

aux naturalistes en général (1); l'acide carbonique combiné avec l'oxyde imparfait de fer, dans un état cristallisé, un *carbonate de fer*: car je crois ne devoir pas regarder comme essentielle à la composition la petite quantité de chaux: peut-être le carbonate calcaire ne se trouve-t-il que comme le ciment qui réunit les petits cristaux ou qui est entre eux. Des essais ultérieurs sur les grands cristaux (2), pourront peut-être décider cette question ».

« 2°. Ce minéral contient :

Oxyde de fer imparfait. . . . .	59,5
Acide carbonique. . . . .	36,0
Eau. . . . .	2,0
Chaux. . . . .	2,5

100

« 3°. L'oxyde de fer se trouve ici dans un état, tel qu'un léger grillage jusqu'au rouge, le rend non-seulement attirable à l'aimant, mais le convertit en aimant. Résultat qui diffère entièrement de ce qu'on connaît jusqu'ici; car on sait que la force magnétique n'est pas seulement affaiblie par la chaleur, mais encore qu'elle est détruite par le grillage au rouge ».

(1) Il paraît que l'auteur ignorait les travaux de Bayen et de Bergmann sur le carbonate de fer.

(2) Par le mot *cristaux*, l'auteur entend les grains cristallins, les lames de ce minéral spathique.

## OBSERVATIONS CHIMIQUES

### SUR LE FER SPATHIQUE.

Par M. COLLET DESCOSTAIS, Ingénieur des mines.

Lues à la Classe des Sciences de l'Institut (1).

IL n'y a, je crois, aucune substance minérale dont les diverses analyses présentent entre elles autant de différences importantes que celles du fer spathique, et dont le traitement dans quelques forges, soit aussi peu d'accord avec l'opinion que la plupart de ces analyses ont donnée de sa composition. Après avoir examiné les procédés employés par les chimistes qui les ont publiées, et avoir fait quelques expériences sur le même sujet, j'ai cru avoir trouvé la cause des résultats différens qu'ils ont annoncés, ou des erreurs qu'ils ont commises. J'exposerai dans ce Mémoire le résultat de mon travail, et je le terminerai par quelques conjectures sur les causes de plusieurs pratiques métallurgiques usitées dans le traitement du fer spathique, et dont il ne me paraît pas que l'on ait donné jusqu'à présent d'explication satisfaisante.

Bayen est, je pense, le premier chimiste qui ait analysé le fer spathique. Son travail, qui m'a paru contenir quelques erreurs, renferme cependant des résultats irrécusables que l'on paraît avoir oubliés, et que je crois devoir rappeler.

(1) Le 6 janvier 1806.

La distillation et l'action des acides, lui ont fait connaître, « 1°. Que cette mine contient un gaz de la nature de l'air fixe, auquel il attribue la propriété de faire cristalliser le fer. 2°. Qu'elle renferme des fragmens de quartz qui restent dans la liqueur après sa dissolution complète, lorsqu'on l'a exposée en petits morceaux à l'action des acides ».

La cristallisation de quelques dissolutions sulfuriques, sans excès d'acide, lui a présenté quelquefois de petites quantités de sulfate de chaux, d'autres fois il n'en a pas aperçu un atôme, et il en conclut que cette mine, considérée en masse, se trouve dans quelques endroits mélangée de spath calcaire.

Les autres expériences qu'il rapporte, et les conséquences qu'il en déduit, ne me paraissent pas aussi exactes : de ce que la mine calcinée était attirable à l'aimant, de ce qu'elle se dissolvait avec facilité, et selon lui, avec une effervescence très-vive dans l'acide nitrique, de ce qu'elle réduisait le minium, et enfin de ce qu'elle pouvait servir à décomposer le cinabre, il en a conclu que le fer était dans cette mine à l'état *vraiment métallique*. Il est inutile d'insister sur cette conséquence pour en démontrer la fausseté.

L'expérience suivante mérite d'être décrite. Après avoir traité la mine avec de l'acide nitrique, et avoir évaporé à siccité, il lava le résidu, et obtint de la liqueur par l'alcali fixe, une terre blanche que des expériences décisives, dit-il, lui firent reconnaître pour de la terre calcaire. On verra bientôt les raisons que j'ai pour révoquer en doute ces expériences décisives, ainsi que sa découverte du zinc en quantité très-no-

table dans cette mine. De petits flocons noirs, qu'il avait aperçus dans de l'acide muriatique qui avait été versé sur cette mine, lui firent penser que ce métal y existait. Pour s'en convaincre, il fit digérer à froid pendant dix à douze jours, du sulfate de fer dissout dans une petite quantité d'eau sur du fer spathique calciné et bien pulvérisé, en ayant soin d'agiter de tems à autre le mélange; il filtra ensuite et obtint, par l'évaporation et le repos, des cristaux qui lui parurent être du sulfate de zinc.

