

Fig. 2. Coupe figurative.

On n'a pu suivre aucune proportion dans le rapport d'épaisseur et d'étendue des couches et sur-tout des éboulemens, parce qu'on aurait augmenté excessivement et sans aucune utilité les dimensions de cette figure.

Cette coupe est suffisamment expliquée dans le texte, p. 562.

ANALYSE

DE DEUX VARIÉTÉS DE FER CHROMÉ;

SUIVIE

*D'une note sur les alliages du chrome
avec le fer et avec l'acier;*

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal
des Mines.

LES deux variétés de fer chromé dont je vais faire connaître la composition, se trouvent, l'une à Saint-Domingue, et l'autre aux Etats-Unis d'Amérique auprès de Baltimore.

La première est à l'état de sable; elle m'a été remise par M. le professeur Vitalis, qui m'a fourni sur son gisement les renseignemens suivans. Elle ne vient pas de l'île même de Saint-Domingue, mais de la partie méridionale d'une petite île, nommée l'île-à-Vaches, qui est située à 17 kilomètres au sud de la première. Ce sable n'a été rencontré dans l'île-à-Vaches que sur une seule partie de la plage qui n'a pas plus de 33 mètres de longueur, et qui forme l'embouchure d'une petite vallée, bordée de chaque côté par des rochers. Un faible ruisseau qui coule dans la vallée, apporte le sable chromifère aux époques où il déborde, et il le dépose sur le bord de la mer en couches de 2 à 3 centimètres d'épaisseur, pêle-mêle avec du sable blanc.

Le sable chromifère de l'Ile-à-Vaches, tel qu'on l'a apporté en Europe, est composé de grains de fer chromé, parmi lesquels on distingue, soit à l'œil nu, soit à l'aide de la loupe, quelques autres grains de minéraux assez variés. Les grains les plus apparens sont des débris de pierres calcaires et de coquilles calcaires. Les grains les plus petits sont amorphes, fort durs, les uns blancs, d'autres jaunâtres, et la plupart d'un rose plus ou moins foncé; ce sont probablement des fragmens de quartz et de pierres gemmes. Enfin, à l'aide d'un barreau aimanté, on parvient à extraire, en petite quantité, d'autres grains d'un noir foncé, presque sans éclat, très-pesans, que l'on a reconnu appartenir à l'espèce fer titané.

On peut débarrasser le fer chromé de toutes les substances avec lesquelles il est mélangé, en traitant le sable par l'acide muriatique, après en avoir enlevé le fer titané au moyen d'un aimant, et en le soumettant ensuite à un lavage soigné à l'augette à main. C'est le sable ainsi purifié qui a été analysé.

Le fer chromé est en grains très-petits : la plupart de ces grains ont tout au plus la grosseur d'une tête de camion; ils sont tous parfaitement cristallisés sous la forme d'un octaèdre régulier sans facettes additionnelles; leurs arrêtes sont vives, et ne paraissent pas avoir été émoussées par le frottement; leur couleur est le noir foncé pur, ils sont doués d'un grand éclat, cet éclat ressemble plutôt à l'éclat de la houille, qu'à celui d'une substance métallique : leur pesanteur spécifique est très-grande, mais on ne l'a pas déterminée. Lorsqu'on les chauffe très-

fortement, ils ne perdent rien de leur poids, mais ils s'agglomèrent légèrement et leur couleur noire se change en un gris bleuâtre très-foncé.

Le fer chromé de l'Ile-à-Vaches, réduit en poudre très-fine par la porphyrisation, est attaqué par l'eau régale bouillante, mais si lentement et si difficilement, qu'en 24 heures d'ébullition soutenue, l'acide n'en dissout qu'une partie sur dix que l'on soumet à son action. La dissolution renferme tous les élémens du minéral, et le résidu est en tout semblable à celui-ci; ce qui prouve que l'acide le dissout sans le décomposer.

Le fer chromé de Baltimore est en masses cloisonnées, ou en gros grains amorphes, empâtés de stéatite blanche ou d'un jaune verdâtre clair. Sa cassure est imparfaitement lamelleuse, sa couleur est le noir grisâtre, il a un éclat qui tient le milieu entre l'éclat de l'anhracite et l'éclat du fer oxidulé. On peut l'obtenir parfaitement pur en le pilant et en le lavant. Il est encore plus difficilement attaqué par les acides que la variété de l'Ile-à-Vaches.

