odeur particulière, et le résidu se comporte comme une combinaison de l'acide et de l'alcali employés, sans que l'on puisse y apercevoir aucune des propriétés que je vais rapporter.

La dissolution rouge kermès (que je regarde comme une combinaison d'un acide métallique particulier avec la potasse) donne un précipité brun avec l'acide gallique et la dissolution de noix de galles. Les prussiates alcalins n'y occasionnent aucun précipité; mais la couleur rouge se change instantanément en jaune citron. Les carbonates ne la changent point. Si l'on ajoute de l'alkool et que l'on chauffe doucement, elle prend une couleur verte, et il se répand une odeur d'éther; les alcalis en précipitent ensuite un oxyde brun dissoluble dans l'acide muriatique. En traitant, suivant le même procédé, de l'oxyde pur de manganèse, il ne se manifeste aucun de ces phénomènes.

Cette substance paraît n'être contenue qu'en très-petite proportion dans le manganèse gris de Saxe, et il faut toujours opérer sur des livres.



# EXPLOITATIONS IMMÉMORIALES

## *Des Montagnes d'*Huez *en Oisans, Département de l'Isère.*

Par L. Héricart de Thury, *Ingénieur des Mines.*

### OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES.

Les montagnes de l'Oisans, si connues par les substances nouvelles et intéressantes qui y ont été trouvées, et dont plusieurs leur appartiennent exclusivement, paraissent avoir été examinées avec le plus grand soin (sous le rapport de l'exploitation des mines) dans les tems les plus reculés.

La tradition avait conservé d'âge en âge l'idée des mines d'or et d'argent que recelaient ces montagnes; mais le souvenir seul en était conservé, et on ignorait précisément les lieux où elles existaient; ainsi on citait la mine d'or d'Auris, celle de la Demoiselle ou de la Cochette, celle de la Gardette et celle des trois Ellions, mais sans aucuns renseignemens précis à cet égard. Parmi les mines d'argent, nous en trouvons un plus grand nombre encore, mais qui n'étaient guère mieux connues, et dont les premiers travaux se perdent dans la nuit des tems, telles que les mines du Lac-Blanc et de l'Herpie, dans la chaîne des grandes Rousses, au-dessus des communes d'Huez, d'Oz et de

Vaujany, celle de la Garde, celle de Brandes, celles d'Oulles, etc. Ces mines avaient été exploitées autrefois avec activité; mais par des circonstances qu'il est impossible de reconnaître ou même de présumer aujourd'hui, elles avaient été abandonnées entièrement.

La découverte de la mine d'argent des Chalanches d'Allemont en 1768, et les riches produits que cette mine intéressante a donnés pendant plus trente années consécutives, déterminèrent plusieurs Montagnards hardis et entreprenans à parcourir les rochers, les glaciers, et les montagnes les plus escarpées, pour découvrir quelques mines nouvelles et importantes. Ce sont leurs recherches assidues et pénibles qui nous ont successivement fait connaître les riches filons de plomb de Giroze, de l'Ourcière et de Pariset, situés au milieu des glaciers de la commune de la Grave, ceux d'argent gris (cuivre gris argentifère) des glaciers du Villard-d'Arenne, ceux de plomb des glaciers d'Oulles et de Taillefer, ceux de l'Herpie et des grandes Rousses, enfin ceux de Freney, d'Auris, et des glaciers de Saint-Christophe.

La proximité de ces divers glaciers, la fonte tardive des neiges, dont ces contrées élevées, souvent couvertes de frimats et inabordables pendant plus de huit mois consécutifs, la stérilité absolue des rochers, le manque de combustible, l'éloignement des villages ou des lieux habités, enfin les épouvantables tourmentes et les avalanches aussi terribles qui ravagent ces hautes montagnes pendant les deux tiers de l'année, ont forcé de suspendre ou d'abandonner les travaux d'une partie de ces mines,



ou de n'y travailler que pendant la courte durée de la belle saison.

Les travaux les plus anciens dont on ait quelques connaissances certaines, sont ceux qui avaient été entrepris sous les Dauphins; mais avant eux on avait déjà ouvert un grand nombre de mines, et la tradition cite encore des mines anciennes et abandonnées, où des familles de faux monnoyeurs étaient retirées pour pouvoir se livrer tranquillement et avec plus de sûreté à leur honteuse et inexcusable industrie.

Les galeries de la pente occidentale des montagnes de Marone à la Garde, on été ouvertes à une époque inconnue; elles sont hautes, larges, et d'une très-grande longueur; elles ont été ouvertes dans un filon de quartz hyalin blanc et limpide; on s'est servi du feu pour en faciliter l'excavation; leur travail a dû être long et difficultueux; il a dû également exiger des frais très-considérables; on ignore aujourd'hui de quelle nature pouvait être le minerai qui y était extrait; quelque soigneuses et assidues qu'aient été mes recherches, je n'ai pu y découvrir que de légers indices de cuivre gris argentifère, dans un quartz blanc et souvent limpide, qui présentait de magnifiques cristaux de roche; la tradition ne nous donne aucun renseignement sur ces fouilles; les plus anciens du pays n'en ont jamais ouï parler à leurs aïeux, qu'avec la plus profonde et mystérieuse ignorance; les archives de cette commune n'en font aucune mention; enfin je n'ai pu, malgré mes soins, recueillir aucun renseignement sur ces mines.

Sous le Prieuré de la Garde, et sur la rive

droite de la cascade de la Sarenne, la direction des mines d'Allemont fit faire quelques travaux sur un filon de cuivre gris argentifère, et on y découvrit des excavations immenses et ignorées également exploitées par le feu.

Je pourrais citer encore un grand nombre de mines de cette nature, dont les anciens travaux ont été découverts depuis peu, mais dont l'époque nous est inconnue.

Dans les mines de la Cochette, dont l'exploitation a été reprise à différentes époques, et chaque fois abandonnée, à cause de l'âpreté du climat, du voisinage des glaciers, et de l'éloignement des bois et de toute habitation, on a trouvé d'anciens outils de mineurs, et des bûchers en partie consumés. Les mines de l'Argenterie exploitées par les Romains, ont offert la même observation. Ces mines présentent des sujets d'étude plus ou moins variés; mais aucun ne peut en offrir de plus intéressans que celles de Brandes, du Lac-Blanc et de l'Herpie.

### *Mines de Brandes.*

Situation. La montagne de Brandes est située à l'Est de la commune d'Huez dans laquelle elle est comprise. Elle est coupée à pic au midi, sur la rive droite de la Combe de Sarenne, torrent impétueux qui a ses sources dans les glaciers de Clavans, et qui reçoit dans son cours les ruisseaux nombreux qui descendent des glaciers méridionnaux de la chaîne des grandes Rousses. A l'Est et à l'Ouest, cette montagne est isolée par les deux cascades du Riftort et du Bruyant, ou de Saint-Nicolas; au Nord



enfin elle domine les beaux pâturages et les riches prairies d'Huez.

Constitution. Sous le rapport de la constitution, elle est composée de couches d'un gneis quartzeux gris ou verdâtre, quelquefois un peu stéatiteux, dont la direction et l'inclinaison éprouvent de très-grandes variations. A son sommet, qui est nu et stérile, sont quelques petits plateaux séparés par des escarpemens et des déchiremens plus ou moins profonds.

Hauteur. Sa hauteur au-dessus de la Sarenne, du côté de l'escarpement, est de 570 mètres, et de 886 environ au-dessus de la plaine du bourg d'Oisans; ainsi sa hauteur au-dessus de la mer est de 1784 mètres.

Végétation. Sur la pente méridionale, on trouve encore quelques indices de végétation qui se manifestent par des buissons ou des arbres faibles et étiolés; mais vers la partie supérieure on ne trouve plus que le *rhododendron ferrugineum; l'asphodelus; l'iberia rotundi folia; l'hieracium prunelli folia*, etc.

Ancienne tour dite *du Prince Ladre*. Sur le plateau le plus élevé de la montagne, appelé dans le pays *Loumontossa*, est une ancienne tour isolée, de 10 mètres de diamètre intérieur, dont les murs ont plus de 2 mètres d'épaisseur. Dans l'intérieur on aperçoit encore quelques distributions; mais elles sont en grande partie recouvertes par les décombres et les démolitions de la tour. Elle était cernée d'un fossé de 8 mètres de largeur et autant environ de profondeur, taillé dans le rocher et coupé à pic, mais aujourd'hui comblé presqu'entièrement dans quelques endroits.

L'époque de la construction de cette tour est

ignorée. Son état de destruction ne m'a point permis de juger à quel tems on pourrait la rapporter. Elle était bâtie à chaux et sable, avec des pierres prises sur les lieux. La tradition ni les archives de la commune d'Huez n'ont conservé aucun renseignement sur le tems où cette tour fut construite et habitée ; mais on répète généralement qu'elle appartenait à un Prince Ladre (Lépreux) qui, Seigneur suzerain du pays, vint s'y établir pour suivre lui-même l'exploitation des mines des montagnes voisines. Il est impossible de présumer quel pouvait être ce Prince Ladre qui devait avoir des mœurs fort extraordinaires, puisque ces deux habitations étaient situées, l'une sur un rocher escarpé, isolé, stérile, et couvert de neiges ou de frimats pendant huit mois consécutifs, et l'autre au milieu des marais de la plaine du bourg d'Oisans. (*Voyez la première note à la suite du Mémoire*).

Oratoire ou chapelle de Saint-Nicolas.

A l'Ouest et au-dessous de la tour, est un petit oratoire ou chapelle sous le vocable de Saint-Nicolas ; la tradition porte qu'elle a été élevée des débris et sur l'emplacement d'un ancien temple, beaucoup plus vaste. Je n'ai reconnu aucune trace de ce temple ; mais en considérant l'étendue des ruines voisines, je serais en effet porté à croire qu'à l'époque où ces constructions étaient habitées, un temple pouvait bien y avoir été élevé, et qu'il fut ensuite remplacé par cette chapelle. (*Voyez la seconde note*).

Chemin d'Huez dit *le grand chemin du Prince*.

A l'ouest de la montagne de Brandes, en se dirigeant vers la commune d'Huez, on suit un grand chemin de 15 mètres de largeur, pavé



en gros quartiers de rochers, et encaissé entre des blocs de pierre d'un volume considérable. Ce chemin part du village d'Huez, passe aux Haberts ou Chalets-de-Sure, et se dirige jusqu'à la tour du Prince, à travers les belles prairies d'Huez ; il est encore bien conservé dans quelques parties ; l'époque de son ouverture est également ignorée. En remontant au Nord-Est, à travers les prairies et vers le ruisseau du Bruyant, on trouve un autre embranchement qui se dirigeait vers le Lac-Blanc, et allait au Nord, au col de la Cochette, sous la pente occidentale de la chaîne des grandes Rousses. Quelques personnes attribuent ce chemin aux Dauphins, je ne sais sur quel fondement, d'autres le regardent comme une voie romaine, d'autres enfin, et c'est le plus grand nombre, pensent qu'il fut ouvert pour faciliter les débouchés et l'exploitation des mines de ce canton. La tradition du pays est que le chemin des Brandes est l'ancienne route romaine de Grenoble à Turin, et qu'elle fut suivie jusqu'à l'époque du desséchement du lac qui couvrait la plaine du bourg d'Oisans. (*Voyez la troisième note*).

### *Travaux des mines de Brandes.*

Premier filon ; sa manière d'être.

Sur la pente méridionale de la montagne de Brandes, dans la cascade même du ruisseau de Saint-Nicolas, on voit un filon de baryte sulfatée qui descend du sommet au pied de la montagne, jusqu'à la rive droite de la Sarenne. Ce filon est vertical ; il est dirigé de l'Est à l'Ouest, ou dans l'heure 12 avec quelques variations ; sa puissance varie entre 8, 10 et 12 décimètres,

quelquefois même davantage ; on peut suivre pour y arriver, le sentier des Pâtres, qui passe au-dessus de la Combe-Basse, et qui monte à travers la cascade ; mais pour bien juger le filon, il est préférable de monter par les vieux travaux.

Vieux travaux.

Ils se présentent irrégulièrement à diverses hauteurs ; ce sont des entrées de galeries plus ou moins élevées, et dans quelques endroits de grandes excavations de la largeur du filon, sur 7 à 8 mètres de hauteur et même plus. Ces travaux ont été faits partie au pic à roc, et partie avec le feu ; on y voit encore deux puits en partie comblés par les décombres. Quelques galeries sont inondées ; je ne pus y pénétrer, malgré mes intentions à cet égard. Dans la partie supérieure du ruisseau, on trouve un embranchement de filon qui vient se joindre au filon principal ; il est comme lui composé de baryte sulfatée, quelquefois de quartz, et dans une situation verticale, mais dans une direction différente que j'ai rapportée à l'heure 3 occidentale ; quelques travaux y ont été faits au jour, mais ils ont eu peu de suite.

Second filon.

Parmi les ouvertures que j'ai visitées, il en est deux qui m'ont paru avoir eu plus d'étendue que les autres ; elles sont en partie encombrées et en partie inondées ; d'après leur disposition intérieure, je présume qu'elles s'enfonçaient à une grande profondeur dans le filon, et qu'elles servaient de galeries d'écoulement pour tous les travaux supérieurs. Elles avaient été parfaitement percées, et devaient, autant que j'ai pu en juger, remplir le but qu'on s'était proposé à ce sujet.



Au haut de la cascade, et immédiatement sous la chapelle de Saint-Nicolas, est un grand puits percé dans le filon même, mais aujourd'hui comblé : on retrouve plus bas sa communication dans les galeries inférieures.

Au pied de la pente septentrionale de la montagne de Brandes, le filon suit sa direction d'une manière régulière ; il a été attaqué au jour par une grande tranchée encore apparente dans quelques endroits, mais une grande partie remplie des déblais du triage des gangues.

Autres filons.

En suivant la direction du filon, on trouve au Nord-Est de la tour du Prince plusieurs grandes excavations et éboulemens qui se manifestent à la surface de la terre, de manière à indiquer les travaux qui ont été faits par galeries souterraines. On reconnaît par les éboulemens de la prairie quatre directions dans l'heure 3 occidentale, qui désignent des travaux faits sur autant de filons métallifères séparés. Il y a trente ans les terres s'enfoncèrent après la fonte des neiges, et formèrent deux grands entonnoirs de 10 mètres de diamètre qui communiquaient dans les anciens travaux ; deux habitans d'Huez se hasardèrent d'y pénétrer ; ils furent effrayés de l'étendue des excavations, dont ils ne purent parcourir qu'une très-petite partie, ayant trouvé des éboulemens et des chutes d'eau abondantes, provenant des eaux de la surface qui s'enfiltraient par d'anciens travaux supérieurs. On peut suivre la trace des galeries au Nord, dans les prairies, à plus de 100 mètres de distance du filon principal. Aucune de ces galeries n'était boisée ; toutes avaient été taillées dans la

puissance des filons ; dans quelques-unes les deux habitans d'Huez assurèrent avoir trouvé du charbon et des bois en partie brûlés, qui indiqueraient que le feu était employé comme moyen d'excavation.

Composition de ces filons.

J'ai dit plus haut que la gangue du filon principal était de baryte sulfatée, dégageant par le choc du marteau une forte odeur d'hydrogène sulfuré (1). Dans le premier filon intersecteur de la cascade de Saint-Nicolas, j'ai reconnu la même gangue, et je puis présumer avec assez de probabilité, d'après les amas immenses de déblais qui se trouvent sur les vieux travaux au Nord-Est de la tour du Prince, que les quatre filons étaient également de baryte sulfatée présentant le même caractère de fétidité. Cette opinion me paraît même d'autant plus vraisemblable, qu'en remontant dans la même direction que celles de ces filons, l'heure 3 occidentale, vers le Lac-Blanc, j'ai retrouvé dans les rochers des traces de filon de même

(1) La baryte sulfatée fétide, paraît très-abondante dans les Alpes. On trouve dans l'Oisans plusieurs filons puissans qui présentent cette sous-espèce en grande masse laminaire ou compacte ; les filons de Brandes, du Lac-Blanc, de l'Argentifère et de Cormaïeur, dans le Département de la Doire, en sont entièrement constitués. On avait d'abord présumé qu'elle devait son odeur à une décomposition naturelle due à l'influence des intempéries par sa longue exposition sur les déblais des anciens travaux ; mais celle que j'ai moi-même recueillie dans l'intérieur des filons, présente au contraire ce caractère d'une manière plus frappante encore que celle des déblais, et cette odeur est même si forte, que j'ai vu des mineurs se plaindre de l'impossibilité de la soutenir dans les mines où il n'y a pas de double courant d'air.



nature qui répondaient à ceux de Brandes et à ceux du Lac-Blanc, dont je parlerai plus bas.

Nature du minerai.

Si on peut déterminer la nature des gangues des filons de Brandes, il n'en est pas de même de celle du minerai. Surpris de la grande étendue des travaux qui ont été faits dans ces filons, je me suis attaché à reconnaître dans les rebuts du triage et des casseries, quel pouvait être le minerai ; mais le triage a été fait avec tant de soin, qu'après avoir passé plusieurs heures à étudier toutes les gangues différentes que j'ai vues, je n'ai pu trouver qu'un très-petit nombre d'échantillons bien caractérisés, provenant des filons de Brandes ; car on remarque dans les déblais des triages moins exacts de minerais de filons étrangers.

Il paraît que les filons de baryte sulfatée donnaient indistinctement, 1°. du plomb sulfuré argentifère, granuleux et lamellaire ; et 2°. du cuivre gris argentifère. Il est impossible de déterminer quelle pourrait être de ces deux espèces métalliques, celle qui était la plus abondante ; dans les vieux ouvrages je n'ai trouvé que de légers indices de l'un et de l'autre disséminés çà et là, sans ordre et sans aucune suite. Le cuivre s'est quelquefois décomposé, et alors il a formé du cuivre carbonaté qui a coloré la baryte et le mur du filon. Au reste, quelle que puisse être la nature du minerai, on peut juger par l'état des déblais et le soin apporté dans le triage, que ces filons n'ont jamais produit qu'un minerai très-maigre et à bocard.

Enfin dans l'intérieur des travaux qu'on peut encore parcourir, on trouve quelques petits

filons de manganèse oxydé, brun ou noir, pulvérulent, qui traversent le filon de baryte. J'ai essayé ce manganèse pour voir s'il participait à la richesse en argent, du cuivre et du plomb de ce même filon, mais je n'y ai pas même trouvé le plus léger indice de ce métal (1).

Autres filons à Brandes.

Dans l'escarpement Sud-Est de la montagne de Brandes, et au-dessus des Haberts de la Combe-Haute, sur la rive droite de la Sarenne, M. Girard (Ferreol), Maire d'Huez, me fit voir un filon qu'il avait reconnu depuis peu. Il se montre au jour dans une vaste échancrure de rocher, que je présume avoir été occasionnée par quelques anciens travaux. En examinant attentivement ce filon, je reconnus que l'attaque de M. Ferreol Girard, était faite sur l'intersection de deux filons différens de 0 m. 30 c. chacun de puissance, dont l'un est dans la direction de l'heure 12, comme le filon principal de Brandes, et l'autre dans l'heure 3 occidentale, comme les seconds filons des anciens. Quant à leur nature elle est encore la même; ils sont composés l'un et l'autre de baryte sulfatée, compacte, laminaire et fétide; à la ligne d'intersection se trouva un petit filon de manganèse oxydé, brun ou noirâtre,

(1) L'analogie que présente le manganèse oxydé pulvérulent de Brandes, avec celui de la montagne des Chalanches, m'avait fait présumer qu'il pourrait bien contenir un peu d'argent; mais les essais, quoique répétés avec soin, n'ont rien donné à cet égard. Les minerais de manganèse argentifère des Chalanches, contiennent souvent jusqu'à 3 et 4 d'argent pour 100.

encaissé



encaissé entre deux épontes de quartz brun carié. La baryte sulfatée contient des indices de plomb sulfuré et de cuivre gris argentifère, que j'ai trouvés se présenter assez bien pour engager M. Girard à demander la permission d'y faire quelques travaux de reconnaissance.

Ruines de l'établissement de Brandes.

Au Nord de la montagne des Brandes, et au pied des prairies d'Huez, sur l'une et l'autre rive du ruisseau le Bruyant ou du Lac-Blanc, sont des ruines très-étendues de loges ou anciennes maisons qui sont très-nombreuses; les unes paraissent avoir été destinées à des logemens, mais d'autres plus vastes étaient destinées à des battoirs, des pilons, des bocards, des casseries et des laveries; au-devant de ces dernières sont de grands amas de déblais ou de marain provenant du triage des gangues de minerai.

Ces masures formaient quatre hameaux peu distans les uns des autres, dont le principal, situé sur la rive gauche du Bruyant, était séparé par une grande rue. Sa situation immédiate au-dessous de la tour du Prince, donnerait lieu de penser avec assez de fondement, que les ouvriers employés aux travaux de ces mines, étaient des criminels condamnés aux travaux des mines. Ces masures présentent en effet l'aspect d'un bagne ou d'un bâtiment destiné à des forçats (1).

(1) Le *Journal historique et politique de Genève* de 1773, décrit ces ruines comme celles d'une ville romaine Alpicole, qui avait été nouvellement découverte par des

Dans les masures de l'Est, on trouve sur les bords du ruisseau, d'anciennes retenues d'eau encore indiquées par les berges et talus des étangs. Au-dessous sont de grands amas de gangue barytique très-menue, et qui paraissent être sortis d'une laverie ou d'un bocard. Sur les bords du ruisseau, on voit plusieurs meules d'un quartz grenu micacé, et d'autres d'un grès micacé de houillère; ces meules sont de différens diamètres; plusieurs sont usées et paraissent polies par un long frottement. Au-dessous de la chapelle Saint-Nicolas, à l'Est, sont encore d'autres meules semblables, et des mortiers de même pierre de près d'un mètre de diamètre, et d'autant de profondeur. Les habitans d'Huez ont retiré de ces ruines un très-grand nombre de ces meules, dont ils ont fait usage dans leurs moulins et dans leurs maisons pour divers usages.

Entre les déblais des bocards et des laveries, on voit de grands amas provenant du triage. Je les ai examinés avec soin, et j'ai reconnu que le triage fait d'ailleurs avec le plus grand soin, avait lieu sur des minerais provenant de tous les filons des environs qu'on apportait à l'établissement de Brandes; on y trouve en effet des gangues quartzeuses, barytiques, calcaires, ferrugineuses, etc. etc. Tous ces amas de déblais sont très-considérables et très-nombreux. Indépendamment de ceux qui sont amoncelés à la surface de la terre, on en reconnaît encore une quantité au moins aussi considérable dans les anciennes excavations qui avaient été faites à ciel ouvert au pied de la prairie, au-dessous de l'escarpement septentrional de la montagne de Brandes.

chasseurs, et reconnue ensuite par M. le Curé d'Huez; mais quelques personnes allèrent visiter ces ruines, et le prestige levé, on ne reconnut que les masures d'une ancienne et grande exploitation.



Je m'étais flatté de trouver quelques renseignemens dans les archives d'Huez; mais une avalanche qui renversa cette malheureuse commune en 1740 (1) a tout anéanti; M. Robert, un de ses habitans, m'a cependant fait voir un titre qui avait été retiré des ruines de la maison de ses ancêtres, après ce terrible événement. Ce titre qui est en latin, est du 6 décembre

Recherches historiques sur l'antiquité de cet établissement.

(1) Les avalanches et les lavanges sont deux fléaux terribles et destructeurs, dus à la chute des neignes nouvellement tombées, et non adhérentes aux neiges anciennes; elles ont le plus souvent lieu dans les tems doux et humides; le plus léger mouvement dans l'air détermine souvent leur chute, un bruit quelconque, une secousse, une commotion un peu forte, sont encore autant de motifs qui occasionnent la chute des neiges; la masse qui se détache d'abord faible et légère se condense en roulant; elle entraîne les neiges inférieures; leur poids s'accroît avec la masse; la vitesse s'accélère pendant la chûte, et bientôt sa force devient telle, que les obstacles ne tendent qu'à l'augmenter; tout est entraîné. Les arbres sont fracassés, les chaumières renversées, enfin les rochers eux-mêmes sont arrachés, de manière que tous ces obstacles se joignant successivement à la masse, en augmentent progressionnellement l'impétuosité et les ravages. Il n'est point d'année que les vallées des Alpes n'en offrent des effets terribles, et que plusieurs villages qui ont eu l'imprudence de détruire les forêts (seul moyen de contenir et de prévenir les avalanches), ne soient détruits et entraînés entièrement.

1404. C'est une déclaration des habitans d'Huez, des prairies à eux albergées par le Dauphin de Viennois ; quelques-uns d'entre eux déclarent tenir des prairies au-dessus des travaux faits dans les anciennes mines de Brandes, *Fossae fodinae que antiquae Brandarum.* D'autres désignent leurs prairies comme se trouvant au-dessous des filons et veines métalliques : *Brandarum metalli venas.*

Par les lambeaux de la seule reconnaissance du 14e siècle que la commune d'Huez ait conservée de ses anciennes archives, on voit, 1°. que les prairies de Brandes étaient du domaine des Dauphins ; 2°. que l'établissement portait le nom de *ville de Brandes ;* dénomination donnée autrefois assez généralement dans ce pays au principal village ou hameau de chaque commune, comme nous le voyons encore à Allemont, à la Garde, à Vaujany, à Auris, à la Grave, etc. etc. ; 3°. qu'il existait à Brandes un four banal albergé par les Dauphins Guigues ; 4°. que les habitans de Brandes sont *hommes liges du Seigneur, et lui doivent hommages ;* 5°. qu'ils ne sont point taillables ; 6°. que la juridiction, haute, moyenne et basse, appartient au Seigneur, excepté toutefois les articles qui appartiennent à l'Argenterie (ancienne dénomination qui désigne l'exploitation des mines d'argent), lesquels se portent pardevant les Consuls ; 7°. que le quint ou la cinquième partie de tout l'argent, *qui sort de quelque cros ou pertuis*, appartient audit Seigneur ; 8°. enfin que les seuls habitans de la ville de Brandes ont droit de faire *un cros neuf ou pertuis dans l'Argenterie*, à moins qu'un étranger n'en obtienne la permission du Bailli et du Seigneur, et qu'il fasse des expériences devant le Bailli (1).



Il paraît par le premier acte de ces titres, qu'en 1404, les mines de Brandes, depuis longtems, n'étaient plus en exploitation, et par le second, que les filons métalliques des montagnes d'Huez, étaient encore recherchées, et que divers particuliers s'occupaient de leur exploitation ; on avait déterminé les droits seigneuriaux dus par les habitans de Brandes, et les déclarations à faire par les exploitans étrangers qui venaient travailler à ces mines ; mais si le titre du 6 décembre 1404 désigne les travaux de Brandes, sous la dénomination de *Fossae fodinae que antiquae Brandarum*, que devons-nous penser de l'époque à laquelle on avait commencé l'exploitation de ces mines ? elles avaient été probablement exploitées dans le principe, ainsi que je l'ai dit plus haut, par des esclaves ou des criminels condamnés aux travaux des mines (2), et long-tems après eux l'exploitation en fut continuée par les hommes liges du Seigneur haut-justicier.

---

(1) Les preuves de connaissance exigées dans le fait de *minerie et d'argenterie*, de la part des extracteurs, étaient parfaitement vues ; elles avaient été dictées par un esprit très-sage, et dans l'intention de conserver à la postérité une exploitation assurée, en même tems que les extracteurs se livraient à leurs travaux, et en retiraient tous les bénéfices dont les mines étaient susceptibles.

(2) L'exploitation des mines de Cormaïeur, *Curia major*, et de la montagne *del Labyrintho*, dans le Département de la Doire, qui est généralement attribuée aux Romains,

1404. C'est une déclaration des habitans d'Huez, des prairies à eux albergées par le Dauphin de Viennois ; quelques-uns d'entre eux déclarent tenir des prairies au-dessus des travaux faits dans les anciennes mines de Brandes, *Fossae fodinae que antiquae Brandarum*. D'autres désignent leurs prairies comme se trouvant au-dessous des filons et veines métalliques : *Brandarum metalli venas*.

Par les lambeaux de la seule reconnaissance du 14e siècle que la commune d'Huez ait conservée de ses anciennes archives, on voit, 1°. que les prairies de Brandes étaient du domaine des Dauphins ; 2°. que l'établissement portait le nom de *ville de Brandes ;* dénomination donnée autrefois assez généralement dans ce pays au principal village ou hameau de chaque commune, comme nous le voyons encore à Allemont, à la Garde, à Vaujany, à Auris, à la Grave, etc. etc. ; 3°. qu'il existait à Brandes un four banal albergé par les Dauphins Guigues ; 4°. que les habitans de Brandes sont *hommes liges du Seigneur, et lui doivent hommages ;* 5°. qu'ils ne sont point taillables ; 6°. que la juridiction, haute, moyenne et basse, appartient au Seigneur, excepté toutefois les articles qui appartiennent à l'Argenterie (ancienne dénomination qui désigne l'exploitation des mines d'argent), lesquels se portent pardevant les Consuls ; 7°. que le quint ou la cinquième partie de tout l'argent, *qui sort de quelque cros ou pertuis*, appartient audit Seigneur ; 8°. enfin que les seuls habitans de la ville de Brandes ont droit de faire *un cros neuf ou pertuis dans l'Argenterie*,



à moins qu'un étranger n'en obtienne la permission du Bailli et du Seigneur, et qu'il fasse des expériences devant le Bailli (1).

Il paraît par le premier acte de ces titres, qu'en 1404, les mines de Brandes, depuis longtems, n'étaient plus en exploitation, et par le second, que les filons métalliques des montagnes d'Huez, étaient encore recherchées, et que divers particuliers s'occupaient de leur exploitation ; on avait déterminé les droits seigneuriaux dus par les habitans de Brandes ; et les déclarations à faire par les exploitans étrangers qui venaient travailler à ces mines ; mais si le titre du 6 décembre 1404 désigne les travaux de Brandes, sous la dénomination de *Fossae fodinae que antiquae Brandarum*, que devons-nous penser de l'époque à laquelle on avait commencé l'exploitation de ces mines ? elles avaient été probablement exploitées dans le principe, ainsi que je l'ai dit plus haut, par des esclaves ou des criminels condamnés aux travaux des mines (2), et long-tems après eux l'exploitation en fut continuée par les hommes liges du Seigneur haut-justicier.

---

(1) Les preuves de connaissance exigées dans le fait de *minerie et d'argenterie*, de la part des extracteurs, étaient parfaitement vues ; elles avaient été dictées par un esprit très-sage, et dans l'intention de conserver à la postérité une exploitation assurée, en même tems que les extracteurs se livraient à leurs travaux, et en retiraient tous les bénéfices dont les mines étaient susceptibles.

(2) L'exploitation des mines de Cormaïeur, *Curia major*, et de la montagne *del Labyrintho*, dans le Département de la Doire, qui est généralement attribuée aux Romains,

Quant à l'époque où les travaux furent abandonnés, nous n'avons aucune donnée à cet égard, nous en ignorons également et la date et les motifs; mais nous pouvons attribuer leur abandon, 1°. ou à la destruction absolue des bois (1); car il n'existe pas un seul arbre dans toutes les prairies et les montagnes de Brandes, (on trouve quelques frêles mélèses à 500 mètres au-dessous du plateau de *Loumontossa*, dans la Combe de la Sarenne); ou 2°. par les guerres auxquelles ce pays a été long-tems livré par les changemens de Gouvernement et les querelles de religion; ou 3°. par le peu de richesse des filons; ou 4°. enfin par toute autre cause, dont il est aujourd'hui impossible de déterminer précisément le véritable motif.

Gîte de plomb dans le calcaire compacte.

L'examen des déblais et rebuts du triage des anciens m'avait fait juger qu'on transportait à l'établissement de Brandes les minerais extraits de tous les filons voisins; car indépendamment

paraît avoir été faite par des criminels qui étaient condamnés aux travaux des mines par jugement de la *Curia major*, dont cette commune a conservé le nom. Nous voyons en effet que chez les Grecs et les Romains, les criminels étaient condamnés à ces travaux, et que plusieurs autres peuples suivaient le même usage.

(1) La nudité absolue des montagnes de Brandes, la longueur des neiges et des frimats, enfin la force impétueuse des ouragans qui ravagent cette contrée, ne laissent plus aucun espoir de voir recroître les forêts qui ont, dit-on, autrefois ombragé les belles prairies d'Huez; quelques montagnes des environs présentent encore, dans quelques parties, des masses de forêts, même à une très-grande hauteur; mais leur destruction a été si générale à Brandes, qu'il n'en existe aucun vestige.



des gangues barytiques, j'en avais trouvé, 1°. de quartzeuse contenant quelques cristaux de plomb carbonaté avec du plomb arsenié; et 2°. de calcaire compacte, poreuse et chargée d'oxyde de fer avec de belles lames de plomb sulfuré.

A l'examen de cette dernière, je la trouvai semblable à des échantillons d'essais qui avaient été apportés à la fonderie impériale d'Allemont par M. Girard; je lui en fis l'observation, et de suite il me conduisit vers le sommet des prairies d'Huez, en remontant vers le Lac-Blanc, où je reconnus des masses d'un calcaire compacte recouvrant les roches micacées quartzeuses, et contenant des rognons de plomb plus ou moins abondans. La facilité de l'extraction détermina les anciens à y faire quelques travaux; on peut encore reconnaître ceux du jour, mais ceux de l'intérieur sont généralement écrasés; je ne pense pas qu'il y ait eu dans cette partie une grande exploitation. On sait trop bien que le terrain calcaire n'est point favorable aux minerais de plomb, et que si par fois il s'en trouve quelques masses, elles n'y ont que très-peu de suite, et qu'elles y sont communément isolées (1).

(1) La constitution calcaire n'exclut pas absolument la présence des minerais de plomb, mais il est essentiel de bien déterminer la nature de ce calcaire, qui me paraît appartenir aux terrains intermédiaires. Il se trouve communément au passage du sol primitif et du sol secondaire. Il y est en couches plus ou moins épaisses, et fréquemment il a agglutiné des fragmens de roches primitives qui se trouvaient isolées, lorsqu'il a été déposé. Ce calcaire souvent a

Ancien vestige de fonderie.

Après avoir examiné avec le plus grand soin l'étendue des masures et des décombres de Brandes, je m'occupais de la recherche des ruines de la fonderie où devaient se traiter les minerais extraits et préparés. Des scories recueillies dans le lit du Riftort, me donnèrent quelque espoir à ce sujet; mais après les avoir examinées avec soin, je n'y reconnus que des scories de forges à maréchal. Mes recherches furent également infructueuses vers l'Ouest, sur les bords du Bruyant, et j'ai lieu de présumer que la fonderie où se traitaient les minerais préparés, ne pouvaient être que dans quelques parties plus éloignées, et peut-être dans les vallées inférieures de l'Oisans où les forêts étaient plus abondantes (1). Quelques

précédé les schistes et les calcaires argileux, quelquefois il alterne avec un calcaire schisteux, et dans ce cas ils contiennent l'un et l'autre des masses de minerai de plomb, comme on le voit à Arzeliers, Larague et Payre, dans les Hautes-Alpes, ou à Piégu, Curban et Saint-Genis, dans les Basses-Alpes.

(1) La Romanche ayant plusieurs fois inondé la vallée de l'Oisans, et chargé son sol des dépôts des eaux des lacs qui s'y sont formés à différentes époques, il n'est pas surprenant qu'on ne retrouve plus les vestiges de cette ancienne fonderie; mais il est cependant des endroits qui se rapportent assez bien avec l'idée de la fonderie qui avait pu être établie. Le premier et celui qui me paraît le plus vraisemblable, est celui où est aujourd'hui la fonderie impériale d'Allemont; lors de sa construction en 1768, on découvrit dans les fouilles des fondations une très-grande quantité de scories, laitiers et mâchefers. Cet endroit était désigné dans les anciens titres et parcellaires de la commune d'Allemont, sous le nom des *fourneaux*, sans que la tradition eût jamais pu déterminer d'où venait cette dénomination.



personnes ont présumé, je ne sais sur quel fondement, que les minerais de Brandes étaient traités par l'amalgame; je n'ai rien trouvé qui pût appuyer et donner la plus légère vraisemblance à cette opinion; il n'existe pas un seul vestige de fourneau de grillage, et je crois que les mortiers de grès quartzeux, qu'on voit encore près de ces ruines, n'étaient destinés qu'à écraser et pulvériser les minerais (1).

## *Mines du Lac-Blanc.*

Situation de ce lac.

Le Lac-Blanc est situé au Nord-Est d'Huez, entre les montagnes des petites Rousses, et la pente occidentale des grandes Rousses (2) dont il reçoit l'écoulement des glaciers; ce lac est

(1) Le pays n'offre d'autres mines de mercure que, 1°. celle de Gellançon, près de Saint-Arey, dans le canton de la Mure, à six myriamètres Sud de Grenoble, et huit Sud-Ouest de Brandes. Cette mine, dans laquelle on a fait des travaux à une époque inconnue, et qui ont été découverts en 1784 par les recherches de M. Schreiber; cette mine, dis-je, n'a jamais fourni que des échantillons de collection; et 2°. les indices de mercure qui se trouvent dans les minerais argentifères des Chalanches d'Allemont, soit à l'état natif, soit à l'état sulfuré. Dans la supposition où on aurait travaillé les minerais de Brandes par l'amalgame, on n'aurait pu suivre ce procédé qu'en tirant à grands frais du mercure de l'Istrie et de la Carinthie par l'Italie, et les difficultés ou les frais de transports n'auraient jamais permis de l'employer avec avantage au minerai de Brandes.