Ce résultat est sans doute fort remarquable; aussi M. Dizé, (voyez *Opuscules de Bayen*, tome 2; *Analyse d'une Mine de fer spathique*) a-t-il jugé nécessaire de vérifier ce fait sur l'échantillon même qui avait servi à Bayen pour ses expériences. M. Dizé a employé, pour obtenir l'oxyde de zinc, l'action de l'acide nitrique, et l'évaporation précisément de la même façon que Bayen avait mise en usage pour extraire cette terre calcaire qu'il avait reconnue, dit-il, par des expériences décisives. L'expérience de M. Dizé fut faite sur 50 grammes: il obtint, par un alcali fixe, 5 grammes d'une substance blanche d'apparence terreuse, qui fut mélangée avec le double en poids de charbon, et distillée dans une cornue de grès. L'appareil refroidi, il se trouva des molécules de zinc sublimées à la voûte de la cornue. Cette expérience est décisive sans doute; mais la petite quantité de zinc obtenu dans la distillation, ne prouve-t-elle pas que le zinc était en très-petite proportion dans la substance terreuse? Ce soupçon me paraît confirmé par ce que dit M. Dizé lui-même, de l'action du prussiate de chaux sur la

dissolution nitrique, et sans excès d'acide de cette substance, avant qu'elle eût été précipitée par l'alcali : *elle avait un goût salin ; le prussiate de chaux n'en troubla point la transparence*, et il ajoute : *l'acide oxalique et l'acide sulfurique n'y démontrèrent point la présence de la chaux* (1). Au surplus M. Dizé n'avait en vue que de prouver que l'échantillon de Bayen contenait du zinc. J'ai répété la même expérience sur un morceau de fer spathique provenant de Vaunaveys, et j'ai obtenu les résultats de M. Dizé, à l'exception du zinc, dont je n'ai pas aperçu les moindres traces ; ce qui prouve que si quelques mines en contiennent un peu, au moins elles n'en contiennent pas toutes.

D'après ce que je viens de dire, on peut considérer comme résultats certains dans le travail de Bayen : 1°. que le fer est combiné dans le fer spathique avec l'acide carbonique.

2°. Que le quartz et le carbonate calcaire que l'on obtient quelquefois dans l'analyse de cette mine, n'entraient point dans sa composition.

Presque en même tems que Bayen (en 1774), Bergman publia sa Dissertation sur les Mines de fer blanches ; il prouve dans ce travail, que le fer est dans ces mines au même degré d'oxygénation, que dans le vitriol vert ; quant à la chaux, quoiqu'il ait obtenu de très-grandes différences dans les quantités qu'il en a retiré de divers échantillons, il se détermine à la regarder comme partie constituante du fer spathique. Le moyen qu'il employait pour l'ex-

(1) Voyez page 212, dernier alinéa.

traire, consistait à calciner la mine, à la réduire en poudre fine, et à l'agiter ensuite long-tems avec l'acide nitrique étendu. L'alcali fixe était alors employé pour précipiter de cet acide une terre blanche qu'il a reconnue pour de la chaux. Je ne pense pas cependant que ce résultat puisse infirmer la conclusion que Bayen avait déduite de ses expériences. En effet, on juge bien que dans une longue suite de travaux de même genre, tous les produits ne sont pas examinés avec le même soin ; et il serait possible que quelques-unes des variétés eussent contenu quelque autre substance terreuse qui aura été considérée comme de la chaux, ce qui lui aura fait dire qu'il n'a jamais trouvé de fer spathique qui en fût entièrement dépourvu.

Bergman, en faisant connaître dans le même minéral l'existence du manganèse, et que c'était à sa forte proportion dans le fer spathique, qu'était due la propriété qu'a cette mine de donner de l'acier, annonça un fait d'une haute importance, et son opinion a été depuis regardée comme à peu près prouvée. Si l'on avait quelques doutes à élever sur l'exactitude de ce résultat, ce ne pourrait être que relativement à la quantité de manganèse ; on sait, en effet, maintenant, que l'acide nitrique et le sucre que Bergman employait pour séparer le manganèse du fer, sont des moyens fort inexacts.