Voici par quel procédé ces deux minéraux ont été analysés.

On en a fait chauffer 168. réduits en poudre impalpable, avec deux fois leur poids de nitre et une fois leur poids de potasse caustique, dans un creuset d'argent. Au bout de deux heures d'exposition au feu, on a laissé refroidir la matière, on l'a délayée dans l'eau et l'on a recueilli le résidu insoluble, que l'on a bien lavé. Ce résidu était un mélange de minéral non attaqué, de peroxide de fer et de silicate double d'alumine et de potasse : pour dissoudre le silicate

d'alumine et de potasse sans que la silice se réduisit en gelée, on a employé l'acide muriatique un peu étendu; on a décanté, et on a séparé la portion d'oxide de fer que l'acide étendu n'avait pu dissoudre, au moyen de l'acide muriatique concentré; que l'on a fait bouillir pendant quelques instans; on a pesé la portion de minéral non attaquée; dans la plupart des expériences, son poids s'est élevé à la moitié du poids de la matière employée.

Les dissolutions muriatiques ayant été réunies, on les a fait évaporer à siccité et on a repris par l'eau, il est resté de la silice très-pure; on a sursaturé la liqueur d'ammoniaque et on a pesé le précipité après l'avoir calciné; ce précipité se composait de tritoxide de fer et d'alumine. On l'a fondu au creuset d'argent avec de la potasse, lavé avec de l'eau, etc., pour séparer l'alumine; l'opération a fait voir en même temps que le précipité par l'ammoniaque ne contenait pas la moindre trace d'oxide de chrome.

La liqueur alcaline contenant l'acide chrômique et la plus grande partie de l'alumine, a été exactement neutralisée par l'acide nitrique; il s'est précipité de l'alumine très-pure: on a ajouté ensuite un petit excès d'acide à la dissolution, et on a séparé encore un peu d'alumine au moyen de l'ammoniaque. Cette dissolution ne contenait plus alors que de l'acide chrômique: on a ramené cet acide à l'état d'oxide, en versant alternativement dans la liqueur de l'acide muriatique et de l'hydrosulfate d'ammoniaque, de manière à la tenir toujours acide: on a fait bouillir pour chasser l'hyphogien sulfuré en excès, on a filtré pour séparer le soufre qui s'est déposé, et

on a précipité l'oxide de chrome par l'ammoniaque; les liqueurs n'ont été rejetées que lorsqu'elles se sont trouvées complètement décolorées.

La portion du minéral non attaquée, ayant été analysée de la même manière, a toujours donné les mêmes résultats que la portion attaquée; ces résultats, déduits de plusieurs analyses, sont les suivans:

	Saint-Domingue.	Baltimore.
Peroxide de fer....	0,370	0,350
Oxide de chrome...	0,360	0,516
Alumine.....	0,215	0,100
Silice.....	0,050	0,030
	0,995	0,996

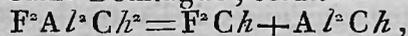
Quoique ces deux minéraux soient composés des mêmes substances élémentaires, il est évident qu'ils renferment des proportions trop différentes de ces substances, pour qu'on puisse les regarder comme étant de même espèce; on est d'autant plus fondé à les distinguer, qu'on a observé les analogues de l'un et de l'autre dans différens endroits. D'après l'analyse que M. Vauquelin a faite du fer chromé du Var (1), on voit que la composition de ce minéral se rapproche beaucoup de celle du fer chromé de Saint-Domingue: le fer chromé de Sibérie, analysé par M. Laugier (2), a la même composition que celui de Baltimore; enfin il existe à Chester-Coutz (Pensylvanie) un autre minéral de chrome, que j'ai trouvé être exactement de même nature que ce dernier.

(1) *Journal des Mines*, t. X, p. 531.

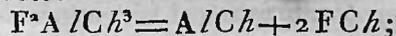
(2) *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, t. IV, p. 325.