(2) Cette chaîne de montagne est une des plus élevées du Département de l'Isère; elle est le prolongement de la chaîne des rocs, des grands glaciers et de Saint-Hugon; mais elle en est séparée par la vallée de l'Olle, qui a ses sources au-dessus de Saint-Sorlin, dans le Mont-Blanc.

communément gelé pendant plus de huit mois; c'est à l'extrémité méridionale de ce lac que se trouve la prise d'eau du beau canal d'Arrosage, que les habitans de la commune de Villard-Reculas firent ouvrir, à frais communs, à travers les rochers, il y a plus de 200 ans; ce canal qui a plus de 8000 mètres de longueur, après avoir arrosé les prairies et les herbages du Villard, se précipite en cascade de 188 mèt. de hauteur à pic dans la plaine du bourg d'Oisans.

Nature des montagnes.

Les montagnes des grandes Rousses sont composées de roches granitiques et de gneis quartzeux, souvent stéatiteux, qui passe quelquefois à la contexture du granite. Elles forment une grande chaîne dirigée du Sud au Nord, qui sépare le Département de l'Isère de celui du Mont-Blanc. On trouve sur sa pente occidentale un grand nombre de lacs, dont les plus remarquables sont le lac de la Fare, le lac Rond, celui de Balme-Rousse, etc. La plus haute sommité de cette chaîne est élevée de 2857 mètres au-dessus de la fonderie impériale d'Allemont, et par conséquent de 3629 mètres au-dessus de la mer.

Au-dessous de ces lacs sont les petites Rousses, qui forment une chaîne de près de 12,000 mètres de longueur, dirigées du Sud au Nord; elles sont également composées de gneis quartzeux, micacé et stéatiteux. Mais on y trouve des schistes primitifs et des roches pétro-siliceuses. Au-dessous de cette chaîne sont également plusieurs lacs, dont quelques-uns ont même assez d'étendue. A la base des petites Rousses on trouve, 1°. le calcaire compacte gris,



contenant quelques noyaux quartzeux, des sulfures de fer, et par fois des indices de plomb, de zinc sulfuré; et 2°. les terrains secondaires argilo-schisteux. Le calcaire compacte est à la réunion des deux sols, et les sépare dans toute l'étendue de cette chaîne (1); enfin dans les combes et ravins qui se sont ouverts sur la réunion des deux terrains, on trouve du tuf jaune calcaire plus ou moins poreux.

Filons nombreux et variés.

Les chaînes des grandes et petites Rousses sont coupées par un très-grand nombre de filons, dont quelques-uns sont de quartz, d'autres de baryte sulfatée, et d'autres enfin de fer spathique, de cuivre, de plomb, de zinc, etc. Les filons de quartz offrent de belles cristallisations en quartz hyalin, feld-spath, épidote, etc.

(1) La présence du calcaire compacte à la réunion des terrains primitifs et secondaires, est une observation constante que j'ai fréquemment vérifiée dans les Alpes. Ce calcaire diffère de celui des chaînes subalpines ou des contre-forts occidentaux des Alpes primitifs. Il est moins écailleux, rarement blanc comme lui; il ne contient point de coquilles; souvent il est mélangé d'une grande quantité de silice, qui le fait éteincceller sous le choc du briquet; enfin il me paraît devoir être plutôt rapporté aux terrains intermédiaires qu'au sol de la seconde formation.

Le calcaire qui se trouve dans la vallée du Drac sur les cornéennes amigdaloïdes (*variolites du Drac*), est un peu écailleux, il contient des fragmens de la cornéenne sur laquelle il se trouve. Une observation intéressante que j'ai recueillie dans cette vallée, est que les globules calcaires des fragmens de cornéenne variolite, étaient déjà détruits avant qu'ils eusent été agglutinés par ce calcaire, d'où on peut conclure avec assez de probabilité, 1°. qu'il s'était écoulé un tems considérable entre la formation des variolites et leur décomposition, et 2°. entre celle-ci et la formation du calcaire qui en a agglutiné les fragmens.

C'est dans un de ces filons que l'anatase a été trouvée la première fois qu'elle fut décrite sous le nom de *schorl bleuet d'oisanite* (1) ; enfin c'est encore dans un de ces filons que M. *Schreiber* a trouvé les émeraudes blanches et verdâtres de l'Oisans.

Ancien grand chemin.

Au pied de la grande chaîne des Rousses et sur le plateau des lacs, on trouve une ancienne route semblable à celle du Prince, dans les prairies d'Huez, dont j'ai parlé dans la description des mines de Brandes. Ce chemin qui est encore parfaitement conservé dans les parties où les moraines ne l'ont point recouvert, est pavé en grands blocs de pierre et encaissé par des blocs semblables ; sa largeur est de 5 à 6 mèt. et même plus dans quelques endroits. Il s'étend, dit-on, depuis le Lac-Blanc jusqu'au col de la Cochette, à peu de distance de la mine de la Demoiselle ; les habitans du pays l'attribuent au Prince Ladre, comme la tour de *Loumontossa*, d'autres prétendent qu'il est l'ouvrage des Romains ; il est impossible d'asseoir aucun jugement à cet égard ; il paraît peu vraisemblable que les Romains aient ouvert une grande voie dans un désert aussi reculé, et couvert de neiges pendant plus des deux tiers de l'année ; j'aimerais mieux supposer que cette route fut ouverte pour le transport de tous les minerais extraits dans les montagnes voisines, puisque cette opinion est d'ailleurs appuyée par le fait des grandes exploitations qui eurent lieu autrefois dans ces montagnes.

(1) Ce premier cristal d'anatase ou de titane anatase, est dans la magnifique collection des minéraux de M. Schreiber.



Filon de plomb et anciens travaux d'exploitation.

A l'extrémité Nord-Est du lac, est une grande ouverture dans la montagne ; elle provient d'une ancienne exploitation faite dans un filon de baryte sulfatée fétide de 0,5 m. et 0,6 décimètres de puissance, dirigée dans l'heure 12, comme le filon principal de Brandes. Les travaux consistent en stros ou gradins droits faits dans le filon, qui a été entièrement dépouillé sur une hauteur de 45 à 50 mètres, et autant environ de profondeur sur la largeur du filon. Pour empêcher le rapprochement du toit et du mur, après avoir entièrement dépouillé le filon, on y précipitait par l'ouverture supérieure de gros quartiers de rochers, dont plusieurs encore en place, paraissent avoir parfaitement répondu au but qu'on se proposait ; au fond de cette grande tranchée, on trouve quelques attaques de galeries, mais peu avancées et en partie comblées.

Nature du minerai.

L'extraction a été faite avec tant de soin, qu'on trouve à peine quelques indices de minerai dans le filon, mais dans le fond de la tranchée on reconnaît dans la baryte sulfatée, du plomb sulfuré et du cuivre gris argentifère. Ce dernier y est peu abondant ; il paraît d'après la manière dont ces deux substances sont disséminées dans la gangue, qu'on n'a jamais trouvé que du minerai à bocard.

Constructions ruinées.

Au Sud et au-dessous des travaux de la mine, en descendant vers le lac, on reconnaît encore des ruines de construction, qui offrent des loges de trois mètres de longueur sur deux de largeur environ. Elles pouvaient être au nombre de dix ou douze, et peut-être davantage, mais elles se sont peu à peu recouvertes

par les moraines ; au-dessous de quelques-unes de ces loges, on trouve de grands amas de déblais concassés, provenant du triage et des cassèries ; on assure qu'il existait autrefois des meules et des mortiers de grès quartzeux près de ces ruines, mais elles ont disparu, soit qu'elles aient été recouvertes par la moraine, soit qu'elles aient été enlevées par les habitans des villages ou hameaux de la commune d'Oz, la plus voisine de ce lieu sauvage, désert et glacé.

Autres travaux.

A peu de distance du filon du Lac-Blanc, on retrouve d'autres attaques sur des filons de quartz, mais elles sont peu étendues ; le plomb y est encore plus rare que dans le filon supérieur.

### *Mines de l'Herpie, ou de l'Herpia.*

Situation.

La mine de plomb de l'Herpie est située au-dessus des prairies de Brandes, et à deux heures de marche, en montant au-dessus des derniers haberts ou chalets d'Huez à l'Est, et vers les limites de cette commune et de celle du Freney.

Découverte.

Enterrée sous les déblais et les décombres des moraines (1), cette mine fut découverte dans l'été de 1804 par un chasseur de chamois, qui dans une chute, fut heureusement retenu

(1) Les moraines ou clapisses sont les grands amas de pierre et de rocher qui s'accumulent au pied des glaciers, ou qui sont entraînés par les avalanches. Elles doivent être étudiées avec soin ; car elles présentent fréquemment de nombreux fragmens, des filons et des substances cristallisées qui se trouvent dans les rochers supérieurs, dont la plupart sont souvent inaccessibles.



par une partie saillante du filon sur lequel il remarqua du cuivre carbonaté vert et bleu, très-abondant et en partie cristallisé.

Hauteur et aspect du pays.

Cette mine est située à 2215 mètres au-dessus de la mer. Elle est à la hauteur des glaciers méridionaux de Clavans, et à plus de 200 mèt. au-dessus de la pente septentrionale des grandes Rousses, dans un climat très-froid, sujet aux plus violentes tourmentes et aux avalanches, couverte de neige pendant neuf mois consécutifs, à 700 mètres de la limite des derniers bois, enfin dans un pays entièrement dépourvu de tous moyens d'existence, et n'offrant que la stérilité la plus absolue, ou des précipices et des rochers.

Le 25 octobre 1806 la tourmente (tempête de montagne) fut si violente à l'Herpie, pendant la nuit, que le toit de la maison des mineurs fut enlevé, fracassé, et jeté dans les rochers voisins à plus de 150 mètres de distance. Deux mineurs qui étaient couchés furent ensevelis sous plusieurs mètres de neige, dont ils ne parvinrent à se dégager que le lendemain après plusieurs heures de travail, quand la tourmente fut entièrement appaisée (1).

(1) Les plantes mêmes sont rares dans cette partie, on n'y trouve que le genepie (*artemisia montana*), la renoncule des glaciers (*renonculus glacialis*), la draba hirta, et l'arnica scorpoïde.

Parmi les mammifères, on ne voit que la marmote (*aretomis*), et le chamois (*antelope rupi capra*). Les aigles affectionnent la montagne de l'Herpie, parce qu'elle domine toute l'étendue des prairies et pâturages d'Huez, de Brandes et de Clavans, où ces oiseaux carnivores exercent fréquemment leurs ravages.

Avant les premiers travaux de recherches qui y furent faits en 1805, il n'y avait aucun chemin pour y parvenir, et on était éloigné de gravir à travers des rochers à pic, et même dans quelques en surplomb.

Nature de la montagne.

La montagne de l'Herpie est composée d'un gneis un peu stéatiteux gris, et quelquefois verdâtre, qui est fréquemment coupé de filon de quartz blanc, compacte et cristallisé, lorsque la matière quartzeuse n'a pu remplir toute la puissance du filon. Plusieurs de ces filons de quartz ont été travaillés; on reconnaît encore des attaques au jour, et même deux anciens puits ouverts sur l'un d'eux; mais on ignore à quelle époque ces travaux furent entrepris, et par qui ils le furent.

Manière d'être de la mine.

La mine de l'Herpie consiste en un filon dirigé dans l'heure 10 orientale; il est vertical; sa puissance varie entre 0,4 m. et 0,5 de puissance; dans quelques endroits elle a jusqu'à un mètre; mais alors la richesse du minerai s'appauvrit, et on le trouve mélangé de terre argileuse jaunâtre.

Nature du filon.

Le filon de l'Herpie est un mélangé de différentes substances; on y trouve, 1°. le plomb sulfuré, argentifère, très-riche en argent.

2°. Le plomb carbonaté blanc cristallisé, plus ou moins limpide, et quelquefois coloré.

3°. Le plomb carbonaté terreux, très-riche en argent.

4°. Le plomb arsenié, terreux et pulvérulent.

5°. Le cuivre gris argentifère en masse.

6°. Le cuivre carbonaté, vert ou bleu, cristallisé ou soyeux.

7°.



7°. Le quartz gris, blanc ou noirâtre, en masse.

Et 8°. L'argile ou terre grasse, jaune ou rougeâtre.

La gangue la plus ordinaire de ce minerai est le quartz compacte, noir, blanc ou gris; mais souvent elle y manque entièrement, et le minerai remplit alors toute la puissance du filon qui se réduit, mais se soutient d'une manière plus régulière.

Premières dispositions.

Après la découverte de ce filon, M. Etienne Ronna, habitant du Mont-de-Lans, demanda la permission d'y faire des travaux de recherche et d'exploitation; il pratiqua d'abord un chemin à mulet à travers les rochers, et construisit une maison pour les mineurs au-dessous de la première attaque.

Découverte d'une ancienne exploitation sur un second filon.

En excavant les rochers pour faire l'emplacement de la maison, on découvrit une ancienne galerie en partie encombrée, et recouverte par la moraine. Après avoir déblayé l'entrée de cet ouvrage, on y reconnut un filon semblable à celui d'en haut, sur lequel il paraît qu'on a fait autrefois des travaux assez étendus, en descendant dans le filon même. La nécessité de hâter la construction de la maison, vu la courte durée de la belle saison dans cette région glacée, ne permit point de déblayer entièrement ces anciens ouvrages, dont l'ouverture se trouvant placée dans le bâtiment de la forge, pourra, par la suite, donner la facilité de communiquer dans les travaux supérieurs, sans être exposé aux avalanches ou à la tourmente.

Présomption à l'égard de

Dans la description de la mine de Brandes, j'ai dit qu'en examinant les déblais, j'avais

cette ancienne exploitation.

reconnu dans les rebuts des triages, diverses espèces de gangue, devant provenir de différens filons; j'ai parlé de gangue quartzeuse, contenant du plomb carbonaté, et du cuivre vert ou bleu carbonaté; en comparant attentivement les gangues avec les échantillons retirés de ces anciens ouvrages, j'ai reconnu entre eux la plus grande analogie, et je suis convaincu qu'ils sont du même tems que les travaux de Brandes, et que les minerais qui y étaient extraits, étaient portés au principal établissement. Lorsque les ouvrages seront entièrement purgés et décombrés, on pourra peut-être avoir des renseignemens plus précis à ce sujet; on y a déjà reconnu une excavation faite par le moyen du feu, et des bois en partie brûlés, provenant des anciens bûchers de calcination.

Exploitation de l'Herpie.

L'exploitation entreprise à l'Herpie est encore peu étendue, et ne pourra jamais être suivie d'une manière active; elle consiste présentement, 1°. en une tranchée ouverte au jour dans le filon même; et 2°. dans un ouvrage par stros de 15 mètres de longueur et autant de profondeur, sur un mètre au plus de largeur.

Produits de l'extraction.

Le travail des trois mineurs qui y ont été placés durant les trois mois de la campagne de 1806, a produit 2085 kilog. de minerai de plomb sulfuré argentifère, et 2200 de minerai de plomb carbonaté terreux. En examinant les rebuts du triage, j'ai remarqué que les mineurs s'étaient particulièrement attachés au plomb sulfuré, et qu'ils avaient rejeté faute de connaissance une



très-grande quantité de plomb carbonaté terreux, très-riche en argent.

Les produits de cette extraction, ou les 4285 kilog. de plomb, ont été livrés à la fonderie impériale d'Allemont, suivant leur valeur intrinsèque au cours du jour, déduction faite des frais de bocardage, lavage, grillage, fusion, coupellation, affinage, perte et droit, ou bénéfice de fusion.

1°. En plomb.

| | | |
|---|---|---|
| Les 2085 kilog. de minerai sulfuré, 844 kil. de plomb, ci. . . . . | 844k. | 1416 |
| Les 2200 kil. de minerai carbonaté, 572 kil. de plomb, ci. . . . . | 572 | |

2°. En argent.

| | | |
|---|---|---|
| Les 2085 kil. de minerai sulfuré ont donné 2k,870 d'argent, à raison de 260 g. par 100 kil. de minerai, ci. . . . . | 2k,870 | 6k,170 |
| Et les 2200 kil. de minerai carbonaté terreux, 3k,300 d'argent, à raison de 150 g. par 100 kil. de minerai, ci. . . . . | 3,300 | |

*Observations.*

Les mines de l'Oisans en plomb et cuivre argentifères, sont très-nombreuses; mais la destruction générale des forêts, et le manque absolu des bois dans plusieurs communes, s'opposent à leur exploitation. On pourrait cependant les cultiver avec succès, en accordant des permissons d'extraction sous la condition expresse d'en porter les produits à la fonderie impériale d'Allemont, suivant la valeur des substances métalliques qui en seraient

extraites, déduction faite des frais de fusion, et du droit ou bénéfice que cet établissement serait dans le cas de réclamer.

---

## NOTES.

*Première note.* En juin 1776 on découvrit près de la tour de Brandes, sur le mont *Loumontossa*, dit M. Culet, Curé d'Huez, dans sa Lettre du 9 octobre suivant, au Rédacteur des *Affiches du Dauphiné*, « Un tombeau de » marbre blanc, orné de cristaux parangons (purs, lim» pides, ou de la plus belle eau); il contenait des osse» mens d'une grandeur extraordinaire, et qu'on pourrait » prendre pour ceux d'un second *Ihentobocus* ». Ces ossemens étaient, 1°. un coronal de o m. 26 cent. ou 10 pouces de circonférence.

2°. Deux pariétaux de o m. 32 cent. ou 12 pouces de largeur, et o m. 38 c. ou 14 pouces de longueur.

3°. Un occipital de o m. 16 c. ou 6 pouces dans son milieu.

4°. Deux temporaux de o m. 16, ou 6 pouces.

5°. Un sphénoïde de o m. 26, ou 10 pouces de longueur.

6°. Un éthnoïde de o m. 05, ou 2 pouces.

7°. Un maxillaire de 4 travers de doigt.

8°. Une vertèbre de 4 doigts d'épaisseur et autant de longueur.

9°. Une omoplate de o m. 21, ou 8 pouces à sa base, et o m. 26, ou 10 pouces de longueur.

10°. Un humérus de o m. 48, ou 18 pouces de longueur.

11°. Un cubitus de o m. 42, ou 16 pouces de longueur.

12°. Un radius de o m. 42, ou 16 pouces de longueur.

13°. Un cuboïde de o m. 03, ou 2 pouces.

14°. Un cunéiforme de o m. 03, ou 2 pouces 6 lignes dans sa base.



« Dans le fond du tombeau on voit une très-grande quan» tité de lettres, de chiffres, ou de caractères qu'on ne » peut ni articuler ni additionner. Voici les seuls mots » que j'ai pu lire :

» META TÒ MERAKESTAI ».

Nous avons à regretter que cette découverte n'ait pas été suivie ou reconnue dans le tems par quelque antiquaire. Les renseignemens donnés par M. Culet sont si vagues, qu'on ne sait quel jugement en porter. D'après les deux mots qu'il dit avoir lu et qu'il nous a transmis, il paraît que le tombeau était grec. S'il portait véritablement une inscription semblable, pourquoi se trouvait-elle dans l'intérieur? Cette décoration de cristaux de roches est encore un fait qu'il eût été intéressant de constater; les montagnes d'Huez possèdent de riches cristallières qui ont commencé à être exploitées à une époque très-reculée; mais nous n'avons jamais ouï dire que les anciens eussent placé des cristaux semblables dans les tombeaux.

*Seconde note.* L'oratoire de Saint-Nicolas est en grande vénération dans l'Oisans; le pays des Ucellani de César, ce canton situé dans la partie des Alpes qui sépare le Département de l'Isère de ceux du Mont-Blanc et des Hautes-Alpes, a conservé des usages anciens et des coutumes particulières qui attestent la religion de nos pères, et l'analogie de notre croyance avec la leur. J'ai recueilli dans ces montagnes plusieurs observations qui n'ont pas encore été décrites, et qui seront soumises à l'examen de l'Académie Celtique; pour le présent je me bornerai à parler du pèlerinage de Saint-Nicolas : aussitôt la fonte des neignes, au commencement de juin, les jeunes filles ou les veuves qui veulent être mariées dans l'année, s'empressent de monter à l'oratoire de Brandes. Une pierre aiguë et de forme conique aplatie, est située devant la chapelle du patron; la postulante se tient à genoux sur ce therme tout le tems de son invocation, et si la lassitude la force de suspendre son oraison, elle ne peut la reprendre qu'en se prosternant, et tenant la pierre de St.-Nicolas entre ses genoux. Celles qui ont plus de dévotion, choisissent en montant à l'oratoire la pierre

la plus aiguë qu'elles peuvent trouver, elles l'apportent à Saint-Nicolas, et la déposent à ses pieds avec leur offrande.

*Troisième note.* La tradition qui attribue cette route aux Romains paraît assez fondée, si on en juge par l'itinéraire de Théodose-le-Grand, connu sous le nom de *Table de Peutinger*, qui détermine en effet une voie romaine allant d'Italie dans les Gaules par Briançon, Grenoble et Vienne.

| Table de Peutinger. | | Recherches des lieux, par Danville. | Valeur en toises. | Distances réelles. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Localités. | Milles romains. | | | En toises. | En mètres. |
| Brigantione, in alpe Cotina. . | . . . . . | Briançon. | » | » | » » |
| Stabatione. . . | VIII. | Monestier de Briançon. | 5,648 | 7,000 | 13643 |
| Durotinco. . . | VII. . | Villard d'Arène. | 4,892 | 8,400 | 16372 |
| Mellosedo. . . | X. . . | Mizoen en Oisans. | 7,560 | 8,600 | 16761 |
| Catorissium. . . | V. . . | Lieu près du bourg d'Oisans, que je présume la Garde-sous-Huez. | 3,780 | 5,000 | 9745 |
| Cularone. . . . | XII. . | Grenoble | 9,072 | 25,000 | 48706 |

La trace de la route étant entièrement perdue dans quelques parties, il n'est pas surprenant de voir une différence frappante entre l'évaluation des milles romains, et les distances réelles de quelques-uns de ces lieux; car j'observerai, 1°. qu'on peut supposer avec assez de fondement qu'on aura rapporté dans l'itinéraire les noms des différens lieux qui se trouvaient à proximité de la route, quoiqu'elle n'y



passât pas réellement : 2°. que Danville, dans ses recherches profondes et érudites, a lui-même rectifié différentes erreurs de la table, et qu'il a observé que le copiste a fréquemment porté un V au lieu d'un X; si on ajoute en effet V milles ou 3780 toises aux VII milles, ou 4892 toises qui se trouvent entre *Stabatione* et *Durotinco*, on aura 8672 toises, distance très-rapprochée de la valeur réelle portée ci-dessus à 8400 toises : 3°. Danville, d'après ses recherches, place *Catorissium* vis-à-vis le bourg d'Oisans, mais sans désigner précisément quel pouvait être ce lieu. Berriat de Saint-Prix, dans la savante dissertation qu'il a donnée dans l'Annuaire statistique du Département de l'Isère pour l'an XII, présume que ce lieu était le hameau des *Alberges*, qui est, suivant lui, à 4000 toises de Mizoen; je ne puis être de son avis à cet égard, la gorge de la Romanche n'étant pas ouverte au pont Saint-Guillerme, à l'entrée de la plaine du bourg d'Oisans, et cette plaine formant alors un lac, la route ne pouvait passer aux *Alberges*. Je suis porté à croire que *Catorissium* est le village de la Garde, situé en effet vis-à-vis le bourg d'Oisans, au-dessous d'Huez, et au débouché de la vallée de la Sarenne dans la plaine. Les vestiges d'une vieille tour se remarquent encore à la Garde; le grand chemin des prairies de Brandes descend à Huez, de là à la tour de la Garde, et de cette tour à la plaine. La distance entre Mizoen et la Garde est de 5600 toises en passant par Huez, et d'Huez à la Garde, valeur très-rapprochée de la distance réelle : 4°. la plus grande difficulté est de concilier la distance de XII milles romains entre *Catorissium* et *Cularone*. La Garde et Grenoble. Danville présume qu'on a oublié quelque lieu intermédiaire. Le nombre XII milles se rapporte parfaitement à Gavet, commune située dans la vallée de la Romanche; mais dans ce cas il nous manquerait la distance de Gavet à Grenoble. La table de Peutinger portant XII milles de *Catorissium* à *Cularone*, et ne désignant point de station intermédiaire, il faut présumer que le copiste aura omis deux X; si en effet on les ajoute aux XII milles, on a alors XXXII milles ou 25,000 toises qui répondent assez exactement à la distance de la Garde à Grenoble, en passant par la vallée de Vaulnaveys et Saint-Martin d'Uriage.

Pour plus d'éclaircissement je renvoie aux recherches du célèbre Danville, et à la dissertation précipitée de M. Berriat-Saint-Prix, et j'observerai, avant de terminer, qu'on trouve dans la vallée de la Romanche des vestiges de la voie romaine qui allait des Gaules en Italie. M. de Cambry a bien voulu insérer dans ses recherches sur les monumens celtiques, une notice que je lui adressai sur cette partie de la route romaine, qui se manifeste encore aujourd'hui par des portes taillées et ouvertes dans les rochers les plus escarpés coupés à pic ou en surplomb.



# NOTE

## *Sur plusieurs Substances minérales récemment analysées, par* M. Klaproth.

Par M. Tonnellier, Garde du Cabinet de minéralogie du Conseil des Mines.

### I. *Cannelstein* (Werner).

Cannelstein.

*Analyse de M. Klaproth.*

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 38,80 |
| Chaux. . . . . | 31,25 |
| Alumine. . . . . | 21,20 |
| Oxyde de fer. . . . | 6,50 |
| Perte. . . . | 2,25 |
| | 100,00 |

Ce minéral a été placé par M. Werner, comme espèce dans une même famille, avec le zircon (jargon de Ceylan de l'ancienne minérálogie) et l'hyacinte. La pesanteur spécifique qui, d'après l'estimation de M. Karsten, n'est que d'environ 3,6, c'est-à-dire, bien inférieure à celle du zircon, suffirait déjà pour indiquer une différence entre les deux substances; mais l'habileté bien connue de M. Klaproth, ne laisse aucun lieu de douter que le cannelstein ne doive être séparé du zircon comme ne renfermant pas

de zircône, quoiqu'une analyse publiée dans le n°. 5 du *Journal de M. Gehlen*, cité dans le nouveau *Bulletin des Sciences de la Société Philomatique de Paris* (novembre 1807), y indique la présence de cette terre, dans le rapport de 29 sur 100 (1).

L'analyse que nous donnons ici, tendrait à rapprocher le cannelstein de l'idocrase, qui a présenté les mêmes principes dans des proportions sensiblement égales ; d'un autre côté, les analyses de la prehnite du Cap, et du zoïzite, publiées par M. Klaproth, celle de l'axinite par M. Vauquelin, diffèrent si peu de celle du cannelstein, que le chimiste qui voudrait, d'après les seuls résultats de l'analyse, fixer l'espèce à laquelle il convient de rapporter le minéral en question, se trouverait fort embarrassé, à moins qu'il ne prît le parti de ne faire qu'une seule espèce de toutes ces substances ; ce qui choquerait trop ouvertement les idées les plus généralement reçues et les mieux fondées.

M. Haüy n'a parlé du cannelstein que dans ses cours (2) ; ayant fait mouvoir à la lumière de petits fragmens de ce minéral, il crut y apercevoir les indices de divers joints naturels, dont les uns étaient parallèles aux pans d'un prisme quadrangulaire, et les autres, qui étaient obliques sur les précédens, conduisaient à un octaèdre. Comme la structure du zircon participe des mêmes solides, ce célèbre professeur s'en

(2) Journal de *Physique*, juillet 1807.

(1) Voyez le *Tableau méthodique des espèces minérales*, etc. par M. Lucas fils. Première partie, pag. 257.



tint pour lors à l'opinion qui faisait du cannelstein une variété du zircon, et dont il n'avait d'ailleurs aucun motif de s'écarter, parce ne pouvant estimer, même par approximation, les incidences mutuelles des joints dont j'ai parlé, ni prendre la pesanteur spécifique à cause de la petitesse des grains, il n'était pas à portée de comparer les deux substances. Il a suivi dans ce cas sa méthode ordinaire, qui est de ne se déterminer à admettre de nouvelles espèces, que sur des preuves évidentes. Il attend de nouveaux échantillons de cannelstein, qui lui ont été promis par M. Karsten, pour essayer de faire des observations plus précises sur les caractères géométriques et physiques de ce minéral ; et si la forme de la molécule intégrante, qui a été souvent d'un si grand secours pour fixer la limite entre une espèce et l'autre, laisse prise sur elle, c'est alors que le cannelstein prendra dans la méthode la place qui lui convient, soit qu'il y figure comme une espèce *sui generis*, soit qu'il aille se réunir à quelqu'une des espèces déjà classées.

Je ne peux me dispenser d'indiquer ici un Mémoire de M. Mohs, inséré dans le Journal de M. le Baron de Moll, (*Ephemeriden der Berg-und Huttenkunde ; 2ten Bandes, 2te liferung ; Nurnberg* 1806, pag. 170). Ce célèbre minéralogiste y discute de la manière la plus intéressante et en même-tems la plus détaillée, tout ce qui regarde le zircon, l'hyacinte et le cannelstein. L'auteur qui, dans son excellent ouvrage sur la Collection de minéraux de M. Vonder Null, avait fait deux espèces des deux premières substances, expose dans

toute leur force, les raisons qui obligent à les réunir, ainsi que l'a fait depuis long-tems M. Haüy. Examinant ensuite la troisième substance dont il donne la description, il conclut, d'après l'ensemble des caractères, et sans le secours de l'analyse qui n'avait point encore été faite, que le cannelstein ne peut rester uni au zircon. Portant ensuite ses vues plus loin, ce savant va jusqu'à faire pressentir la place que ce minéral, suivant lui, doit occuper dans la famille du grenat.

Hypersthène.

II. *Hypersthène* (Haüy), *Labradorische Hornblende* (Werner *et* Reuss).

*Analyse de M. Klaproth.*

| | |
|---|---|
| Silice | 54,15 |
| Magnésie | 14,00 |
| Alumine | 2,25 |
| Chaux | 1,50 |
| Oxyde de fer | 24,50 |
| Eau | 1,00 |
| Oxyde de manganèse | un atome. |
| Perte | 2,60 |
| | 100,00 |

Pyrite capillaire.

III. *Fer sulfuré capillaire* (Haüy), *Haarkies* (Werner — Reuss).

M. Klaproth vient de faire en outre l'essai d'un minéral, regardé jusqu'ici, comme une variété de la pyrite martiale, et connu sous le nom de *fer sulfuré capillaire*. Il en a retiré du nickel, un peu de cobalt et de l'arsenic, mais en si petite quantité, qu'elle n'est pas sensible à l'odorat, et ne le devient même que par la fusion du nickel, qui sans cela serait infusible.



M. Lelièvre, Membre du Conseil des Mines, qui avait précédemment soumis la même substance à différens essais chimiques, a obtenu les résultats suivans qu'il a bien voulu me communiquer.

Mis dans l'acide nitrique à froid, pendant 48 heures, le minéral n'a point été déformé, et n'a perdu ni de sa couleur, ni de son brillant.

Chauffé dans l'acide nitrique sans ébullition, jusqu'à évaporation du liquide, il a laissé sur les parois de la capsule, une légère raie jaunâtre; ce qui annoncerait que la substance a été légèrement attaquée.

L'acide sulfurique le dissout; une goutte de la dissolution ayant été versée dans de l'eau, la liqueur ne s'est point troublée; ce qui exclut le bismuth, dont quelques minéralogistes avaient soupçonné la présence. Le résidu n'était point déformé.

Au chalumeau, le minéral mis au bout d'une pince de platine, n'a donné aucune odeur d'arsenic, ni d'acide sulfureux, est devenu noirâtre sans se fondre. — Le verre de borax l'a coloré en bleu léger, d'où M. Lelièvre a conclu qu'il contenait vraisemblablement du cobalt.

On sent aisément que la chimie seule pouvait nous éclairer sur la nature de la substance

dont il s'agit. Les résultats que nous venons de citer, offrent une nouvelle preuve des services importans qu'a rendus à la minéralogie le célèbre chimiste de Berlin; nous lui devons la connaissance du principe colorant de la chrysoprase, que l'on attribuait généralement au cuivre; et nous savons aujourd'hui que cette pierre doit sa belle couleur verte au nickel, qui ne se bornant point à jouer un rôle secondaire comme dans le minéral de la Silésie, remplit la fonction de principe dominant dans la pyrite capillaire.



## *Sur les Muriates de Baryte et d'Argent.*

Par BERTHIER Ingénieur des Mines.

DANS un Mémoire sur le sulfate de baryte, etc. (*Journal des Mines*, vol. 21, p. 303 et suiv.), j'ai supposé que le muriate d'argent contient 0,20 d'acide muriatique, et j'en ai déduit la composition du muriate de baryte que j'ai employé ensuite à des recherches sur les sulfates. De nouvelles expériences m'ayant appris que cette supposition n'est point rigoureusement exacte, j'ai cherché à déterminer avec plus de précision les proportions des muriates de baryte et d'argent.

Muriate de baryte.

J'ai mis 10g de baryte récemment obtenus du nitrate calciné, dans un flacon bouché à l'émeril rempli d'eau; il est resté 0g,4 de carbonate de baryte. La liqueur a été sursaturée d'acide muriatique pur et évaporé à siccité. Le résidu, calciné au creuset de platine, pesait 12g,75. Il contenait 3g15 d'acide muriatique, puisque j'avais employé 9g,60 de baryte caustique. Le muriate de baryte calciné est donc composé de

| | |
|---|---|
| Baryte. . . . . | 0,753 |
| Acide muriatique. . . | 0,247 |
| | 1,000 |

J'ai formé de nouveau du muriate de baryte de toutes pièces, et je l'ai fait cristalliser. 10g ont perdu 1g,5 par la calcination, ainsi le sel cristallisé contient:

| | |
|---|---|
| Baryte. . . . . | 0,64 |
| Acide muriatique. . . | 0,21 |
| Eau. . . . . | 0,15 |
| | 1,00 |

Muriate d'argent.

5g de muriate de baryte artificiel, calciné, contenant 1g,235 d'acide, ont été précipités par le

nitrate d'argent ; il en est résulté 6$^{s}$,75 de muriate d'argent ; ce sel contient donc :

| | |
|---|---|
| 0,183$^{c}$ | d'acide muriatique, et comme il renferme |
| 0,750 | d'argent (voyez le Mémoire cité page 310), il reste |
| 0,667 | qui doivent représenter l'oxygène. |
| 1,000 | |

M. Proust a trouvé (*Journ. de Phys.* vol. 49, p. 221) que 100 d'argent produisent toujours 133 de muriate, et en précipitant un sel d'argent par l'eau de chaux, il a vu que le précipité était composé de 0,905 d'argent, 0,01 de chaux, et de 0,85 d'oxygène. Il en a conclu que l'oxyde d'argent contenait

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0,909 | d'argent et le muriate | 0,751 | d'argent. |
| 0,091 | d'oxygène | 0,180 | d'acide. |
| 1,000 | | 0,069 | d'oxygène. |
| | | 1,000 | |

Il est difficile, en chimie, d'obtenir des résultats qui s'accordent plus parfaitement.

Sulfate de baryte.

8$^{s}$,5 de muriate de baryte calciné que j'avais composé, ont été précipités par le sulfate de soude, et ont donné 9$^{s}$,550 de sulfate de baryte, quantité très-peu différente de celle que j'avais trouvée (Mémoire cité, p. 309), et d'où il résultait que le sulfate contenait 0,345$^{c}$ d'acide. Les proportions du muriate, telles que je viens de les déterminer, prouvent que l'acide entre tout au plus pour les 0,33$^{c}$ dans le sulfate de baryte. Ou si l'on admet d'avance que c'est là la proportion d'acide dans ce sel, comme les expériences décrites (v. 21, p. 303 et suiv.) le démontrent incontestablement, il s'ensuit que les muriates de baryte et d'argent sont directement composés ainsi que je l'ai dit.

# JOURNAL DES MINES.

## N°. 131. NOVEMBRE 1807.

## MÉMOIRE

### *Sur la décomposition des Sulfates par la chaleur.*

Par M. GAY-LUSSAC, Membre de l'Institut.

Lu à la Société d'Arcueil le 11 avril 1807.

(*EXTRAIT.*)

M. GAY-LUSSAC s'est proposé, dans le Mémoire dont je présente ici l'extrait, de faire connaître les effets de la chaleur sur les *Sulfates :* les expériences qu'il a faites dans cette vue, l'ont conduit à des résultats très-différens de ceux que l'on s'était hâté d'annoncer d'après de simples probabilités. A l'avantage d'étendre nos connaissances chimiques, ce Mémoire joint encore celui d'offrir des applications immédiates à la métallurgie, l'une des sciences à l'avancement desquelles ce Journal est consacré. Je présenterai les travaux de M. Gay-Lussac sous ce dernier point de vue, et afin de faire mieux apercevoir ces applications, je prendrai

la liberté de changer un peu l'ordre qu'il a suivi dans l'exposé de ses expériences.

L'auteur a observé les phénomènes qui accompagnent le *grillage* de plusieurs *sulfures métalliques*, ainsi que les résultats de cette opération : ses expériences confirment de nouveau, que la *formation des sulfates* est inévitable dans le *grillage des minerais sulfurés*, et que la séparation du soufre n'est complète qu'après la décomposition de ces *sulfates*. Je vais d'abord faire connaître les expériences qu'il a faites sur cet objet, et je passerai ensuite à la décomposition des sulfates.

. . . . . « Je savais, dit l'auteur, que dans plusieurs fabriques, on fait le sulfate de cuivre en grillant le sulfure dans des fourneaux à réverbère. A Goslard on prépare aussi du sulfate de zinc par un procédé semblable. J'ai essayé d'imiter cette opération en petit, et j'ai parfaitement réussi. Répétée sur du sulfure de fer, et sur un mélange de soufre et d'oxyde noir de manganèse, elle m'a encore donné des sulfates. La température à laquelle ces sulfures ont été grillés est la chaleur rouge à peine visible ».

