

on trouvera que la retraite des substances argileuses peut servir, comme en effet elle sert tous les jours, sous différens noms, à comparer des températures obtenues *dans les mêmes circonstances*. C'est ainsi que, dans la cuisson des fictiles, laquelle s'opère toujours à-peu-près de la même manière et dans le même tems, les fabricans règlent leurs températures, soit au moyen de solides pyrométriques, soit au moyen d'autres pièces (1) qui en tiennent lieu; mais tant qu'on n'aura pas déterminé l'influence que la durée et le mode d'application du calorique peuvent exercer sur la retraite de l'argile, un pyromètre fondé sur cette propriété, fût-il d'ailleurs aussi parfait dans la confection qu'on voudra le supposer, ne pourra servir à comparer des températures dont la durée et le mode d'application ne seront pas semblables.

Ainsi, en admettant les restrictions qui précèdent, le principe sur lequel *Wedgwood* a établi son pyromètre, est applicable non-seulement aux fabrications céramiques dont cet illustre artiste s'est occupé avec tant de distinction, mais encore aux opérations dans lesquelles le calorique est administré avec les mêmes circonstances. Mais quelque latitude qu'on veuille donner à ces restrictions, il est évident qu'un thermomètre en terre cuite n'offre pas un moyen sûr de comparer des températures appliquées avec des circonstances variables.

(1) Telles sont celles que les fabricans de poteries appellent *montres*.

DU FER HYDRATÉ

CONSIDÉRÉ comme espèce minéralogique.

Par M. D'AUBUISSON, Ingénieur au Corps impérial des Mines.

LA chimie analytique, qui, depuis vingt ans, a déterminé l'essence d'un si grand nombre de minéraux, semblait avoir oublié la substance minérale peut-être la plus utile et une des plus répandues, celle qui fournit presque tout le fer qu'on retire des usines de la France: je parle des divers minerais vulgairement connus sous les noms de *mines en grains*, *mines limoneuses*, *mines brunes*, *hématites brunes*, etc. Les caractères qui servent à les reconnaître, leurs propriétés physiques et métallurgiques, la quantité et la qualité du fer qu'on en retire, les circonstances de leur gisement, ainsi que quelques particularités de leur formation, étaient bien connues des minéralogistes, mais on n'avait aucune notion précise sur leur nature, c'est-à-dire, sur leur vraie composition. D'après des analogies éloignées, ils étaient regardés, par quelques personnes, comme formés des mêmes principes que le fer spathique, ou fer carbonaté, qui en accompagne fréquemment diverses variétés; mais plus généralement on les croyait composés d'oxyde de fer, d'oxyde de manganèse et de chaux.

La lacune que présentait ici la chimie minérale m'avait frappé : je désirais des connaissances positives, sur des substances dont j'avais étudié particulièrement l'histoire naturelle, et dont le traitement métallurgique était une de mes principales occupations. Je priai plusieurs chimistes célèbres de faire leur analyse : enfin M. Drappier eut la complaisance de l'entreprendre : je lui remis, il y a cinq ans, des échantillons d'hématite brune, de mine en grain et de fer spathique. Mais d'autres travaux l'ayant empêché de terminer celui-ci, il ne publia que l'analyse de la dernière substance mentionnée (1). Si je n'ai pas obtenu alors ce que je désirais, j'ai eu du moins la satisfaction d'avoir provoqué un travail qui nous a fait connaître la nature du fer spathique, et qui a donné lieu à la belle suite de recherches faites au laboratoire des mines, sous un point de vue aussi intéressant par rapport à la science, qu'utile par rapport à l'art (2).

Un an après la publication du Mémoire de M. Drappier, M. Proust donna l'analyse d'une ocre jaune, et il en conclut que c'était un *hydrate de fer* (3). Cette expression me parut être le mot de l'énigme : tous les minerais de fer à raclure jaune n'étaient pour moi que des ocres, soit à l'état compacte, soit même à

(1) *Journal des Mines*, tom. XVIII.

(2) Voyez les Mémoires de M. Descostils. *Journal des Mines*, tom. XVIII et XXI.