M. Sage, dans son Analyse et Concordance des trois Règnes, n'admet point du tout de chaux dans le fer spathique, mais il reconnaît la présence du manganèse en même proportion que le chimiste Suédois, et il dit avoir observé le sulfate de ce dernier métal en cristaux blancs

prismatiques tétraédres, qui cristallisaient avant le vitriol martial. Cette forme est celle des cristaux de sulfate de zinc, et lui avait fait croire d'abord que ce dernier métal existait dans le fer spathique; c'était sans doute la même forme que Bayen avait observée, et qui lui avait fait tirer la même conséquence. La dernière opinion de M. Sage me paraît susceptible de quelques objections. En effet, si ces cristaux étaient dûs au manganèse, ils auraient une autre forme, ils ne seraient pas blancs, mais légèrement rosés, enfin ils ne cristalliseraient qu'après le sulfate de fer, car celui de manganèse est beaucoup plus soluble.

M. Bucholz a publié, il y a environ un an, dans le *Journal Allemand*, rédigé par MM. Klaproth, Hermestadt, etc. l'Analyse d'un minéral qu'il est aisé de reconnaître à la description qu'il en donne pour du fer spathique. Il y annonce 59  $\frac{1}{2}$  pour 100 de fer à l'état d'oxyde noir, et 2,5 de chaux, qu'il paraît regarder comme étrangère à sa composition (1). Le reste est de l'eau et de l'acide carbonique. Il est à remarquer que la proportion de fer est déterminée d'après celles des autres principes qui tous ont été examinés avec soin, en déduisant leur somme de la quantité de mine soumise à l'analyse. Par conséquent les pertes faites sur ces principes, vertissent à l'augmentation de la proportion du fer; on doit donc supposer que cette proportion est un peu trop forte dans le résultat de l'analyse.

M. Bucholz a cherché particulièrement le manganèse, mais il n'en a pas trouvé une quan-

(1) Voyez page 210, lig. 4.

tité pondérable; il a d'ailleurs employé tant de moyens différens pour s'assurer que cette mine ne contenait aucune autre substance, ni terreuse, ni métallique, qu'on ne peut soupçonner d'erreur ses résultats.

M. Bucholz a de plus observé que dans la calcination de cette mine, l'acide carbonique est en partie décomposé, et qu'il se dégage un gaz qui brûle en bleu, et qu'il désigne par le nom de gaz oxyde de carbone.

Enfin, M. Drappier, dans un Mémoire publié récemment (N<sup>o</sup>. 103 du *Journal des Mines*), a annoncé que les échantillons de fer spathique qu'il a examinés ne contenaient point de chaux, qu'ils ne contenaient qu'une quantité infiniment petite de manganèse, mais qu'il y avait trouvé de la magnésie en très-forte proportion. Je reviendrai sur ce travail; mais auparavant je dois faire mention de deux analyses de M. Bergman, rapportées par M. Hassenfratz, dans une Note imprimée dans le même Numéro. Comme ces dernières avaient principalement pour but de connaître la quantité de chaux contenue dans le fer spathique, et que les proportions obtenues de deux échantillons ont été très-différentes, on en peut conclure de nouveau que cette substance est étrangère au fer spathique. On peut tirer la même conséquence d'une troisième analyse rapportée dans la même Note, et qui paraît avoir été faite sur un échantillon de mine grillée quoique l'eau y soit mentionnée. Cela tient sans doute à quelque faute d'impression ou de rédaction.

Le peu de conformité entre les analyses de Bergman, et celles de M. Bucholz et de M. Drap-

pier ; l'existence de l'oxyde de manganèse en grande proportion , annoncée d'une manière si positive par le premier , et non reconnue par les derniers , et sur-tout l'existence de la magnésie , en proportions variables à la vérité , annoncée par M. Drappier , tandis qu'aucun autre chimiste n'en avait parlé , devaient laisser l'opinion incertaine sur l'exactitude de ces analyses. Le désir d'éclaircir les doutes qui pourraient s'élever sur ces faits très-importans relativement à la métallurgie , m'a déterminé à examiner de nouveau cette espèce de mine , en prenant des échantillons qui présentassent des différences entre eux.