. . . . . « La formation de l'acide sulfurique dans le grillage des sulfures métalliques, ne leur est point particulière; elle a aussi lieu, et d'une manière bien plus marquée, dans le grillage des sulfures alcalins. J'ai fait du sulfure de potasse qui est resté liquide à une légère chaleur rouge, pendant tout le tems qu'il n'a pas eu le contact de l'air; mais aussitôt qu'il en a eu le libre accès, il a commencé à s'épaissir. Peu de tems après il s'est pris en masse, parce qu'il s'était déjà formé beaucoup de sulfate. Je l'ai retiré



du feu pour le pulvériser, et je l'ai exposé de nouveau à l'action de la chaleur. En moins d'une heure il avait perdu sa saveur sulfureuse, et ne précipitait l'acétate de plomb qu'en blanc. Les acides sulfurique et muriatique n'en ont rien dégagé. Le sulfure de baryte, traité de même, m'a aussi donné du sulfate, mais après trois heures de grillage, à une chaleur rouge, il était encore sulfuré. J'ai essayé ces deux sulfures alcalins, et plusieurs sulfures métalliques à différentes époques du grillage, sans pouvoir en dégager jamais de l'acide sulfureux. Il faut par conséquent qu'ils passent immédiatement à l'état de sulfates ».

« On conçoit très-bien pourquoi les sulfures alcalins passent immédiatement dans le grillage à l'état de sulfates; car M. Berthollet a fait voir (*Mém. de l'Acad.*) que le sulfite de potasse se change en sulfate à une chaleur rouge, en présentant alors un excès de soufre et d'alcali. En traitant de même du sulfite de plomb, j'ai obtenu beaucoup d'acide sulfureux; ce qui prouve que l'oxyde de plomb a une action bien plus faible sur l'acide sulfurique que la potasse. Il est probable cependant qu'il se forme aussi du sulfate avec cet oxyde, et si je ne puis l'affirmer, c'est que celui que j'ai trouvé dans le résidu, pouvait provenir de l'acide sulfurique que contenait mon acide sulfureux ».

« Tous les sulfures métalliques ne sont pas cependant également propres à donner des sulfates par le grillage. Une condition nécessaire pour la formation de l'acide sulfurique, est qu'il puisse se combiner avec une base qui lui fasse éprouver une condensation suffisante. J'ai

pris du sulfure d'étain, dont le métal ne se combine que très-difficilement avec l'acide sulfurique, et je l'ai grillé pendant une heure à une chaleur rouge, sans qu'il se soit produit autre chose que de l'acide sulfureux. De même les sulfures d'antimoine et de bismuth, après avoir été grillés, ne m'ont présenté que des traces d'acide sulfurique. On se rappelle aussi que si on distille des sulfates de ces divers métaux, presque tout l'acide sulfurique se dégage à peu près comme s'il était seul. L'affinité du métal pour l'oxygène a aussi une influence. Quand on distille du sulfure d'argent dans une cornue de grès à un grand feu, il ne se décompose pas; mais si on le grille, il se décompose avec la plus grande facilité; il ne se dégage que de l'acide sulfureux, et l'argent ne s'oxyde pas ».

« Voilà donc une circonstance importante, la condensation de l'acide, qui modifie les phénomènes que présentent les sulfures métalliques dans leur grillage. Quand les métaux ont la propriété de se combiner avec l'acide sulfurique, et de lui faire éprouver une certaine condensation, il se forme toujours des sulfates. Quand au contraire ils ne peuvent se combiner que très-difficilement avec lui, il ne se forme que de l'acide sulfureux qui s'échappe, sa grande élasticité ne pouvant être vaincue par l'affinité des oxydes métalliques ».

Passons à la décomposition des sulfates, qui est l'objet principal du Mémoire de M. Gay-Lussac.

..... « On pensait, dit l'auteur, qu'en distillant un sulfate métallique, on obtenait de l'acide sulfurique, si l'oxyde n'était pas susceptible d'un degré ultérieur d'oxydation, ou de l'acide sulfurique, s'il pouvait s'oxyder davantage. On pensait aussi que tous les sulfates alcalins et terreux avec excès d'acide, étaient ramenés à l'état neutre par l'action du calorique, ou entièrement décomposés, en ne donnant pour résultat que de l'acide sulfurique : cette théorie n'est point l'expression de faits exactement observés ». . . .





.... « Le premier sulfate qui a été soumis à l'action de la chaleur, est le sulfate de cuivre. Il a d'abord passé de l'eau, mais aussitôt que la cornue a commencé à rougir, il s'est élevé des vapeurs blanches d'acide sulfurique qui étaient accompagnées d'un gaz nébuleux, sentant vivement l'acide sulfureux, et dans laquelle une allumette s'enflammait plusieurs fois de suite quand il avait été lavé. Ce gaz était donc un mélange de gaz acide sulfureux et de gaz oxygène. A mesure que la distillation faisait des progrès, il m'a paru que la quantité d'acide sulfurique diminuait, relativement à celle du gaz oxygène et de l'acide sulfureux, et que par conséquent il échappait moins d'acide à la décomposition qu'au commencement de l'opération. Quand il ne s'est plus rien dégagé, j'ai retiré la cornue. L'oxyde n'avait pas éprouvé de fusion, et il retenait de l'acide; ce qui prouve qu'à une température plus élevée, le sulfate de cuivre eût été décomposé complètement. L'acide sulfureux et le gaz oxygène provenaient nécessairement de la décomposition immédiate de l'acide sulfurique. L'oxyde de cuivre s'est dissout en effet dans l'acide nitrique sans effervescence, et on sait que dans

expériences précédentes, parce qu'il s'est dégagé très-peu d'acide sulfurique. L'opération terminée, j'ai trouvé dans la cornue de l'argent en culot parfaitement réduit. Ainsi, de même que les autres sulfates, celui d'argent se décompose par l'action du calorique, mais il donne plus d'oxygène qu'eux; d'une part, à cause de la réduction du métal, et de l'autre, parce qu'il ne laisse dégager que très-peu d'acide sulfurique ».

« J'ai ensuite préparé du sulfate de mercure en précipitant du nitrate de mercure peu oxydé avec du sulfate de soude. Le précipité lavé et séché, a été exposé à la chaleur dans une cornue de verre non lutée. A peine celle-ci a-t-elle commencé à rougir, que le sel est entré en fusion, et que bientôt il s'est décomposé. Il a passé très-peu d'acide sulfurique, et il s'est sublimé du mercure avec un peu de sulfate. Les autres produits ont été de l'acide sulfureux et du gaz oxygène mélangés dans le rapport de 51,5 à 48,5. Quoique l'oxyde de mercure demande pour se réduire une température plus élevée que l'oxyde d'argent, le sulfate de mercure se décompose cependant plus facilement que celui d'argent. Cette différence peut dépendre sans doute en partie de l'affinité des métaux pour l'acide sulfurique, mais elle doit tenir aussi à la grande volatilité du mercure. En général il me paraît que l'affinité, la réduction plus ou moins facile des métaux, et leur volatilité, doivent être regardées comme autant de causes qui peuvent modifier l'action du calorique sur leurs sulfates ».

« D'après une première expérience dans laquelle je n'avais pas employé une température suffisamment élevée, j'avais conclu que le sulfate de plomb ne se décomposait pas par la chaleur. Mais en me servant d'un fourneau à réverbère, surmonté d'une cheminée, j'ai obtenu une décomposition, et j'ai recueilli beaucoup de gaz oxygène et d'acide sulfureux. Je n'ai pas aperçu de plomb réduit, ni une quantité très-sensible d'acide sulfurique. Il serait bien possible que la séparation de l'acide eût été déterminée par l'action de la cornue de grès; car elle était recouverte intérieurement d'un vernis vitreux (1). Quoi qu'il en soit cependant, il est évident que le sulfate de plomb, qui est insoluble et sans excès d'acide, et dont la décomposition ne peut être favorisée ni par la facile réduction de l'oxyde, ni par la volatilité du métal, est beaucoup plus difficilement décomposable par le feu que les sulfates acides et solubles. On pourrait donc conclure que les sulfates insolubles résistent plus à l'action du calorique que ceux qui sont solubles, et qu'ils laissent dégager beaucoup moins d'acide sulfurique. Mais pour que cette conclusion ait plus de généralité, il faut faire entrer en considération la réduction plus ou moins facile des métaux et leur volatilité ».



« On a pu remarquer que les sulfates solubles ont donné plus d'acide sulfurique que ceux qui sont insolubles. Quand les premiers ont perdu

(1) Ce soupçon de l'auteur me paraît très-bien fondé; et la grande affinité de l'oxyde de plomb pour les terres, et sur-tout pour la silice, doit faciliter la décomposition du sulfate, si elle n'en est pas la seule cause.

une partie de leur acide, leur solubilité en est diminuée, l'acide restant est retenu avec plus de force, et ils doivent alors se rapprocher des seconds. On peut concevoir dans les sulfates métalliques deux portions d'acide ; l'une qui est retenue faiblement, s'échappe sans éprouver la décomposition, l'autre, qui est retenue plus fortement, supporte une température plus élevée, et se décompose en acide sulfureux et en gaz oxygène. Ces deux portions d'acide qu'on peut concevoir dans les sulfates, varient pour chacun d'eux, et il paraît, toutes les autres circonstances étant d'ailleurs égales, que plus un sel est soluble, et avec excès d'acide, plus on obtient d'acide sulfurique dans sa distillation. C'est à cause de cette propriété qu'on peut préparer de l'acide sulfurique, comme on le fait en Allemagne, en distillant du sulfate de fer ou de zinc. Les sulfates insolubles ne seraient nullement propres à cet objet «.

M. Gay-Lussac a étendu ses recherches aux sulfates alcalins et terreux : il a observé que les sels avec excès d'acide, se comportaient absolument comme les sulfates métalliques, c'est-à-dire, qu'ils donnaient de l'acide sulfurique, de d'acide sulfureux et de l'oxygène. Ceux de ces sulfates qui ne prennent point d'excès d'acide, ne donnent, lors même qu'on leur ajoute de l'acide sulfurique, ni acide sulfureux, ni gaz oxygène, et l'on n'obtient que l'acide excédant à leur neutralisation : tels sont les sulfates de baryte, de chaux, etc.

L'auteur faisant l'application de tous ces faits au *grillage* des sulfures, conclut.... « Que lorsque le grillage se fera à une température égale,



et à plus forte raison, supérieure à celle à laquelle les sulfates sont décomposés, il ne se produira pas d'acide sulfurique ; tout le soufre se dégagera en gaz acide sulfureux ».

« Outre cette manière de décomposer les sulfates par la chaleur, il en existe une autre plus commode, en ce qu'elle exige une température moins élevée. C'est celle qu'a employée M. Guenyveau pour décomposer le sulfate de plomb, en le distillant avec le sulfure du même métal. Je me suis assuré qu'en traitant de même les sulfates de fer et de cuivre avec les sulfures respectifs de ces métaux, on n'obtenait que de l'acide sulfureux ; ce qui prouve, 1°. que par ce moyen on peut séparer le soufre des sulfures et des sulfates métalliques ; 2°. que pour que cette séparation ait lieu, il n'est pas nécessaire d'employer une température aussi élevée que pour décomposer les sulfates ».

« Enfin, en distillant un oxyde métallique et son sulfure, on obtient beaucoup d'acide sulfureux et un peu de sulfate ; mais si la température est suffisamment élevée, il ne reste que du sulfure ou seulement de l'oxyde, suivant les proportions qu'on a employées ».

« Maintenant que nous connaissons les diverses circonstances qui peuvent se présenter dans le grillage d'un sulfure, il est facile d'en présenter la théorie. Griller un sulfure, c'est, en dernier résultat, en séparer le soufre par l'action simultanée de l'air et de la chaleur. Les produits que l'on obtient varient en général suivant la température et le sulfure qu'on grille. A une température rouge ordinaire, les sulfures

dont les métaux ne se combinent que très-difficilement avec l'acide sulfurique, ne donnent presque que de l'acide sulfureux. Ceux, au contraire, qui le condensent fortement, donnent encore, à la vérité, de l'acide sulfureux, mais il se produit en même-tems de l'acide sulfurique qui reste combiné avec les oxydes. A une température très-élevée, et supérieure à celle qui serait nécessaire pour décomposer les sulfates, tous les sulfures ne donnent que de l'acide sulfureux. Une fois qu'il s'est formé du sulfate, il peut être décomposé par une action plus énergique du calorique, ou mieux encore par celle des parties du sulfure qui n'ont encore éprouvé aucun changement. Enfin, quand d'autres portions ont perdu leur soufre et se sont oxydées, elles peuvent enlever du soufre à celles qui le conservent encore, et le changer en acide sulfureux ».

L'auteur a profité de la facilité avec laquelle, dans la décomposition des sulfates, l'acide sulfurique offre ses deux composans, acide sulfureux et oxygène, pour déterminer la composition de cet acide; il a trouvé que 100 parties en volume de gaz acide sulfureux, prennent 47,79 parties de gaz oxygène pour former de l'acide sulfurique; et en admettant les proportions données par Klaproth pour le sulfate de baryte, il en déduit la composition de l'acide sulfureux, qui est 100 de soufre avec 91,68 d'oxygène.

M. Gay-Lussac décrit ensuite l'expérience ingénieuse dans laquelle il a décomposé l'acide sulfurique pur, par la simple chaleur, en le faisant passer à travers un tube de porcelaine



incandescent, et en a obtenu du gaz acide sulfureux et du gaz oxygène. Cette expérience donne l'explication de la décomposion des sulfates.

« Tous les sulfates neutres ou acides, qui perdent leur acide à une température inférieure à celle qui est nécessaire pour décomposer l'acide sulfurique, se décomposeront en ne donnant ni oxygène, ni acide sulfureux. Tous ceux, au contraire, qui retiennent assez fortement tout leur acide pour qu'il puisse résister à une chaleur égale ou supérieure à celle qui décompose l'acide sulfurique, ne donneront que du gaz oxygène et de l'acide sulfureux. Enfin, comme dans une combinaison toutes les portions des élémens ne sont pas également retenues, il y a des sulfates dont la décomposition participera des deux précédentes, et qui donneront de l'acide sulfurique, du gaz oxygène et de l'acide sulfureux ».

Ainsi donc, en faisant abstraction de l'influence particulière de telle ou telle base, on doit considérer l'affinité qui unit l'acide sulfurique à la base avec laquelle il forme un sulfate, comme une force qui lui permet de supporter, sans se volatiliser, une chaleur suffisante pour le décomposer, tandis que s'il eût été libre, il se serait soustrait à l'action décomposante du calorique, long-tems avant d'avoir éprouvé la chaleur nécessaire à cette décomposition: mais cette force d'affinité est aussi un obstacle de plus qui doit être surmonté par l'action du calorique; cet obstacle est très-considérable lorsque la base n'éprouve aucun

changement par la chaleur, comme l'oxyde de plomb dans le sulfate de plomb, et les alcalis fixes dans les sulfates alcalins.

Je terminerai là cet extrait, quoique le Mémoire contienne encore beaucoup de recherches très-délicates et très-importantes pour la théorie chimique de plusieurs phénomènes; je renvoie d'autant plus volontiers à l'original, qu'il fait partie d'un recueil qui sera lu sans doute avec le plus grand intérêt par tous ceux qui cultivent les sciences.

*Conclusion.*

« 1°. Tous les sulfates métalliques sont décomposables par l'action de la chaleur, en donnant des résultats dépendans de l'affinité des métaux pour l'acide sulfurique. Les sulfates dans lesquels l'acide est peu condensé, ne donnent à la distillation que de l'acide sulfurique. Ceux dans lesquels il est retenu beaucoup plus fortement, et qui sont insolubles, donnent de l'acide sulfureux et du gaz oxygène; enfin les sulfates qui ont des propriétés communes aux précédens, et qui sont acides et solubles, donnent de l'acide sulfurique, du gaz oxygène et de l'acide sulfureux ».

« 2°. Dans le grillage des sulfures métalliques, les produits varient suivant la température et suivant les sulfures. A une température fort élevée, il ne se produit que de l'acide sulfureux; à une température inférieure, il se produit d'autant plus d'acide sulfurique, que les oxydes peuvent le condenser plus fortement; il ne s'en forme point quand ils n'ont qu'une très-faible affinité avec lui ».



« 3°. Tous les sulfates terreux qui sont naturellement acides, sont décomposables par le feu en donnant de l'acide sulfurique, du gaz oxygène et de l'acide sulfureux ».

« 4°. Les sulfates neutres alcalins ne se décomposent pas au feu, excepté le sulfate d'ammoniaque; mais quand ils peuvent former avec un excès d'acide des sels cristallisables, le condenser et diminuer sa volatilité, une partie de cet excès d'acide se change en gaz oxygène et en acide sulfureux ».

« 5°. Les sulfates traités au feu par les acides phosphorique et boracique, donnent de l'acide sulfurique, du gaz oxygène et de l'acide sulfureux ».

« 6°. L'acide sulfurique est composé en volume de 100 de gaz sulfureux et 47,79 de gaz oxygène ».

« 7°. 100 parties en poids de soufre prennent, pour se convertir en acide sulfureux, 50,61 d'oxygène, tandis que pour se changer en acide sulfurique, il leur en faut 85,70 ».

« 8°. L'acide sulfurique se décompose seul par la chaleur, en gaz oxygène et en gaz acide sulfureux ».

« 9°. Une grande élévation de température n'est pas une condition favorable à la production de l'acide sulfurique, elle lui est au contraire opposée. Au moment de la combustion du soufre, il ne se produit que du gaz sulfu-

reux, soit qu'elle ait lieu dans l'air ou dans le gaz oxygène, et l'acide sulfurique que l'on obtient dans les chambres de plomb, doit être le résultat de l'action du gaz nitreux et de l'air sur l'acide sulfureux, ainsi que de celle que ce dernier gaz exerce sur l'oxygène par le moyen de l'eau ».

SUR



## SUR LES MINES DE PLOMB

## *Du* Bleyberg, *Département de la Roër* (1).

Par M. DARTIQUES, Propriétaire des Verreries et Établissemens de Vonèche, Département de Sambre-et-Meuse, près Givet.

CETTE mine, ou plutôt ce dépôt de minerais de plomb, était peu connue en France avant la réunion des neuf Départemens de la rive gauche du Rhin. A cette époque on confondait tous les plombs qu'on tirait de Cologne, sous le nom générique de *plomb de Cologne*, ou de *plomb d'Allemagne*, et même encore à présent peu de personnes, parmi les consommateurs, qui devraient le plus en être instruits, savent qu'il existe en France un dépôt aussi abondant et aussi productif que celui qui va faire le sujet de ce Mémoire.

Situation de la couche métallifère.

A l'extrémité septentrionale de cette suite de petites montagnes boisées ou stériles, qu'on appelle *Ardennes*, et qui comprennent presque tout l'espace renfermé entre la Meuse, la

(1) L'Ingénieur en chef des Mines, M. le Noir, dont nous regrettons la perte, avait déjà donné deux Notices intéressantes sur ces mines, imprimées dans les N^os^. 81, pag. 190, et 92, pag. 157 du *Journal des Mines*, le Mémoire de M. Dartiques, contenant des détails qui n'avaient pas encore été publiés, nous avons pensé qu'il intéresserait nos lecteurs. (*Note des Rédacteurs du Journal*).

Moselle et le Rhin, est une chaîne qui s'avance vers les plaines situées entre Cologne et Bonn. C'est au milieu de cette dernière chaîne de montagnes que se trouve celle appelée *Bleyberg* (montagne de plomb), rapport à la quantité de plomb qu'on en retire. Elle s'étend de l'Est-Sud-Est à l'Ouest-Nord-Ouest, dans une longueur d'environ 6 à 7000 mètres, et sur une largeur variée. C'est sur le côté incliné vers le Nord, que se trouve la couche de mine exploitée dont il va être question; cette couche suit une direction parallèle à celle du sommet de la montagne; dans cette étendue le terrain s'élève ou s'abaisse à différens endroits, de manière à former plusieurs monticules et plusieurs vallées auxquelles on a donné des noms particuliers. Au bas de la montagne coule, vers le Nord-Est, un ruisseau appellé *Bleibach* (ruisseau de plomb); ce ruisseau, après avoir mêlé ses eaux à celles de plusieurs autres petites rivières, va les jeter dans l'Erft, qui lui-même se perd dans le Rhin, vis-à-vis de Dusseldorf.

Le *Bleyberg* appartenait autrefois à différens Souverains: partie était du pays de Cologne, partie du pays de Juliers; mais le canton le plus exploité dépendait de la Baronnie de Commeren, dont le Prince d'Aremberg était Suzerain.

Ce n'est pas seulement dans la partie proprement appelée *Bleyberg* qu'on trouve du plomb, tous les environs, sur-tout en avançant vers la petite ville appelée *Call*, à l'Ouest, présentent des traces d'exploitations anciennes très-considérables. Partout dans ces cantons on trouve



des indices plus ou moins remarquables de mine de plomb. Le ruisseau d'Eiks, qui coule dans une direction à peu près parallèle à celle du Bleibach, mais plus au Nord, offre des traces d'exploitation bien évidentes, puisqu'au petit village nommé *Bleibür* (village de plomb), on voit encore les restes d'une ancienne galerie d'écoulement, et qu'on marche partout sur des scories provenant d'anciennes fonderies.

Les échantillons de minerai qu'on retire en remontant du côté de *Call*, sont même bien plus riches et plus beaux que le minerai qu'on exploite aujourd'hui, mais ils sont trop peu abondans pour fournir à une exploitation. Souvent du côté de *Dottel* et de *Keldenich*, en tirant la mine de fer qui produit le fer estimé de l'*Eïfel* (nom qu'on donnait autrefois à cette province), on trouve de magnifiques morceaux de galène cristallisée, ou même de plomb oxydé presque pur, puisqu'il fournit à l'analyse jusqu'à 0,85, et 0,88 de plomb métallique.

La couche actuellement exploitée a déjà été reconnue sur l'étendue que j'ai indiquée de 6 à 7 kilomètres sur une ligne presque droite, et en suivant les parties saillantes de la croupe de la montagne aux lieux appelés *Calemberg*, le *Frauenbusch*, le *Kolhaw*, le *Schafenberg*, la *Péterheide*, le *Sithart*, le *Mechernicherberg* et le *Sensel buchel*.

Ce dépôt, qui est une couche sableuse, ainsi que je le dirai tout-à-l'heure, suit assez volontiers les inégalités qu'on voit à la superficie du terrain, de sorte que son sommet est partout environ à 30 ou 40 mètres de cette superficie;

mais comme elle s'enfonce vers le Sud sous un angle de 45° environ, bientôt cette inclinaison, jointe au talus ascendant de la montagne qui peut être de 30°, augmente considérablement la profondeur des puits perpendiculaires. D'ailleurs les eaux venant plus ou moins promptement gêner les travaux, on peut dire que la couche n'est connue que par son sommet; on ignore quelle est son épaisseur, malgré qu'on l'ait percée dans certains endroits jusqu'à plus de 40 mètres; et l'on ne sait pas quelle est sa largeur, quoiqu'on la connaisse dans quelques parties sur plus de 50 à 60 mètres de largeur, ou pour mieux dire encore, la montagne entière, pendant près de deux lieues de long, et sur-tout son penchant septentrional, n'est qu'une mine de plomb continue dont on exploite seulement les parties les plus riches.

Nature de la mine.

Le minéral de plomb qu'on exploite est une galène disséminée au milieu d'un sable siliceux, blond ou blanchâtre, légèrement aggloméré; c'est évidemment une mine d'alluvion. Le sable qui la renferme est lui-même par couches et par dépôts; il est souvent mêlé de cailloux roulés très-abondans, et même ces cailloux forment en général le toit de la mine, depuis l'endroit où ils couvrent le sable métallifère, jusqu'à la superficie du terrain. Il faut donc presque partout percer les couches de cailloux roulés pour arriver à la veine métallique. Souvent encore le plomb se trouve au milieu de ces cailloux, comme on le voit dans les tranchées des travaux faits à jour par les anciens, sur les croupes du *Kalemberg* et du *Kolkaw*. Dans ce cas la galène est comme imbibée, si je puis m'exprimer ainsi, dans la pâte qui a rempli les interstices. Quelquefois aussi on trouve entre ces cailloux, au lieu de pâte métallifère, de la galène pure et cristallisée, mais rarement les morceaux en sont un peu gros.



Le *plomb sulfuré* contenu dans le sable qu'on exploite maintenant, y est disséminé d'une manière peu uniforme. Si l'on écrase l'espèce de grès formé par l'agglomération du sable, il reste de petites portions plus difficiles à diviser, lesquelles sont appelées *knotes*. La knote brisée est bleue dans son intérieur; et bien qu'elle soit aussi composée de petits grains de sable, on voit à l'œil nu que tous ces petits grains sont empâtés dans de la galène, mais rarement cette galène offre des cristaux d'un demi-millimètre de grosseur. Les *knotes* elles-mêmes sont grosses comme des grains de poivre, quelquefois un peu plus, souvent beaucoup moins.

La richesse de la mine consiste donc dans la quantité de *knotes* que le sable renferme, et dans leur qualité. En effet, elles sont plus ou moins plombifères; il y en a qui sont empâtées d'un plomb sulfuré, pur et cristallisé en cristaux infiniment petits; ce sont les meilleures. Dans d'autres le plomb sulfuré est mêlé de zinc sulfuré; celles-ci sont beaucoup moins estimées et moins productives. On en trouve où la pâte est plus ou moins terreuse, et quelquefois même cette pâte n'est qu'un ciment absolument terreux. Ces dernières sont appelées *knotes folles*. D'autres fois la *knote*, au lieu de contenir du *plomb sulfuré*, contient du *plomb carbonaté*,

alors elle est blanche, ce qui la fait moins rechercher pour la fabrication de l'alquifoux, quoiqu'elle produise plus de plomb à la fonte. Enfin il y a des parties de la montagne où l'on trouve des knotes bleues et vertes, colorées par le cuivre; celles-ci sont encore peu estimées. Ces différentes variétés ne se trouvent pas mélangées, mais se rencontrent particulièrement dans certains cantons et dans certains *bures* qu'on connaît pour fournir une espèce particulière de minéral; ainsi le Frauenbusch est le canton qui maintenant produit le *plomb sulfuré* le plus pur, et le Kalemberg ou la Péterheid fournissent une mine contenant beaucoup plus de plomb blanc ou de *plomb carbonaté*.

La pureté du plomb qu'on exploite dans le Bleyberg, n'est jamais que relative. Tous les plombs retirés de ce pays, contiennent une plus ou moins grande quantité de cuivre et un peu de fer qui en alternent la qualité; l'argent y est très-peu abondant. Les plombs les plus riches que j'aie trouvés, parmi les nombreux essais que j'en ai faits, ne contenaient pas plus de $\frac{1}{3200}$ de fin, et j'en ai vu qui n'en contenaient que $\frac{1}{15000}$. La proportion du cuivre varie aussi; mais elle y est notable, et je pense même que c'est à elle qu'on doit attribuer la qualité délétère des eaux du Bleibach. Les gens du pays prétendent que c'est le plomb emporté par les eaux de ce ruisseau qui fait mourir les bestiaux qui s'y abreuvent, ou mangent les herbes poussées sur ses rives. Le plomb sulfuré étant peu ou point soluble, tandis que les oxydes de cuivre le sont beaucoup, je croirais plutôt que les



eaux doivent à ces derniers leur propriété nuisible; l'existence du cuivre est démontrée par l'analyse des plombs, mais aussi l'on voit dans les galeries d'écoulement des veines très-épaisses d'où l'oxyde de cuivre, délayé par les eaux, vient sortir en nature avec elles. Non loin de ce canton, il existe une mine de cuivre qui a été anciennement exploitée, et qui le serait peut-être encore avec avantage, s'il se trouvait des gens intelligens qui voulussent l'entreprendre.

Historique de son exploitation.

L'on ignore l'époque où l'exploitation de ces mines a dû commencer; mais il paraît qu'elles ont été exploitées très-anciennement, si l'on en juge par l'immensité des décombres qui ont été entassés auprès des exploitations à jour, non-seulement au Bleyberg, mais aussi à *Dottel*, *Koldenich*, *Heistel*, *Bleibür*, et dans plusieurs autres endroits. Il n'y aurait rien d'étonnant qu'elles le fussent depuis mille ans; mais on n'a des renseignemens exacts que depuis deux siècles environ.

Ce fut en 1629 que le Duc d'Aremberg donna une *concession de galerie* dans la partie du Bleyberg, située sur le territoire de la Baronnie de Commeren. Suivant l'usage de ce pays, en obtenant ces sortes de concessions, on s'engageait à pousser à ses frais une galerie d'écoulement, dans une certaine direction, à l'entretenir, etc. et pour cela on profitait de tout le minerai qui se rencontrait dans le trajet de cette galerie, ainsi que de celui qui existait jusqu'à une distance convenue de quelques toises. Le droit de tirer le minerai était une espèce de

droit communal, et chaque petit morceau de terrain était au premier occupant, pourvu qu'il fût de l'endroit : tous ces petits extracteurs particuliers payaient à celui qui faisait la galerie, une dîme pour toute la partie du minerai qu'ils tiraient au-dessus du niveau de cette galerie : d'où il arrivait souvent que l'entrepreneur de la galerie n'avait aucun intérêt dans toutes les fouilles partielles qui se faisaient autour de la galerie ; quelquefois même un second entrepreneur obtenait une concession pour faire une galerie plus profonde que la première, et alors son droit de dîme s'exerçait sur tout ce qu'on retirait entre le niveau des deux galeries. Il est facile de sentir combien une pareille organisation était vicieuse, combien elle introduisait d'abus, de discussions, de procès, et mettait peu d'ensemble dans l'exploitation générale.

Enfin il arriva que l'un des principaux associés d'une galerie, en étant devenu seul entrepreneur, fit successivement plusieurs autres galeries ; bientôt il s'adonna lui-même à l'exploitation par bures ; et différentes transactions qu'il fit avec les habitans, extracteurs partiels, l'amenèrent à réunir à lui seul presque toutes les exploitations du pays. C'est ainsi que par la seule pente naturelle qu'ont les choses humaines, cette exploitation, en se concentrant en un plus petit nombre d'exploitans, était parvenue à suivre un mode plus conforme aux règles de l'art, et plus susceptible de prospérer.

En effet, si l'extraction des mines dans tout



le Bleyberg fût restée comme autrefois le patrimoine d'un grand nombre d'individus, au lieu de se concentrer comme elle l'a fait entre les mains de quelques personnes riches et intelligentes, il n'y a pas de doute qu'elle ne serait jamais parvenue au degré de perfection et de prospérité où l'on va voir qu'elle est arrivée.

Il est difficile de dire au juste la quantité de schlich que produisent annuellement toutes les exploitations du Bleyberg, parce qu'il est de l'intérêt des exploitans de le cacher, afin de racheter moins cher la partie de minerai appartenant au Gouvernement pour sa dîme ; mais par approximation on peut évaluer à 2,000,000 kilogrammes ou 20,000 quintaux métriques la quantité d'alquifoux qui sort tous les ans de ce pays pour être versé dans le commerce ; je ne compte pas encore le schlich qui sert aux fonderies, et qui peut fournir tous les ans 800,000 kilog. de plomb métallique. Je ne sais s'il existe une mine aussi productive.

Si l'on demande ce que deviennent des quantités aussi considérables d'alquifoux et de plomb, je répondrai pour l'alquifoux, qu'il s'exporte en grande partie, ou se vend aux potiers de l'ancienne Belgique et de la Flandre. Le prix actuel en est de 24 à 40 fr. les 100 kilogrammes, le quintal métrique (204 livres poids anciens). Ainsi l'on voit quelle masse de capitaux cela fait venir dans le pays.

Quant au plomb métallique réduit en saumons, il n'y a pas long-tems que l'on s'adonne à le retirer. Il paraît que les anciens fondaient le schlich ; on peut s'en convaincre à la vue des

scories qui existent encore près de leurs exploitations ; mais depuis long-tems on y avait à peu près renoncé, parce qu'on trouvait bien plus de profit à le vendre en alquifoux qu'à le convertir en plomb ; c'était seulement lorsque l'alquifoux n'était pas demandé, qu'on cherchait à le fondre pour en trouver le débit, et l'on s'y déterminait avec d'autant plus de répugnance, que ce schlich est pauvre, ainsi que je le dirai tout-à-l'heure.

Depuis quelques années il s'est opéré une heureuse révolution à cet égard dans les usages du pays ; c'est sur-tout à l'industrie de M. Abels qu'on la doit. Ce particulier a pensé qu'on pouvait avec avantage relever les sables que roule le Bleibach, et qui sont emmenés au sortir des lavoirs. De cette façon il a repris, avec très-peu de frais, un schlich peu propre à faire de l'alquifoux, mais excellent pour fondre ; et rendant de 0,20 à 0,30 de plomb, tandis que le meilleur alquifoux ne rend pas plus de 0,40. Ce schlich s'obtenait à très-bon marché, puisqu'un homme pouvait en laver plusieurs quintaux dans une journée ; aussi cet exemple fut-il bientôt imité, et dans ce moment on voit les riverains du Bleibach occupés sur plusieurs lieues de son cours à retirer et à laver le sable qui coule dans son lit ; ils vont le chercher jusque dans le sol formé par les anciens attérissemens ; et les exploitans eux-mêmes, voyant quelle était la richesse qu'ils avaient abandonnée jusqu'alors, font relaver les énormes tas de sable qui étaient amoncelés près des lavoirs.



Depuis qu'on a commencé à laver ces sables, les plombs s'étant maintenus à un très-haut prix, cela n'a fait qu'augmenter le zèle des laveurs, et partout il s'est élevé des fonderies, dont la plupart appartiennent à des particuliers qui n'ont aucune part dans les mines, et qui ne fondent absolument que le schlich retiré de la rivière.

Il y a maintenant 15 fonderies alimentées par le schlich qu'on retire du Bleyberg ou du Bleibach ; mais ces 15 fonderies ne sont pas toujours en activité, de sorte qu'on peut en réduire le nombre à 10 environ, qui encore ne travaillent guère que dix mois par année, et produisent, chaque fonderie, pour un mois de travail, environ 160 saumons de 50 kilog., ainsi c'est par mois 80,000 kilog. de plomb que fournit le Bleyberg, et 800,000 kilog. ou 8,000 quintaux métriques à peu près par année. Tout ce plomb se verse en France, et se vend principalement à Strasbourg, Lyon, Paris, Bruxelles, etc. sous le nom de *plomb d'Allemagne* ou de *Cologne*.

Le prix actuel en est de 70 à 75 fr. les 100 kilogrammes (1). Le lavage des anciens sables ne pourra pas toujours durer, et peu d'années encore verront épuiser cette ressource, qui pour le moment aura fait beaucoup de tort aux

(1) D'après les données ci-dessus, 20,000 quintaux métriques de schlich à 32 fr. prix moyen, rapportent au Bleyberg en numéraire 640,000 francs, et les 8,000 quint. mét. de plomb marchand, au prix moyen de 72 fr. 50 c. = 580,000 fr. en total 1,220,000 francs.

grands exploitans, en faisant monter prodigieusement le prix de la main-d'œuvre; mais il en résultera un très-grand avantage, indépendamment de celui d'avoir tiré parti d'une richesse perdue, au partage de laquelle tout le pays a été appelé : en effet, cette habitude du fondage des schlich pauvres de la rivière, aura montré aux exploitans qu'il peut y avoir pour eux une autre source de prospérité que la fabrication de l'alquifoux, à laquelle ils s'étaient bornés jusqu'alors. Ils sentiront qu'ils peuvent gagner tout autant en vendant leur alquifoux, et joignant à ce bénéfice celui qu'il leur sera possible de faire en fondant les schlich les plus pauvres qu'on abandonnait, ou qui ne servaient qu'à faire un alquifoux de mauvaise qualité.

Extraction. Une mine aussi abondante, aussi généralement répandue, doit présenter peu de difficultés à extraire, et par le même motif on doit peu la ménager; le moindre petit obstacle qui s'oppose à son extraction, doit suffire pour en faire abandonner des parties, et passer à d'autres endroits où elle se présente plus facile. Aussi n'a-t-on pas vu jusqu'à présent employer dans le Bleyberg les moyens d'épuisement qu'on pratique partout ailleurs. L'eau vient-elle gêner le travail dans l'endroit le plus productif, où les *knotes* sont le plus abondantes et riches? on laisse ce travail et l'on se porte plus loin. En général on approfondit les puits aux endroits où l'on croit qu'on arrivera sur la veine à sec; une simple manivelle sert à tirer à bras les déblais du puits et de la mine quand on y est arrivé. Le terrain sableux de la montagne conserve assez généralement les eaux au niveau de la galerie, et cela permet d'exploiter jusqu'à ce niveau qu'on n'a jamais tenté de dépasser. Quand une fois les mineurs ont atteint la couche, ils exploitent à même, sans cependant tirer la totalité au jour; ils font un premier triage dans la mine; pour cela ils écrasent, soit avec les pieds, soit en les frappant les uns contre les autres, les morceaux du rocher que j'ai dit être un sable siliceux, légèrement aggloméré. Ce sable, mêlé de knotes plombifères, et grossièrement écrasé, est tamisé dans un baquet rempli d'eau. Le sable qu'on retire du fond du baquet est remis à la place du rocher qu'on arrache, et ce qui reste dans le tamis est seul monté au jour; c'est alors ce qu'on appelle *la mine*.



Il est aisé de sentir combien ce premier triage est imparfait, puisque ce minéral se trouve mêlé de tous les cailloux qui ont été trop gros pour passer au tamis, et de toutes les portions du rocher qui n'ont pas été assez écrasées, tellement qu'il y en a des morceaux plus gros que le poing. Ce ne serait encore rien si cette opération ne péchait qu'en faisant extraire beaucoup de parties qui auraient dû rester dans les déblais, mais malheureusement elle fait perdre une partie très-considérable du schlich contenu dans le rocher. D'abord j'ai dit que les *knotes* étaient de toute grosseur, depuis la plus petite, jusqu'à celle d'un grain de poivre ou un peu plus : il est donc naturel que toutes les petites knotes passent à travers le tamis, avec les

grains de sable qui ne sont pas plus gros qu'elles. Souvent le sable des baquets, qui est rejeté comme *déblai*, paraît aussi riche que la partie qu'on élève comme *mine*, et je ne doute nullement qu'un jour on ne revienne sur les anciens travaux, comme cela est même déjà arrivé en certains endroits, pour reprendre le minéral qu'on a laissé.