(3) *Journal de Physique*, tom. LXIII, p. 467.

l'état cristallin comme les hématites. J'avais énoncé depuis longtems cette opinion (1), qui m'avait été suggérée par un examen attentif de ces minerais dans leur gîte natal.

Peu de tems après que M. Proust eut donné son Mémoire, j'eus occasion de voir ce célèbre chimiste, dans le cabinet de M. Lelièvre : je lui présentai une hématite brune, en lui demandant s'il la reconnaissait pour un hydrate : il répondit négativement, et ajouta que ce minéral n'était à ses yeux qu'une mine hépatique provenant de la décomposition des pyrites (ou du fer spathique, je ne me rappelle pas lequel des deux). Ainsi, M. Proust lui-même, ne regardait point alors les hématites comme des hydrates. Cependant le déchet que ces substances éprouvaient au feu, leur conversion en oxyde rouge par la simple calcination, et leur non effervescence avec les acides, me paraissaient rendre mon opinion très-probable ; et j'en fis part à plusieurs minéralogistes, entre autres à MM. Lelièvre, Descostils et Brongniart.

Jé fis moi-même, l'année dernière, quelques essais sur les minerais bruns, notamment sur ceux en grains, et je trouvai qu'ils perdaient, par la calcination, de 12 à 16 pour

(1) *Journal des Mines*, tom. XVII, p. 331.

La texture fibreuse des minéraux, étant un effet de la même attraction moléculaire qui porte les particules des cristaux à se disposer régulièrement ; je crois pouvoir regarder l'hématite comme un produit cristallin.

100. La substance volatilisée ne me paraissant pouvoir être que de l'eau, j'en aurais conclu qu'ils n'étaient que des hydrates, si un savant illustre (M. Berthollet) ne m'eût fait observer que ces essais n'étaient pas concluans, et qu'il fallait m'assurer, par des moyens directs, que la perte au feu n'était due qu'à l'eau et point du tout à l'acide carbonique. Un voyage aux mines du Piémont me força à remettre la continuation de ce travail à cette année.

Avant d'exposer le résultat de mes recherches, je dois faire mention de quelques analyses publiées depuis le Mémoire de M. Proust. M. Klaproth ayant essayé une mine en grains, et une mine limoneuse (*wiesenerz*), a annoncé que la première contenait 15 pour 100 d'eau, et la seconde 23 (1) : il n'en a d'ailleurs inféré aucune conséquence. M. Vauquelin, à qui l'on devait déjà, sur les mines en grains, un travail très-intéressant sous le rapport métallurgique, a analysé un minerai dans lequel il n'a trouvé que de l'oxyde de fer et de l'eau : ce résultat a été publié dans le dernier ouvrage de M. Haüy (2) ; mais il ne m'a été connu que lors de mon retour à Paris, et mon opinion était entièrement établie à cette époque : au reste, M. Haüy en reconnaissant que l'échantillon analysé est un hydrate, le croyait alors différent, par sa composition, des autres minerais à raclure jaune, qu'il venait de réunir en une espèce, sous le nom de *fer oxydé*.

(1) *Klaproth's Beiträge*, etc., tom. VI.

(2) Haüy, Tableau comparatif, p. 274.

Le travail dont je vais rendre compte à l'Institut a un double objet. D'abord de m'assurer que la perte éprouvée au feu par les minerais bruns, est uniquement due à la volatilisation de l'eau : ensuite, de déduire des analyses que j'ai faites de presque toutes les variétés de ces minerais, les principes essentiels à leur composition.