Il est hors de doute aujourd'hui que, dans ce genre de minéraux, le chrome est à l'état d'oxide, et non à l'état d'acide, comme on l'avait d'abord supposé; mais il est très-difficile de deviner dans quel ordre de combinaison s'y trouvent les oxides de fer et de chrome, l'alumine et la silice, dont l'analyse démontre qu'ils sont composés. Quelques personnes pensent que les deux dernières substances sont accidentelles, et que les espèces pures sont des chromites simples de peroxide de fer: cette opinion ayant eu peu de partisans, je ne chercherai pas à la réfuter.

La plupart des chimistes admettent maintenant l'alumine au nombre des principes essentiels, mais ils regardent la silice comme étant tout-à-fait étrangère à la combinaison et comme provenant d'un mélange de quartz: dans cette hypothèse, on arrive, il est vrai, à des formules assez simples pour exprimer la composition des deux espèces: celle qui se rapporterait au minéral de Saint-Domingue, serait:



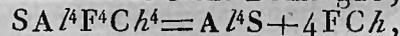
et celle qui se rapporterait au minéral de Baltimore, serait:



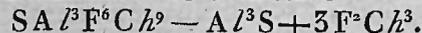
mais il me paraît bien difficile d'admettre que la silice soit un principe accidentel. En effet, cette substance s'est trouvée dans toutes les variétés de fer chromé qui ont été analysées jusqu'à présent, même dans celles qui ont été purifiées par le lavage, et qui, vues à la loupe, ne présentaient aucune partie hétérogène; elle s'est trouvée en proportion constante dans divers échantillons de la même variété, et dans les diverses portions du même échantillon successivement décompo-

sées par l'action des alcalis; il ne pourrait en être ainsi si elle provenait d'un mélange de grains de quartz. On peut remarquer d'ailleurs, d'après les analyses qui ont été publiées, que la proportion de la silice croît presque dans le même rapport que celle de l'alumine, ce qui doit porter à penser que ces deux substances sont combinées ensemble, enfin j'ajouterai qu'il est très-possible que, dans quelques analyses qui n'ont donné qu'un centième de silice, on n'ait pas obtenu la totalité de cette substance, parce qu'on se sera servi d'acide muriatique trop concentré pour traiter la partie du minéral non attaquée par les alcalis; car on sait maintenant que, dans ce cas, une partie de la silice se prend en gelée et reste confondue avec la partie intacte du minéral.

D'après ces considérations, je crois que les minéraux qui portent le nom de fer chromé sont essentiellement composés de protoxide de chrome, de peroxide de fer, d'alumine et de silice: quant à l'ordre de combinaison de ces substances, la supposition la plus vraisemblable me paraît être qu'elles forment un sel double, composé de chromite de peroxide de fer et de sous-silicaté d'alumine. Dans cette supposition, la formule du minéral de Saint-Domingue, serait:



et celle du minéral de Baltimore:



Note sur les alliages du chrome avec le fer et avec l'acier.

Le fer et le chrome métalliques paraissent pouvoir s'allier en toutes sortes de proportions. Les alliages qu'ils forment sont durs, cassans,

cristallins, d'un gris plus blanc que celui du fer et plus éclatant; moins fusibles, beaucoup moins magnétiques, et beaucoup moins attaquables par les acides que ce métal : ces propriétés sont d'autant plus prononcées, que l'alliage renferme plus de chrome. Un alliage contenant 0,60 de ce métal, ayant été chauffé au plus fort feu de la forge d'essai, a fourni un culot bien arrondi, rempli de grosses bulles tapissées de cristaux prismatiques allongés et entre-croisés : sa cassure présentait une texture cristalline semblable, sa couleur était plus blanche que celle du platine, et sa dureté était telle qu'il rayait aussi profondément le verre qu'aurait pu le faire un diamant; il s'est trouvé si fragile, qu'on a pu le réduire en poudre très-fine dans un mortier d'agate; sa poussière a conservé de l'éclat métallique; il n'était que très-difficilement attaqué par les acides les plus forts et même par l'eau régale bouillante.