J'ai choisi en conséquence , dans la belle collection du Conseil des Mines , deux morceaux de fer spathique provenant , l'un de Vaunaveys , c'était le même dont on avait détaché des fragmens pour M. Drappier , l'autre d'Allevard , mais très-différent par ses caractères de celui que M. Drappier avait reçu de M. Hasenfratz. J'expose ici les caractères de chacun d'eux (1).

*Echantillon de Vaunaveys.*

Pesant. spécif. = 3,6.

Couleur jaune brunâtre.

Demi-transparente.

La cassure est lamelleuse et éclatante.

Les lames sont parfaitement planes , comme celles du spath calcaire.

(1) Voyez l'Analyse de M. Drappier , N<sup>o</sup>. 103-du *Journal des Mines*.

*Echantillon d'Allevard.*

Pesant. spécif. = 3,84.

Sa couleur est grisâtre.

Il est opaque.

Sa cassure est assez éclatante.

Sa cristallisation est très-confuse , et ses lames souvent contournées ; les parois des fissures qui traversent cet échantillon , ont souvent une couleur superficielle très-noire , et qui a presque un éclat métallique. J'ai choisi pour l'analyse les portions grises bien exemptes de brun (1).

Le procédé que j'ai suivi consiste à attaquer , par l'acide nitrique la mine réduite en fragmens , à faire évaporer ensuite à siccité , à redissoudre avec de l'eau les sels non décomposés. L'oxyde de fer se recueille sur le filtre. Je précipitais ensuite le manganèse avec le prussiate de potasse , et j'obtenais , à l'aide d'un alcali fixe , les substances terreuse contenues dans la liqueur claire. Je séparais enfin la chaux de la magnésie , à l'aide de l'acide sulfurique et de l'évaporation. Il est à observer que la dissolution nitrique ne doit pas être évaporée trop fortement , sans quoi on court le risque de décomposer une grande portion du nitrate de manganèse. Je n'ai pas négligé d'examiner de plusieurs façons les produits de chaque expérience ,

(1) Par la voie sèche avec poids égal de borax vitrifié et un peu d'huile , dans un creuset brasqué , sur 100 parties de mine crue , on a eu 34 pour la mine de Vaunaveys , et pour celle d'Allevard 37,6 dans le premier essai , et 38,2 dans le second.

pour rapprocher autant que possible les limites des erreurs.

Voici le tableau des produits obtenus de chaque analyse.

	<i>Vaunaveys.</i>	<i>Allevard.</i>
Fragmens de quartz. . . . .	0 . . . . .	2
Oxyde rouge de fer. . . . .	49 . . . . .	50,5
— de manganèse. . . . .	1,5 . . . . .	de 9 à 10
Magnésie. . . . .	12,5 . . . . .	au plus 2
Chaux. . . . .	0,3 . . . . .	0,5
	<hr/>	<hr/>
	63,3 . . . . .	64,0
Perte par la calcination.	37,5 . . . . .	34,5
	<hr/>	<hr/>
	100,8 . . . . .	98,5
	<hr/>	<hr/>
Excédent. . . . .	8.	Perte. . . . . 1,5

Ces résultats n'indiquent pas les proportions exactes d'acide carbonique qui existent dans ces fers spathiques, car une partie de cet acide est décomposée pendant la calcination, et il en résulte une plus forte oxydation du métal, de sorte que la perte qu'éprouve la mine, et que l'on doit attribuer à l'eau et à l'acide carbonique, est un peu au-dessous de la quantité réelle par rapport à ce dernier principe; mais comme d'un autre côté le fer est dans la mine à l'état d'oxyde vert, et que je l'ai obtenu à l'état d'oxyde rouge, l'augmentation qui en résulte compense la trop faible estimation de l'acide carbonique, et en dernier résultat la perte réelle est peu de chose.

Les résultats que je viens de rapporter prouvent suffisamment, ce me semble, que les mines de fer spathique varient dans leur composition, et expliquent par conséquent la différence de ceux obtenus par Bergman.