La forme du tamis contribue beaucoup aussi à rendre le tamisage imparfait et vicieux. Ce tamis est un panier de cuivre. Il a la forme d'un gros melon coupé au-dessus de son grand axe; il est muni d'une anse, aussi de cuivre, posée dans sa longueur. Il est composé de baguettes de cuivre, placées entre elles de même que les côtes d'un melon, mais assez près les unes des autres; des fils de laiton entrelacés dans ces baguettes, forment, par leur éloignement entre eux, les trous par où le sable est criblé. La position des baguettes principales qui vont en convergeant, suffit pour empêcher les fils de laiton qui forment la trame de cette espèce de tissu de faire des mailles égales. Ces tamis coûtent fort cher; on pourrait s'en procurer à beaucoup meilleur marché, qui feraient mieux l'ouvrage et plus vite; mais les mineurs ne veulent pas abandonner leur ancien usage, ni faire un mouvement différent de celui auquel ils sont accoutumés.

Il existe encore une autre cause pour qu'on ne retire pas de l'exploitation tout ce qu'elle est susceptible de rendre: on ouvre des puits indifféremment, mais sans que leur position soit le résultat d'un ensemble d'exploitation;



quand on y est gêné, soit par les eaux, soit par le transport du minerai, soit par des éboulemens, ou enfin par tout autre motif, on comble ce puits et l'on va ailleurs. De là il résulte qu'on laisse des massifs énormes de minéral dans tous les sens, et qu'on ne pourra les retrouver dans la suite que par hasard, ou bien avec des recherches fort coûteuses.

Bocardage et lavage.

Le minérai tiré est donc un mélange de knotes avec beaucoup de sable et quelques petits cailloux. On le porte aux bocards en cet état; ces bocards mus par l'eau n'ont rien de particulier; on en retire le minéral pilé et lavé sous les pilons par un courant d'eau. La partie la plus légère du schlich est retenue dans des labyrinthes disposés à cet effet.

Le minéral en sortant du bocard, est lavé sur des tables courtes et fort inclinées. Le schlich qu'on retire de ces tables est lavé de nouveau plusieurs fois, jusqu'à ce qu'on l'ait successivement assez enrichi pour le livrer à l'état d'alquifoux. Tout le sable provenant de ces différens lavages, est lui-même repassé plusieurs fois, jusqu'à ce qu'on le juge suffisamment dépouillé du schlich qu'il contenait. Quelquefois même on en repile une partie quand on voit qu'il en a besoin, pour faciliter la séparation du sable et du schlich. Le lavage se fait aujourd'hui bien plus soigneusement qu'autrefois; mais il est facile, à la simple inspection, de juger qu'il reste encore du minerai dans le sable; seulement on préfère appliquer la main-d'œuvre à travailler des substances plus riches et plus productives. On néglige ces restes qui

partout ailleurs seraient encore traités avec bien du soin.

Le schlich, tel qu'il sort des dernières tables à laver, est un plomb sulfuré encore mêlé de sable très-fin; je n'en ai jamais trouvé qui m'ait fourni à l'essai plus de 0,57 en plomb. Il y en a qui ne donne pas plus de 0,30 à 0,35. Cependant on le vend dans cet état comme alquifoux, et il donne pour les poteries une couverte très-fusible.

Une charette de minerai pesant environ 600 kil. 6 quintaux mét., rend depuis 50 jusqu'à 130 et même 150 kil. de schlich, au plus un quart, suivant la richesse en knotes et leur qualité.

Fonte du schlich.

J'ai déjà dit qu'on ne fondait pas ordinairement le schlich provenant de la mine; il faut qu'on ne trouve pas à le vendre en alquifoux, ou qu'il soit de mauvaise qualité. On fond par préférence le schlich tiré du relavage des sables; dans l'un et dans l'autre cas on le fond cru; il n'est pas assez sulfureux pour avoir besoin d'être grillé, et l'expérience répétée a prouvé que cette opération était inutile. On mêle le schlich avec de la chaux coulée, liquide, à la dose, d'environ 8 pour 100 de son poids. Le tout est bien broyé comme du mortier, et même il prend de la solidité comme un mortier, à raison de l'affinité de la chaux pour le sable; on en forme des espèces de briques qui étant séchées, sont cassées en morceaux de la grosseur d'un œuf, pour faire la charge dans les fourneaux: la chaux sert à absorber le soufre, et à donner au schlich une consistance telle,



telle, que dans le fourneau il n'étouffe pas les charbons, et ne soit pas chassé par le vent des soufflets, comme il le serait s'il était en poussière. La seule amélioration que je verrais à faire sur cet art, serait d'augmenter encore la dose de chaux, ainsi que je le dirai dans un instant.

La fonte se fait dans de petits fourneaux à manche ordinaires, dont les deux soufflets sont mis en mouvement, soit par le moyen des bras, soit par une roue à eau.

Le fourneau a environ 35 centimèt. de large sur 42 de profondeur. Sa hauteur est d'environ un mètre et demi; il est fait en pierre du pays, et la cheminée est en argile jaune mêlée de sable; le fond est de brasque; les scories coulent continuellement par une ouverture pratiquée sur le devant, et l'on fait une percée sur le côté quand on juge qu'il s'est amassé dans le creuset assez de métal pour en couler un saumon de 50 à 55 kilog. Ce fourneau sert une semaine; on l'allume le lundi matin, et on l'éteint le samedi soir, le dimanche on le répare pour recommencer la semaine suivante.

Durant une semaine ainsi composée, on passe dans un pareil fourneau 7000 kilog. de schlich mis en briques avec de la chaux, puis concassées comme je l'ai dit; on y mêle 3000 à 3500 kil. de scories de fourneau de forges de fer, et l'on use environ 1600 kil. de coak, ou 50 manes de charbon de bois, pesant environ 50 kil. chaque.

Les ouvriers sont, un fondeur, un aide et deux manœuvres. Ils se relaient deux à deux.

Le produit d'une semaine est (en saumons de plomb de 50 à 55 kil.) depuis 1400 kilog. jusqu'à 3000 ; mais rarement on arrive à ce dernier résultat. Au reste, le produit doit varier suivant la qualité du schlich, qui rend depuis 20 jusqu'à 45 pour 100 ; terme moyen 32 ½ pour 100 (1).

Souvent durant la semaine on est obligé d'ouvrir le devant du fourneau pour en tirer de très-gros morceaux de fonte de fer qui s'y amassent et proviennent des scories qu'on emploie ; cela prouverait donc qu'on pourrait diminuer l'usage des scories qui coûtent encore assez cher, et les remplacer utilement par de la chaux, ou tout autre mélange terreux qui augmenterait la fusibilité du mélange sans y apporter autant de fer ?

Malgré cette surabondance de fer apportée par les scories qu'on ajoute au schlich, le plomb qui en provient est cependant très-peu chargé de fer, et le peu qu'il en contient n'est pas susceptible de nuire à sa qualité dans plusieurs des arts auxquels il est employé.

Le cuivre se trouve bien plus abondamment dans les plombs du Bleyberg. Les quantités énormes de plomb que j'emploie pour faire moi-même les miniums qui servent à ma cristallerie, ou que je vends dans le commerce,

(1) Il y a lieu de croire que l'on pourrait retirer beaucoup plus de plomb, lorsque l'on compare ce produit en grand avec les essais faits par M. d'Artigues, où il a obtenu par cent 30, 35 et 57 ; terme moyen 40 et ⅓.



m'ont porté à travailler soigneusement ce métal, afin de l'amener au degré de pureté absolue qui lui est nécessaire, pour que son oxyde n'apporte plus aucune coloration dans les verres. Ces travaux m'ont mis à portée de reconnaître que souvent une quantité très-notable de cuivre échappait à l'analyse ordinaire qu'on faisait du plomb. En effet, si l'on dissout du plomb ou son oxyde dans l'acide nitrique, et qu'on précipite par le sulfate de soude, on doit croire que tout le fer et le cuivre qui étaient contenus dans le plomb restent dans la liqueur. C'est une erreur pour le cuivre ; le plomb, en se précipitant, l'entraîne en partie avec lui ; et souvent la liqueur qui reste ne donne aucune couleur par l'ammoniaque, tandis que le plomb, ainsi éprouvé, porté avec confiance dans les cristaux, y donne une nuance très-caractérisée de bleu verdâtre due au cuivre. Pour découvrir ce dernier métal, il faut, dans ce cas, faire long-tems bouillir l'oxyde de plomb, ou bien le précipiter de l'analyse ci-dessus, dans de l'acide sulfurique étendu d'eau : cet acide se charge du cuivre, et l'on juge combien la première analyse pouvait être fautive. J'ai cru ce fait assez intéressant pour qu'il ne soit pas déplacé dans ce Mémoire. Cette observation pourra sauver à d'autres personnes bien des sources d'erreurs et des accidens que j'ai eu à combattre.

J'espère que d'après tout ce que je viens de dire des exploitations du Bleyberg, on pourra se faire une idée de ces mines intéressantes.

Je ne sais s'il en existe qui donnent des produits semblables ; mais celles-ci méritent d'au-

tant plus de fixer l'attention de l'administration et du commerce, qu'elles n'attendent pour augmenter indéfiniment leurs produits, qu'une augmentation de demandes.

Depuis peu de tems des amélioration importantes ont été introduites dans le travail par les principaux exploitans, et tout annonce que le développement de leur industrie sera une suite nécessaire de l'extension qu'ils donnent à leurs opérations commerciales, et de l'émulation que cela fait naître parmi eux.



# SUR LES ÉTATS D'OXYDATION DU FER,

*Et la manière dont les oxydes se comportent dans diverses circonstances et avec divers acides.*

Par C. F. Bucholz.

( *Journal de Berlin*, avril 1807. )

(*EXTRAIT*).

M. Bucholz s'est proposé, dans le Mémoire dont on présente ici un extrait, de faire cesser l'incertitude qui environne encore la composition des oxydes de fer, et de déterminer quelques-unes des propriétés de ces composés : on doit savoir gré à un chimiste aussi distingué par son exactitude et ses lumières, de s'être appliqué à fixer enfin nos opinions sur un des points principaux de l'analyse minérale.

I. *Détermination de la proportion des principes composans de l'oxyde complet ou oxyde rouge de fer.*

L'auteur prit 100 grains de limaille de fer très-pur, les mit dans une capsule exactement pesée, et les fit dissoudre peu à peu dans de l'acide nitrique étendu d'eau ; il fit évaporer la dissolution à siccité, et tint ensuite la capsule

rouge pendant un quart-d'heure. Le fer fut converti en oxyde d'un brun rouge très-vif, et l'augmentation en poids fut de 41 grains $\frac{1}{2}$. Une seconde et une troisième expérience, faites avec le plus grand soin, présentèrent toujours 42 grains d'augmentation : d'où il suit que 100 *de fer métallique donnent* 142 *d'oxyde rouge de fer*, ou bien 100 *d'oxyde rouge de fer* contiennent 70 $\frac{1}{2}$ *de fer métallique et* 29 $\frac{1}{2}$ *d'oxygène.*

Le résultat de Lavoisier s'accorde assez bien avec celui-ci, en supposant que lui-même, ou ceux qui se sont servi de ses ouvrages, ont changé l'augmentation en poids (40 sur 100 de métal), en 0,40 d'oxygène dans l'oxyde rouge : mais on ne peut appliquer cette même supposition à la proportion indiquée par M. Proust, savoir 48 d'oxygène pour 100 de métal : l'auteur cherche la raison de ce résultat dans la manière dont celui-ci y est parvenu ; il croit que M. Proust ayant dissout du fer dans de l'acide sulfurique, aura regardé le précipité qu'on en obtient par les alcalis, comme de l'oxyde de fer pur, tandis qu'il retient de l'acide, même après avoir été rougi.

II. *Détermination de la proportion des composans de l'oxyde incomplet ou oxyde noir de fer.*

M. Bucholz a essayé tous les moyens connus pour faire de l'oxyde noir, et pour en déterminer les proportions, soit médiatement, soit immédiatement : ce point était trop important pour ne pas attirer toute son attention ; aussi



son travail ne laisse-t-il rien à désirer. Avant de présenter le tableau succinct de ses expériences et de leur résultat, je dois observer que l'auteur essayait les oxydes obtenus, en les dissolvant dans l'acide muriatique, et les précipitant ensuite par l'ammoniaque ; il regardait avec raison, comme parfaitement pur, celui qui dissout sans effervescence, par l'acide muriatique étendu, ne donnait point de précipité rouge par l'ammoniaque caustique.

1°. La calcination du fer opérée à l'air libre, et à l'aide d'une haute température, donne un mélange d'oxyde noir et d'oxyde rouge.

2°. L'oxydation du fer, au moyen de l'eau, donne un résultat semblable au précédent.

3°. Le procédé d'Ingenhouse, consistant à traiter le fer par l'acide nitrique très-étendu, donne quelquefois de l'oxyde noir très-pur ; mais si l'on pousse un peu trop l'évaporation, il se forme de l'oxyde rouge. On ne peut pas déterminer par ce moyen, la composition de l'oxyde noir, parce que l'acide nitrique en dissout toujours une petite quantité.

Ces méthodes n'ayant point répondu à l'attente de l'auteur, il prit le parti de chercher à ramener l'oxyde rouge à l'état d'oxyde noir.

4°. Il calcina de l'oxyde rouge avec du carbonate d'ammoniaque, auquel il était intimement mélangé ; mais l'oxyde ne parut pas avoir éprouvé de changement.

5°. Il calcina de même de l'oxyde rouge avec de l'acide tartareux pur ; l'oxyde ne parut point avoir perdu de son poids, sans doute à cause du charbon qui y était resté mélangé.

6°. Il délaya avec beaucoup de soin de l'oxyde

rouge réduit en poudre impalpable, dans de la cire fondue, et fit calciner; l'oxyde perdit peu de son poids, et les réactifs firent connaître qu'il contenait encore de l'oxyde rouge.

7°. La calcination avec du noir de fumée ne réussit pas mieux; et une partie de l'oxyde fut amenée à l'état de fer métallique.

L'auteur remarque ici combien sont incertains les résultats chimiques dans lesquels on a déterminé la proportion du fer, en ramenant l'oxyde obtenu à l'état d'oxyde noir uniforme par une demi-réduction, puisqu'on obtient ordinairement des mélanges de fer métallique, d'oxyde noir et d'oxyde rouge.

8°. La calcination du succinate de fer paraissait, d'après quelques observations, promettre plus de succès; mais examiné de près, ce moyen ne réussit pas mieux que les autres.

M. Bucholz chercha à résoudre le problème de la composition de l'oxyde noir de fer, en faisant passer cet oxyde à l'état d'oxyde rouge: mais il fallait se procurer de l'oxyde noir parfaitement pur.

9°. Il y parvint en plongeant dans l'eau de petites barres de fer rougies au feu. Il avait essayé en vain d'en obtenir de pur, en calcinant ensemble de l'oxyde rouge et du fer métallique en diverses proportions.

10°. Cent grains d'oxyde noir de fer, furent dissous dans l'acide nitrique sans dégagement sensible de gaz nitreux. La liqueur évaporée à siccité et calcinée, donna 110 grains d'oxyde rouge de fer. Deux autres expériences donnèrent exactement le même résultat. Ainsi 100



d'oxyde noir contiennent 77,46 de métal et 22,54 d'oxygène.

L'auteur ne voulant négliger aucun moyen de parvenir à la connaissance de la vérité, a répété l'expérience de Lavoisier, sur la décomposition de l'eau, opérée à vaisseau clos, par le fer métallique. Il a trouvé que 100 parties d'oxyde noir contenaient 23,3 d'oxygène. Cette expérience, quoique moins exacte que la précédente, parce que tout le fer n'est pas oxydé, et qu'on n'est jamais assuré d'avoir détaché tout l'oxyde, confirme cependant ses résultats aussi exactement qu'on peut l'attendre, quand les moyens sont aussi différens.

100 *parties de fer métallique prennent de* 29 *à* 30 *parties d'oxygène pour être convertis en oxyde noir.*

100 *d'oxyde noir contiennent* 77 *de métal et* 23 *d'oxygène.*

100 *parties d'oxyde rouge contiennent* 90,9 *d'oxyde noir et* 9,1 *d'oxygène.*

M. Bucholz ne reconnaît que deux espèces d'oxyde de fer: l'*oxydule* ou *oxyde noir*, et l'*oxyde complet* ou *oxyde rouge*.

Les phénomènes que quelques chimistes ont attribués à des degrés intermédiaires d'oxydation, ne lui paraissent dépendre que du mélange des deux oxydes, ou de la combinaison de l'un des oxydes avec des acides.

III. *Sur la manière dont l'oxyde rouge de fer se comporte à une haute température.*

L'auteur s'est borné, dans trois expériences, à chauffer de l'oxyde rouge de fer dans *des creusets de hesse* exactement pesés.

La chaleur ayant été assez modérée, dans la première expérience, il ne remarqua aucun changement dans le poids de l'oxyde : son volume était considérablement diminué ; il avait pris l'éclat métallique ; mais sa poussière était rouge, et tout annonçait qu'il n'avait éprouvé aucun changement chimique. La seconde et la troisième expérience, faites à une température plus élevée, laissèrent apercevoir une diminution très-sensible dans le poids de l'oxyde : elle était de 0,065 dans la troisième expérience. L'oxyde était mélangé d'oxydule, et beaucoup de parties étaient attirables à l'aimant. L'auteur remarque en outre que le *creuset de hesse* fut attaqué, et que quelques parties avaient été imbibées assez profondément : il regarde cependant ces expériences comme concluantes, et s'exprime ainsi dans son résumé : « L'oxyde » de fer est ramené à l'état d'oxydule par une » chaleur suffisamment forte, telle que la cha» leur rouge-blanche ; mais par une chaleur » plus faible (la chaleur rouge) sa composition » n'est pas changée ; il éprouve seulement quel» quefois une altération dans sa couleur ».

Cette conclusion ne peut être rigoureuse, qu'autant que l'action des terres du creuset sera supposée nulle, par rapport à la désoxydation du métal : mais tout porte à croire, au contraire, que les terres ne se vitrifient jamais qu'avec l'oxyde noir, et que leur affinité pour cet oxyde suffit pour ramener l'oxyde rouge à cet état, et en dégager de l'oxygène à une haute température.



IV. *Recherches sur la manière dont le fer et ses oxydes se comportent avec l'acide nitrique.*

Je me bornerai à rapporter les conclusions de l'auteur.

« L'oxydule ne se dissout pas facilement dans l'acide nitrique ; il y demeure long-tems sans altération : pour le dissoudre il faut faire bouillir dessus de l'acide assez concentré ».

« L'oxyde complet (oxyde rouge) se dissout plus facilement dans cet acide, qu'on ne le dit ordinairement dans les traités de chimie. L'oxyde rouge calciné se dissout dans une quantité suffisante d'acide bouillant, médiocrement concentré. L'acide étendu n'a aucune action sur lui. Lorsqu'il est récemment précipité, la dissolution est très-facile ».

« On doit se représenter la dissolution nitrique d'oxyde rouge de fer, comme une dissolution de nitrate dans de l'acide libre. Si l'on sature celui-ci avec du fer métallique, ou si on le vaporise, on obtient le nitrate de fer insoluble dans l'eau, mais soluble de nouveau dans l'acide nitrique. C'est cette combinaison que l'on regarde ordinairement comme de l'oxyde pur, lorsqu'elle se sépare de la dissolution ».

« En faisant évaporer lentement et avec précaution la dissolution nitrique de fer, elle s'épaissit et finit par se prendre en masse sans se décomposer, mais l'air humide lui rend bientôt l'état liquide ».

« Si l'on fait agir à froid de l'acide nitrique étendu sur du fer métallique, il se forme du nitrate d'oxydule, mis il n'est pas permanent :

quelques heures après sa formation, le fer oxydé à un plus haut degré se sépare presque entièrement. MM. Proust et Davy ont déjà annoncé ce résultat ».

V. *Recherches sur la manière dont l'oxyde rouge de fer se comporte avec l'acide sulfurique.*

« L'acide sulfurique forme plusieurs combinaisons différentes avec l'oxyde rouge de fer : l'une d'un brun rouge est soluble, une autre sans couleur et insoluble dans l'eau, peut cependant donner une dissolution incolore dans un excès d'acide sulfurique. Il n'est pas encore démontré que ces différences tiennent à la quantité d'oxyde contenu dans l'acide ».

L'auteur termine le résumé des observations présentées, dans son intéressant Mémoire, par celle-ci.

« En précipitant l'oxyde de fer d'une dissolution verte faite avec du fer parfaitement pur, par les alcalis, et particulièrement par l'ammoniaque, il se développe une odeur très-forte de gaz hydrogène phosphoré, dont la cause reste encore à découvrir ».



# EXAMEN
## DU WERNÉRITE.

( Traduit du *Journal de Berlin*, juin 1807. )

### I. *Wernérite blanc cristallisé.*

A. *Caractères extérieurs ; par M. Karsten.*

*Couleur :* à l'extérieur presque d'un blanc de neige. A l'intérieur blanc grisâtre passant au gris bleuâtre.

*Forme :* régulière ; — un prisme court à huit pans, ayant quatre faces larges et quatre autres plus petites alternantes, terminé par un pointement à quatre faces placées un peu obliquement sur les petites faces latérales ; — les cristaux sont petits et groupés par rangs.

*Surface :* couverte de stries fines suivant la longueur des faces.

*Éclat :* à l'extérieur brillant, — d'un éclat nacré faible. A l'intérieur peu éclatant.

*Cassure :* lamelleuse dans plusieurs sens encore indéterminés.

*Fragmens :* leur forme est inconnue.

*Dureté :* demi-dur dans un faible degré.

*Transparence :* opaque.

*Pesanteur spécifique :* médiocrement pesant.

*Toucher :* un peu gras.

B. *Caractères chimiques ; par le Docteur John.*

*a.* Par la voie sèche.

*α.*) Le wernérite ne se boursouffle ni ne se fond au chalumeau sur un support de charbon : il rougit au blanc, perd sa transparence (1), et il ne s'unit pas au borax, mais il se fond avec le sel microcosmique ; le globule obtenu est jaune pendant qu'il est chaud, et cette couleur disparaît par le refroidissement.

*β.*) 110 grains de ce minéral, placés dans un creuset de porcelaine, furent soumis au feu du fourneau à émail de la fabrique de porcelaine de Berlin ; les cristaux perdirent leur transparence, et prirent une couleur gris de cendre, sans avoir été fondus.

*b.* Par la voie humide.

Le wernérite se fond au creuset d'argent, avec cinq fois son poids de potasse caustique : la masse refroidie est colorée légèrement en bleu, et communique cette couleur à l'eau dans laquelle on la délaye. L'acide muriatique forme une dissolution complète d'une couleur jaune rougeâtre.

L'oxalate de potasse versé dans cette dissolution, en précipite de l'oxalate de chaux : les prussiates y occasionnent un précipité bleu très-abondant ; la potasse liquide y fait naître un

(1) Il faut supposer que le fragment soumis à l'expérience, n'était pas opaque comme l'échantillon sur lequel la description ci-dessus a été faite. (*Note du Traducteur.*)



précipité brun, dont une grande partie se redissout dans l'excès de cet alcali.

De ces essais préliminaires, variés de plusieurs manières, j'ai conclu la présence de la silice, l'alumine, la chaux et l'oxyde de fer, dans le minéral examiné.

C. *Analyse.*

*a.*) 100 grains de wernérite, augmentés de 5 grains pendant la porphyrisation dans le mortier d'agate, furent mêlés avec cinq fois autant de potasse caustique, et tenus rouges pendant une demi-heure, à l'état pâteux. La masse fondue fut délayée dans l'eau, et ensuite dissoute par l'acide muriatique en excès, à l'exception d'une très-petite portion sur laquelle on réitéra la fonte avec la potasse.

La dissolution muriatique colorée en jaune, fut évaporée jusqu'à siccité dans une capsule de porcelaine, et le résidu fut mis à digérer pendant une demi-heure avec de l'eau distillée. Il resta une substance pesant 56 grains $\frac{1}{2}$ après avoir été rougie au feu : les acides n'avaient aucune action sur elle, et elle présentait d'ailleurs tous les caractères de la silice. Il faut en déduire les 5 grains enlevés au mortier d'agate.

*b.*) La liqueur de laquelle on avait séparé la silice, fut décomposée par l'ammoniaque pure, et le précipité fut rassemblé sur un filtre et lavé avec soin. La liqueur filtrée était parfaitement transparente et incolore.

*c.*) La liqueur ammoniacale (*b*) fut réduite à la moitié de son volume par évaporation, et

chauffée jusqu'à l'ébullition, on ajouta ensuite du carbonate de soude qui occasionna un précipité pesant 19 grains, après avoir été lavé, séché, et faiblement rougi au feu. — La liqueur fut étendue avec de l'eau; j'y versai de l'acide sulfurique jusqu'à neutralisation, et fis évaporer la liqueur jusqu'à siccité : l'eau distillée n'enleva à cette masse qu'une quantité inappréciable de sulfate : cette eau ayant été rapprochée, avait une saveur amère, et le carbonate de soude y fit naître un précipité si peu considérable, qu'il ne fut pas possible de le recueillir; c'était vraisemblablement une trace d'oxyde de manganèse, qui n'appartient pas à cette espèce de wernérite, mais qui se trouve accidentellement entre les cristaux. La partie insoluble dans l'eau était du sulfate de chaux pur. Les 19 grains de carbonate de chaux contiennent $10^{gr},45$ de chaux caustique.

Les réactifs n'indiquèrent pas la moindre trace de chaux dans la liqueur d'où le carbonate avait été précipité.

*d.*) Le précipité *b* fut traité, encore humide, par la potasse caustique liquide : la liqueur étendue d'eau et filtrée, reçut de l'acide muriatique en assez grande quantité pour que le précipité formé au commencement fût entièrement dissout. Le carbonate d'ammoniaque y occasionna un précipité qui fut lavé et rougi : il pesait 33 grains. L'acide sulfurique se dissolvit en laissant seulement quelques flocons noirs qui coloraient le borax en bleu; la dissolution donna des cristaux d'alun.

*e.*) La partie du précipité *b* qui ne fut pas attaquée



attaquée par la potasse caustique dans l'opération *d*, fut dissoute par l'acide muriatique, et précipitée par le succinate de soude : ce précipité chauffé d'abord seul, et ensuite avec un peu d'huile, pesait 3 grains $\frac{1}{2}$, il présentait toutes les propriétés de l'oxyde de fer pur.

*f.*) La liqueur filtrée dans l'opération précédente *d*, donna par le carbonate de soude, un léger précipité blanc qui colorait le borax en vert, duquel l'acide sulfurique dégageait de l'acide carbonique sans le dissoudre : il devint noir au feu, et ne fut point dissout par les acides muriatique et nitrique : je ne pus pousser plus loin mes recherches, parce qu'il était trop peu considérable, et fus obligé de me contenter de ce que je viens de rapporter : peut-être cette substance n'est-elle que de l'oxyde de manganèse?

100 parties de wernérite cristallisé contiennent ainsi :

| | |
|---|---|
| Silice *a*) | 51,50 |
| Alumine *d*) | 33,00 |
| Chaux *c*) | 10,45 |
| Oxyde de fer *e*) | 3,50 |
| Oxyde de manganèse *d*, *f*) Perte | 1,45 |
| | 100,00 |

## II. *Du Wernérite vert.*

### A. *Caractères extérieurs ; par M. Karsten.*

*Couleur :* vert-pistache passant au vert-olive.

*Forme :* les formes sont les mêmes que celles de la variété blanche. Les cristaux sont plus petits et moins réguliers ; ils sont accolés et entrelacés.

*Surface :* un peu drusique.

*Eclat :* à l'extérieur éclatant ; à l'intérieur peu éclatant.

*Cassure :* suivant une seule direction, et sur-tout en longueur, esquilleuse ; lamelleuse dans les autres directions.

*Fragment :* d'une forme inconnue.

*Transparence :* translucide sur les bords.

*Dureté :* demi-dur à un très-haut degré.

*Toucher :* très-maigre.

Dans tous les autres caractères, les deux variétés se ressemblent parfaitement.

### B. *Caractères chimiques ; par le Docteur John.*

*a.*) Par la voie sèche.

*α.*) Le wernérite vert, placé dans un creuset de porcelaine, et soumis au feu le plus vif du fourneau d'émail de la fabrique de porcelaine de Berlin, a perdu 2,85 de son poids : il a pris



une couleur chocolat, et est devenu entièrement opaque, sans présenter aucun indice de fusion.

*β.*) Au chalumeau, sur un charbon, il se boursouffle un peu sur les bords minces, et prend une couleur d'un vert brun.

Le borax et le sel des urines en dissolvent une petite portion : le globule obtenu est d'une couleur vert-jaunâtre obscure, qu'il perd en refroidissant : une partie du minéral reste au milieu du globule sans être dissout.

*b.*) Par la voie humide.

En traitant de diverses manières le wernérite pulvérisé, par les acides muriatique et nitrique, on en obtient la silice sous forme gélatineuse. La dissolution est d'une couleur jaune ; elle fut essayée par le carbonate de soude, le succinate et l'oxalate de potasse. La potasse liquide redissolvait le précipité qu'elle formait d'abord.

### C. *Analyse complète.*

*a.*) 100 grains de ce wernérite, qui ne reçurent point d'augmentation (1) par la porphyrisation au mortier d'agate, furent traités comme on a vu *B*, *b* : on obtint un résidu qui pesait 40 grains. Après avoir été bien lavé et

(1) Ce quiest assez extraordinaire, puisque M. Kasten donne la *dureté* pour caractère de cette variété. *Gehlen.*

rougi au feu, il avait tous les caractères de la silice.

*b.*) La dissolution nitrique fut évaporée jusqu'à siccité dans une capsule de porcelaine; on ajouta de l'eau, et la nouvelle dissolution fut décomposée par le carbonate de soude; après avoir filtré, la liqueur ne présenta plus aucunes traces de terres ni de métaux.

*c.*) Je fis dissoudre le précipité *b* dans l'acide muriatique, et j'ajoutai de la potasse caustique en assez grand excès pour redissoudre ce qui s'était précipité au commencement: j'obtins de cette dissolution, et par le procédé décrit ci-dessus, 34 grains d'alumine.

*d.*) La partie non dissoute en *c* le fut par l'acide nitrique: cette dissolution jaune fut décomposée par l'ammoniaque: le précipité fut redissout par l'acide muriatique, et le fer fut séparé par l'oxalate de potasse. Ce précipité rougi avec de l'huile pesait 8 grains.

*e.*) Je versai du prussiate de soude dans la liqueur de laquelle le fer avait été séparé, jusqu'à ce qu'il ne se formât plus de précipité: je recueillis celui-ci sur un filtre et le lavai avec soin; séché et rougi, il pesait 1 grain et demi: c'était de l'oxyde de manganèse.

*f.*) La liqueur ammoniacale *d* fut débarrassée de son excès d'ammoniaque par l'évaporation, et traitée ensuite par le carbonate de potasse, je trouvai par le procédé ci-dessus 16 grains et demi de chaux pure.



Il suit de cette analyse que 100 parties de wernérite vert contiennent:

| | |
|---|---|
| Silice *a*). . . . . | 40,00 |
| Alumine *c*). . . . . | 34,00 |
| Oxyde de fer *d*). . . . | 8,00 |
| Oxyde de manganèse *e*). | 1,50 |
| Chaux *f*). . . . . | 16,50 |
| | 100,00 (1). |

*Conclusion; par M. Karsten.*

Le résultat de l'analyse nous apprend que ces deux variétés diffèrent principalement par les proportions de silice et de chaux.

Quoiqu'on puisse distinguer l'une de l'autre, et au premier coup-d'œil, les deux substances analysées, je ne les considère pas *comme deux espèces*, mais seulement *comme deux variétés*, jusqu'à ce que de nouvelles observations aient montré des différences dans des caractères importans, tel que celui de la cassure qui me paraît essentiel: cela me semble peu probable, parce qu'on trouve des cristaux de wernérite, dont la moitié est blanche

(1) Il n'est plus question de la perte de 2,85, éprouvée au feu de porcelaine *B*, *a*: peut-être l'analyse a-t-elle été faite sur le minéral calciné? (*Note du Traducteur.*)

et l'autre verte, et parce que souvent des noyaux verts ont une enveloppe blanche.

Au reste, on ne doit pas regarder ce qui a été dit ci-dessus comme une description complète du wernérite, car cette espèce comprend un plus grand nombre de variétés.



# EXTRAIT

*D'UNE Lettre écrite par un Voyageur attaché aux Salines du Royaume de Bavière, juin* 1807, *insérée dans l'*Indicateur universel (*Allgemeiner anzeiger der Deutschen.*) N°. 189.

J'AI eu enfin la satisfaction de voir et d'admirer à Reichenhall les *Tablettes de graduation* imaginées par M. Baader, et qui ont fait tant de bruit dans ce pays, depuis une couple d'années. J'ai été frappé des avantages que présentent des moyens aussi simples. En effet, il ne faut que des yeux et les premières notions de la physique sur l'évaporation des fluides, pour sentir combien est supérieure aux méthodes ordinaires, une construction en planches, qui sur une étendue de 70 pieds en longueur, offre à l'évaporation de l'eau des surfaces de 90 mille pieds quarrés, sur lesquelles l'air peut agir librement, tandis que dans une étendue égale, nos bâtimens de graduation offrent à peine la trentième partie de cette superficie. Et je ne conçois pas, je l'avoue, comment on a pu combattre un instant une innovation fondée sur des principes aussi lumineux.

Tous les avantages que présentent les anciens bâtimens de graduation se trouvent réunis au plus haut degré dans cette nouvelle construction, et elle n'est exposée à aucun de leurs inconvéniens, notamment à ceux qui résultent de l'humidité habituelle et des pluies fréquentes auxquelles notre pays est sujet.

D'après les expériences et les observations faites par ordre du Gouvernement, sur l'effet produit par la construction de M. Baader, comparativement avec celui que peuvent produire les anciennes méthodes, savoir la simple haie de fagots d'épines exposée en plein air, et le bâtiment de graduation à triple rangée d'épines : expériences et observations qui ont été faites, jour par jour, pendant une année entière, il a été reconnu et constaté, que les *tablettes* de M. Baader produisent un effet qui est à celui de la haie simple, comme 2 à 1, et à celui de la haie triple, comme 3 à 2. En supposant les trois constructions d'une étendue égale.

Les *tablettes* ont encore d'autres avantages : la perte de la *muire* (ou eau salée), qui est toujours considérable dans les autres procédés, est à peu près nulle dans celui-ci. L'évaporation y est d'ailleurs si prompte, que l'eau des sources y est portée par une seule chute, au point de saturation de 20 à 23 pour 100, tandis que par les procédés ordinaires il faut au moins six à sept chutes répétées pour l'amener au même degré.

Quant aux frais d'établissement de cette nouvelle construction (qui ont été si fort exagérés par ceux que des intérêts personnels ont rendus les adversaires de M. Baader), il est bien vrai qu'ils sont un peu plus considérables, dans le premier moment, que ceux des traces de fagots; mais si l'on considère les suites, ils se trouvent réellement beaucoup moindres.

On a déjà vu qu'à étendue égale, ils produisent beaucoup plus d'effet; mais outre cela,



quelle différence dans la durée des matériaux employés : les haies d'épines ont besoin, dans presque toutes les salines, d'être renouvelées tous les sept à huit ans, tandis que les planches serviraient au moins pendant 60 ou 70 ans, comme on peut en juger par celles qui sont employées à la construction des réservoirs d'eau salée, qui se conservent très-bien pendant un espace de tems aussi considérable.

Par le moyen des *tablettes* de M. Baader, on obtiendroit encore un autre avantage précieux, ce serait de mettre à profit les eaux des sources pauvres qui, dans l'état actuel des choses, se répandent en pure perte dans les champs; et d'après les calculs de ce savant physicien, ces eaux réunies donneraient un produit annuel de plus de 300,000 quintaux de sel.

Après qu'elles auraient été graduées à Reichenhall, au point d'être prêtes à être versées dans les chaudières, elles seraient conduites par des canaux jusque dans les cantons de la Haute-Bavière, les plus riches en bois, et là elles finiraient d'être évaporées, à peu de frais, par l'ébullition.

La ville de Rosenheim sur l'Inn, est tout-à-fait propre par sa situation, à l'établissement des nouvelles salines; car on pourra dans tous les tems s'y procurer à peu de frais une provision annuelle de 20,000 toises cubes de bois flotté. M. Baader a déjà, depuis l'année dernière, tracé le nivellement des canaux de conduite des eaux salées, depuis Reichenhall jusqu'à Rosenheim, et cela d'une manière si heureuse, que dans cet espace d'environ 7 milles (près de 14 lieues) il ne sera nécessaire que

d'établir trois pompes, malgré l'extrême inégalité du terrain et les obstacles de toute espèce que présentait la nature.

On travaille maintenant à Reichenhall à l'établissement d'une puissante machine hydraulique d'une structure nouvelle et toute particulière, qu'on doit au génie inventif de M. Baader, dont l'effet sera d'élever dans le bâtiment de graduation, généralement toutes les eaux que fournissent les différentes sources salées de cette contrée.

Le même Journal, dans la feuille du 15 septembre 1807, rend compte des obstacles sans nombre qu'a rencontré l'inventeur des *tablettes de graduation*; mais enfin il a été constaté, d'une manière si évidente, par les diverses épreuves comparatives auxquelles on a soumis cette construction nouvelle, qu'elle l'emportait de beaucoup sur toute autre, que les adversaires de M. Baader ont été forcés de reconnaître ses avantages, et n'ont plus trouvé d'autre objection à lui faire, que la dépense qu'entraînerait cet établissement en grand; mais c'est à quoi M. Baader a pareillement répondu de la manière la plus satisfaisante.