On obtient facilement ces alliages en chauffant très-fortement dans un creuset brasqué de charbon un mélange, en proportions quelconques, d'oxide de chrome et d'oxide de fer. Mais ce moyen est dispendieux, parce que la préparation de l'oxide de chrome, que l'on extrait du fer chromé, est longue et coûteuse : on peut même remplacer cet oxide, par le minerai de fer chromé, avec beaucoup d'avantage. La meilleure espèce serait celle qui se purifie le plus aisément par le lavage, et qui contient le plus d'oxide de chrome, tel que le minéral de Baltimore; mais on peut employer également le minéral de Saint-Domingue, et même celui du département du Var bien lavé.

Le fer chromé, chauffé dans un creuset brasqué, s'agglutine, devient d'un gris foncé et acquiert la propriété de faire mouvoir l'aiguille aimantée; mais il perd rarement plus de 0,05 à 0,06 de son poids, et il ne produit qu'une petite quantité d'alliage, qui s'étend à la surface du culot sous forme d'une pellicule cristalline d'un blanc brillant, et dont une partie reste disséminée en particules très-fines dans la masse. La perte de poids provient de l'oxigène de la portion des oxides qui est réduite, et de la portion de l'oxide de fer que retient la scorie et qui est ramenée à l'état de protoxide (1). Cet oxide reste combiné avec l'oxide de chrome dans la scorie, qui est opaque, pierreuse, d'un gris noir un peu verdâtre, à-peu-près inattaquable par les acides. Ce résultat prouve combien est grande l'affinité de l'oxide de chrome pour l'oxide du fer; car sans la présence de l'oxide de chrome, l'oxide de fer se serait complètement et très-facilement réduit, avec quelques substances qu'il se trouvât, lors même que ces substances n'auraient pu former entre elles qu'une combinaison tout-à-fait infusible.

En ajoutant au fer chromé un poids égal au sien de verre terreux (silice, alumine et chaux), il produit, dans un creuset brasqué, une scorie demi-vitreuse, opaque, d'un gris foncé,

(1) Si de nouvelles preuves étaient nécessaires pour démontrer que le chrome n'est pas à l'état d'acide dans le fer chromé, on en trouverait une dans cette expérience; car l'acide chromique serait certainement ramené par le charbon à l'état d'oxide : or, il devrait résulter de cette transformation seule une perte de poids beaucoup plus grande que celle qu'on éprouve, etc.

bulleuse et enveloppée d'une pellicule cristalline, d'un gris blanc.

Avec 0,30 de chaux et 0,70 de silice (quartz), il donne une scorie semblable à la précédente, et environ 0,17 d'alliage de fer et de chrome en grenailles.

Avec un poids égal au sien de verre à vitres contenant 0,16 de soude, il produit un résultat semblable.

En remplaçant les flux terreux par le borax, on obtient 0,30 à 0,32 d'alliage, et une scorie grise, compacte, opaque, soluble dans les acides forts, et dans laquelle on ne trouve pas la moindre trace d'oxide de fer ni d'oxide de chrome: ainsi la réduction de ces deux oxides est complète. Cependant la quantité d'alliage produit est loin de correspondre à la proportion de ces oxides, cette différence provient de ce qu'une partie de l'alliage est entraînée en vapeur par le borax, qui se volatilise très-aisément lorsqu'il est exposé à la haute température d'une forge d'essai: aussi le couvercle des creusets se trouve-t-il tapissé d'une rosée métallique tout-à-fait semblable à l'alliage.

J'ai pensé que l'on pourrait diminuer la volatilisation, et augmenter par conséquent la proportion d'alliage produite, en mélangeant au minerai une certaine quantité d'oxide de fer pur. Cette addition a eu jusqu'à un certain point l'effet que j'en espérais.

Le minerai de chrome mêlé avec 0,60 de son poids de battitures de fer, contenant 0,79 de métal, et avec du borax, a donné, dans diverses expériences, 0,83 à 0,88 d'alliage; en retranchant le fer provenant des battitures, on trouve

que le minerai seul a dû produire 0,36 à 0,40 d'alliage, et par conséquent qu'il ne s'en est volatilisé que 0,14 à 0,10.

On remarque que la volatilisation est d'autant plus grande, que l'on emploie plus de borax. J'ai trouvé que la proportion strictement nécessaire de ce fondant est de 40 pour 100 de minerai. On peut même en employer un peu moins lorsque l'on se sert d'un minerai très-riche en chrome, tel que le minerai de Baltimore.