M. Bucholz et M. Drappier. Peut-être de nouvelles analyses feront-elles connaître de plus grandes variations encore.

Il serait sans doute très-avantageux de pouvoir distinguer chaque variété par ses caractères extérieurs, car leur composition différente doit exiger aussi un traitement différent pour en obtenir du fer. La forme des lames et son tissu ont servi dans les forges de l'ancien Dauphiné à distinguer le fer spathique en deux espèces. L'une, que l'on nomme *maillat*, est composée de grandes lames plates, l'autre, dont la cristallisation est confuse et les lames contournées, se nomme *rives*. La première passe pour difficile à fondre; la seconde ou celle à petits grains, est renommée au contraire pour sa fusibilité, et pour la qualité de sa fonte qui donne facilement de l'acier. Cette dernière est ordinairement blanche, tandis que celle qui provient du maillat est ordinairement grise et donne du fer. On mêle ces deux fontes avec avantage pour le travail de l'acier.

Peut-être la pesanteur spécifique, la perte par la calcination, et la promptitude du changement de couleur, seraient-elles de meilleurs indices de composition que celui de la texture. C'est une conjecture qui ne peut être vérifiée que par un grand nombre d'analyses sur des échantillons d'espèces différentes.

Je dois maintenant faire remarquer que le sulfate de magnésie cristallise à peu près comme le sulfate de zinc, et que cette forme a probablement induit Bayen en erreur. Ce chimiste, plein de l'idée que les flocons qu'il avait aperçus dans la dissolution muriatique, provenaient du zinc, tandis qu'ils étaient vraisemblablement

du au manganèse, aura négligé d'examiner les cristaux qu'il avait obtenus. Cette opinion est confirmée d'ailleurs par les détails que donne M. Dizé, sur les propriétés de la terre blanche, dont il n'a obtenu que quelques molécules de zinc par la distillation avec le charbon (1).

C'est probablement encore ce sulfate que M. Sage a regardé comme du sulfate de manganèse. En effet, celui de magnésie cristallise avec assez de facilité et avant le sulfate de fer.

Je ne fais, au surplus, ces observations, que pour en conclure que la magnésie se trouve ordinairement en plus grande quantité dans la mine translucide et bien cristallisée, à laquelle on donne dans les forges du Département de l'Isère, le nom de *maillat*, et que les chimistes, qui se sont occupés de cette substance, auront choisie de préférence comme la plus pure. L'échantillon décrit et analysé par M. Bucholz, semble cependant faire exception à cette règle, et je dois en prévenir.

Presque tous les minéralogistes regardent le fer spathique comme la mine de fer la plus fusible; et en effet il en existe dans plusieurs contrées qui se réduit avec une grande facilité; mais il ne paraît pas qu'elle soit partout très-facile à fondre, et si l'on parcourt les descriptions des procédés usités dans les fonderies où l'on traite cette mine, on voit qu'il en est peu où l'on n'emploie des additions de différentes espèces, ou des préparations particulières, dans l'intention d'en rendre la fusion plus aisée. Dans quelques usines on y ajoute de la

(1) Voyez page 214

castine ou carbonate calcaire, ce qui indique que la chaux n'est pas en forte proportion dans les grandes masses; dans d'autres on y ajoute des mines de nature argileuses et de la castine. Si d'ailleurs on compare le produit en fonte avec la consommation en charbon, on voit que cette mine exige une quantité considérable de combustible. Mon collègue, M. le Livec, Ingénieur des mines dans les Départemens du Mont-Blanc et du Léyman (1), qui a fait sur cet objet des expériences très-nombreuses dans le Département du Mont-Blanc, s'est convaincu que l'on brûle pour obtenir une partie de fonte 2,3, et jusqu'à 3 parties de charbon. De plus, les laitiers contiennent de la fonte en grenaille; ce qui arrive avec toutes les mines de difficile fusion.

Dans quelques établissemens on a trouvé avantageux d'exposer la mine aux intempéries de l'atmosphère, pendant une espace de tems plus ou moins considérable. Dans quelques forges cette exposition a lieu après le grillage. Dans d'autres avant et après; et enfin dans quelques-unes, à Eisen-Arts en Styrie, par exemple, on se contente de l'exposition, et l'on ne grille point. On dépose à l'ouverture des galeries la mine écaillée ou à grandes lames, et on l'y laisse exposée à la pluie et aux neiges pendant un long espace de tems. Dans son Mémoire sur les forges de ce pays, M. Rambourg rapporte que cette exposition dure quelquefois 50 et 60 ans. Dans le Mont-Blanc quelques maîtres de

(1) *Journal des Mines*, N<sup>o</sup>. 98. Mémoire sur les Mines de fer du Département du Mont-Blanc.

forges entretiennent toujours humides les tas de minerai grillé, à l'aide d'un très-petit filet d'eau; on a observé que ces diverses préparations rendent le minerai beaucoup plus fusible, et cependant dans quelques forges on éprouve encore quelquefois la nécessité d'y mêler (1) une certaine portion de la mine appelée par les fondeurs *mine douce*, et qui provient de la décomposition du fer spathique occasionnée par une très-longue action de l'air et de l'humidité. Dans cet état la mine antérieurement réfractaire est extrêmement fusible, et l'on peut en obtenir du fer, par la méthode catalane, avec beaucoup de succès.