Cet habile physicien a en outre inventé un instrument qu'il nomme *hydrométrographe*, au moyen duquel on a pu facilement estimer avec précision les quantités d'eau évaporées dans un tems donné, par les différentes méthodes de graduation (1).

(1) M. Baader a annoncé au Conseil des Mines qu'il lui enverrait un Mémoire dans lequel il ferait connaître la construction de ses nouveaux bâtimens de graduation, ainsi que celle des hydrométrographes qu'il a inventés et exécutés à Reichenhall.



# TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE MINÉRALOGIE,

## AVEC DES APPLICATIONS AUX ARTS.

Par ALEXANDRE BRONGNIART, Ingénieur des Mines, Directeur de la Manufacture impériale de Sèvres (1).

*EXTRAIT.*

But de cet ouvrage.

CET ouvrage a été composé pour servir à l'enseignement dans les lycées nationaux. L'auteur avait donc à travailler moins pour les savans, que pour les jeunes élèves qui doivent dans le cours de leur éducation prendre des idées exactes mais peu approfondies de la minéralogie. Nous verrons cependant que l'auteur, sans s'écarter de son but principal, a dû renfermer dans son livre des détails faits pour intéresser les minéralogistes de profession.

Division.

L'ouvrage est divisé en trois parties: dans la première, qui porte le titre d'*Introduction*, l'auteur donne une idée générale des propriétés des caractères des minéraux, et établit les bases sur lesquelles sont fondées sa classification et sa nomenclature. La seconde renferme les descriptions de toutes les espèces minérales, et la

(1) 2 vol. *in*-8°. avec 16 planches représentant des formes cristallines, et les principales machines employées dans l'exploitation des mines et la métallurgie. Paris 1807.

troisième un abrégé de toutes les opérations qu'exige l'exploitation des mines. Nous allons jeter un coup d'œil rapide sur les différentes parties de l'ouvrage de M. Brongniard.

Introduction.

Théorie des cristaux.

Après quelques observations générales sur les propiétés qui distinguent les minéraux des végétaux et des animaux, l'auteur expose les phénomènes de la cristallisation et les règles que suit la nature dans la forme des cristaux. Ce chapitre contient un abrégé succint de tout ce que la chimie nous a appris jusqu'ici sur la cristallisation, et de la théorie géométrique que l'on doit aux longues et ingénieuses recherches de M. Haüy, et qui est si bien développée dans son savant Traité. Il serait peut-être à désirer que cet exposé fût plus étendu, car il est à craindre qu'il soit insuffisant pour mettre les élèves des lycées en état de connaître cette belle théorie. Sans doute il n'est pas nécessaire que tous les jeunes gens des lycées possèdent à fond l'application du calcul à la mesure des cristaux, et soient en état de la pratiquer; mais il nous a semblé que l'auteur aurait pu, sans entrer dans tous les détails, ne pas se borner à rapporter les résultats, et faire connaître comment on a réussi à appliquer la géométrie aux cristaux, au point de déterminer leurs angles à moins d'une seconde près, et sur-tout quelles sont les données que l'on emploie dans ces calculs. Rien n'était plus capable de frapper l'imagination, non pas seulement d'un savant, mais d'un simple amateur; l'auteur a craint sans doute d'être entraîné dans de trop longs détails; mais nous pensons qu'il eût suffit de rapporter quelques exemples, et entre



autres la manière ingénieuse avec laquelle M. Haüy a déterminé rigoureusement les angles du rhomboïde primitif de la chaux carbonatée (1).

Caractères des minéraux.

L'auteur passe ensuite à l'examen des propriétés communes ou particulières qui peuvent servir à distinguer les minéraux entre eux. Ce sont tous les caractères physiques et chimiques. On sait qu'il n'y en a qu'un petit nombre qui puissent dans tous les cas servir à faire reconnaître un minéral. L'auteur s'est attaché à faire sentir le plus ou moins d'importance de chacun de ses caractères. Nous ne le suivrons pas dans cet examen; nous observerons cependant qu'il nous a paru avoir un peu trop déprécié celui de la couleur dans les pierres. Sans doute il serait absurde de vouloir classer les pierres d'après leur couleur, et il y a bien des années que les minéralogistes sont d'accord à cet égard; mais il ne s'ensuit pas qu'il faille négliger ce caractère, qui dans l'usage habituel est souvent extrêmement utile. Il est bien vrai que plusieurs minéraux affectent beaucoup de couleurs différentes; mais il est également vrai que la coloration d'un minéral se renferme habituellement, à l'égard même de ses variations, dans

(1) On sait qu'il s'est fondé pour cela sur deux suppositions qu'il était impossible de ne pas lui accorder, savoir, que les cristaux de chaux carbonatée en prismes à six faces, sont réellement des prismes hexaèdres réguliers, et que les six cassures lamelleuses que l'on obtient sur trois des arêtes de chaque base dans ces prismes, donnent 12 angles exactement de 135°, comme on le reconnaît sensiblement avec le goniomètre.

certaines limites dont l'indication peut très-bien servir pour reconnaître ce minéral, au moins avec quelque probabilité, au premier aspect. Si les minéralogistes les plus exercés se rendaient compte des motifs qui leur font nommer un minéral au premier coup-d'œil, ils verraient souvent que sa couleur les a beaucoup servi. Sans doute la couleur ne peut jamais être un caractère distinctif absolu; mais combien y a-t-il d'autres caractères, tels que la transparence, le chatoiement, la contexture, etc. qui sont également peu essentiels; et cependant on les réunit toujours dans les descriptions des espèces, et l'auteur lui-même les a tous placés au rang des caractères qui peuvent servir à distinguer les minéraux, sans s'attacher à faire sentir leur peu d'importance, comme il l'a fait pour la couleur.

Relativement à la cassure, M. Brongniart dit que ce caractère *n'est bon que pour aider à déterminer quelques variétés;* il est certain que sa cassure prise isolément ne peut servir beaucoup dans la distinction des minéraux. Cependant il n'est aucun minéralogiste qui n'ait considéré ce caractère comme étant un de ceux qui varient le moins, sinon dans une même espèce, au moins dans une même sous-espèce; et on doit reconnaître que parmi ceux que l'on peut constater facilement au premier coup-d'œil, il en est peu dont on puisse tirer des inductions plus sûres dans l'usage habituel.

Principes de classification.

L'auteur s'est étendu beaucoup sur les règles qu'il faut suivre dans la classification des minéraux. Il paraît avoir beaucoup travaillé cette partie de son Introduction, qui est en effet très-importante. Nous allons indiquer brièvement les principes auxquels il a cru devoir s'arrêter.



« Tous les minéraux dont la composition est » bien connue, formeront des espèces distinc» tes et définitives ».

« La forme primitive d'un minéral, jointe » à la réunion de quelques caractères du se» cond ordre, servira à déterminer les espèces » dans les minéraux dont la composition chi» mique est inconnue ou mal connue ».

Ces deux principes servent à constituer ce que l'auteur appelle *espèces réelles*. Mais plusieurs minéraux ne pouvant pas se prêter à l'application de ces deux principes, l'auteur en admet de nouveaux pour pouvoir les classer.

« Les minéraux souillés, susceptibles de cris» talliser, seront rapportés à chacune des es» pèces auxquelles la forme de leurs cristaux » appartient ».

« Les minéraux sensiblement purs, mais dont » on ne connaît ni la forme primitive ni la com» position chimique, formeront des *espèces ar» bitraires* qui seront établies sur les caractères » secondaires qu'offrent ces minéraux ».

« Les minéraux souillés ou mélangés, dont » l'analyse est impossible, et qui ne présen» tent ni forme ni caractère dominant, au » moyen desquels on puisse avec certitude les » rapporter à une espèce déjà déterminée, for» meront des *fausses espèces* ».

« Ces *espèces arbitraires* et ces *fausses es» pèces*, seront rangées dans la même série

» avec les *espèces réelles*, selon les rapports » qu'elles paraissent avoir entre elles ».

« Les minéraux mélangés, dont la nature » hétérogène est sensible à l'œil, sont exclus » de la classification des espèces et rangés » avec les roches ».

Quoique ces principes sur la formation de l'espèce paraissent différer un peu de ceux qui ont été admis par M. Haüy, on verra néanmoins que les espèces décrites dans le Traité de ce célèbre minéralogiste, se trouvent toutes dans l'ouvrage de M. Brongniart. Il y a cependant cette différence, que les minéraux peu connus réunis par M. Haüy dans un appendice, sont classés par M. Brongniart dans la série générale des espèces. En outre M. Brongniart a classé séparément comme *espèces arbitraires*, des minéraux que M. Haüy avait réunis à des espèces déterminées avec lesquelles elles ont beaucoup de rapports ; ainsi le silex (calcédoine, pierre à fusil) et le jaspe sont séparés de l'espèce quartz. Quel que soit le jugement que les savans portent sur cette séparation, on doit convenir qu'elle est au moins fort indifférente dans un Traité destiné aux jeunes élèves des lycées.

Les espèces étant une fois établies, il fallait déterminer les règles d'après lesquelles les individus qui constituent une même espèce, doivent être subdivisés en différens groupes sous le nom de *sous-espèces, variétés, sous-variétés*. Voici quels sont les principes que l'auteur établit :

« 1°. Les *sous-espèces* renfermeront les minéraux



» raux d'une même espèce, qui diffèrent par » la présence d'un principe accessoire, ou par » le mode d'aggrégation de leurs parties ».

« 2°. Les *variétés* renfermeront les minéraux, d'une même espèce qui ne diffèrent » que par le mode d'aggrégation de leurs parties, ou par une couleur remarquable appartenant à de grandes masses dans des circonstances semblables. Elles renfermeront » aussi quelquefois des minéraux mélangés, » lorsque la substance étrangère formera un » tout presque homogène avec l'espèce principale ».

« 3°. Les *sous-variétés* seront composées de minéraux, dont les différences sont encore » moins importantes ; telles sont celles qui résultent des formes secondaires, des couleurs » fugaces, des mélanges très-apparens, etc. ».

Si l'on voulait analyser chacune de ces règles, cela nous conduirait beaucoup au-delà des bornes d'un simple extrait ; nous nous contenterons de citer quelques exemples des applications que l'auteur en a faites dans sa classification.

Le quartz est partagé en trois sous-espèces : *quartz hyalin*, *quartz prase* et *quartz rubigineux*. Mais le quartz hyalin est partagé en 17 variétés, savoir : *quartz hyalin cristallisé*, *laminaire*, *amorphe*, *concrétionné*, *limpide*, *irisé*, *avanturiné*, *chatoyant*, *gras*, *laiteux*, *jaune*, *verdâtre*, *rose*, *améthyste*, *saphirin*, *enfumé* et *noir* ; et chacune de ces variétés porte une description particulière plus ou moins étendue. Dans aucun des Traités de

minéralogie qui ont paru depuis 20 ans, on n'a autant subdivisé l'espèce quartz, et il est permis de douter que cette subdivision soit avantageuse. Il y a d'ailleurs trop de différence dans l'importance des motifs qui ont déterminé à isoler chacune de ces variétés. Il était sans doute utile de décrire séparément la variété améthyste qui, indépendamment de la couleur qui lui est propre, présente un ensemble de plusieurs caractères constamment différens de ceux du quartz, des filons et des granites; mais il ne paraît pas qu'il fût nécessaire de séparer le quartz enfumé, le quartz noir, le quartz jaune du quartz hyalin cristallisé, puisqu'ils n'en diffèrent que par leur couleur, caractère auquel, comme nous l'avons vu, M. Brongniart n'attache que très-peu d'importance.

On ne peut s'empêcher aussi d'être étonné que l'auteur n'ait considéré l'*arragonite* que comme une simple variété de chaux carbonatée pure, tandis que jusqu'ici les minéralogistes en ont fait une espèce à part, ou au moins une sous-espèce. L'auteur s'est fondé, d'après ses principes, sur la parfaite identité de composition chimique entre ces deux substances; mais l'irrégularité qui en résulte, prouve qu'il fallait ou changer ce principe, ou tout au moins le modifier beaucoup, en y faisant ici une exception qui eût été d'autant plus naturelle, que c'est, comme l'observe l'auteur, le premier cas où la nature se soit écartée des règles qu'elle paraît suivre généralement. Quelle que soit l'opinion que l'on adopte sur les rapports qui existent entre la chaux cabonatée cristallisée et l'arragonite, nous croyons qu'il est impossible



de ne pas les séparer dans la classification d'une manière très-distincte, et que si l'on veut les réunir sous une même espèce, jamais il n'y a eu plus de motifs pour en former deux sous-espèces. En effet, on sait que l'arragonite diffère de la chaux carbonatée ordinaire par sa cristallisation, sa division mécanique, sa dureté, sa pesanteur, et leur réunion dans une même sous-espèce, devait nécessairement produire une grande irrégularité dans les descriptions, puisque l'auteur après avoir dit, en parlant de la *chaux carbonatée pure* : que ses cristaux, en général, sont faciles à diviser, et ont pour forme primitive un rhomboïde obtus, est obligé ensuite de se contredire lui-même en décrivant une des variétés de cette même sous-espèce, l'*arragonite*, dans laquelle les mêmes caractères sont absolument différens.

Nomenclature.

La nomenclature que l'auteur a adoptée est fondée sur ce principe, de ne jamais employer plus de deux mots pour désigner une espèce, et d'indiquer une sous-espèce, en ajoutant au nom de l'espèce le nom vulgaire sous lequel on la désigne ordinairement. Ainsi l'auteur dit *quartz améthyste*, au lieu de *quartz violet*, *cuivre malachite*, au lieu de *cuivre carbonaté vert*. Cette méthode a de grands avantages pour les jeunes gens des lycées auxquels il est utile d'indiquer les minéraux sous les noms vulgaires qu'ils portent depuis long-tems; mais il nous a semblé que pour quelques substances l'auteur aurait mieux fait de conserver la nomenclature de M. Haüy, qui est à présent connue de toute l'Europe.

Les espèces sont réunies en genres, et les genres en classes d'après leur composition chimique. La réunion en classes est adoptée généralement ; mais la réunion en genres qui serait sans doute très-avantageuse, a déjà été tentée plusieurs fois sans beaucoup de succès. On doit savoir gré à M. Brongniart de l'avoir essayée de nouveau, et quoique la fixation de ces genres chimiques soit encore fort incertaine, comme l'auteur le reconnaît lui-même, cependant les nouvelles analyses lui ont donné lieu de faire quelques rapprochemens intéressans.

Descriptions.

Les minéralogistes ont toujours eu soin dans leurs descriptions d'exposer briévement, méthodiquement, et presque toujours dans le même ordre et les mêmes termes, les caractères d'une espèce. L'auteur a cru devoir s'affranchir des règles de cette forme didactique, qui sans doute lui aura paru trop sèche. Il fait connaître chaque espèce, non pas par une description composée de phrases courtes et sans liaison entre elles, mais par un discours suivi dans lequel il cherche à donner une idée de la substance qu'il veut faire connaître. Il faut qu'il ait eu de fortes raisons pour préférer cette marche ; car il s'est fait connaître trop avantageusement dans toutes les parties de l'histoire naturelle, pour qu'on puisse croire qu'il n'était pas familiarisé avec ce qu'on peut appeler la méthode descriptive linnéenne. L'expérience seule pourra prouver s'il a eu raison d'en agir ainsi. Nous avouerons que ce mode de description, et sur-tout le défaut d'ordre dans l'exposition des caractères, nous a paru en



rendre la recherche un peu pénible. Peut-être cela tient-il à ce que nous avons pris l'habitude de la forme didactique.

On ne peut trop louer l'auteur de s'être attaché constamment à faire ressortir davantage les caractères qui peuvent servir à distinguer une espèce de celles avec lesquelles elle a le plus de ressemblance extérieure. Cette méthode, que M. Haüy a employée le premier, est d'une grande utilité ; mais il avait eu soin de placer ces caractères distinctifs comme en note à la suite de l'indication générale de tous les caractères d'une espèce. Il nous a paru que cette disposition était plus avantageuse que de placer ces caractères distinctifs à la tête de chaque description, et faisant suite avec tous les autres.

Chaque description est terminée par l'indication des gisemens qu'affecte le minéral qui en est l'objet. Cette partie de l'ouvrage a été extrêmement soignée, et dans aucun Traité de minéralogie on ne trouve autant de détails précis sur la manière d'être des espèces minérales dans la nature. L'auteur a fait à cet égard de nombreuses recherches, et les minéralogistes retireront beaucoup de fruit de son travail. Peut-être pourrait-on dire qu'il n'était pas nécessaire de s'étendre autant sur cet objet que l'auteur l'a fait, et sur-tout de donner une indication aussi détaillée des lieux où l'on a trouvé tels ou tels minéraux, dans un ouvrage destiné seulement à donner quelques idées de minéralogie aux élèves des lycées ; mais les savans n'en sauront pas moindre gré à l'auteur de ces recherches.

En applaudissant au soin que l'auteur a mis dans l'indication du gisement des minéraux, nous regrettons beaucoup qu'il n'ait pas donné plus de développement aux descriptions des formes cristallines. Il y a des minéraux dont il n'a pas cru nécessaire de faire connaître la cristallisation. Il est vrai que pour le plus grand nombre des espèces il a décrit les principales variétés de cristallisation ; mais il nous a semblé qu'il en avait trop réduit le nombre. Ainsi il n'indique que six variétés de formes de la chaux carbonatée, cette substance si commune et qui présente tant de cristaux différens. L'auteur a pensé sans doute que la brièveté était un mérite dans un Traité élémentaire ; mais il y a des détails si importans, qu'on ne pouvait se permettre de les supprimer. Nous croyons entre autres qu'il fallait ne pas se borner toujours à indiquer le décroissement d'après les calculs de M. Haüy, mais qu'il eût été très-utile de développer pour plusieurs cristaux secondaires les propriétés géométriques qui les lient avec la forme primitive, de faire voir, par exemple, que les quatre principaux rhomboïdes de la chaux carbonatée, sont deux à deux inverses l'un de l'autre, c'est-à-dire, que les angles plans de l'un, sont les supplémens des angles linéaires de l'autre, ou encore que ces quatre rhomboïdes peuvent être circonscrits les uns aux autres en commençant par le *contrastant* qui est le plus aigu, et finissant par l'*équiaxe* qui est le plus obtus. Il aurait été intéressant de faire remarquer la transposition des angles de la forme primitive sur le métastatique, les rapports nombreux que présente la variété analogique, de faire observer que cet angle de 101° 32′ 13″, qui est l'angle au sommet d'un rhomboïde primitif, dont les plans sont inclinés de 45° à l'axe, se retrouve dans les formes primitives de la baryte sulfatée de l'axinite, et dans beaucoup de cristaux secondaires, etc.



M. Brongniart aura sans doute jugé que ces détails cristallographiques étaient le luxe de la science, et qu'il était inutile d'en entretenir les élèves des lycées. Il nous semble, au contraire, que rien ne pouvait leur donner une idée plus belle et plus durable de la minéralogie, que de fixer leur attention sur les exemples les plus frappans de la marche symétrique et régulière de la nature dans les formes des cristaux.

Tous les cristaux que l'auteur a décrits sont accompagnés de figures au trait, qui nous ont paru être les mêmes que celles du Traité de M. Haüy, réduites seulement à une plus petite dimension.

A la tête des espèces minérales, l'auteur a placé l'air, l'eau, et plusieurs acides qui existent à l'état de gaz ; le gaz hydrogène fait aussi partie des combustibles. Il a considéré la minéralogie comme étant, non pas seulement l'histoire des corps que l'on appelle *minéraux*, mais celle de tous les corps inorganiques. M. de la Métherie avait déjà adopté cette opinion dans son Traité de minéralogie ; mais il ne paraît pas que jusqu'ici les minéralogistes l'aient approuvée, puisque ni M. Haüy, ni les autres auteurs des Traités publiés depuis plusieurs années, n'ont pas compris l'air, l'eau, etc. dans

leur classification, et n'ont considéré comme minéraux que les substances qui entrent dans la composition de la masse solide du globe.

Nous n'entrerons pas dans les détails du petit nombre de changemens que l'auteur a faits dans certaines espèces, en y réunissant des minéraux que d'autres minéralogistes en avaient séparés, ou en en séparant d'autres qui y avaient été jusqu'ici réunis. Il suffit d'avoir donné une idée de sa marche, tant dans la formation des espèces, que dans leur classification.

Exploitation des mines et métallurgie.

Nous avons dit que l'auteur avait eu pour but de joindre à la description des espèces minérales, un précis des opérations que subissent plusieurs d'entre elles pour être employées dans les arts. Ces détails qui eussent été peut-être déplacés dans un Traité de minéralogie destiné pour les savans, convenaient parfaitement à un livre écrit pour des jeunes gens auxquels il faut toujours présenter les corps naturels sous leurs rapports d'utilité. M. Brongniart a parfaitement rempli ce but. La préparation de la chaux, du plâtre, l'art de fabriquer le muriate de soude, l'art du potier en général, sont exposés à la suite des minéraux qu'on y emploie. Quant aux travaux sur les substances métalliques, comme ils ont entre eux beaucoup de rapports, et que l'art de les extraire du sein de la terre est à peu près de même pour toutes, l'auteur a jugé avec raison devoir réunir ensemble, dans une section particulière, tous les travaux de l'exploitation des mines, et la description des procédés et appareils métallurgiques. On ne peut



qu'applaudir à cette distribution. C'est peut-être le premier ouvrage français où l'on ait réuni en même-tems toutes les connaissances nécessaires au mineur; aussi nous croyons que le Traité de M. Brongniart sera non-seulement très-utile aux jeunes gens des lycées pour lesquels il est destiné, mais sera aussi consulté par tous ceux qui se livrent, par état, à l'exploitation des mines. Sans doute le praticien n'y trouvera pas assez de détails, et on sent que l'auteur devait se renfermer dans des limites très-resserrées; mais il verra avec plaisir l'ensemble de toutes les connaissances dont il a besoin. Il serait à désirer que l'auteur eût cité les livres qu'il a consultés; il eût offert par-là au mineur un répertoire général qui l'eût guidé dans toutes ses recherches.

Ce court extrait du Traité de minéralogie de M. Brongniart, suffit pour faire voir combien il doit être utile pour l'instruction des lycées, malgré les observations que nous avons cru devoir faire sur quelques parties de cet ouvrage. On peut remarquer d'ailleurs que ces observations portent principalement sur des omissions que l'auteur a faites volontairement, par la nécessité où il était de travailler pour les jeunes gens, et par conséquent d'être très-court. La minéralogie est si perfectionnée, depuis quinze ans, qu'il n'eût pas été difficile à M. Brongniart de recueillir tout ce qui a été publié, et de faire un Traité complet; mais il l'était bien davantage de faire un choix convenable, et d'adopter la forme qui était la plus utile pour les commençans, et sur-tout pour les jeunes élèves qui ne doivent rece-

voir dans les lycées que les premiers principes de la minéralogie.

On attend, avec impatience, le Traité de géologie, qui fait une partie essentielle de l'étude du règne minéral.



# NOTE

## *Sur une Eau salée extraite du puits de l'*Est-Boislong, *aux mines de houille de Montrelais.*

Extrait d'une Lettre de M. Pelletier, Inspecteur des travaux pour le compte de la Compagnie des Mines de Montrelais, à M. Gillet-Laumont, Membre du Conseil des Mines, le 17 novembre 1807.

Monsieur,

J'avais déjà entendu dire que dans les anciens travaux des mines de Montrelais, au Nord de Varades, Loire-Inférieure, (au puits dit *du Militaire*), il y a environ 20 ans, on avait trouvé à 400 pieds de profondeur, au mur de la veine, une source d'eau salée, près d'une source d'eau très-douce, mais on n'avait pas cherché à en reconnaître la nature.

Vers le mois de messidor an 10, on trouva à la profondeur de 173 toises, au puits de l'Est-Boislong, le filet d'eau salée dont il est ici question, et que dans le tems je négligeai de recueillir pour l'analyser. Je pris alors une petite quantité de cette eau que je fis réduire; mais au moment où je voulus en prendre davantage pour connaître mieux la nature du sel qu'elle tenait en dissolution, la source disparut; heureusement qu'elle se remontra dans la galerie ou voie inférieure à 178 toises de

profondeur. Je ne manquai pas alors de m'en procurer, et j'en pris le 30 thermidor an 10 plusieurs bouteilles. Voici les observations que j'ai été à portée de faire dans l'intervalle de mes nombreuses occupations.

Cette eau salée prise au fond du puits de l'Est-Boislong, à 30 toises d'avancée du puits, et au niveau de 178 toises à l'Est, filtre du côté du Sud, au mur de la veine, entre le rocher qui est de grès grisâtre micacé, par lames, et une crasse (partie schisteuse) ou terrée charbonneuse, à la surface de laquelle elle laisse une espèce de rouille qui n'a aucune saveur.

Pour rassembler cette eau salée, on avait fait un petit creux dans le sol de la voie ou galerie; elle était peu abondante; à peine fournissait-elle un filet continu d'environ un quart de ligne; car souvent même elle ne tombait que goutte à goutte, et pour remplir huit bouteilles de pinte, on a été près d'une demi-heure.

Cette eau qui avait d'abord une légère teinte noirâtre, est devenue claire et limpide, après avoir été 24 heures à déposer des particules de charbon qu'elle tenait suspendues.

Je l'ai pesée comparativement à celle de la rivière de Loire, à l'aréomètre, selon Cartier; l'eau de la Loire donne $\frac{1}{2}$ de degré, et notre eau salée marque 2 degrés et $\frac{1}{4}$.

Au goût elle est salée sans avoir le saumâtre de l'eau de la mer, et le sel dominant semble être le sel marin mêlé de sel de glaubert.



Elle est d'abord inodore, mais au bout de 24 heures de dépôt, elle prend une légère odeur de foie-de-soufre ou *sulfure alkalin*.

J'ai mis à cristalliser 3 pintes (1) ou 5 livres 9 onces 6 gros de cette eau, aux bains de sable, dans une grande capsule de verre ou évaporatoire; l'ayant fait réduire à moitié, j'ai laissé cristalliser, mais je n'ai pas obtenu de cristaux bien distincts; elle n'a formé qu'une croûte assez mince, qui est composée de petites stries et de retraits un peu cubiques, qui annonceraient le sel de glaubert mêlé de sel marin, et du poids d'environ 1 once 4 gros, ou 1 livre 10 onces 5 gros 66 grains $\frac{564}{718}$ par quintal d'eau.

Par différens réactifs il est résulté que :

1°. *La teinture de tournesol* a pris une légère teinte rougeâtre.

2°. *La poudre de noix de galle* a produit un précipité ocreux jaunâtre et un peu abondant, ce qui indique la présence du fer, ou du vitriol martial.

Et 3°. *L'alkali végétal caustique* a troublé l'eau, l'a rendue laiteuse, et il s'est formé un

---

(1) Poids des trois bouteilles d'eau salée.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Première bouteille. . . . . | 1 liv. | 14 onc. | 2 gros. |
| Seconde bouteille. . . . . | 1 | 13 | » |
| Troisième bouteille. . . . . | 1 | 14 | 4 |
| Total. . . . . | 5 | 9 | 6 |

(*Note de l'Auteur.*)

précipité blanc composé de magnésie et de terre calcaire; ayant versé dessus de l'*acide vitriolique*, le mélange s'est éclairci d'abord, ensuite la magnésie s'est dissoute, et la sélénite est restée au fond avec une légère teinte ocreuse. Cette opération semblable à celle rapportée par M. Sage, dans son *Analyse chimique*, tom. 3, pag. 363, me fait présumer que mon eau salée est analogue à l'eau de la mer.

Telles sont les faibles observations que j'ai faites rapidement, et que mon peu de loisir ne peu que rendre incomplètes.



# NOTE

## *Sur le Refroidissement des liquides dans des vases de porcelaine dorés et non dorés.*

Par M. le Comte DE RUMFORD (1).

« J'AVAIS découvert, il y a quelques années, dit M. de » Rumford, que les vases métalliques nets et polis en dehors, » ont la faculté de conserver très-long-tems la température » des liquides chauds, qu'on y enferme ». C'est cette propriété qui est parfaitement d'accord avec l'observation qu'on a faite depuis long-tems, que les vases d'argent conservent mieux la chaleur du café et du thé, que ceux de porcelaine ou de terre cuite, que M. de Rumford a cherché à donner aux vases qui ne l'ont pas par eux-mêmes. Il a pris deux vases de porcelaine, égaux en capacité, de même forme et de même épaisseur, l'un blanc, et l'autre complètement doré en dehors, et y a renfermé des quantités égales d'eau chaude. Toutes les autres circonstances étant d'ailleurs égales, les tems de refroidissemens se sont trouvés entre eux :: 2 : 3. Réciproquement, des liquides froids s'échauffent bien plus lentement dans des vases dorés à l'extérieur, que dans des vases non dorés. Mais si on voulait donner à des vases métalliques polis et très-nets, ou à des vases de porcelaine dorés la propriété de recevoir ou de perdre plus promptement la chaleur, il suffirait de les noircir en les présentant à la flamme d'une bougie ou d'une lampe. Les liquides se trouvant immédiatement en contact avec la surface intérieure des vases, la dorure de cette surface ne produirait aucun effet; elle ne deviendrait utile que dans le cas où ils en seraient isolés.

M. Rumford fait ensuite voir l'accord de ses expériences avec sa théorie de la chaleur, qu'il a présentée dans d'autres Mémoires, et qui consiste à supposer que la chaleur n'est autre chose qu'un mouvement vibratoire des molécules des corps dans un milieu éthéré qui peut transmettre ce mouvement. Quand on a deux corps de température différente,

(1) Cette Note est extraite du *Nouveau Bulletin des Sciences*, par la Société Philomathique de Paris.

les vibrations du corps le plus chaud produisent les rayons calorifiques, et celles de l'autre, les rayons frigorifiques. Or, M. Rumford suppose que les métaux ayant une très-grande densité, et devant être par cela même plus imperméables et plus réfléchissans pour la lumière, ils doivent aussi être de tous les corps de la nature, les plus propres à la réflexion des rayons calorifiques ou frigorifiques qui leur sont envoyés par les corps environnans; et il conçoit par là pourquoi un liquide se refroidit ou s'échauffe plus lentement dans un vase de porcelaine doré extérieurement, que dans le même vase non doré.

La grande célérité avec laquelle la chaleur se communique entre deux corps qui se touchent, comparée à la lenteur de la communication qui a lieu lorsque les corps sont à distance, avait fait penser qu'il y a deux manières par lesquelles la chaleur peut être transmise d'un corps à un autre; savoir, à distance par le calorique rayonnant, et au contact par une véritable transfusion. Mais M. Rumford, qui rappelle cette opinion, ne la partage pas. Il pense que la chaleur ne se propage que d'une seule manière, et il explique la grande différence des tems de refroidissement d'un corps lorsqu'il est isolé ou en contact intime avec un autre, par cette propriété; que l'intensité des rayons calorifiques ou frigorifiques étant en raison inverse du carré des distances à la surface du corps qui les envoie, la célérité de l'action du calorique entre deux molécules à température différente, qui sont infiniment près l'une de l'autre, doit être infinie. C'est pour cette raison que c'est dans le vide parfait que la différence entre les tems des refroidissemens est la plus grande possible: elle devient très-petite, ou même nulle lorsque les vases sont plongés dans un milieu dense, tel que l'eau, qui a beaucoup de capacité pour le calorique, ou lorsqu'ils sont exposés à un courant d'air très-rapide.

# JOURNAL DES MINES.

## N°. 132. DÉCEMBRE 1807.

## SUR LA VAPORISATION DES CORPS.

Par M. GAY-LUSSAC.

Lu à la Société d'Arcueil, le 26 février 1807. (1).

TOUS ceux qui font des expériences et qui en suivent scrupuleusement toutes les circonstances, ont dû observer que lorqu'on expose un corps à la chaleur dans un vase qui n'a aucune communication directe avec l'air, ou au moins qu'une très-faible, la vaporisation de ce corps n'a pas sensiblement lieu, pourvu qu'il soit éloigné de quelques degrés de celui où il entre en ébullition, tandis qu'à l'air libre, et d'ailleurs dans les mêmes circonstances, il donne des vapeurs très-abondantes. On a dû observer encore qu'en décomposant un corps par un autre, il arrive souvent qu'à une température ordinaire, la décomposition ne peut se faire dans des vaisseaux fermés, et qu'elle se fait, sinon en totalité, au moins en partie,

(1) Extrait des *Mémoires de Physique et de Chimie, de la Société d'Arcueil.*

lorsque le mélange est exposé directement à l'air. Les faits qu'on pourrait citer à cet égard sont extrêmement nombreux, mais jusqu'à présent personne n'a cherché, à ma connaissance, à en expliquer un seul, et encore moins à faire voir qu'ils dépendent tous de la même cause. Je me propose donc de suppléer ici au silence qu'on a gardé sur cet objet. Après avoir cité quelques faits parmi ceux qui sont les plus familiers à tout le monde, j'en donnerai l'explication fondée sur les connaissances qu'on a sur l'évaporation, et je l'appliquerai ensuite à quelques phénomènes que présente la distillation du mélange de deux corps peu différens en volatilité.

Quand on verse de l'acide sulfurique concentré sur du nitrate de potasse sans employer l'action de la chaleur, il se dégage des vapeurs d'acide nitrique qui peuvent continuer très-longtems à l'air libre; mais si celui-ci ne peut se renouveler à la surface du mélange, elles cessent bientôt.

Le muriate de potasse peut être tenu en fusion pendant plusieurs heures sans qu'il perde sensiblement de son poids, pourvu que l'air ne puisse pas se renouveler facilement à sa surface; car autrement la perte qui se ferait par l'évaporation serait considérable. J'ai pris 30 gram. de ce sel bien desséché, et je l'ai tenu en fusion dans un creuset de platine, garanti seulement de l'air par le couvercle du creuset qui ne fermait pas exactement. La perte, pendant 30′, a été de 0 gr. 085. En répétant la même expérience sans couvrir le creuset, la perte a été de 0 gr. 620, c'est-à-dire, sept fois plus grande



que dans le premier cas, quoique la température du sel fût nécessairement plus faible, à cause du renouvellement rapide de l'air à sa surface. Aussitôt qu'on couvrait le creuset, on n'apercevait plus aucune vapeur à travers les petites ouvertures qui restaient entre lui et le couvercle; mais à peine était-il découvert, qu'elles paraissaient en grande abondance. Je suis convaincu, d'après ces expériences et plusieurs autres que j'ai faites en fermant le creuset plus ou moins, que la perte peut être rendue nulle ou à peu près, en le couvrant assez exactement pour interdire toute communication avec l'air ambiant; mais cependant sans opposer de résistance à l'effort des vapeurs intérieures. Ainsi, lorsqu'on voudra priver d'eau des sels peu volatils, tels que celui dont nous venons de parler, on pourra les tenir rouges pendant 30′ au moins, sans craindre d'en perdre par la volatilisation, pourvu qu'on couvre exactement le creuset. J'étends ce que je viens de dire du muriate de potasse aux autres sels; car je me suis assuré pour plusieurs, et particulièrement pour le muriate de soude et celui de fer, qu'ils se comportaient de même : volatilisation très-faible ou nulle dans des creusets fermés; vapeurs au contraire très-abondantes dans des creusets ouverts. Pareillement la potasse et la soude fument très-peu dans le premier cas, et beaucoup dans le second.

Ce serait en vain qu'on voudrait distiller du zinc dans un vase n'ayant qu'une légère communication avec l'air, et également échauffé dans tous les sens, si la température n'était pas suffisante pour le faire bouillir. Un mé-

lange d'oxyde de zinc et de charbon donnerait pourtant, dans les mêmes circonstances, un très-beau sublimé métallique. On sait aussi que pour faire des fleurs de zinc, il faut, indépendamment de l'oxydation, un courant d'air au-dessus de la surface du métal.

Le plomb, l'antimoine, le bismuth fument beaucoup à une température rouge dans des creusets ouverts, et paraissent par conséquent très-volatils. Dans des creusets fermés, ils ne donneraient pas de sublimé, et paraîtraient au contraire très-fixes.

C'est encore un fait analogue, qu'on ne peut faire des fleurs de soufre dans un appareil distillatoire très-petit. Pour volatiser le soufre dans un semblable appareil, il faut une température assez élevée pour le faire bouillir, ou peu inférieure à celle-ci. Mais alors l'intérieur du petit récipient où se fait la condensation étant lui-même très-chaud, le soufre qui s'y condense ne prend point tout de suite la forme solide. Il s'agglutine sur les parois en s'y précipitant, et on n'obtient ainsi que du soufre en masse. Si au contraire le récipient est très-grand, tel qu'une chambre, par exemple, le courant d'air au-dessus de la surface du soufre est beaucoup plus rapide, la température de l'intérieur du récipient est beaucoup moins élevée, et les vapeurs qui s'y condensent prenant subitement l'état solide, forment une poussière légère qui ne s'agglutine plus lorsqu'elle vient à se précipiter sur les parois du récipient, et qui constitue les fleurs de soufre.

Enfin, pour ne pas trop multiplier les exemples, et pour finir par un qui est connu



de tout le monde, et qui doit servir à expliquer tous les autres, je ne citerai plus que l'évaporation de l'eau.

On sait que lorsque ce liquide est exposé à l'air, il s'y évapore à toutes les températures. Mais Fontana a fait voir depuis longtems que si le vase distillatoire dans lequel il est renfermé ne communique que par une petite ouverture avec son récipient, qu'on peut supposer très-grand, il n'y a de distillation qu'autant qu'il peut s'établir un courant d'air dans l'appareil.

Cet exemple est parfaitement analogue à tous ceux que j'ai cités jusqu'à présent, et il suffit de rappeler en peu de mots les diverses circonstances connues de la conversion de l'eau en vapeurs pour pouvoir les expliquer tous.