Pour remplir le premier de ces deux objets, j'ai pris le minerai, que je regarde comme le type de l'espèce : c'était un fragment d'hématite brune détaché du plus bel échantillon de cette substance, qui soit à la Direction générale des Mines dans la grande collection départementale des minerais de l'Empire. Son analyse et sa description se trouvent au n°. 1 du tableau ci-après. J'en ai mis 50 grammes, en petites esquilles, dans une cornue de verre enduite de terre, et à laquelle j'ai adapté un petit flacon, ainsi qu'un appareil de Wouïff dont les flacons étaient pleins d'eau de chaux. Dès que le feu s'est fait sentir à la cornue, avant qu'elle fût rouge, l'air et l'eau ont commencé à passer, et ont fini au bout d'une demi-heure. L'eau de chaux ne s'est nullement troublée, preuve qu'elle ne s'est point sensiblement produit de gaz acide carbonique. L'eau recueillie pesait 7 gr. $\frac{7}{10}$. Elle était légèrement acide : M. Descostils, l'ayant examinée, a pensé qu'elle pouvait contenir un peu d'acide pyro-ligneux, lequel provenait vraisemblablement d'un bouchon de liège que la chaleur avait commencé à charbonner.

Afin d'éviter pareil inconvénient et d'avoir

une liqueur parfaitement pure, j'ai redistillé 50 grains du même minerai dans une petite cornue de porcelaine dont le col entraînait simplement dans une fiole : il n'y avait ici ni lut ni bouchon. J'ai obtenu de cette manière 6,4 gram. d'eau entièrement insipide, et qui n'avait pas d'action sensible sur le papier bleu. On a remis, le lendemain, 36 grains d'hématite dans la cornue, et ils ont donné une liqueur qui n'avait pas le moindre indice d'acidité. 50 grammes, ajoutés encore, ont produit une eau qui a donné une légère nuance rouge à la teinture de tournesol; ce qui provenait vraisemblablement de quelques brins d'un papier dans lequel on avait, cette fois, écrasé une partie du minerai. Les 136 grammes distillés ont perdu 20 gr. de leur poids, ce qui fait 14,7 pour 100; ils étaient d'un rouge-violet foncé. La liqueur obtenue ne pesait que 13,4 gr. : ainsi, il y en a eu un tiers de perdue.

J'ai recommencé une troisième fois cette distillation avec plus de précaution, et j'ai employé l'appareil au mercure, pour recueillir exactement tous les produits. Cent grammes ont été mis dans une petite cornue de porcelaine à laquelle était luté un ballon, d'où partait le tube qui portait les gaz à la cuve de mercure. La cornue, le ballon et le tube avaient une capacité de 680 centimètres cubes. Le feu a été ménagé soigneusement; l'air dilaté a bientôt commencé à passer; dès que la première goutte d'eau a paru, et le fond de la cornue n'était pas encore rouge, on a reçu les gaz sous une seconde cloche. Au bout d'un

quart d'heure, lorsque presque toute l'eau était passée, il est entré, par le tube de sûreté, un peu d'air atmosphérique dans l'appareil, on a de suite remplacé la seconde cloche par une troisième, dans laquelle on a ainsi reçu le gaz qui s'est dégagé vers la fin de l'opération. Le feu a été poussé de manière à ce que la cornue fût bien rouge, et on l'a maintenue dans cet état, pendant près d'un quart d'heure, sans qu'il passât ni liqueur, ni gaz (quelques très-petites bulles exceptées). Le minerai a perdu 14 grammes de son poids; il était d'un brun-violet. L'eau obtenue n'a donné aucun signe d'acidité: celle qu'on a retirée du ballon pesait 13,0 grammes. Il faut ajouter à cette liqueur, 1°. celle qui, en très-petites gouttelettes, tapissait les parois de quelques parties du tube et de la cornue; 2°. celle qui était sous forme gazeuse dans l'appareil; 3°. enfin celle que les gaz ont entraînée avec eux. L'air recueilli offrait un volume de 397 centimètres cubes; les 37 de la première cloche n'étaient que de l'air atmosphérique; les 220 de la seconde ont blanchi l'eau de chaux, et l'absorption a été de 46: enfin sur les 140 de la troisième, il y en a eu 42 d'absorbés (par l'eau de chaux, et la potasse caustique); ainsi, il y a eu 88 cent. cubes de gaz acide carbonique produit; ce qui ne fait que 16 centigrammes (le thermomètre était à 19°): cette quantité n'est pas la 600°. partie du minerai essayé, et la 92°. du déchet produit par le feu. Je ne saurais, d'après cela, regarder ce gaz comme partie constituante essentielle de l'hématite; il prove-