Il est évident que dans ces traitemens même les métaux s'oxydent, et le fer sulfuré qui accompagne ordinairement ce fer spathique, se convertit en sulfate, particulièrement quand on a fait usage du grillage (2); ce sulfate semble devoir être enlevé par les pluies ou par l'eau que l'on fait passer à travers les tas de minerais;

(1) M. Héricart de Thury, Ingénieur des mines, dans un Rapport au Préfet du Département de l'Isère, dit, en parlant des filons des montagnes de Vaunaveys à Visilles: « Le fer carbonaté blanc ou jaunâtre translucide, est le plus » abondant. Lorsqu'il a été extrait, on le laisse pendant » quelque tems à l'air pour aider sa décomposition, et » après le grillage on lui fait de nouveau éprouver l'influence » atmosphérique pour le rendre plus facile à la fusion. » Malgré ces précautions, on est souvent encore forcé de le » mélanger avec des mines douces (ce sont celles décom- » posées entièrement), tant cette mine spathique est ré- » fractaire »

(2) Je dois dire ici un mot du grillage. On sait que la mine de fer spathique se trouve en filons mélangés avec du quartz, de spath calcaire, quelquefois de l'argile comme à

mais

mais cette séparation n'explique pas l'augmentation de fusibilité, il semble, au contraire, que cette qualité devrait être diminuée, car le soufre se trouve nécessairement en moindre proportion dans le minerai, et l'on sait que ce principe rend le fer plus fusible. Pour en connaître la véritable cause, cherchons d'abord celle de la propriété réfractaire de certaines mines spathiques.

Il est bien reconnu que les mines à grandes lames, auxquelles on a donné dans le Dauphiné le nom de *maillat*, sont regardées partout comme les plus difficiles à fondre. Cette mine, comme il a été dit plus haut, est précisément celle où la magnésie abonde, et l'on sait que cette terre se vitrifie avec difficulté. Bergman, dans sa Dissertation sur cette substance, dit expressément qu'elle n'entre en fusion qu'avec la silice, l'argile et la chaux, ou avec le spath fluor (1); et M. Lampadius a fait un certain nombre d'expériences du même genre, des-

Eisen-Arts, suivant M. Rambourg, et une quantité de pyrites ferrugineuses plus ou moins considérables. Les mines de l'ancien Dauphiné et du Mont-Blanc, sont particulièrement dans ce cas. Le grillage sépare une portion du soufre, il chasse l'acide carbonique qui ferait boursouffler les laitiers et augmenterait le poids de la mine, et par conséquent les frais de transport au fourneau; il détruit enfin la cohésion, et donne aux ouvriers la facilité de séparer le quartz et les autres substances étrangères; mais on conçoit que les pyrites étant confondues alors, par leur couleur avec la mine spathique, les ouvriers ne peuvent les treiller, et elles doivent s'effleurir avec le tems.

(1) Darcet a fondu une pierre qui en contient une grande proportion (la craie de Briançon), en la mélangeant avec du gypse.

Volume 18.

P

quelles il conclut que la magnésie diminue la fusibilité des mélanges dans lesquels elle est introduite, lorsqu'elle ne la détruit pas tout-à-fait.

Pour savoir si c'était effectivement à cette terre qu'est due la propriété des mines spathiques réfractaires, j'ai fait l'expérience suivante. J'ai pris des quantités égales de la mine de Vaunaveys et de celle d'Allevard que j'avais analysées, et après les avoir pulvérisées et y avoir ajouté assez d'huile pour en faire une pâte, je les ai introduites chacune dans un creuset brasqué, et je les ai chauffées comme un essai de fer. L'échantillon de Vaunaveys l'a été un peu plus que celui d'Allevard, qui, comme on se rappelle, avait donné une quantité très-notable de manganèse. Ce dernier s'est trouvé parfaitement fondu, et recouvert d'une scorie verte, tandis que l'essai de la mine de Vaunaveys ne présentait qu'une masse peu cohérente, mais parsemée d'une multitude de petits globules de fonte.