Lorsque l'eau porte immédiatement à sa surface une colonne de mercure, égale, par exemple, à la pression de l'atmosphère, elle ne se réduit en vapeurs que lorsque celles-ci doivent avoir une force élastique capable de vaincre cette pression. Dans le vide, au contraire, comme dans l'air et dans un gaz quelconque, l'eau s'y réduit en vapeurs à toutes les températures, et on a reconnu et posé comme principe, que la densité de sa vapeur dans un espace ou vide ou occupé par un fluide élastique quelconque, qui n'aurait pas d'action chimique sensible sur elle, n'est absolument dépendante que de la température. D'après ces principes, qui sont trop bien connus pour que j'insiste plus longtems dessus, on conçoit parfaitement pourquoi, quoique l'eau se mette en vapeurs dans un espace occupé par de l'air, mais limité, et ne communiquant avec l'air extérieur ou avec un récipient, que par

une petite ouverture qui s'oppose au renouvellement facile de l'air, il ne peut y avoir d'évaporation au-dessous du degré de son ébullition. Une fois que la vapeur a pris dans cet espace toute la densité qu'elle doit avoir, il ne peut s'y en former de nouvelle, si d'autre air ne vient remplacer celui qui est déjà saturé. Tel est ce qui arrive avec le muriate de potasse, qui ne s'évapore pas dans un creuset médiocrement fermé, tandis qu'il s'évapore beaucoup s'il a le contact libre de l'air. Tel est encore ce qui arrive dans la distillation d'un mélange d'oxyde de zinc et de charbon, pendant laquelle il se dégage du gaz oxyde de carbone qui emporte les vapeurs de zinc à mesure qu'elles se forment. Tel est enfin ce qui a lieu dans tous les autres exemples que j'ai cités, et qu'il serait facile de multiplier beaucoup plus.

Remarquons pourtant encore combien il est important de faire attention à l'évaporation des corps par le moyen de l'air, pour ne pas s'exposer à commettre des erreurs. Pour juger du degré de volatilité d'un corps peu volatil, on ne peut le faire que comparativement et en prenant pour indices les produits de sa volatilisation. Or si on ne fait pas attention à cette propriété des corps, de ne pouvoir s'évaporer au-dessous du degré de leur ébullition, quand ils sont enfermés dans des vases qui n'ont que peu ou point de communication avec l'air, tandis que le contraire a parfaitement lieu dans des circonstances semblables à l'air libre, on sera nécessairement conduit à regarder comme très-volatil dans un cas, un corps qui paraîtrait très-fixe dans un autre. par exemple, le muriate de potasse et



l'antimoine fument beaucoup quand ils sont rouges et exposés à l'air. On en conclurait donc, et avec raison, qu'à cette température ils se réduisent en vapeurs. Mais si on couvre légèrement les creusets dans lesquels ils sont enfermés, ils ne perdront pas sensiblement de leurs poids, et si on ne fait pas attention à la différence des circonstances, on en conclura au contraire qu'ils sont fixes.

Ce principe, que les vapeurs d'un corps peuvent se former indéfiniment à l'air libre, et que leur densité ne dépend que de la température, trouve son application dans la distillation de deux corps simplement mélangés qui ne diffèrent pas beaucoup en volatilité, et il sert à expliquer pourquoi dans ce cas le plus volatil emporte toujours de l'autre. Quoique je n'exclue pas l'affinité des causes qui pourraient contribuer à cet effet, je pense cependant qu'il peut également avoir lieu sans elle, et je vais supposer en conséquence que les vapeurs des deux corps que je considère n'ont aucune affinité entre elles, et qu'elles agissent l'une sur l'autre comme le gaz oxygène sur le gaz azote.

Quand on soumet donc à l'action de la chaleur un mélange de deux corps peu différens en volatilité, l'alcool et l'eau, par exemple, il arrive bientôt qu'il entre en ébullition. A cette époque, l'alcool a toute sa tension, tandis que l'eau n'a qu'une partie de celle qu'elle est susceptible de prendre sous la même pression par une plus grande élévation de température. Si maintenant l'eau était seule dans le vase distillatoire, il est évident, d'après ce qui précède, qu'étant encore éloignée du degré de son

ébullition, elle ne pourrait point se distiller sans un courant d'air. Mais comme l'alcool qui est mêlé avec elle bout, il en résulte un fluide élastique dont l'action sur la vapeur de l'eau remplace celle de l'air, et les deux fluides se distillent ensemble dans des proportions dépendantes de celles du mélange. On voit donc que par ce procédé il serait impossible d'avoir de l'alcool parfaitement exempt d'eau. On y réussirait mieux en distillant le mélange sous une compression beaucoup moins forte que celle de l'atmosphère, parce qu'il bouillirait beaucoup plus vite, et qu'alors le rapport de la quantité de la vapeur de l'alcool à celle de l'eau serait beaucoup plus grand. Mais, par ce moyen, on ne séparerait pas encore totalement les deux liquides, et il est plus avantageux d'ajouter au mélange, comme on le fait ordinairement, un corps fixe, tel que le muriate de chaux, qui, ayant beaucoup d'affinité pour l'eau, diminue sa volatilité bien plus que celle de l'alcool. C'est par la même raison qu'on ne peut séparer le muriate d'étain et celui d'antimoine par l'action de la chaleur, quoiqu'ils ne soient pas également volatils.

Il serait inutile de citer d'autres faits qui, tous analogues entre eux, recevraient les mêmes explications. En terminant, je me contenterai de rappeler que l'eau est nécessaire pour décomposer, par la chaleur, la pierre à chaux et plusieurs autres carbonates, afin de fixer l'attention sur un fait très-singulier qui, sous quelques rapports, a de l'analogie avec ceux qui ont fait le sujet de cette note, mais qui, sous d'autres, paraît au contraire s'en éloigner.



## *Sur les Phosphates de Chaux, de Fer, de Plomb et de Manganèse, et sur l'Acide phosphorique.*

Par M. Berthier, Ingénieur des Mines.

Je ferai connaître dans ce Mémoire, 1°. la composition des phosphates de chaux, de fer, de plomb et de manganèse, que j'ai cherché à déterminer exactement; 2°. quelques-unes de leurs propriétés les plus utiles pour le chimiste docimaste; 3°. la composition de l'acide phosphorique.

Comme tous ces sels se rencontrent parmi les minéraux, que souvent quelques-uns souillent les minerais de fer les plus abondans, les scories et la fonte qui en proviennent, et qu'il est important pour la métallurgie de perfectionner l'analyse de ces substances, je pense que mon travail pourra avoir quelque utilité.

Je vais exposer successivement les expériences principales que j'ai faites sur chaque sel, et sur l'acide phosphorique, et les résultats que j'ai obtenus.

J'ai converti du phosphore en acide phosphorique par l'acide nitrique pur, et je me suis servi de la liqueur saturée d'ammoniaque pour préparer des phosphates par double décomposition.

Phosphate de chaux.

Comme la nature de l'arragonite est aujourd'hui bien connue, je me suis servi de ce mi-

néral pour doser la chaux; j'en ai pris 7 g. que j'ai fait dissoudre dans l'acide muriatique. J'ai mêlé la liqueur avec du phosphate d'ammoniaque, et je l'ai saturée de cet alkali, dont j'ai ajouté un léger excès. Le phosphate de chaux filtré, lavé et calciné au rouge, pesait $5^g,5$. L'excès d'ammoniaque ayant été chassé par l'ébullition, il s'est déposé dans la liqueur, ramenée à l'état neutre, $0^g,3$ de phosphate, total $5^g,8$ (résultat moyen de plusieurs expériences). Il n'y avait point eu assez d'acide phosphorique pour saturer toute la chaux. Le reste de cette terre a été précipité par l'oxalate d'ammoniaque; le dépôt calciné a donné $0^g,78$ de chaux vive.

Puisque l'arragonite contient 0,56 de chaux, il y a $3^g,14$ de cette terre dans les 5,8 de phosphate, ou un peu plus de 54 dans 100, et par conséquent un peu moins de 46 d'acide phosphorique.

5 g. de phosphate de chaux ont été dissous dans l'acide muriatique. J'ai fait rapprocher jusqu'à siccité pour chasser l'acide inutile et j'ai redissout dans l'eau. L'oxalate d'ammoniaque a précipité $2^g,5$ de chaux. J'ai saturé la liqueur, filtré, saturé d'ammoniaque, et il s'est déposé du phosphate de chaux, dont le poids s'élevait au moins à $0^g,3$. Ainsi $4^g,7$ de phosphate contiennent $2^g,5$ de chaux, ou 100, 53,5 à peu près. Plus la liqueur est acide et moins il y a de phosphate décomposé par l'oxalate; mais on peut, en la rapprochant avec soin, l'amener au point de n'en retenir que très-peu.



Composition la plus probable du phosphate de chaux, Composition.

0,54 chaux.
0,46 acide.

1,00

Le phosphate de chaux est blanc, gélatineux, volumineux et léger. Il retient fortement l'eau, et ne peut la perdre qu'à la chaleur rouge. Alors il ne se fond point, mais il coule à une très-haute température. Je n'ai pas examiné s'il perdait de son poids, comme cela arrive au phosphate de manganèse. Il est irréductible. Quoique calciné, le phosphate de chaux se dissout dans les acides nitrique, muriatique et sulfurique. L'acide acéteux l'attaque peu dans cet état, mais le dissout très-aisément lorsqu'il est encore humide. L'hydro-sulfure d'ammoniaque le précipite complètement de ses dissolutions. L'ammoniaque le précipite aussi; mais un excès d'alkali en redissout une partie. Si on fait bouillir jusqu'à neutralisation le phosphate se depose. Si on chauffe trop long-tems, et que la liqueur puisse devenir sensiblement acide, par exemple, si on a employé l'acide nitrique, elle retient une petite quantité de phosphate. Propriétés.

Les carbonates saturés précipitent ce sel. Employés avec excès, ils en redissolvent, et si on fait bouillir, il se dépose du carbonate de chaux; à sec ils décomposent le phosphate quoique difficilement; les alkalis fixes agissent comme l'ammoniaque en saturant l'acide. Il ne faut pas non plus les ajouter en excès, parce qu'ils ont une action sensible sur le phosphate. La potasse le décompose en partie, soit par ébulli-

tion, soit par fusion. Dans le dernier cas, après avoir lavé à l'eau distillée, il reste un phosphate de chaux avec excès de base, qu'on peut décomposer par l'acide acéteux. Outre la chaux surabondante, cet acide enlève un peu de phosphate que l'ammoniaque précipite. En répétant ces opérations, il est possible d'obtenir une décomposition complète; mais il paraît que les liqueurs potassées retiennent de la chaux.

Phosphate de fer au maximum.

J'ai mêlé une dissolution muriatique de 5 g. d'oxyde rouge de fer à du phosphate d'ammoniaque. J'ai étendu de beaucoup d'eau et saturé d'ammoniaque, tout le fer a été précipité à l'état de phosphate. La liqueur ne se troublait point par les hydro-sulfures. Le phosphate calciné pesait $9^g,6$. Il était donc composé de

0,52 oxyde rouge de fer et
0,48 acide phosphorique.

1,00

5 g. de phosphate de fer calciné, décomposés par la potasse, donnent $2^g,65$ à $2^g,7$ d'oxyde rouge, et $5^g,25$ à $5^g,35$ de phosphate de chaux. Cela suppose qu'il contient 0,53 à 0,54 d'oxyde de fer. Mais j'observe que lorsque cet oxyde a été fondu avec de la potasse, il est impossible de le priver totalement d'alkali par l'eau : il y a apparence qu'il en retient une petite portion en combinaison. J'adopte donc le premier résultat, 0,52, et je le crois un maximum. Le rapport du phosphate de fer à celui de chaux peut être aussi exagéré, à cause de la difficulté du lavage; il prouve au moins que le premier renferme plus d'acide que le second.

Composition.



Propriétés.

Les dissolutions de fer au maximum, donnent un précipité gélatineux, blanc jaunâtre et volumineux avec les phosphates alkalins. Tout le fer n'est point précipité, quand même on emploie une dissolution saturée d'oxyde, parce que celle-ci est toujours assez acide pour retenir en dissolution du phosphate de fer.

La chaleur d'une étuve ne suffit pas pour priver d'eau le phosphate de fer. Il en retient encore 0,08 à 0,09, qu'on ne peut lui enlever qu'à la chaleur rouge. Il est alors sur le point de se fondre. En chauffant un peu plus fortement, il coule et devient brun sans diminuer de poids. Il se réduit très-aisément quand on l'expose au feu de forge dans un creuset brasqué. 10 g. donnent $4^g,6$ de phosphure de fer non attirable à l'aimant, beaucoup plus fusible que la fonte, lamelleux, gris-blanc, et si fragile qu'on peut le réduire en poussière et le tamiser. Je calculerai la quantité de phosphore qu'il contient quand j'aurai déterminé la composition de l'acide phosphorique.

Le phosphate de fer est insoluble dans l'eau, et se dissout complètement dans les acides forts, en quelque état qu'il soit. Quoique récent et humide, il n'est nullement attaqué par l'acide acéteux. Le carbonate de potasse saturé le précipite totalement de ses dissolutions sans s'altérer. Les alkalis fixes l'altèrent et le décomposent entièrement, si on a l'attention de faire bouillir. L'ammoniaque concentrée le redissout. La liqueur est rouge. Elle se décompose par l'ébullition, se décolore, et laisse déposer de l'oxyde qui paraît retenir un peu d'acide phos-

phorique. Le carbonate d'ammoniaque produit le même effet.

Les hydro-sulfures et les prussiates décomposent les dissolutions de phosphate de fer. L'acide sulfureux, et sur-tout l'hydrogène sulfuré, les ramènent au minimum.

Il n'est aucun bon moyen de séparer le phosphate de fer d'un excès d'oxyde. J'ai essayé de ramener l'un et l'autre au minimum par l'acide sulfureux, et de saturer ensuite par du fer métallique ; cela n'a pas réussi.

Phosphate de fer au minimum.

L'acide phosphorique forme avec l'oxyde de fer au minimum, un sel qui diffère du phosphate maximum, et dont il se rapproche en se décomposant.

Lorsqu'on verse un phosphate alkalin dans une dissolution de fer au minimum, il se fait un précipité volumineux d'abord parfaitement blanc, qui passe promptement au gris de lin, et qui, si on l'agite dans l'eau, ou si on l'étend humide sur un filtre, devient bientôt bleu verdâtre, à peu près de la nuance que prend l'oxyde précipité par l'ammoniaque des dissolutions vertes de fer. On peut le sécher à l'air sans qu'il change ; mais pour peu qu'on chauffe, la couleur s'altère. Elle est complètement détruite par la calcination, et remplacée par une teinte jaune d'ocre foncée. Alors le sel est décomposé, et totalement converti en phosphate maximum avec excès d'oxyde ; ce qui prouve qu'il faut plus d'acide phosphorique pour saturer de l'oxyde rouge qu'une égale quantité d'oxyde vert. Au reste, le phosphate minimum est très-peu permanent, et ne peut être qu'aperçu. Quand il est pur il est blanc, et donne



un précipité de même couleur avec les prussiates. Il se dissout à froid dans l'acide acéteux. La liqueur se décompose par l'ébullition, et dépose du phosphate maximum jaunâtre. Le nitrique le dissout avec dégagement de gaz nitreux, et le fait passer sur-le-champ au maximum. Les autres acides s'y unissent sans l'altérer. Les carbonates saturés le précipitent complètement de ses dissolutions. L'ammoniaque et son carbonate le redissolvent en jaune brun. Les alkalis fixes, les prussiates et les hydro-sulfures le décomposent.

Le phosphate bleu de fer est déjà en partie maximum. Il donne un prussiate d'un bleu d'autant plus foncé, que sa nuance est elle-même plus intense, et bien plus encore s'il est jaune d'ocre.

Il serait difficile de doser le phosphate de fer au minimum, puisqu'on ne saurait le peser ni le conserver intact. J'ai trouvé que sa composition se rapproche beaucoup de celle du phosphate au maximum, et qu'il contient un peu moins d'acide que celui-ci.

Composition.

J'ai éprouvé quelque difficulté à préparer du phosphate de plomb pur avec un poids donné de métal, il m'a paru plus facile d'en déterminer la composition par l'analyse.

Phosphate de plomb.

J'ai pris 10 g. de phosphate, obtenu par le mélange du nitrate de plomb et du phosphate d'ammoniaque (la liqueur étant légèrement acide). Je les ai fait dissoudre dans l'acide nitrique pur, et j'y ai ajouté de l'acide sulfurique jusqu'à ce qu'il ne se formât plus de précipité. J'ai obtenu $10^{g},45$ de sulfate. L'ammoniaque a fait ensuite un léger dépôt dû à la chaux et au

fer du filtre, et à un peu de plomb. 100 de sulfate contiennent 74 d'oxyde de plomb; 10,45, et par conséquent 10 de phosphate, $7^g,73$. Ce dernier sel est donc composé de

0,773 oxyde de plomb.
0,227 acide phosphorique.

1,000

D'autres expériences ont donné

0,78 oxyde.
0,22 acide.

1,00

Composition. Moyenne,

0,775 oxyde.
0,225 acide.

1,000

Propriétés. Le phosphate de plomb est blanc, floconneux, mais lourd. Il se calcine au rouge sans se fondre. Chauffé pendant une heure au fourneau à vent, dans un creuset brasqué, après avoir été broyé avec de l'huile, il se réduit en partie. Le reste recouvre le culot de plomb et forme une masse blanche, bien fondue, opaque, cristalline et à grandes lames. Je n'ai obtenu de réduction complète qu'à la troisième opération. Le plomb était très-doux. J'en ai dissout 10 g. dans l'acide nitrique; ils m'ont donné un peu moins de $14^g,50$ de sulfate. Ainsi ils étaient purs. Je me suis d'ailleurs assuré qu'il n'y avait pas un atôme d'acide phosphorique dans la liqueur.

L'acide nitrique dissout aisément le phosphate de



de plomb. Les acides muriatique et sulfurique le décomposent complètement. L'acide acéteux n'agit que faiblement sur lui, et n'en prend en dissolution qu'une petite quantité.

Les alkalis et les carbonates le précipitent quand ils sont en quantité suffisante seulement pour saturer l'acide dissolvant. Une dose plus forte des mêmes substances décompose en partie ce sel. Lorsqu'elles sont en excès considérable, elles retiennent un peu d'oxyde de plomb, sur-tout la potasse. Le phosphate de plomb ne se dissout point dans l'ammoniaque comme celui de fer. Les prussiates et les hydro-sulfures le décomposent complètement.

Phosphate de manganèse. J'ai versé de l'hydro-sulfure d'ammoniaque en excès dans une dissolution muriatique, contenant $5^g,25$ de phosphate de manganèse. J'ai agité et laissé plusieurs heures en contact pour faciliter la décomposition. Cette précaution n'est pas inutile, puisque, comme on va le voir, le dépôt retenait de l'acide phosphorique. La liqueur filtrée m'a donné, avec les soins convenables, $4^g,8$ de phosphate de chaux. Après avoir calciné l'hydro-sulfure de manganèse, je l'ai fait dissoudre dans l'acide nitro-muriatique. J'ai sursaturé la liqueur de potasse caustique, et j'ai fait bouillir. Ayant filtré et bien lavé, j'ai neutralisé l'alkali par l'acide muriatique, et chauffé pour expulser l'acide carbonique. L'hydro-sulfure d'ammoniaque n'a point troublé la liqueur; ainsi la potasse n'avait point retenu de manganèse; mais le muriate de chaux y a fait un dépôt de phosphate de chaux, pesant $0^g,3$. Ce poids, joint au $4^g,8$ déjà obtenu, donne $5^g,1$, contenant $2^g,346$ d'acide

pour 5g,25 de phosphate de manganèse. Il résulte de là que ce sel contient

Composition.

0,444 d'acide, et par conséquent
0,556 d'oxyde minimum.

1,000

On verra bientôt que ce résultat a été à peu près confirmé par synthèse.

Propriétés.

Le phosphate de manganèse est aussi volumineux que celui de chaux, et d'un blanc aussi parfait. On peut le calciner au rouge sans le fondre ; sa couleur se ternit.

Tous les acides le dissolvent. Quand il est récent et humide, il ne faut que peu d'acide acéteux, même à froid. Les alkalis fixes employés en quantités suffisantes seulement pour saturer l'acide dissolvant, le précipitent. A plus fortes doses ils le décomposent. Les prussiates et les hydro-sulfures le décomposent. L'ammoniaque le redissout et donne une liqueur incolore, de laquelle tout l'oxyde de manganèse se précipite en brun par l'ébullition.

Il est extrêmement difficile de réduire le phosphate de manganèse. J'en ai chauffé 5g,1, mêlés avec de l'huile dans un creuset brasqué, au feu le plus fort d'un essai de fer. J'en ai obtenu un culot, dont la forme sphérique annonçait une grande liquidité. Il pesait 4 g., et avait la cassure compacte et la couleur verte que prennent souvent les scories très-chargées de manganèse. Il contenait un très-petit grain métallique. Il n'a point changé par une seconde fusion ; seulement le grain métallique a un peu augmenté. Quoique son poids s'élevât à peine à 0g,1, le métal était très-fragile ; mais je ne puis dire s'il contenait du phosphore.



Phosphate de manganèse avec excès d'oxyde.

100 de phosphate perdent donc 21,6 sans se réduire. Ils produisent un sel avec excès de base qui doit contenir

0,293 acide phosphorique.
0,707 oxyde de manganèse.

1,000

Si celui-ci peut se réduire sans perte, il en doit résulter un phosphure de manganèse, dont la composition dépend de celle de l'oxyde minimum de ce métal.

La propriété qu'a le phosphate de manganèse de se fondre aisément, et de ne se réduire au contraire que très-difficilement, porte à croire qu'on pourrait se servir avantageusement de certains oxydes de manganèse pour purifier les fers phosphoreux. Il y a apparence qu'ils agiraient plus efficacement que la chaux ; en les brassant avec la fonte ils concourraient à acidifier le phosphore. Un excès de manganèse ne nuirait point au fer, comme le fait la surabondance de la chaux ; car il est facile de s'en débarrasser, et on n'a pas remarqué que les atômes qui en restent donnassent au fer de mauvaises qualités.

Les expériences qu'il faudrait faire sont, dans ce genre, plus embarrassantes en petit qu'en grand. Il en est cependant plusieurs que j'aurais voulu avoir le tems d'entreprendre.

Composition de l'acide phosphorique déduite du phosphate de chaux.

J'ai déduit la composition de l'acide phosphorique sec de celle des phosphates de chaux, de fer et de plomb. Pour cela j'ai cherché combien une quantité connue de phosphore donnait de chacun de ces sels (1).

J'ai mis 1 g. de phosphore dans de l'acide nitrique pur, au fond d'un ballon à très-long col. J'ai fait chauffer pour fondre le phosphore, et j'ai maintenu le ballon à une douce chaleur sur un bain de sable, ayant soin de rafraîchir au contraire le col avec un linge mouillé. Quand la température est convenable, le phosphore se dissout lentement, et le peu d'acide phosphoreux qui se forme, se condense et retombe dans le liquide. Pour peu qu'on chauffe trop fortement, l'action devient vive, elle s'accélère, le gaz nitreux sort en torrens, boursouffle la liqueur, et il se volatilise beaucoup d'acide phosphoreux et même de phosphore. La dissolution étant achevée, les acides ont été saturés d'ammoniaque, et mêlés à du muriate de chaux. Il en est résulté 4$^{g}$,8 de phosphate. Ainsi 100 de phosphate contiennent 20,9 de phosphore. De plus, 4$^{g}$,8 de phosphate de chaux renferment 2$^{g}$,208 d'acide phosphorique; 100 de cet acide sont donc le résultat de la combi-

(1) J'avais employé un poids déterminé de chaux. En précipitant par l'oxalate d'ammoniaque ce que l'acide phosphorique n'avait point entraîné, j'ai vérifié les proportions du phosphate. J'ai fait ensuite évaporer à siccité et calciné. Il n'est rien resté. C'est une précaution que j'ai presque toujours prise, quoique je ne l'indique pas. C'est dans ce but que je me suis servi, toutes les fois que je l'ai pu, de substances volatiles.



naison de 45,4 de phosphore et 54,6 d'oxygène.

Du phosphate de fer.

J'ai converti 1$^{g}$,2 de phosphore en acide phosphorique par le nitrique pur. J'ai mêlé la liqueur à une dissolution de 2,5 d'oxyde rouge pur de fer, et j'ai neutralisé par l'ammoniaque. J'ai eu 4$^{g}$,8 de phosphate de fer qui contenaient par conséquent 2,3 d'acide. La liqueur ne retenait plus de fer; mais elle a fourni avec le muriate de chaux 0$^{g}$,56 de phosphate, qui correspondent à 0$^{g}$,256 d'acide. Total 1,2 de phosphore pour 2$^{g}$,556 d'acide, ou 46,9 pour 100. Il y a donc 0,226 de phosphore dans le phosphate de fer.

Du phosphate de plomb.

Du nitrate de plomb, fait avec 13 g. de métal, et de l'acide phosphorique contenant 1$^{g}$,5 de phosphore, ont donné, avec addition d'ammoniaque nécessaire pour rendre la liqueur neutre, 16$^{g}$,95 de phosphate de plomb. Par le muriate de chaux, on a eu ensuite 0$^{g}$,6 de phosphate de chaux. 100 d'oxyde de plomb contenant 7 d'oxygène, 13 g. de plomb produisent 13$^{g}$,97 d'oxyde, qui, combinés à 2,98 d'acide phosphorique, composent les 16$^{g}$,95 de phosphate. En outre les 0$^{g}$,6 de phosphate de chaux correspondent à 0,276 d'acide. Total 1,5 de phosphore pour 3$^{g}$,256 d'acide, ou 46,1 pour 100.

Cette expérience a été faite avec beaucoup de soin. Les produits gazeux de la combustion du phosphore ont été recueillis dans l'eau, et on s'est assuré qu'ils ne contenaient point sensiblement d'acide phosphorique. Le résultat qu'elle fournit, moyen entre les autres, me paraît devoir leur être préféré.

Le phosphate obtenu était avec excès d'oxyde, puisqu'il était composé de

0,1758 acide.
0,8242 oxyde.

1,0000

Il avait été en partie décomposé par le petit excès d'ammoniaque qu'il avait été impossible d'éviter.

Le phosphate de chaux étant analysé, j'ai pu trouver combien il y a de phosphore dans le phosphate de manganèse, et vérifier la composition de ce sel.

J'ai précipité du muriate pur de manganèse par du phosphate d'ammoniaque, contenant $1^g,3$ de phosphore. Ayant étendu de beaucoup d'eau, j'ai ajouté un petit excès d'alkali volatil et filtré. J'ai eu un dépôt de phosphate de manganèse pesant $5^g,1$ au moins. La liqueur ne contenait plus d'oxyde métallique, mais de l'acide phosphorique qui a produit $1^g,15$ de phosphate de chaux. En admettant 0,461 de phosphore dans l'acide phosphorique, $1^g,3$ de ce combustible ont dû en produire $2^g,83$. Les $1^g,15$ de phosphate de chaux en contiennent $0^g,53$, il en reste donc $2^g,3$ dans celui de manganèse, c'est-à-dire, 0,45 au plus, et 0,2076 de phosphore. Il suit de là que 0,108 de ce combustible restent dans le phosphate avec excès de base.

Il résulte encore de la composition de l'acide phosphorique, que tout le phosphore du phosphate de fer ne se concentre point dans le phosphure. En effet, 100 de phosphate produisent 45 de phosphure, 100 du même sel contiennent 36 de fer (si on admet dans l'oxyde



rouge un peu plus de 0,30 d'oxygène) et 0,226 de phosphore. On devrait donc avoir 58,6 de phosphure, au lieu de 45. Il s'est donc perdu 13,6 de phosphore, qui correspondent à 29,5 d'acide. Si, comme le phosphate de manganèse, celui de fer devient avec excès de base avant de se réduire, il doit alors être composé de

0,737 oxyde de fer, et
0,263 acide phosphorique.

1,000

Le phosphure qui en résulte contient

Composition du phosphure de fer.

0,20 phosphore.
0,80 fer métallique.

1,00

L'acide phosphorique est susceptible de prendre l'état solide. Quand, après l'avoir fait rougir quelques instans, on le laisse refroidir, il prend l'aspect du plus beau verre. Il est incolore et parfaitement transparent. Lorsqu'il est très-pur il conserve une sorte de ductilité analogue à celle de la corne, si on ne l'a pas chauffé très-long-tems. Celui qu'on retire des os se solidifie beaucoup plus promptement et est cassant, mais il n'est jamais pur. 10 g. d'acide solide, anciennement préparés de cette manière, ont produit $12^g,5$ de phosphate de chaux, qui indiquent 5,75 d'acide sec. L'excès de chaux ayant été précipité par l'oxalate d'ammoniaque, j'ai fait évaporer la liqueur à siccité et calciner le résidu. Il est resté une masse saline assez considérable, très-fusible et soluble, qui provient sans doute des phosphates solubles que contenaient les os. Il y avait encore un déficit qui indique une proportion assez

Acide phosphorique concret.

Proportion d'eau.

grande d'eau. M. Berthollet a fait voir (*Mémoires de l'Institut*, 1er. Semestre de 1806, pag. 294 et suiv.) que ce liquide ne pouvait être complètement enlevé à l'acide. A la vérité celui-ci se concentre de plus en plus, à mesure qu'on le chauffe et qu'on l'expose à une température plus haute; mais il est impossible de l'obtenir absolument sec, parce qu'il se volatilise en entier avant d'arriver à cet état. Car il est beaucoup moins fixe qu'on ne le croyait il y a quelques années: plusieurs chimistes l'ont observé. Il s'exhale en vapeurs immédiatement après l'acide sulfurique, même avant de rougir. J'ai trouvé que 10 g. d'acide phosphorique pur, tenu au rouge dans un creuset de platine pendant plusieurs minutes, fournissent 13 g. de phosphate de chaux. La liqueur débarrassée de l'excès de chaux, ne renferme plus que des sels ammoniacaux qui se vaporisent sans résidu. Ainsi cet acide contient

0,598 acide sec.
0,402 eau.

1,000

*Résumé.*

Phosphate de chaux.

Le phosphate de chaux est blanc, difficilement fusible et irréductible, soluble dans l'acide acéteux.

Il est composé de

| | | | |
|---|---|---|---|
| Chaux. . | 0,54 | ou | 0,540 chaux. |
| Acide. . | 0,46 | | 0,209 phosphore. |
| | 1,00 | | 0,251 oxygène. |
| | | | 1,000 |



Phosphate de fer au maximum.

Le phosphate de fer au maximum est blanc jaunâtre ou brun, très-fusible, facilement réductible, insoluble dans l'acide acéteux, soluble dans l'ammoniaque.

Il est composé de

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fer oxydé rouge. . . | 0,52 | ou | 0,36 fer mét. au plus. |
| Acide phosphorique. | 0,48 | | 0,226 phosphore. |
| | 1,00 | | 0,414 oxygène. |
| | | | 1,000 |

Phosphure de fer.

Le phosphure qu'il produit est grenu, pulvérisable, et sans aucune action magnétique.

Il contient

0,80 fer métallique.
0,20 phosphore.

1,00

Phosphate de fer au minimum.

Le phosphate de fer au minimum est blanc ou bleu verdâtre, soluble dans une grande quantité d'acide acéteux. Il est peu permanent, passe aisément à l'état de phosphate au maximum, et contient un peu moins d'acide que ce dernier.

Phosphate de plomb.

Le phosphate de plomb est blanc, assez fusible, et cristallisable par refroidissement, complètement réductible, quoique difficilement, entièrement décomposé par l'acide sulfurique.

Il est composé de

| | | | |
|---|---|---|---|
| Oxyde blanc . . . | 0,775 | ou | 0,720 plomb. |
| Acide phosphorique. | 0,225 | | 0,104 phosphore. |
| | 1,000 | | 0,276 oxygène. |
| | | | 1,000 |

Le plomb qui provient de la réduction du phosphate ne retient pas un atome de phosphore.

Phosphate de manganèse.

Le phosphate de manganèse est blanc, blanc jaunâtre, fusible à une haute température, extrêmement difficile à réduire, se change en phosphate avec excès de base, très-soluble dans l'acide acéteux et dans l'ammoniaque.

Il est composé de

| | | | |
|---|---|---|---|
| Oxyde. . | 0,55 | ou | 0,55 oxyde. |
| Acide. . | 0,45 | | 0,2076 phosph. |
| | | | 0,2424 oxygène. |
| | 1,00 | | 1,0000 |

Avec excès de base.

Le phosphate avec excès de base devient fusible, et contient

| | | | |
|---|---|---|---|
| Oxyde. . | 0,702 | ou | 0,702 oxyde. |
| Acide. . | 0,298 | | 0,137 phosph. |
| | | | 0,161 oxygène. |
| | 1,000 | | 1,000 |

Acide phosphorique.

Enfin l'acide phosphorique se volatilise avant la chaleur rouge ; il se vitrifie et retient dans cet état 0,40 d'eau, plus ou moins selon qu'on l'a chauffé moins ou plus long-tems ; mais on ne peut jamais l'amener à n'en contenir plus. Il n'existe tout-à-fait sec que dans les sels insolubles calcinés.

Il est alors composé de

| | |
|---|---|
| 0,462 | phosphore. |
| 0,538 | oxygène. (1) |
| 1,000 | |

Résultat moyen de plusieurs expériences.

(1) Ces proportions diffèrent très-peu de celles données par M. Rose, et qui sont 46,5 de phosphore et 53,5 d'oxygène. (*Bulletin des Sciences*, n°. 3, pag. 52 et 53.



# EXAMEN CHIMIQUE DU BRONZIT.

Par KLAPROTH.

(Traduit du *Journal de Berlin*. Juin 1807.)

ON connaît depuis quelques années, sous le nom de *bronzit*, un minéral bien déterminé, qui se trouve en grande quantité dans des couches de sepentine à Krandbat; M. Karsten en a donné la description suivante.

« *Couleur :* brun de tombac clair.

*Forme extérieure :* en masse et en grosses parties.

*Eclat :* éclatant, brillant, demi-métallique.

*Casure :* lamelleuse, très-distincte dans un seul sens.

*Fragmens :* en gros grains.

*Transparence :* les feuillets minces sont très-transparens ; en masse, opaque.

*Raclure :* blanche.

*Dureté :* demi-dur.

*Tenacité :* très-cassant.

*Pesanteur spécifique :* pas très-pesant ».

J'ai trouvé celle du brouzit compacte, dont j'ai fait l'analyse, = 3,200.

*A.*

Le bronzit prit une couleur un peu plus claire par l'action d'un chaleur rouge soutenue pendant une demi-heure : il perdit $\frac{1}{2}$ pour 100 de son poids.

*B.*

*a.*) 100 grains de bronzit réduit en poudre, furent mis dans une dissolution de 200 grains de potasse caustique ; on fit dessécher et rougir

ensuite pendant une demi-heure : la masse qui n'était pas entrée en parfaite fusion, fut pulvérisée après le refroidissement, et délayée dans de l'eau chaude : on ajouta ensuite de l'acide muriatique en excès, et la dissolution fut complète. La liqueur fut évaporée jusqu'à siccité, et le résidu fut en partie dissout par l'eau distillée ; il ne resta que la silice, dont le poids était de 60 grains après qu'elle eut été rougie.

*b.* ) La dissolution muriatique fut neutralisée par le carbonate de soude ; le précipité qui se forma était d'un brun clair et contenait du fer. La potasse caustique liquide n'en put pas dissoudre la plus petite partie, et l'oxyde rouge de fer pesait 109 grains $\frac{1}{2}$ après avoir été rougie.

*c.* ) La liqueur de laquelle l'oxyde de fer avait été séparé, fut chauffée jusqu'à l'ébullition, et décomposée complètement par l'addition d'une nouvelle quantité de carbonate de soude. Le précipité ayant été rougi, présenta 27 grains $\frac{1}{2}$ de magnésie pure.

*C.*

60 grains de bronzit furent tenus rouges avec 300 grains de nitrate de baryte, jusqu'à l'entière décomposition de celui-ci : la masse fondue étant refroidie fut pulvérisée, délayée dans de l'eau, et saturée par l'acide sulfurique. La dissolution fut portée à l'ébullition et filtrée ensuite ; on satura l'excès d'acide sulfurique par l'ammoniaque, et on ajouta de l'acétate de baryte : le précipité fut séparé, et la liqueur évaporée jusqu'à siccité ; le résidu rougi au feu fut délayé dans de l'eau chaude, et on sépara la partie insoluble par la filtration : la liqueur provenant de cette opération, donna quelques indices de la présence de la potasse.



Le papier de tournesol préalablement rougi dans un acide faible, reprit sa couleur bleue au bout de quelque tems ; mais une goutte d'acide nitrique suffit non-seulement pour saturer la potasse, mais encore pour rendre la liqueur acide au point de rougir de suite le papier bleu.

Les composans du bronzit sont donc,

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 60,00 |
| Magnésie. . . . . | 27,50 |
| Oxyde de fer. . . . . | 10,50 |
| Eau. . . . . | 9,50 |
| | 98,50 |

L'échantillon analysé offre le premier et l'unique exemple, connu jusqu'à ce moment, du bronzit en masse compacte ; ordinairement il se trouve en petites parties enchâssées dans la serpentine, comme à Teinach, dans la montagne de Hradicko, etc.

Je n'examinerai pas si le schillerstein (schiller-sphath (1), schiller-blende) qui se trouve dans la serpentine de Baste, près Hazburg au Harz, doit être confondu avec le bronzit : toutes les analyses publiées jusqu'à ce jour, indiquent l'alumine comme un de ses composans ; Heyer en a trouvé 23 $\frac{1}{2}$ pour 100 et Gmelin 18 ; si les analyses qui se feront par la suite, confirment cette proportion d'alumine, il faudra réunir le schillerstein à la horneblende châtoyante (schillernde horneblende) (2) comme M. Karsten l'a déjà fait.