Ainsi, on peut obtenir un alliage très-riche en chrome, en fondant au creuset brasqué un minerai de fer chromé bien lavé avec 0,30 de chaux et 0,70 de silice, ou avec 1,00 de verre alcalin, ou mieux avec 0,40 de borax vitrifié; et pour extraire le plus de chrome possible du minerai, il faut ajouter aux fondans une certaine quantité d'oxide de fer.

L'intéressant travail de M. Faraday sur les alliages des divers métaux avec l'acier, m'a suggéré l'idée d'essayer d'y introduire du chrome. J'ai trouvé que l'acier ainsi allié a des propriétés qui pourront le rendre précieux pour plusieurs usages.

J'ai fait deux alliages différens, l'un contenant 0,010 de chrome et l'autre 0,015. M. Mérimée a eu la complaisance de les faire essayer sous ses yeux par un coutelier très-intelligent. Ils se sont bien forgés tous les deux, le premier a même paru plus facile à forger que l'acier fondu pur. On en a fait une lame de couteau et un rasoir. Les deux lames se sont trouvées très-bonnes, leur tranchant a paru dur et solide; mais ce qu'elles ont sur-tout présenté de remarquable, c'est le beau damassé qu'elles

ont pris lorsqu'on les a frottées avec de l'acide sulfurique. Ce damassé offre des veines agréablement variées et d'un blanc d'argent très-brillant ; il ressemble beaucoup à celui qu'on obtient avec l'acier allié d'argent : les parties blanches sont probablement du chrome pur, sur lequel on sait que les acides les plus forts n'ont presque pas d'action. Il y a lieu de croire que l'acier chromé sera propre à faire des lames de sabre damassées, solides, dures, et d'un bel effet, et qu'il pourra être employé aussi pour faire des instrumens de coutellerie fixe.

J'ai préparé cet alliage en chauffant à la forge d'essai, dans des creusets de Hesse, de l'acier fondu de première qualité, cassé en petits morceaux, avec un alliage de fer et de chrome réduit en poudre : c'est, je crois, ce qu'il faudrait faire en grand, en substituant l'acier cémenté à l'acier fondu. Je ne pense pas qu'il soit possible de remplacer avec avantage l'alliage de fer et de chrome par le minerai de fer chromé, mêlé de poussière de charbon, parce qu'il arriverait probablement que le verre terreux que l'on met dans les creusets pour décaper les morceaux d'acier et pour les préserver du contact de l'air, dissoudrait la plus grande partie du minerai et empêcherait sa réduction ; cependant il serait bon d'en faire l'essai.

Extrait d'ouvrages étrangers ;

PAR M. DE BONNARD.

1°. *Sur le gîte d'étain de Geyer en Saxe.*

M. Bloede a inséré dans l'un des derniers volumes de l'*Annuaire minéralogique* de M. Leonhard, un mémoire sur le gîte de minerai d'étain de Geyer en Saxe, qui renferme beaucoup de détails instructifs, et qui est remarquable en ce que l'auteur tire de ses observations des conclusions qui diffèrent des opinions généralement reçues. On sait que ce gîte est une masse de granite stamnifère encaissé dans le gneiss. L'auteur décrit quatorze variétés différentes de granites dans cette masse, laquelle paraît, dit-il, avoir une inclinaison générale vers le nord, et augmenter d'épaisseur à mesure qu'elle s'enfonce. Son étendue au jour est de 70 à 80 toises de l'est à l'ouest, et de 90 à 100 toises du sud au nord ; elle présente peu ou point d'apparences de stratification ; elle est traversée par un grand nombre de fentes, de 60 à 90 degrés d'inclinaison, croisées elles-mêmes par d'autres fentes presque horizontales. M. Bloede regarde le terrain environnant comme principalement formé de micaschiste, dans lequel le gneiss constitue seulement un puissant *banc subordonné*. Il remarque qu'entre la masse granitique et le micaschiste il existe une espèce de ceinture ou lisière, qu'il nomme *stockscheider*, formée des mêmes élémens que le granite, mélangés entre eux de manières diverses, mais présentant un aspect particulier, et renfer-

Tome VI. 4°. livr.

Pp