Cette différence ne pouvait provenir de l'état d'oxydation du fer, puisque dans l'échantillon de Vaunaveys ce métal était réduit en globules; mais comme on pouvait supposer que le manganèse contenu dans l'échantillon d'Allevard, avait pu influencer sur sa fusion complète, et qu'elle n'eût pas eu lieu s'il en eût été exempt, je pris une nouvelle quantité de la mine de Vaunaveys, et après en avoir enlevé la magnésie par l'acide nitrique, je traitai l'oxyde de fer qui resta, comme j'avais traité la mine, sans continuer le feu aussi long-tems. J'obtins de cet essai un culot recouvert d'un peu de scories brunâtres, et non seule-

ment ce culot était bien fondu, il était même un peu ductile, et présentait dans sa cassure une mie grise et parsemée de cellules sphériques comme le fer de nature, qui, ainsi qu'on le sait, est un premier degré d'affinage de la fonte.

Cette expérience ne me laissait plus de doute sur la cause du peu de fusibilité de certaines mines spathiques. En effet il est évident que la réduction de l'oxyde de fer se fait avec facilité. Mais les globules métalliques ne peuvent se réunir, parce que les parties terreuses ne se vitrifient pas, et ces dernières engorgent les fourneaux. On en peut conclure encore que les mines sont plus ou moins fusibles, selon qu'elles contiennent moins ou plus de magnésie, et que celles qui n'en contiennent pas du tout, et qui contiennent au contraire du manganèse, doivent être très-fusibles.

Mais il restait à connaître quel changement s'opère, par l'exposition à l'air, dans les mines réfractaires, soit qu'elles n'aient pas subi l'opération du grillage, soit qu'elles l'aient éprouvée, ici, je ne peux présenter que des conjectures, et je n'ai pour les étayer que des faits antérieurement connus, et point d'expériences directes.

On sait que les fers spathiques exposés à l'air et à l'humidité, brunissent et perdent leur ductilité. Leur cohésion est presque détruite. Cet effet est produit par l'oxydation des métaux. La magnésie qui, dans la mine, est combinée avec l'acide carbonique, conserve cet acide, tandis que sa combinaison avec les métaux est détruite par la plus forte oxygénation de ces derniers; elle doit donc être entraînée assez facilement par les pluies; car on sait que le carbonate de magnésie

est un peu soluble, et l'on conçoit que pendant une exposition de 60 années ce sel terreux peut être enlevé en presque totalité. Sa solubilité peut d'ailleurs être augmentée par l'acide carbonique uni aux métaux, et qui s'en sépare à mesure qu'ils s'oxydent.

Après le grillage la même explication ne peut être applicable; en effet, la magnésienne doit plus avoir conservé d'acide carbonique, et il est douteux qu'elle en puisse reprendre assez dans l'atmosphère pour redevenir soluble; mais comme presque toutes les mines spathiques auxquelles on fait subir cette opération, contiennent des pyrites, il me semble que l'on peut expliquer leur amélioration par l'exposition à l'air, à l'aide de l'action du sulfate de fer qui se forme, sur la magnésie caustique contenue dans le minerai. On se rappelle l'expérience de Bayeu, que j'ai rapportée, et par laquelle il crut séparer l'oxyde de zinc de la mine calcinée, à l'aide du vitriol vert. Cette action a lieu sans doute dans les enclos où l'on dépose le minerai grillé, et l'eau enlève peu à peu le sulfate de magnésie (1).

Si cette cause paraît insuffisante, j'observerai que toutes les espèces de mines sont mélangées dans le grillage, et que la proportion de magnésie dans la masse, n'est pas toujours aussi forte que celle qu'a trouvée M. Drappier, et qu'enfin on est quelquefois obligé d'y ajouter de la mine douce.

Sans doute, avec une exposition long-tems continuée, on pourrait toujours avoir une mine

(1) S'il y avait de la chaux dans la mine, tant qu'elle serait à l'état caustique, elle décomposerait de préférence le sulfate de fer; mais l'expérience de Darcet indique que le sel qui se formerait, contribuerait à la fusion de la magnésie.

de facile fusion; mais comme la mise dehors est très-considérable, et qu'il faudrait attendre trop long-tems la rentrée de ses fonds, on a mis en usage divers procédés pour abrégier le tems: le plus habituel est de mêler de la mine douce avec de la mine à grandes lames nouvellement extraite; dans ce cas, on cherche à diminuer la proportion de la magnésie.