(1) *Brochant*, tome premier, page 421.
(2) *Brochant*, *idem*, page 421.

M. Haüy a créé, sous le nom de *diallage*, une espèce dans laquelle il a placé les smaragdites, en les nommant *diallage-lamello-fibreuse verte*. Le bronzite rentre aussi dans cette espèce, sous le nom de *diallage-lamello-fibreuse métalloïde bronzée* (1) : il en sépare maintenant la horneblende du labrador qui y était réunie auparavant, et il en fait une espèce particulière, sous le nom d'*hyperstène laminaire, brun rougeâtre métalloïde* (2).

Je pense qu'on ne peut pas réunir le bronzit avec la smaragdite ou diallage, parce que ces deux substances diffèrent trop par la nature et la proportion de leurs composans : l'analyse que Vauquelin a faite dernièrement de la diallage, lui a donné une moindre proportion de magnésie ; il n'a pas trouvé d'alumine, mais de la chaux en quantité notable (3).

Sans parler de la présence du chrôme, ces minéraux diffèrent encore, en ce que l'un donne au chalumeau une scorie fondue, tandis que le bronzit est entièrement infusible.

(1) *Tableau Méthodique, etc.* par Lucas, page 276.

(2) *Idem*, page 274.

(3) M. Haüy n'a encore rien publié, par lui-même, sur le bronzite. Seulement, il a annoncé dans ses cours que cette substance lui paraissant avoir plus d'analogie avec la diallage métalloïde qu'avec tout autre minéral, il croyait devoir, pour le moment, la ranger parmi ses variétés. Mais il ne regarde un rapprochement comme définitif, que quand il est fondé sur des observations précises relatives à la division mécanique ; et jusqu'ici le bronzite ne lui en a offert aucune de ce genre. (*Notre des Rédacterus.*)



# ANALYSE

## *De la Mine de fer rouge compacte* (1) *cristallisée en cube, de* Toeschniz *en Thuringe.*

Par BUCHOLZ.

(Traduit du *Journal de Berlin*. Juin 1807.)

ETANT à Ilmenau, dans le mois de juin de l'année dernière (1806), j'eus le plaisir de rendre visite à mon savant ami le Conseiller des Mines Voigt ; il me fit voir une rareté minéralogique nouvellement découverte, une mine de fer rouge compacte cristallisée en cube : il m'en remit un échantillon dans lequel les cristaux étaient encore sur la gangne, pour les soumettre à des essais chimiques ; mais lui ayant fait remarquer que les cristaux détachés seraient en trop petite quantité, et qu'ils pourraient retenir un peu de la gangue, il me donna des cristaux isolés parfaitement purs, et me communiqua des détails sur le gisement de ce minéral.

### *Gisement de la Mine de fer rouge compacte cristallisée en cube.*

Cette espèce minérale se trouve à Toeschniz en Thuringe ; les cristaux ont pour gangue de

(1) *Brochant*, tome 2, page 251.

la mine de fer rouge compacte qui passe au schiste argileux primitif. On a abandonné la fosse dans laquelle ils se trouvent, parce que le minerai de fer était trop pauvre, et il est à craindre que celle-ci une fois comblée, les minéralogistes ne puissent plus s'en procurer. Si M. Voigt n'en a pas déjà distribué, ils ne se trouvent que dans un très-petit nombre de cabinets; je n'en ai pu donner quelques cristaux isolés qu'à MM. Rose, D. Gehlen, Bernhardi, Haberle et D. Volker. Au reste, M. Molnitz, maître de forge à Guastelfeld, dans le bailliage de Gehren en Thuringe, avait déjà trouvé ce minéral et annoncé son existence.

*Caractères extérieurs.*

Il serait superflu de rapporter ici la description du fer rouge compacte, que l'on trouve dans tous les Traités de minéralogie; parce qu'elle convient au minéral que nous examinons: il est en cubes parfaitement réguliers, d'une grosseur variable, depuis celle d'une lentille jusqu'à celle d'un pois; souvent les plus petits cristaux sont posés sur les plus gros.

*Analyse du minéral.*

*a.* 100 grains de cette substance exposés pendant une demi-heure à une chaleur rouge très-vive, n'éprouvèrent aucune diminution.

*b.* 100 grains furent pulvérisés dans un mortier d'agate; la poussière avait la même couleur rouge brun de l'oxyde de fer au maximum, rougi au feu. On fit bouillir pendant une seconde avec de l'acide muriatique concentré



centré (dont la pesanteur spécifique était = 1,165); il ne se forma pas d'acide muriatique oxygéné pendant la dissolution. Tout fut dissout, à l'exception de quelques petits grains de quartz qui ne faisaient certainement pas partie constituante du minéral, puisqu'ils n'étaient pas colorés par le fer.

*c.* La dissolution *b* colorée comme les dissolutions muriatiques d'oxyde de fer brun rouge, fut partagée en deux parties égales, et l'une des moitiés fut soumise aux épreuves suivantes.

*α.* Une partie fut décomposée par la potasse caustique en excès, et l'on fit bouillir la liqueur sur le précipité. Après avoir filtré et neutralisé par l'acide muriatique, on versa de l'ammoniaque caustique qui ne forma pas le plus léger nuage dans la liqueur; elle eût été troublée s'il s'y fût trouvé de l'alumine ou quelque autre substance dissoute par la potasse caustique.

*β.* L'acide sulfurique étendu ne fit naître aucun précipité dans la première dissolution; d'où il suit que le minéral ne contient ni baryte ni stronciane.

*γ.* Une autre portion fut décomposée par un excès d'ammoniaque; le précipité séparé par la filtration, on versa de l'oxalate d'ammoniaque dans la liqueur incolore sans y occasionner le plus léger trouble: il n'y avait donc point de chaux.

*δ.* Une autre partie de la première dissolution ayant été décomposée par l'ammoniaque et le précipité séparé, on fit bouillir la liqueur avec du carbonate de soude, et comme elle n'éprouva aucun changement par cette opération,

on fut assuré qu'elle ne contenait point de magnésie.

*c*. Le muriate de baryte ne troubla pas la dissolution.

*d*. L'autre moitié de la dissolution *b* fut neutralisée par l'ammoniaque, et l'oxyde de fer précipité par le succinate d'ammoniaque; on chercha en vain dans la liqueur filtrée du manganèse, de la chaux et d'autres substances.

*Conclusion.*

Le minéral désigné ci-dessus est conséquemment un oxyde de fer complet cristallisé en cube : cette combinaison contient, d'après mes dernières recherches, 70,5 de fer et 29,5 d'oxygène.



# ANALYSE

## *De quelques Minerais de fer et Produits de fourneau du* Creusot.

Par M. Guenyveau, Ingénieur des Mines.

L'usine du Creusot est une des plus considérables qu'il y ait en France, et l'on ne pourrait peut-être lui en comparer aucune autre chez nos voisins, si la fabrication était portée aussi haut qu'elle pourrait l'être; elle est aussi remarquable par la diversité des travaux qui s'y font, que par la perfection et la grandeur des objets fabriqués.

Pendant le séjour que je fis, au commencement de l'année passée (1807), sur cet établissement avec M. l'Ingénieur des Mines Bouesnel, nous donnâmes une attention particulière au traitement des minerais de fer à la houille carbonisée ou coak; ce procédé qui vient des Anglais, pourrait être mis en usage dans un grand nombre de Départemens renfermant des mines très-abondantes de fer et de houille, si ses avantages étaient mieux démontrés et plus connus. C'est au Creusot qu'on en a fait le premier et jusqu'ici le seul essai; mais les minerais qu'on emploie étant de mauvaise qualité, ainsi qu'on le verra par la suite de ce travail, on ne doit pas être étonné si le succès n'a pas été complet, et on ne peut rien en conclure contre le procédé lui-même. Je vais présenter un certain

nombre de faits, et quelques réflexions qui pourront servir à diriger, dans l'examen, des avantages que l'on peut attendre de l'établissement des fonderies de fer alimentées par la houille carbonisée, et à faire juger des moyens qui peuvent en assurer le succès.

J'ai recueilli les diverses sortes de minerais et de combustibles employés, ainsi que les produits du fourneau, et ils ont été analysés avec soin ; c'est après avoir comparé les résultats de ces recherches avec les faits que j'ai observés, que je tâcherai d'apprécier l'influence des principes composans, sur les phénomènes de l'opération de la fonte. Les renseignemens que M. Chardon, propriétaire-associé, et MM. les directeurs Dessertenne et Pernollet, m'ont donné avec la plus grande complaisance, m'ont été d'un grand secours, et si par des motifs imprévus, je n'eusse été obligé de quitter l'établissement plutôt que je ne l'avais présumé, j'aurais pu rassembler un plus grand nombre de faits, et rendre ces recherches plus utiles : j'ai cru cependant que, tout incomplètes qu'elles sont, elles pourraient intéresser quelques personnes, principalement sous le rapport de l'application de la chimie-pratique à la métallurgie.

## *Houille carbonisée ou Coak.*

La houille du Creusot est en général de bonne qualité, quoiqu'elle contienne souvent des pyrites de fer : celle que l'on retire de la grande couche est collante, et préférée pour faire le coak, à celle qui vient des *Galeries*



(autre mine voisine) ; celle-ci est plus sèche, et laisse un résidu plus considérable après la combustion.

On distingue deux espèces de coak : la première, faite avec de *gros morceaux* de houille, ordinairement tirés de la grande couche et carbonisés à l'air libre, est la meilleure ; la seconde comprend le coak fait dans des fourneaux particuliers avec de petits morceaux de houille ; ce coak est plus pesant et plus difficile à brûler que le précédent ; il n'est jamais employé seul dans le haut fourneau, mais toujours mêlangé avec l'autre, dans une proportion déterminée.

### 1°. *Coak provenant de la carbonisation de la houille en gros morceaux.*

Je fis bouillir pendant une heure de l'acide nitro-muriatique concentré sur 20 grammes de coak pulvérisé : la dissolution de muriate de baryte précipita de la liqueur filtrée, $0^{gr},3$ de sulfate de baryte, qui contiennent $0^{gr},042$ de soufre, et indiquent environ *trois millièmes de soufre* dans ce coak.

J'ai fait brûler sous la moufle 10 grammes de coak réduit en poussière, et placés dans une petite capsule de porcelaine ; la combustion s'est opérée de la même manière que celle du charbon de bois, avec une flamme bleuâtre à peine sensible et dans un tems assez court : le résidu était gris rougeâtre et pesait $0^{gr},27$, environ 3 centièmes du coak employé. J'y ai reconnu la présence de la chaux, de l'alumine et de la silice ; il y avait aussi un peu d'oxyde de fer.

J'aurais bien désiré savoir s'il se trouve du phosphore dans ce combustible ; mais comme la quantité qu'on peut y supposer est fort petite, il aurait fallu opérer sur un poids beaucoup plus considérable que celui que j'avais à ma disposition. Cependant la chimie offrant des moyens de reconnaître et d'apprécier de très-petites quantités d'acide phosphorique, je ne doute point qu'en traitant 80 ou 100 grammes de houille ou de coak pulvérisé, par l'acide nitro-muriatique et à plusieurs reprises, on n'en enleve tout le phosphore converti en acide phosphorique, et que si ce coak en contient une quantité sensible, on ne puisse la déterminer par ce procédé. Enfin si l'on recherchait aussi l'acide phosphorique dans le résidu de la combustion, de 200 ou 300 grammes, on pourrait connaître d'une manière certaine, si une espèce de houille ou de coak donnée, contient du phosphore et en quelle proportion.

Composition pour 100 parties,

| | |
|---|---|
| Résidu terreux. . | 3 |
| Soufre. . . . . | 0,3 |
| Charbon. . . . | 96,7 |
| | 100,0 |

Si tout le coak provenant des gros morceaux de houille, ressemble à celui que j'ai examiné, c'est un des meilleurs combustibles fossiles que l'on puisse trouver.



### 2°. *Coak provenant de la houille en petits morceaux.*

Ce coak est regardé comme d'une qualité inférieure à celle du précédent ; cela peut tenir à la composition de la houille, et aussi à ce que les petits morceaux de ce combustible se mêlent avec des déblais et de la terre, dont il est difficile de les distinguer et de les séparer.

15 grammes de ce coak brûlés sous la moufle, ont laissé un résidu de 1$^{gr}$,73, ou 11,5 pour 100 ; la combustion a été assez lente ; le résidu était rougeâtre, et contenait beaucoup d'oxyde de fer : l'analyse m'a fait connaître que sur 100 parties il y avait, 7 de *silice*, 3 d'*alumine*, 27 de *chaux*, et 60,5 d'oxyde rouge de fer.

Le coak contient donc pour 100 parties,

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 0,77 |
| Alumine. . . . | 0,33 |
| Chaux. . . . . | 3,00 |
| Oxyde de fer. . . | 6,66 |
| Charbon. . . . . | 89,24 |
| | 100,00 |

La composition du coak est sans doute variable, et la proportion du fer qui vient probablement des pyrites qui se trouvent dans ce combustible, doit l'être encore davantage, mais cela ne doit pas empêcher de remarquer, que parmi les principes terreux, c'est la *chaux* qui domine : Lampadius, qui a fait beaucoup d'expériences sur diverses espèces de houilles (*Recueil des Mémoires sur la Chimie*), indique

la *chaux* et l'*alumine*, comme parties composantes, dominantes dans les résidus de la combustion de la houille; tandis que la *silice* ne s'y trouve qu'en très-petite quantité : j'insiste sur cet objet, parce qu'on fera voir par la suite, que l'addition de ces terres (la chaux et l'alumine) est nuisible à la fonte des minerais que l'on traite au coak, et que par conséquent le combustible qui contient le plus de ces substances, doit être le moins avantageux, indépendamment de ce qu'il est plus difficile à brûler.

*Minerais.*

On fond au Creusot trois sortes de minerais de fer; le *minerai de Chalancey*, assez pauvre et réputé de mauvaise qualité, est fondu avec du coak dans un fourneau de 13 mètres de hauteur, et dont les principales dimensions sont telles que M. Baillet les a données dans le *Journal des Mines*, n°. 16, page 18. Le *minerai de Riminy*, quelquefois désigné sous le nom de *mine froide*, est ajouté au précédent dans une proportion qui ne varie que lorsque le fourneau éprouve quelque dérangement intérieur; il est encore plus pauvre que celui de Chalancey, et peut donner du fer de bonne qualité. On n'emploie aucune substance terreuse pour faciliter la fusion de ces minerais. La *fonte* qui en provient n'a pas assez de ténacité pour servir à faire des canons; on la coule en lest de vaisseau.

La troisième espèce de mine de fer employée au Creusot, vient de Franche-Comté; c'est de la *mine de fer en grains* assez riche, et donnant



une fonte excellente, soit pour être convertie en fer, soit pour la fabrication des canons; ce minerai est fondu au charbon de bois dans un fourneau de $7^{mèt},13$ de hauteur : sa composition est vraisemblablement la même que celle des minerais de même espèce, analysés par M. Vauquelin. (*Journal des Mines*, tom. 20, p. 381).

1°. *Minerai de Chalancey.*

On distingue deux variétés de ce minerai, l'une en morceaux plus ou moins gros, et composant la plus grande partie de ce qu'on emploie, l'autre est désignée sous le nom de *mine lavée*; je ne parlerai que de la première variété, la seule que j'aie analysée.

La mine de Chalancey est une mine en grains extrêmement petits, agglutinés fortement ensemble, et que l'on pourrait prendre, au premier coup-d'œil, pour une mine de fer oxydé en masse. Elle se trouve à une petite profondeur, en couches comprises entre des bancs de pierre calcaire. Le lieu de l'exploitation est très-proche du village de Couches, et à plus de trois lieues des fonderies. Ce minerai ne paraît pas très-homogène, et quelques parties d'un même morceau se trouvent souvent n'être que du carbonate de chaux coloré par un peu d'oxyde de fer : la quantité de fer qu'il contient me paraît aussi très-variable. Je ne me suis point attendu, d'après toutes ces considérations, à obtenir par l'analyse d'un seul échantillon, des résultats qui pussent représenter la *composition moyenne* des minerais et autres substance examinés, mais seulement des données sur leur

composition générale qui, quoique moins exactes, sont cependant précieuses, et suffiront pour donner l'explication d'un grand nombre de phénomènes.

L'essai, par la voie sèche, avec partie et demie de verre de borax, a donné,

Fonte de fer. . . 15 pour 100

Les acides dissolvent ce minerai avec une vive effervescence : il perd 30 pour 100 de son poids, par la calcination, ce que l'on doit attribuer, pour la plus grande partie, au dégagement de l'acide carbonique ; sa couleur rouge jaunâtre passe au rouge brun dans cette opération.

Parties constituantes pour 100 :

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 5,50 |
| Alumine. . . . . | 1,00 |
| Chaux. . . . . | 31,00 |
| Oxyde rouge de fer. . . . | 29,00 |
| Point de manganèse. . . . | » |
| Point de chrôme . . . . | » |
| Phosphore. . . . . | 0,21 |
| Eau et acide carbonique. . | 30,00 |
| Perte. . . . . | 3,29 |
| | 100,00 |

Quoique ce minerai soit bien de la même espèce, et vraisemblablement de la même formation que les mines en grains, je n'y ai point trouvé de chrôme, non plus que dans la fonte qui en provient. J'ai aussi donné beaucoup de soins à la recherche du phosphore, afin de m'assurer si la présence de cette substance dans le minerai, et par suite dans la fonte, devait



être comptée comme une des causes de la mauvaise qualité de celle-ci : quoique la proportion de *deux millièmes* paraisse bien petite, je la crois suffisante pour avoir une grande influence sur la qualité de la fonte, parce qu'elle s'accumule dans ce produit, et que vu le peu de richesse du minerai, il faut en fondre une grande quantité pour obtenir un quintal de cette fonte ; il est encore possible que l'échantillon que j'ai analysé en contienne moins que d'autres ; cette conjecture serait même très-fondée, si ce phosphore existait dans les minerais à l'état de phosphate de fer, et était proportionnel à la quantité de fer ; car l'essai par la voie sèche ne m'a donné que 15 pour 100, tandis que le produit en grand est de près de 25.

2°. *Minerai de Riminy*, mine froide.

Il y a peu d'usines à fer dans lesquelles on ne donne le nom de *mine froide* à quelque espèce de minerai ; on peut supposer que cela signifie mine difficile à fondre (1), dans le plus grand nombre des cas ; mais il n'est pas impossible que cette dénomination ait été donnée à quelques-uns de ceux dont la présence dans

(1) Dans ce sens, il existe une grande quantité de mines froides : vraisemblablement toutes celles que les maîtres de forge rejettent à cause de cette qualité, n'ont été réputées difficiles à fondre ou même infusibles, que parce qu'on n'a pu y parvenir en essayant de les traiter avec les substances qu'on ajoute dans le pays à d'autres minerais, ou bien parce qu'en les mêlant avec ces autres minerais, le fourneau aura éprouvé quelque dérangement. De pareils essais ne suffisent

le fourneau empêchait les parois de celui-ci d'être attaquées et *brûlées*, suivant l'expression des fondeurs : on verra que cette supposition n'est point sans fondement, à l'égard du minerai de Riminy.

Ce minerai est en masses compactes et assez dur ; il ne présente point un assemblage de petits grains, et diffère en cela du précédent. Je ne connais rien de relatif à son gisement. On le regarde comme très-pauvre, mais donnant un fer de bonne qualité ; il n'est employé que pour aider la fusion de celui de Chalancey, et rétablir le fourneau lorsqu'il est embarrassé.

Parties constituantes pour 100.

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 68,6 |
| Alumine. . . . . | 1,0 |
| Une trace de chaux. . . . . | » |
| Une trace de manganèse. . . . | » |
| Oxyde rouge de fer. . . . . | 22,6 |
| Eau et acide carbonique. . . | 7,0 |
| Perte. . . . . | 0,8 |
| | 100,0 |

point pour décider qu'un minerai ne peut être fondu avec avantage, lorsqu'il est riche et ne contient aucun principe nuisible à la qualité du fer ; il s'ensuit seulement qu'on n'a pas trouvé les substances terreuses qu'il convient d'ajouter pour en faciliter la fusion. L'analyse chimique des minerais ou bien la connaissance de leur composition, résultant de celle de l'espèce minérale à laquelle ils appartiennent, lorsque cette espèce est bien déterminée, peuvent seules guider dans les recherches de cette nature et en assurer le succès ; car il n'existe point de substance terreuse qui ne puisse se fondre à la température ordinaire des fourneaux, avec une ou deux autres terres dont la nature et la proportion soient convenables.



Je n'y ai point recherché le chrôme ni le phosphore.

Avant de comparer ces deux minerais, dont l'un est composé de chaux et d'oxyde de fer, et l'autre de silice et d'oxyde de fer, nous allons passer à l'examen des scories qui résultent de leur fusion.

### 1°. *Scories qui coulent quand le fourneau va bien.*

Cette scorie est blanche ou grisâtre, quelquefois d'un vert très-foncé ; elle est ordinairement opaque, sur-tout lorsqu'elle est de couleur blanche. L'échantillon soumis à l'analyse était un mélange de parties blanches et grises.

M. Bouesnel y a trouvé,

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 49,6 |
| Chaux. . . . . | 30,0 |
| Alumine. . . . . | 15,0 |
| Oxyde rouge de fer . . . . | 3,0 |
| Point de manganèse . . . . | » |
| Point de chrôme. . . . . | » |
| | 97,6 |

Il est permis de croire que tous les laitiers formés quand le fourneau n'éprouve aucun dérangement, sont composés des mêmes principes et à peu près dans les mêmes proportions ; on peut même conjecturer que ces proportions sont celles qui forment *la combinaison la plus favorable à l'opération de la fonte* des minerais de fer qu'on emploie, puisque tous les essais que l'on fait sur un fourneau en feu tendent à ce but.

En comparant le résultat de l'analyse précédente, avec celui d'une analyse que j'ai faite du laitier formé dans le fourneau de Geislautern, quand l'opération va bien, on est conduit à penser qu'il existe réellement des proportions dans lesquelles les mêmes terres doivent se trouver dans un fourneau, pour que la fonte des minerais de fer se fasse avec économie et succès.

Laitier du fourneau de Geislautern en verre assez transparent :

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 49 |
| Chaux. . . . . | 36 |
| Alumine. . . . . | 15 |
| Oxyde rouge de fer. . . . | 3 |
| Oxyde de manganèse. . . | 1 |
| Une trace de cuivre. . . . | » |
| | 98,0 |

La coïncidence est si parfaite qu'on peut être tenté de l'attribuer au hasard ; mais elle est aussi tellement remarquable, qu'on ne peut s'empêcher de croire que la proportion des principes terreux, qui a été déterminée par des essais faits dans l'un des fourneaux, ne se rapproche beaucoup de celle qui a été trouvée de la même manière dans l'autre (1). Au reste, il faudrait un grand nombre de faits analogues pour donner à cette conjecture toute la solidité que son importance réclamerait.

(1) Les minerais employés à Geislautern, sont des mines de fer argileuse, auxquelles on ajoute de la castine ou pierre calcaire.



2°. *Scories du haut fourneau du Creusot, quand la fonte ne va pas bien.*

Cette scorie est mal vitrifiée, très-poreuse, presque noire : elle ne contenait pas de grenailles de fonte, et je ne la regarde pas comme des plus mauvaises que l'on retire du fourneau. Quand les scories sont pâteuses et que le fourneau est engorgé, la *fonte* est blanche et beaucoup moins fluide qu'à l'ordinaire.

J'ai trouvé,

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 39,5 |
| Chaux. . . . . | 35,6 |
| Alumine. . . . . | 18,0 |
| Oxyde rouge de fer . . . | 3,0 |
| Une trace de manganèse. . | » |
| | 96,1 |

Quoique les principes de cette espèce de laitier soient les mêmes que ceux du précédent, les proportions sont sensiblement différentes ; on peut sur-tout remarquer que la *silice* y est en moindre quantité, tandis que les deux autres terres y sont au contraire en plus forte proportion.

Les causes qui tendent à déranger la marche d'un fourneau, sont assez nombreuses, et il est souvent difficile de découvrir celle qui a le plus d'influence : une diminution dans la quantité d'air fournie par les machines soufflantes, une variation dans le combustible, et sur-tout dans les mélanges terreux, suffisent pour que les laitiers deviennent pâteux, et que le fourneau s'engorge ; quelle que soit la cause

du dérangement d'un fourneau, soit que la température ou la fusibilité des mélanges diminuent, on cherche toujours à former une combinaison terreuse plus fusible que celle qui y existe déjà, et le remède le plus usité consiste à ajouter quelque substance terreuse, ou quelque espèce particulière de minerai qu'on a reconnu par expérience, propre à faciliter la fusion des autres. Au Creusot le minerai de Chalancey contient une très-grande quantité de chaux, et on le mélange, en certaine proportion, avec celui de Riminy qui contient beaucoup de silice et de l'alumine (1), de manière à former un laitier fusible à la température ordinaire du fourneau; il paraît que l'addition de la silice est indispensable, et que lorsque sa proportion diminue, la scorie perd de sa fluidité; c'est du moins ce que prouve l'analyse de celle n°. 2. Quand on connaît la composition de ces minerais, il est facile de comprendre combien l'emploi d'un coak qui contient beaucoup de substances terreuses (tel que celui n°. 2), et particulièrement de la chaux et de l'alumine, doit être nuisible à la fonte, en diminuant la fusibilité du mélange par la surabondance de ces terres.

Lorsque le haut fourneau du Creusot est embarrassé, non-seulement les laitiers deviennent pâteux, mais la tuyère (qui est en argile) est

(1) La proportion d'alumine trouvée dans les minerais, ne répond point du tout à celle qui est dans les scories; je soupçonne que c'est celui de Riminy qui en contient ordinairement plus qu'il n'y en avait dans l'échantillon que j'ai analysé.

corrodée



corrodée et brûlée : il me parut d'abord fort difficile d'expliquer ce phénomène; mais en réfléchissant sur l'action que les matières contenues dans un fourneau, doivent nécessairement avoir sur ses parois, je présumai que ces substances se vitrifiaient avec les terres qui composent ces parois, en exerçant sur elles une certaine affinité, et que cela n'avait pas lieu, lorsque la proportion des élémens terreux était telle, que les affinités étaient satisfaites, et que toutes les terres se saturaient réciproquement à la température du fourneau. Cette conjecture se tournera en certitude, si l'on observe qu'on rétablit la fluidité des scories, en augmentant la proportion de *mine froide* qui contient 60 centièmes de *silice*, et qu'alors la tuyère, dont l'argile contient aussi 80 pour 100 de la même terre, n'éprouve plus aucune altération. Il est évident que le laitier, dont la fusion est très-difficile, parce que la silice est en trop petite proportion, tend à se combiner avec cette terre, et détruit les parois du fourneau dans lesquelles elle se trouve, tandis que lorsque les laitiers en sont saturés (eu égard à la température) les parois ne peuvent plus être endommagées. C'est une condition essentielle de tout mélange terreux introduit dans un fourneau, de n'exercer qu'une action très-faible ou à peu près nulle, sur les substances dont les parois sont composées; mais il est facile de remplir cette condition après quelques essais, et l'on peut dire que les minerais que certains maîtres de forge rebutent, parce qu'ils détruisent leur fourneau, pourraient être employés,

soit en changeant la nature des parois, soit en cherchant à établir une proportion convenable entre les terres qui doivent former les laitiers. Il suit encore de ces faits, que le choix des matériaux qui doivent servir à construire l'intérieur des fourneaux est, jusqu'à un certain point, dépendant de la nature des minerais, et qu'il ne suffit pas qu'ils soient infusibles par eux-mêmes. On emploie dans quelques usines la chaux carbonatée pour faire les ouvrages des fourneaux ; je crois qu'on ne pourrait pas l'adopter pour toute espèce de minerais, et par exemple, pour ceux qui sont très-argileux, du moins sans de grandes précautions : en général on doit choisir des matériaux tels que, lorsque la fonte se dérange, les laitiers ne puissent rétablir leur fluidité aux dépens des parois du fourneau.

Toutes ces observations tendent à prouver que l'art de fondre les mines de fer dans les hauts fourneaux, se réduit à trouver des mélanges terreux, tels qu'à la température à laquelle ils doivent se trouver exposés, ils forment des laitiers qui aient une fluidité convenable et n'attaquent point les parois du fourneau, à entretenir constamment la température au même degré, et enfin à savoir remédier aux accidens qui résultent des variations inévitables dans la composition des minérais et des combustibles.



### 3°. *Fonte de fer.*

L'analyse de cette fonte, très-remarquable par sa mauvaise qualité, m'a paru devoir donner des résultats intéressans, et le grand nombre d'expériences que j'ai faites, ne me laisse guère de doutes sur les proportions de ses composans, si ce n'est peut-être sur celle du charbon, qu'il est toujours difficile d'apprécier avec exactitude.

La cassure de cette fonte est grise, à très-petits grains et un peu terne : elle est très-fragile, et susceptible d'être réduite en poussière. Elle est douce à la lime et prend très-bien les formes au moulage.

Parties composantes. Pour 100.

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 3,5 |
| Alumine. . . . | 0,8 |
| Chaux. . . . . | 0,5 |
| Soufre. . . . . | 0,3 |
| Phosphore. . . . | 0,75 (1) |
| Charbon. . . . | 2,10 |
| Trace de mangan. | » |
| Point de chrôme. . | » |
| Fer métallique. . | 93,15 |
| | 100,00 |

(1) J'ai trouvé, dans une première expérience, $0^{gr},4$ de phosphate de chaux pour 10 grammes de fonte ; dans une seconde $0^{gr},33$ : la moyenne est $0^{gr},36$, qui contiennent, d'après les expériences de M. Berthier, $0^{gr},075$ de phosphore.

La grande quantité de phosphore contenue dans cette fonte, suffit bien pour expliquer sa fragilité, et l'on peut croire que le soufre qu'elle contient n'a pas une grande influence sur cette propriété; il n'en est pas de même des substances terreuses qui s'y trouvent dans une proportion assez considérable, et je crois qu'elles doivent contribuer à rendre la fonte cassante; cependant cela seul ne pourrait empêcher qu'on n'en fît des canons, parce que toutes ces substances doivent se séparer facilement du fer, dans la refonte au fourneau à réverbère.

Je pense avec le directeur de la fonderie du Creusot, que la mauvaise qualité de la fonte, c'est-à-dire, son défaut de ténacité, qui empêche qu'on ne l'emploie à la fabrication des canons, tient uniquement à la nature du minerai, et point du tout au procédé, ni au combustible. On a fondu avec du coak de la mine en grains de Franche-Comté, qui donne de très-bonne fonte quand on la traite au charbon de bois; celle qu'on obtint fut employée à faire un canon auquel on fit subir toutes sortes d'épreuves; il y résista parfaitement, et l'on demeura convaincu qu'en fondant avec le coak un minerai de bonne qualité, on obtiendra de la fonte propre à la fabrication de toutes sortes d'objets moulés. Malgré cet essai, on n'a jamais livré de canons coulés avec de la fonte obtenue avec le coak; on n'emploie jamais que celle de Franche-Comté, ou bien de la fonte provenant du minerai de ce pays, fondu au charbon de bois sur l'établissement;



n'en ayant point trouvé parmi les échantillons que j'ai rapportés, je n'en ai pas fait l'analyse; mais j'y suppléerai jusqu'à un certain point, en donnant les parties composantes d'une fonte qui a été envoyée au Conseil des Mines par l'inspection de l'artillerie, comme étant très-propre à la fabrication des canons. J'ignore d'ailleurs de quelle usine elle vient, et si elle a été refondue au fourneau à réverbère.

Cette fonte est grise et lamelleuse dans sa cassure; elle est malléable sous le marteau, et paraît fort difficile à casser; elle est très-douce à la lime.

J'ai y trouvé,

| | Pour 100. |
|---|---|
| Silice. . . . . | 0,54 |
| Une trace d'alumine. . | » |
| Phosphore. . . . . | 0,27 (1) |
| Point de soufre. . . . | » |
| Charbon. . . . . | 2,40 |
| Un peu de chrôme. . . | » |
| Fer métallique. . . . | 96,79 |
| | 100,00 |

J'ai été étonné de trouver autant de phosphore dans une fonte regardée comme très-propre à faire des canons; il faut croire que

(1) Dans une première expérience, 10 grammes de fonte m'ont donné $0^{gr},11$ de phosphate de chaux; une autre $0^{gr},23$ pour 15 grammes. La moyenne $0^{gr},13$ indique $0^{gr},027$ de phosphore.

cette proportion, qui aurait certainement de l'influence sur la qualité du fer, est encore trop petite pour rendre la fonte fragile. J'ai cherché à apprécier aussi le chrôme qui y est contenu, et que je crus d'abord en quantité susceptible d'être dosée; mais plusieurs expériences m'ont convaincu qu'il n'y en avait pas un millième du poids de la fonte.



# MÉMOIRE

## *Sur la manière de connaître et comparer la force des chevaux.*

Par M. Regnier (1).

Lorsqu'on commença à employer le dynamomètre pour connaître et comparer la force des chevaux, on attachait l'instrument à un point fixe, comme on le voit par les figures qui ont été gravées dans les Journaux de l'École Polytechnique et des Mines.

Mais l'expérience a démontré que les résultats étaient souvent irréguliers, soit par les secousses de l'animal soumis à l'épreuve, soit par les contre-coups qui portaient l'aiguille sur le cadran à un degré plus élevé que celui qui devait faire connaître la valeur de l'action du cheval.

Pour parer à cet inconvénient, on a imaginé d'accrocher le dynamomètre à une corde tenduc sur un arc en bois de frêne (voyez la *pl. VIII*), composé de six planches posées

(1) Ce Mémoire fait suite à celui que nous avons déjà inséré dans ce recueil, No. 97, et dans lequel on s'est attaché à décrire le dynamomètre de M. Regnier, avec d'autant plus de soins, que l'expérience a démontré que dans beaucoup de circonstances cet ingénieux instrument est susceptible de conduire à des résultats, dont la connaissance ne peut manquer d'être utile à l'art des mines.

à plat les unes sur les autres. Ces planches sont réunies d'abord par un boulon à écrou qui passe à travers leur épaisseur, au milieu de leur longueur, ensuite par des liens fisselés de distance en distance, comme les feuilles d'acier qui forment les ressorts de carrosses.

Cet arc grand et fort, est attaché derrière la tige d'un arbre qui lui sert de point d'appui, ou contre un poteau arrondi et solidement fixé en terre.

Le dynamomètre est accroché, d'une part, à la corde de l'arc, et d'une autre part, au palonnier auquel est attelé le cheval.

Il est facile de concevoir qu'en faisant avancer le cheval dont on veut connaître la force, l'arc alors se tend, l'instrument suit les mouvemens élastiques de l'arc, sans éprouver de contre-coups, et le cheval qui sent s'ébranler l'obstacle qui s'oppose à son action, redouble d'efforts pour surmonter la résistance.

La figure (de l'arc dont il s'agit) représentée *pl. VIII*, suffit pour faire connaître la disposition de l'appareil.

*AA*. Plan de l'arc composé de six planches en bois de frêne de 16 centimètres de large (6 pouces), se rétrécissant vers leurs extrémités jusqu'à 8 centimètres de large (3 pouces). Leur épaisseur est de 30 millimètres (13 lignes), en bois sain et bien de fil.

*B*. Ouverture pour recevoir le boulon à écrou, qui réunit les six planches ensemble.

*CC*. Arc vu de profil.



*D*. Coupe de l'arbre qui sert de point d'appui à l'arc. Il y est attaché par un cordage à un mètre au-dessus du terrain, c'est-à-dire, à la hauteur du poitrail du cheval.

*EE*. Corde de l'arc à laquelle on accroche le dynamomètre au moyen d'une agraffe à deux crochets *F*.

*G*. Dynamomètre avec un chaînon à charnière passé à l'anneau du palonnier.

*H*. Palonnier garni de ses traits pour atteler le cheval.

*Observations.*

Lorsqu'on veut procéder aux expériences, on doit avoir soin de placer un tabouret ou un petit banc garni de paille, vers le pied de l'arbre, afin que l'instrument ne traîne pas à terre, et qu'il vienne se poser naturellement sur le coussin quand le cheval cesse d'agir.

On doit également bien observer de faire partir doucement le cheval sans aucun coup de fouet, pour n'avoir que la valeur de la force musculaire, et non pas celle de la force impulsive d'un élan qui pourrait varier en proportion de l'espace parcouru. On ne doit considérer ici, que l'action d'un cheval qui s'efforce de vaincre la résistance d'une voiture embourbée.

Dans le cours des expériences que nous avons faites, nous avons remarqué que les chevaux hongres étaient en général plus forts que les jumens, et les chevaux entiers sensiblement plus forts que les deux autres espèces. Il y a cependant des exceptions particulières.

Plusieurs voituriers nous ont assuré qu'un cheval qui exerce sur le dynamomètre une action de 40 myriagrammes, entraîne une charrette chargée de quatre milliers, et ceux qui exercent sur le même instrument une action de 50 myriagrammes, entraînent cinq milliers, non pas à une grande distance, mais à un quart de lieue sur un chemin horizontal et pavé. Ainsi le rapport qui existe entre la division du dynamomètre et le poids qu'un cheval peut traîner au moyen d'une charrette, mérite d'autant plus de fixer l'attention, qu'il fait connaître sur-le-champ ce qu'un cheval peut traîner à une certaine distance.

Enfin les expériences dont nous rendons compte ici, ont été accueillies des voituriers propriétaires ; chacun d'eux a observé avec intérêt l'action de son cheval en mesurant ses forces : car on distingue très-bien ceux qui sont plus courageux de ceux qui le sont moins.

Il suit de ce qui précède qu'on peut maintenant, dans le commerce, vendre et acheter des chevaux de voiture, soumis à une épreuve qui n'entraîne à aucun danger, et qui, en faisant connaître leur degré de force, fait encore distinguer, comme nous l'avons dit, ceux qui sont francs du colier, de ceux qui se rebutent facilement.



*Résultat des expériences faites au Dépôt central de l'Artillerie, le 10 octobre 1807, 1°. sur quatre chevaux destinés aux transports des équipages militaires (ces quatre chevaux avaient à peu près la même taille, et l'âge prescrit par les règlemens) ; 2°. sur trois chevaux de voituriers de Paris.*

| | N°. des Épreuves. | Action exercée par le cheval. | Terme moyen. |
|---|---|---|---|
| 1er. cheval. | 1ère. | 31 myriagr. | 30 myriagr. |
| | 2e. | 29. | |
| 2e. cheval. | 1ère. | 41. | 41 |
| | 2e. | 41. | |
| 3e. cheval. | 1ère. | 35. | 33 ½ |
| | 2e. | 32. | |
| 4e. cheval. | 1ère. | 39. | 41 ½ |
| | 2e. | 44. | |

*Expériences sur trois chevaux de trois voituriers de Paris.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er. cheval. | 1ère. | 37. | 37 |
| | 2e. | 37. | |
| 2e. cheval. | 1ère. | 38. | 39 |
| | 2e. | 40. | |
| 3e. cheval. | 1ère. | 54. | 52 ½ |
| | 2e. | 51. | |

Quoique l'arc que nous venons de décrire remplisse bien son objet, quelques personnes ont cependant pensé qu'il y aurait plus d'avantage de donner plus de mouvement à l'action du cheval.

Pour ne rien laisser désirer à cet égard, nous avons employé un autre moyen qui offre une

résistance toujours croissante, et qui laisse au cheval la faculté de parcourir un chemin d'environ 60 pieds de longueur.

Ce moyen consiste dans l'emploi de onze petits traîneaux attachés les uns à la suite des autres, par des cordes qui ont chacune 2 mètres de long (6 pieds), et bouclées à leurs extrémités comme des petits traits de voitures.

Le premier traîneau auquel on accroche le dynamomètre (voyez la *pl. VIII*), porte une caisse chargée de 30 myriagrammes, les dix autres traîneaux ne sont chargés que de 75 à 50 kilogrammes. On les approche près les uns des autres, et tous sont dirigés suivant une même ligne.

*Usage.*

Lorsqu'on attelle le cheval au dynamomètre qui est accroché au premier traîneau, et qu'on le fait marcher, ce premier traîneau avance de six pieds avant de faire remuer le second; mais aussitôt ce second traîneau parcoure le même espace, et entraîne à son tour le troisième traîneau, et successivement jusques au terme où le cheval est enfin arrêté par la résistance des derniers traîneaux. Alors le dynamomètre indique la force que le cheval a employée pour faire avancer le nombre de traîneaux qui ont été entraînés dans cette épreuve.

Quoiqu'on puisse charger tous les traîneaux avec des poids connus, l'emploi du dynamomètre est indispensable, parce que les terrains ne sont pas partout les mêmes, et qu'il se trouve sur le même chemin des inégalités qui opposent



des résistances plus ou moins grandes; mais la graduation de l'instrument indique d'une manière incontestable, la force qui a été employée par le cheval.

Un chemin montueux paraît préférable pour ces sortes d'expériences, parce qu'alors il faut employer moins de poids, et que les traîneaux sont plus faciles à être rapprochés pour faire de nouveaux essais.

Il est essentiel de faire observer que toutes les épreuves doivent être faites du même trait, c'est-à-dire, sans arrêter le cheval dans sa marche; car si on le faisait reprendre aux trois quarts du chemin qu'il peut parcourir, il donnerait à la reprise des secousses qu'on doit éviter. Ainsi il faut exciter le cheval à marcher jusqu'au point où il ne peut plus avancer.

On voit donc qu'on peut essayer la force des bêtes de trait de deux manières différentes, qui ont chacune leur avantage particulier. Cependant le second moyen paraît mériter la préférence; il offre d'ailleurs des données sur la valeur des frottemens sur différens terrains, et fait connaître la résistance que les traîneaux opposent dans le transport des marchandises, etc. etc.

D'autres expériences utiles ont été faites sur différentes charrues, et présentées à la Société d'Agriculture du Département de la Seine.

Dans le rapport fait le 5 avril 1807, à la séance publique de cette Société, M. *François de Neuf-Château* s'exprime de la manière suivante.

« Après avoir jugé la qualité du labour, il

restait aux commissaires à mesurer la force employée pour le tirage de chacune de ces charrues. On s'est servi pour cet objet du dynamomètre, invention ingénieuse de M. Regnier. On sait que c'est un ressort dont les degrés de tension sont exprimés et indiqués de manière à comparer exactement la force relative des hommes, celle des bêtes de trait, la résistance des machines, et à évaluer ainsi les puissances motrices que l'on veut appliquer. C'est une sorte de romaine pour peser les forces mouvantes ».

« Chaque charrue étant enrayée à cinq pouces de profondeur, prenant huit pouces de raie dans un terrain uni et d'égale qualité, les chevaux ont été dételés; le dynamomètre a été attaché successivement au point de tirage de chacune; et les hommes tirant dans la raie et sans secousse, les résultats ont été que chaque charrue dépensait les forces suivantes, savoir:

| | |
|---|---|
| La charrue de Brie. . . . . | 390 kilog. |
| La charrue bêche. . . . . | 390 |
| Celle de M. Barbé de Luz. . . . . | 340 |
| Celle de M. Salme, de Vassy. . . | 295 |
| Celle de M. Guillaume. . . . . | 200 |

« Ainsi la charrue de M. Guillaume exige 190 kilogrammes (ou environ 400 livres) de force de moins que celle de Brie, et 95 kilogrammes (ou environ 200 livres) de moins que celle de M. Salme, de Vassy, laquelle est une très-bonne charrue à chaîne ».

« Cette dernière expérience prouve que plus le point du tirage est rapproché de celui de la résistance, et moins il faut d'emploi de force. C'est de cette base qu'est parti M. Guillaume pour construire sa charrue exposée dans cette séance, et considérée avec raison comme la plus parfaite que nous possédions en France ».



Enfin en employant le dynamomètre, M. Péron, naturaliste d'un mérite distingué, a été à portée d'observer que les peuples sauvages étaient constamment moins forts que les hommes civilisés, et ainsi il a démontré, d'une manière évidente, que le perfectionnement de l'ordre social ne détruit pas nos forces physiques, comme l'ont prétendu quelques personnes. Nous pensons qu'on nous saura gré d'avoir fait connaître ici le résultat des expériences qui ont été publiées à ce sujet par M. Péron.

*Expériences comparatives sur la force des Sauvages et des Européens.*

| | | Force des mains. | Force des reins. |
|---|---|---|---|
| | | kilogr. | myriag. |
| Sauvages. | Des terres de Diemen. . | 50,6 | 0 0 |
| | De la Nouvelle-Hollande. | 51,8 | 14,8 |
| | De Timor. . . . . | 58,7 | 16,2 |
| Européens qui étaient alors sur les lieux où ont été faites les premières expériences. | Français. . . . . | 69,2 | 22,1 |
| | Anglais. . . . . | 71,4 | 23,8 |

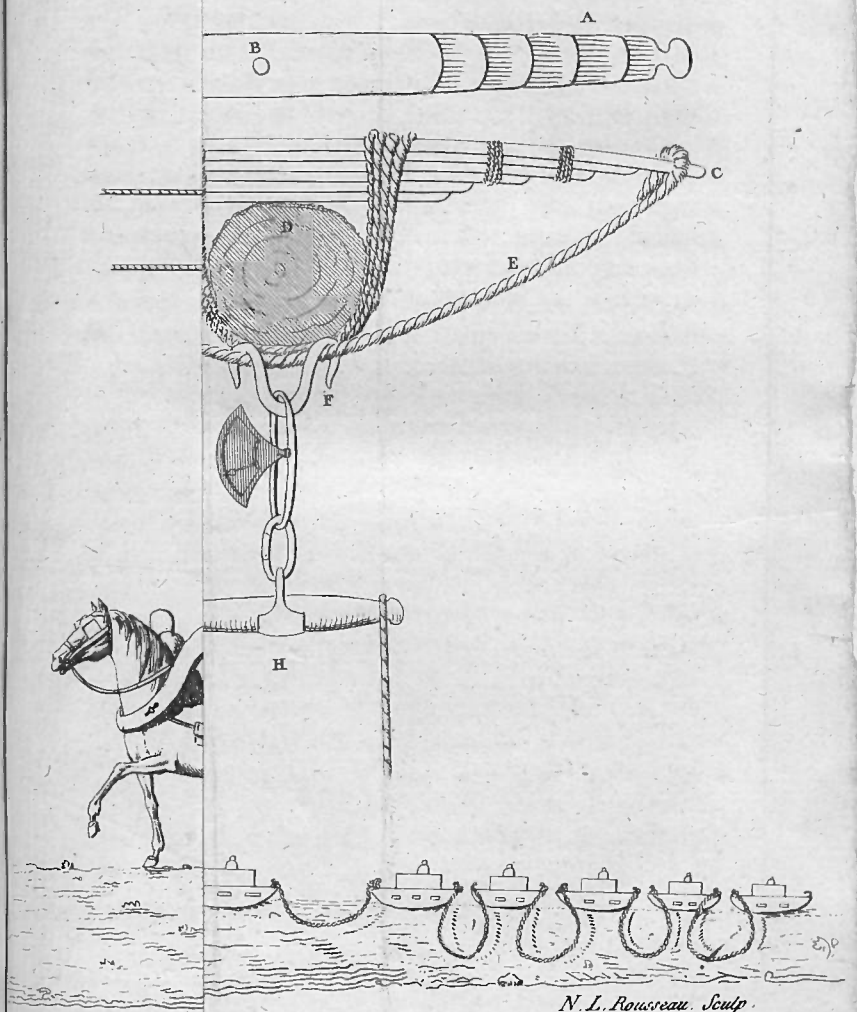
Quoique les Sauvages soient ordinairement moins forts que les hommes civilisés, néanmoins ils attachent un grand prix à la *force*, et ne peuvent pas, sans une espèce d'indignation, se voir vaincus, sur-tout par des hommes qui ne font pas partie de leurs peuplades. Voici comment M. Péron a été conduit à faire cette remarque intéressante.

« Fatigué, dit ce savant naturaliste, de » tous les mauvais procédés des Sauvages de » l'île Maria, je résolus de terminer cette » périlleuse entrevue ; mais voulant à tout » prix répéter quelques observations que j'a- » vais commencées déjà dans le canal, sur le » développement de la force physique des peu- » ples de ces contrées, je fis apporter le dyna- » momètre de *Regnier*, du canot où je l'avais » laissé jusqu'alors : j'espérais que la forme de » l'instrument et son usage, pourraient peut- » être fixer l'attention des hommes farouches » que je voulais soumettre à son épreuve. Je » ne me trompais pas : ils admirèrent l'ins- » trument : tous voulaient le toucher en même- » tems, et j'eus beaucoup de peines à empê- » cher qu'il ne fût brisé. Après leur avoir fait » concevoir son objet par un grand nombre d'es- » sais que nous fîmes dans cette vue, nous » commençâmes à les faire agir eux-mêmes » sur l'instrument, et déjà sept individus s'y » étaient soumis, lorsqu'un de ceux qui s'é- » taient assayés d'abord, et qui n'avait pu faire » marcher l'aiguille du dynamomètre aussi » loin que moi, parut indigné de cette im- » puissance : et comme pour donner à cet ins-

trument

*Vol. 22. Pl. VIII.*

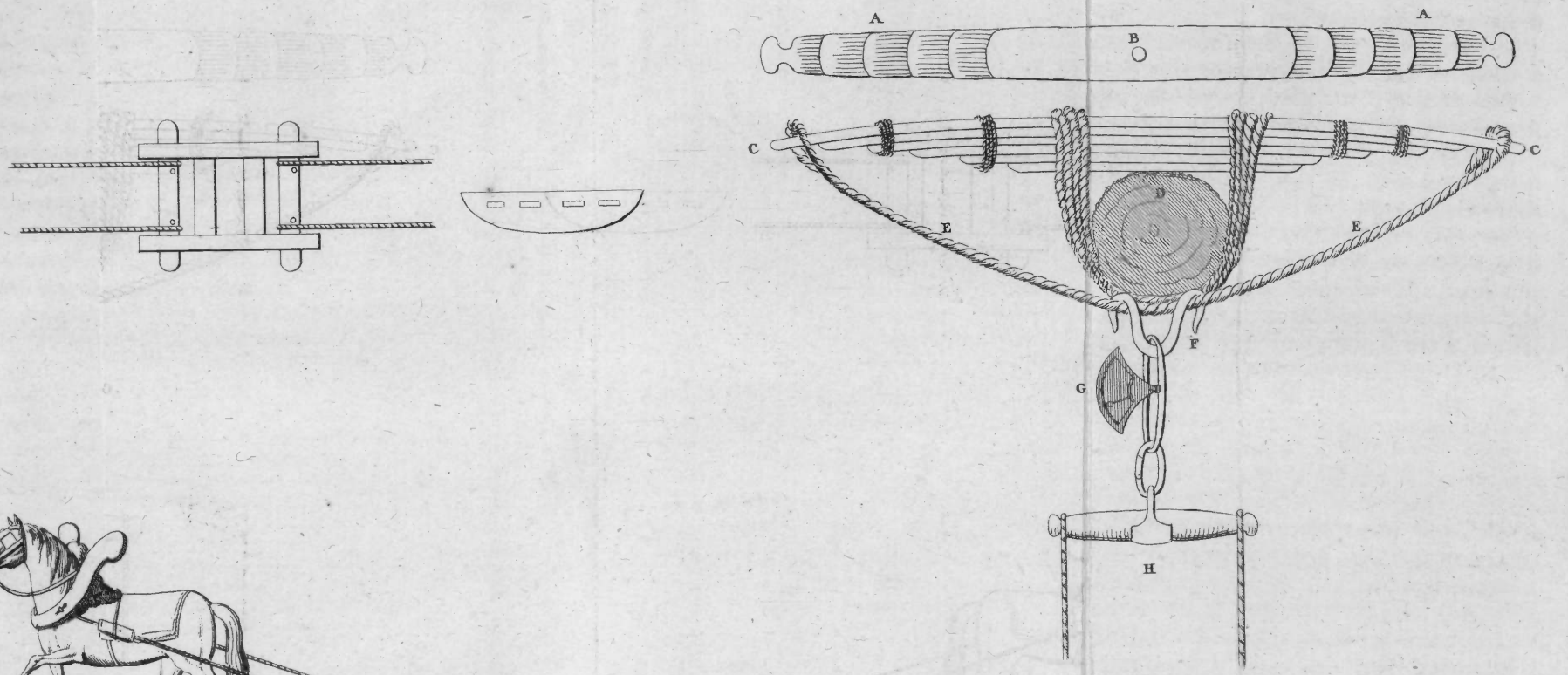
DYNAMOMÈTRE.




*E. Regnier inv. et*

*N. L. Rousseau. Sculp.*

# ESSAI DE LA FORCE DES CHEVAUX AVEC LE DYNAMOMÈTRE.




E. Regnier inv. et Del.

Journal des Mines N°. 132. Décembre 1807.

N. L. Rousseau. Sculp.

» trument un démenti positif, il s'approche,
» me saisit le poignet avec colère, et semblait
» me défier de me dégager ; j'y parvins cepen-
» dant après quelques efforts ; mais l'ayant à
» mon tour saisi de toute ma force, il lui fut
» impossible, quoi qu'il pût faire, de se déli-
» vrer, ce qui parut le couvrir de confusion
» et le remplir de colère ».

# DE L'ACTION CHIMIQUE

## DU FLUIDE GALVANIQUE (1).

VOLTA n'eût pas plutôt fait connaître sa pile, et l'action énergique du fluide électrique qu'elle met en mouvement, qu'on pressentit qu'elle serait un instrument des plus puissans pour interroger la nature. Bientôt, en effet, la décomposition de l'eau par cet appareil, due à Nicholson et à Carlisle, conduisit à celle de plusieurs autres substances, et fit penser qu'on pourrait en créer de nouvelles. On vit qu'au pôle positif il se formait toujours un acide, et au pôle négatif un alcali. Divers physiciens furent d'opinion avec Cruickshank, que l'acide était le nitrique, et l'alcali l'ammoniaque; mais M. Desormes crut pouvoir conclure de ses expériences, que l'acide était le muriatique. Des expériences ultérieures, de Wollaston, Davy et Simon, mirent hors de doute qu'en galvanisant de l'eau dans deux tubes communiquant entre eux au moyen de substances végétales ou animales, on pouvait obtenir de l'acide muriatique; mais que lorsque ces mêmes substances, qui en contiennent toujours, en avaient été privées par des lavages multipliés, on n'en obtenait plus aucune trace. Ignorant sans doute ces résultats, M. Pacchiani annonça, en 1805 (*Ann. de Chim.*, vol. 54 et 55), qu'en galvanisant de l'eau dans un tube de verre communiquant au pôle positif par un fil d'or, et au pôle négatif par des rubans de papier humecté, on obtenait de l'acide muriatique oxygéné; et comme il supposait que dans cette opération l'eau n'avait perdu que l'oxygène, il conclut, « que l'acide muriatique » est un oxyde d'hydrogène au minimum d'oxydation, » comme l'eau est au maximum relativement à lui ». A peine les expériences de M. Pacchiani furent-elles connues en France, que la Société galvanique de Paris et MM. Thenard et Biot, s'empressèrent de les répéter en y portant une scrupuleuse exactitude. Elles l'ont été depuis par un grand nombre de physiciens, et particulièrement par M. Pfaff, professeur à Kiel, qui les a variées de beaucoup de manières. Tous les résultats qu'on a obtenus à cet égard, s'accordent à prouver qu'en prenant des précautions convenables, on n'obtient point d'acide muriatique, et que, dans le cas où il s'en manifeste, il est toujours porté par les substances qu'on emploie. Mais de tous les travaux dans lesquels on s'est proposé de mettre cette vérité hors de doute, et d'étudier l'action chimique du fluide galvanique, on doit particulièrement distinguer celui de M. Davy, professeur à l'institution royale de Londres: il est imprimé dans les *Transactions philosophiques* de 1807, sous le titre de *The bakerian lecture on some chemical agencies of electricity*. Il en a déjà paru des traductions complètes dans presque tous les Journaux scientifiques de France; mais son importance nous engage à en présenter ici un extrait assez détaillé pour en donner une idée exacte. Ce travail de M. Davy est très-étendu, et comme il y a un des objets qu'il embrasse qui a déjà été traité par MM. Hisinger et Berzelius (*Ann. de Chim.*, vol. 51), nous croyons qu'il est nécessaire de commencer par faire connaître les principaux résultats des chimistes suédois.

MM. Hisinger et Berzelius se sont particulièrement proposé de rechercher quelle est l'action de la pile sur les sels: ils n'ont employé que vingt-sept paires, cuivre et zinc; et pour soumettre les dissolutions salines à l'action du fluide électrique, ils les ont placées dans un siphon renversé, dont les deux branches communiquent aux pôles de la pile par des fils métalliques. Avec cet appareil et en se servant de fils de fer, ils ont trouvé que du sulfate d'ammoniaque avec excès de base, soumis à l'action de la pile, est devenu plus neutre dans la branche positive, et plus alcalin dans la branche négative. Le muriate de soude, décomposé avec des fils d'argent, a donné au côté positif une liqueur jaune qui sentait l'acide muriatique oxygéné. Le côté négatif était alcalin. Le sulfate de potasse décomposé par un fil positif de zinc et un fil négatif de fer, est devenu fortement alcalin dans la branche négative; la branche positive contenait du sulfate de zinc. Le même sel décomposé par des fils d'or,

(1) Cet article et le suivant sont extraits du *Nouveau Bulletin des Sciences*, par la Société Philomathique.

donne de la potasse du côté négatif, et de l'acide sulfurique du côté positif. Le muriate de chaux traité de même, éprouve une décomposition semblable. Enfin un siphon droit dont la courbure était trouée, afin de laisser échapper les gaz, et à travers les extrémités duquel on avait fait passer des fils de fer, a été rempli aux deux tiers d'un côté avec du muriate d'ammoniaque, de l'autre avec du sulfate de potasse, et les liqueurs ont été mises en contact par de l'eau distillée avec laquelle on a rempli le siphon. Quelque tems après la liqueur négative qui contenait le sulfate avait un excès de potasse et d'ammoniaque; la liqueur positive qui ne devait être que du muriate d'ammoniaque, renfermait de plus de l'acide sulfurique et de l'oxyde de fer. Un siphon disposé comme le précédent, ayant été rempli d'un côté avec du muriate de chaux, et de l'autre avec de l'eau, l'acide s'est trouvé au côté positif, et la chaux au côté négatif.

De ces expériences, et de quelques autres déjà connues, MM. Hisinger et Berzelius ont tiré plusieurs conclusions, dont voici les principales.

1°. Lorsqu'une liqueur est traversée par un courant galvanique, ses principes se séparent de manière que les uns se rassemblent autour du pôle positif, et les autres autour du pôle négatif.

2°. Les principes qui se rassemblent autour d'un pôle ont entre eux une certaine analogie. Au côté négatif passent les corps combustibles, les alcalis, les terres; au pôle positif, le gaz oxygène, les acides et les corps oxydés. MM. Hisinger et Berzelius annoncent que les sels métalliques, acides ou alcalins, ne sont pas décomposés par l'électricité de la même manière que les autres sels. Cette différenee dépend sans doute de la faiblesse de leur pile; car MM. Riffault et Chompré (*Ann. de Chim.*, vol. 63) ont décomposé le nitrate de plomb de la même manière qu'un sel à base d'alcali, en se servant d'une pile plus énergique. Placé au côté positif dans un tube de verre communiquant avec un second tube plein d'eau, au moyen d'un siphon également plein de ce liquide, son oxyde a quitté l'acide et a été se réduire dans le tube négatif. Les autres résultats de MM. Riffault et Chompré, sur la décomposition des



sels à base d'alcali, confirment ceux que nous avons déjà rapportés.

Après cet exposé des Résultats de MM. Hisinger et Berzelius, nous ferons connaître ceux de M. Davy. Nous suivrons l'ordre qu'il a établi dans son excellent Mémoire, et nous prendrons pour guide la traduction de M. Berthollet, qui se trouve dans le vol. 63 des *Annales de Chimie*.

*Des changemens produits sur l'eau par l'électricité.*

Dès l'an 1800, M. Davy avait reconnu que lorsqu'au moyen de fils d'or, on fait passer un courant galvanique dans deux tubes de verre remplis d'eau distillée, et communiquant par une substance animale ou végétale humide, l'acide muriatique qui se manifeste dans le tube positif est fourni par cette même substance; car en se servant, pour plusieurs expériences successives, des mêmes filamens de coton, et en les lavant après chacune avec une faible solution d'acide nitrique, l'eau où ils étaient reçus, quoiqu'elle éprouvât pendant long-tems une très-forte action, ne produisit sur la fin aucun effet sur la dissolution d'argent. M. Davy avait aussi reconnu que l'alcali qui se manifeste dans le tube négatif est la soude, et qu'il est fourni par le verre. Dans les cas, en effet, où il obtenait beaucoup de soude, le verre était sensiblement corrodé au point de son contact avec le fil métallique, et lorsqu'il électrisait l'eau dans des tubes d'agate, au moyen de fils de platine, il n'obtenait plus aucune matière saline.

Malgré la certitude de ces résultats, M. Davy a fait de nouvelles recherches pour concilier les opinions diverses qu'on avait encore sur la production de l'acide muriatique. Il a pris deux petites coupes cylindriques d'agate, à peu près de la capacité d'un quart de pouce cube chacune, et après les avoir fait bouillir avec de l'eau distillée, il les a mises en communication, d'après Wollaston, au moyen d'une amiante très-blanche et transparente qui avait été traitée de même. En les exposant par le moyen de deux fils de platine à l'action d'une pile de 150 paires, cuivre et zinc, de quatre pouces quarrés de surface, et rendue active par une dissolution d'alun, il a obtenu dans la coupe positive de l'acide nitreux qui rougissait fortement le tournesol,

mais qui ne troublait que très-légèrement la dissolution d'argent : l'eau de la coupe négative était un peu alcaline, même après une forte ébullition, et elle devait cette propriété à un peu de soude, dont la quantité était incomparablement plus petite que celle qu'on aurait obtenue dans les mêmes circonstances en se servant de tubes de verre au lieu de coupes d'agate. En répétant la même expérience plusieurs fois de suite, la liqueur de la coupe positive troubla de moins en moins la dissolution d'argent ; et à la quatrième expérience, elle ne la troubla nullement, quoiqu'elle fût acide, parce qu'elle ne contenait que de l'acide nitreux. L'alcali avait aussi diminué progressivement, mais il n'avait pas disparu complètement. En employant des cônes d'or, il ne se forma que de l'acide nitreux dans le cône positif, mais il se manifesta encore de l'alcali dans le cône négatif. Après l'ébullition, les effets alcalins étaient moins sensibles, attendu qu'il s'était dégagé un peu d'ammoniaque ; cependant l'évaporation fit voir qu'ils étaient dus en partie à de l'alcali fixe. L'alcalinité n'augmentant pas par l'action prolongée de la pile, quoique l'activité augmentât de plus en plus, M. Davy soupçonna l'eau dont il s'était servi d'avoir fourni la soude, et il fut bientôt convaincu de la réalité de cette cause. Ayant en effet évaporé lentement de cette eau dans un vase d'argent, il eut un petit résidu salin qui n'était point alcalin, mais qui, mis dans l'eau du cône d'or négatif, lui donna très-vite de fortes propriétés alcalines. Il redistilla alors son eau à une douce chaleur avec beaucoup de précautions, et en l'électrisant, comme il l'avait fait précédemment, soit dans les cônes d'or ou dans les coupes d'agate, il n'obtint plus aucune trace d'alcali fixe. L'eau changeait très-légèrement la couleur de tournesol rougie par un acide, mais comme elle ne l'altérait plus après l'ébullition, il est naturel de penser que cet effet était dû à un peu d'ammoniaque. Ainsi tous les faits précédens prouvent que l'acide muriatique et la soude que l'on obtient dans quelques circonstances, ne sont point engendrés, mais développés des matières dont on fait usage. Les expériences suivantes viendront encore à l'appui de cette conclusion.

Dans des tubes de cire, la matière alcaline est un mélange de soude et de potasse, et la matière acide un mélange des acides sulfurique, nitrique et muriatique. Dans les tubes



de résine, il a paru à M. Davy que la matière alcaline était principalement composée de potasse.

On plaça un morceau de marbre de Carrare, d'à peu près un pouce, ayant une ouverture à son centre, dans un creuset de platine, que l'on remplit d'eau purifiée, jusqu'à la surface supérieure du cube : on remplit également sa cavité de cette eau ; le creuset fut électrisé positivement par une forte batterie voltaïque, et le fil électrisé négativement fut introduit dans la cavité du cube. L'eau acquit bientôt le pouvoir d'affecter la couleur du curcuma, et l'on en obtint de l'alcali fixe et de la chaux, et cet effet eut lieu à plusieurs reprises ; mais l'alcali fixe alla en diminuant de quantité ; et après onze opérations, qui duraient de deux à trois heures chacune, il disparut entièrement, au lieu que la production de chaux resta uniforme. L'analyse démontra que le marbre de Carrare contenait un peu de soude. Il était possible que ce marbre eût été exposé récemment à l'eau de la mer ; mais un morceau de marbre grenu pris par M. Davy, sur un rocher d'une haute montagne, donna également de la soude par l'action de l'électricité négative. Un morceau de schiste argileux de Cornouaille, la serpentine du cap Lézard, et le grauwake du nord de la province de Galle, traités de la même manière, donnèrent aussi de la soude. Enfin ayant fait passer un courant galvanique dans de l'eau pure renfermée dans les deux cônes d'or disposés comme il a été dit, il n'aperçut aucune trace d'alcali ; mais aussitôt qu'il eut mis un morceau de verre dans le cône négatif, l'eau devint alcaline en très-peu de tems ; et par là il ajouta une nouvelle preuve à celles qu'il avait déjà données, que c'est principalement le verre qui porte la soude dans les expériences où on s'en sert.

M. Davy a toujours trouvé au pôle positif un acide qui avait les propriétés de l'acide nitreux, et dont la quantité était d'autant plus considérable, que l'expérience avait duré plus long-tems. L'ammoniaque paraissait aussi être toujours formée en très-petite quantité au commencement ; mais elle atteignait bientôt la limite où elle cessait de se former. Il était naturel d'expliquer la production de cet acide et de cet alcali, par la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène de l'eau dans l'état naissant, avec l'azote qui est tenu en dissolution dans l'eau, et qui peut être remplacé

par celui de l'air à mesure qu'il est absorbé, et M. Davy prouve que cette explication est très-juste. Il a placé les deux cônes d'or remplis d'eau pure sous un récipient, et les a mis en communication avec une pile de 50 couples de quatre pouces quarrés de surface. Le récipient a d'abord été épuisé d'air atmosphérique, et rempli de gaz hydrogène; il a encore été épuisé et rempli de nouveau avec du gaz hydrogène bien pur : après 24 heures d'action de la pile, l'eau de l'un et de l'autre tube n'a altéré en aucune manière la couleur des réactifs. Il paraît donc évident que l'eau chimiquement pure est décomposée par l'électricité en deux substances gazeuses seulement, en oxygène et en hydrogène. Cette propriété qu'ont les deux électricités de séparer les élémens des composés les plus difficiles à détruire par les agens chimiques, est extrêmement remarquable, et elle sera mise dans tout son jour dans les articles que nous insérerons dans un de nos prochains Numéros.

## NOTE

*Sur les nouvelles Expériences de* M. Davy.

Il résulte d'une série d'expériences, dont M. Davy a rendu compte à la Société royale, que les alcalis fixes ne sont pas des corps simples. Ils sont composés d'oxygène et d'une substance particulière, dont les propriétés sont semblables à celles qui caractérisent en général les substances métalliques. Si on place un morceau de potasse caustique dans le cercle d'une forte batterie galvanique, en pleine activité, on voit bientôt à l'extrémité du fil négatif en contact avec elle, un petit globule brillant ressemblant beaucoup à un globule de mercure. Cette substance est la base de la potasse, et elle jouit des propriétés suivantes. Son attraction pour l'oxygène est si grande, que l'air la fait passer très-vite à l'état de potasse. Si on verse un peu d'eau dessus, elle brûle et fait explosion à l'instant en donnant de la flamme, et la potasse est régénérée. Cette même substance est solide et malléable à la température de 40° (1);

(1) Ce sont probablement des degrés de Fahrenheit.



mais à 50° elle est en fusion. Elle se combine avec le soufre et le phosphore, et forme des alliages avec différens métaux et le mercure. Elle se combine aussi avec les acides, mais les sels qu'elle forme ne diffèrent pas de ceux qui ont la potasse pour base, parce que, par la première addition d'oxygène, elle passe instantanément à l'état de potasse. Sa gravité spécifique n'est que 6, celle de l'eau étant 10. La soude donne, par le même moyen, une substance analogue, quoique différente sous quelques rapports. La base de la potasse peut être conservée dans du naphte. M. Davy a aussi trouvé de l'oxygène dans l'ammoniaque, et il le soupçonne dans la baryte et la strontiane. L'alcali, dans ces expériences, ne doit pas être en solution, ni entièrement sec; il doit être seulement assez humide pour être un conducteur électrique.

FIN DU VINGT-DEUXIÈME VOLUME.

# TABLE DES ARTICLES

*Contenus dans les six Cahiers du* Journal des Mines, *formant le* second Semestre *de* 1807, *et le* vingt-deuxième volume *de ce Recueil.*

## N°. 127, Juillet 1807.


Suite de la *Statistique du Département du Lot*, extraite d'un Compte rendu de l'état des Mines et Usines dans le Département du Lot; par M. Louis Cordier, Ingénieur des Mines. *Seconde Partie.* . . *Page* 5

Extrait du Mémoire de M. Mouchel, de l'Aigle, Département de l'Orne, sur la fabrication du Fil de fer et d'acier. . . . . 63


## N°. 128, Aout 1807.


Analyse de l'Eau de *Salins*, et des produits de la Saline de *Moutiers* (Mont-Blanc); par M. Berthier, Ingénieur des Mines. . . . . 81

Description minéralogique de la vallée du *Mein*, entre Hanau et Francfort; par M. Léonhard. Extrait de la traduction faite par M. Nau, Professeur à Aschaffembourg. . . . . 125





Note sur quelques-unes des principales Substances renfermées dans une suite de Laves du *Vicentin*, envoyée au Conseil des Mines par M. le Comte Joseph Marzari Pencati de Vicence; par M. Tonnellier, Garde du Cabinet de Minéralogie du Conseil des Mines. *Page* 143

Notice sur un Gypse primitif; par M. Daubuisson, Ingénieur des Mines. . . . . 161


## N°. 129, Septembre 1807.


Mémoire sur les Salines de Moutiers, Département du Mont-Blanc; par M. Berthier, Ingénieur des Mines. 165

Art. I. Sujet de l'Exploitation et son histoire. . *ibid.*

Art. II. Procédés d'Exploitation. . . . . 171

Art. III. Observations. . . . . 196

Sur la Chaux calcinée morte; par Bucholz, traduit du *Journal de Berlin*. . . . . 234

Note sur la formation artificielle du Sulfure de Zinc; par A. G., Ingénieur des Mines. . . . . 237

Lettre de M. Muthuon, Ingénieur en chef des Mines, à M. Descostils, Ingénieur des Mines, au sujet de ses nouvelles Observations sur le Fer spathique, insérées dans le N°. 124 du *Journal des Mines*. . . . . 241

Annonces concernant les Mines, les Sciences et les Arts. . . . . 243

Nouveau Bulletin des Sciences, par la Société Philomathique. . . . . *ibid.*

## N°. 130, OCTOBRE 1807.

SUR le Manganèse ; par le Docteur Jonhn, de *Berlin*. . . . . *Page* 245

EXPLOITATIONS immémoriales des Montagnes d'*Huez* en Oisans, Département de l'Isère ; par L. Héricart de Thury, Ingénieur des Mines. . . . . 281

NOTE sur plusieurs Substances minérales récemment analysées par M. Klaproth ; par M. Tonnellier, Garde du Cabinet de Minéralogie du Conseil des Mines. . . 317

SUR les Muriates de Baryte et d'Argent ; par M. Berthier, Ingénieur des Mines. . . . . 323

## N°. 131, NOVEMBRE 1807.

MÉMOIRE sur la décomposition des Sulfates par la chaleur ; par M. Gay-Lussac, Membre de l'Institut. 325

SUR les Mines de Plomb du *Bleyberg*, Département de la Roër ; par M. Dartigues, Propriétaire des Verreries, etc. de Vonèche, Département de Sambre-et-Meuse. . 341

SUR les états d'oxydation du Fer, et la manière dont les oxydes se comportent dans diverses circonstances et avec divers acides ; par C. F. Bucholz. . . . . 361

EXAMEN du *Wernérite*. (Traduit du *Journal de Berlin*). . . . . 369



EXTRAIT d'une Lettre écrite par un Voyageur attaché aux Salines du Royaume de Bavière, sur les *Tablettes de graduation*, imaginées par M. Baader. *Page* 379

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE de Minéralogie, avec des applications aux Arts ; par Alexandre Brongniart, Ingénieur des Mines, etc. . . . . 383

NOTE sur une Eau salée extraite du puits de l'*Est-Boislong*, aux Mines de houilles de Montrelais. Extrait d'une Lettre de M. Pelletier, etc. à M. Gillet-Laumont, Membre du Conseil des Mines. . . . . 399

NOTE sur le Refroidissement des liquides dans des vases de porcelaine dorés et non dorés ; par M. le Comte de Rumford. . . . . 403

## N°. 132, DÉCEMBRE 1807.

SUR la Vaporisation des Corps ; par M. Gay-Lussac. . . . . 405

SUR les Phosphates de Chaux, de Fer, de Plomb et de Manganèse, et sur l'Acide phosphorique ; par M. Berthier, Ingénieur des Mines. . . . . 413

EXAMEN CHIMIQUE du Bronzit ; par Klaproth. (Traduit du *Journal de Berlin*. Juin 1807). . . . . 431

ANALYSE de la Mine de fer rouge compacte cristallisée en cube, de *Toschniz* en Turinge ; par Bucholz. (Traduit du *Journal de Berlin*. Juin 1807). . . . 435

ANALYSE de quelques Minerais de fer et Produits du

fourneau du *Creusot*; par M. Gueniveau, Ingénieur des Mines. . . . . *Page* 439

Mémoire sur la manière de connaître et comparer la force des chevaux; par M. Regnier . . . . 459

De l'action chimique du fluide galvanique. . . . 470

Note sur les nouvelles Expériences de M. Davy. . 476



# TABLE DES PLANCHES

## *Contenues dans le vingt-deuxième Volume.*

N°. 127. Planche V. Fourneau pour recuire les fils.

— 127. —— VI. *Fig.* 1 et 2. Machine pour dresser le fil de fer et d'acier, propre aux cardes et aux aiguilles.

*Fig.* 3 et 4. Instrument pour déterminer la souplesse du fil.

— 129. —— VII. Salines de Moutiers.

*Fig.* 1-9. Bâtiment de graduation à cordes.

*Fig.* 10-13. Machine à abattre le sel.

*Fig.* 14-16. Treuil pour manœuvrer les machines.

*Fig.* 17-21. Outils pour détacher le sel des portions de cordes que la machine ne peut atteindre.

— 132. —— VIII. Nouvelle méthode de déterminer la force des chevaux en employant le dynamomètre de M. Regnier.

## *ERRATA, Volume XXII.*

*Page* 383, *ligne* 15, dû, *lisez*, su.
386, *ligne* 22, sa cassnre, *lisez*, la cassure.
390, *ligne* 11, *supprimez la virgule.*