Quelques mines contiennent, comme celle d'Eisenarts, du quartz, du carbonate calcaire et de l'argile, mélange le plus avantageux pour entretenir la fusion de la magnésie; mais il est nécessaire de se débarrasser de la plus grande partie de cette terre par l'exposition à l'air de l'espèce la plus réfractaire.

Enfin, dans quelques usines on mélange avec la mine de fer spathique, de la castine et des mines ocreuses qui, comme on sait, contiennent ordinairement de l'argile et du sable; on compose alors de toutes pièces le fondant nécessaire pour la magnésie. Il n'est pas improbable que l'oxyde de manganèse facilite un peu la fusion; au moins en répétant les expériences de Bergman, sur la vitrification de la magnésie, ai-je cru observer que cet oxyde métallique produit une plus grande fluidité dans le verre.

Il est à remarquer, au reste, que tout le manganèse que contiennent ces mines, ne se vitrifie pas lorsqu'il est en grande proportion; une partie se réduit avec le fer et s'allie à la fonte (1). Tous les essais que j'ai faits avec l'échantillon d'Alleverd, m'ont donné des boutons de fonte blanche qui contenaient du manganèse en grande quantité.

(1) Au moins dans les Essais docimastiques.

Celui de Vaunaveys, et une fonte de Vierzon, ne m'ont offert que quelques traces de manganèse dans les mêmes circonstances.

Le moyen que j'ai employé, consiste à dissoudre la fonte dans l'eau-régale, à précipiter ensuite avec l'ammoniaque, et à chauffer au rouge le précipité dans un creuset d'argent avec la potasse caustique. La potasse que j'ai employée, fondue seule dans le même creuset, restait absolument incolore.

Je n'ai pas cherché à déterminer les quantités avec précision, mais je me suis convaincu que les proportions étaient extrêmement différentes.

Cette observation s'accorde avec la division que M. Stengel a établie entre les fontes, et peut conduire à des expériences exactes qui peut-être serviront à prouver les conjectures ingénieuses de ce métallurgiste.

J'ai cherché, dans ce Mémoire, à prouver que les mines de fer spathique n'ont pas toutes une composition uniforme.

Que la qualité réfractaire de quelques-unes d'entre elles, est due à la forte proportion de magnésie qui s'y trouve contenue.

J'ai cherché à expliquer, par les propriétés de cette terre, les différentes pratiques usitées dans les forges où l'on fond cette espèce de mine, pratiques dont personne jusqu'à présent ne paraît avoir donné l'explication.

Je désire, sans doute, que les nouvelles observations que l'on fera sur cet objet, confirment mes conjectures; mais, si l'on prouve que je me suis trompé, j'aurai néanmoins à me féliciter d'avoir appelé l'attention des métallurgistes sur un des objets les plus importants de la science dont ils s'occupent.

---

## E X T R A I T

*D'UNE Lettre de M. HEIM à M. BLUMENBACH,  
sur des Graines trouvées dans des bois bituminisés (1).*

DANS une exploitation de bois bituminisé, près de *Kalten-Nordheim* (2), on trouve de petits corps d'une forme sphéroïdale allongée, quelquefois aplatie, qu'on nomme *Saamenkorner* (*graines, grains de semence*); on voit très-distinctement une gousse à deux lobes, dont l'extérieur est légèrement strié en longueur, l'intérieur est lisse et recouvert d'une pellicule qui est encore souvent translucide. Une des extrémités porte souvent une petite excroissance, comme si le corps eût adhéré autrefois par cette partie. Lorsque la gousse s'ouvre, la fente arrive ordinairement jusqu'à cette partie, comme dans les coquilles bivalves. Ces grains ne se trouvent pas en grande quantité, quelquefois ils sont isolés, plus ordinairement ils forment de petits groupes.

Je n'en ai jamais trouvé dans la glaise grise ou noire qui entoure le bois bituminisé, ainsi

---

(1) Cette Lettre et la réponse sont extraites d'une espèce d'ouvrage périodique, que M. Voigt, Conseiller des mines dans le pays de Weimar, publie en Allemagne, sur des objets relatifs aux houilles et aux bois bituminisés.

(2) Dans la Thuringe, 8 lieues à l'Ouest de Fulde.