nait vraisemblablement de quelques particules de fer carbonaté contenues dans ce minerai, ou peut-être de quelques atomes de charbon qui étaient entrés dans la cornue, ce vaisseau étant resté huit jours dans un grand laboratoire où l'on travaille continuellement. Tout me porte donc à regarder la différence entre les 14,2 grammes perdus par le minerai et les 13,0 d'eau recueillis, comme presque entièrement due à la partie aqueuse qui n'a pu être rassemblée et pesée; et je crois pouvoir conclure que l'hématite distillée contenait environ 14 pour 100 d'eau de composition.

Quant aux nombreuses analyses que j'ai effectuées, elles ont été faites par les procédés ordinaires. On commençait par fondre le minerai avec de la potasse caustique (ou bien on le traitait directement par l'acide muriatique, lorsqu'il ne contenait presque que de l'oxyde de fer); on le dissolvait ensuite dans l'acide muriatique, on évaporait à siccité, délayait dans l'eau et filtrait pour séparer la silice. La liqueur était précipitée par la potasse caustique, qui ajoutée en excès, redissolvait l'alumine: on saturait par l'acide sulfurique, et on précipitait cette terre par l'ammoniaque. Le précipité produit par la potasse était redissout dans l'acide nitro-muriatique. On évaporait presque à siccité, on étendait de beaucoup d'eau, et on ajoutait avec précaution du carbonate de potasse saturé: lorsque tout le fer était précipité, on le séparait par le filtre. On versait encore du carbonate alcalin dans la liqueur, que l'on faisait ensuite

bouillir, et l'on obtenait ainsi le *manganèse*. (Le fer était souvent retraits par l'acide acétique pour lui enlever le peu de manganèse qu'il eût pu entraîner avec lui, lors de sa précipitation par le carbonate saturé). La *chaux*, lorsqu'il y en avait, était précipitée par l'oxalate d'ammoniaque.

Un fragment de tous les minerais qu'on a analysés (et de plusieurs autres), a été rougi pendant quelques minutes dans un creuset de platine: le déchet résultant de cette calcination indiquait la quantité d'eau volatilisée. Un peu d'eau non combinée, et une désoxydation de quelques parties de la surface des fragmens calcinés, auront quelquefois pu faire estimer la quantité d'eau de combinaison d'un centième (sur le poids total du minerai) trop forte.

Presque toujours l'analyse du même minerai a été répétée, en tout ou en partie, deux et même trois fois.

Tous ces travaux ont été faits au laboratoire de la Direction générale des Mines, où j'ai été fréquemment aidé des conseils de MM. Descotils et Berthier (1).

(1) J'ai été d'autant plus sensible à la complaisance de M. Berthier, qu'il était lui-même occupé d'un travail sur des minerais de fer, d'où il concluait, de son côté, qu'ils étaient des *hydrates*. Au reste, le but et les résultats de son travail ne m'ont été connus qu'après l'entière rédaction de ce Mémoire. Ce travail se trouve dans le n. 159 du *Journal des Mines*, et ce numéro n'a été rendu public que le 21 juillet dernier: mon Mémoire a été porté à l'Institut le 18 du même mois.

Leur résultat est consigné dans le tableau suivant que je fais suivre d'une note sur chacun des minerais analysés.

MINÉRAI.	Déchet au feu.	Fer peroxydé.	Manganèse peroxydé.	Silice.	Alumine.	Chaux.	Perte.
1 Hématite brune. . .	15	79	2	3	o	o	1
2 Hématite brune. . .	14	82	2	1	trace	o	1
3 Hématite rouge. . .	3	90	tr.	2	o	1	4
4 Hématite rouge. . .	2	94	tr.	2	o	tr.	2
5 Min. de mangan. . .	—	32	56	4	□	—	—
6 Min. noire.	14	o	64	13	—	—	9
7 M. brune comp. . .	11	84	1	2	—	—	2
8 M. brune comp. . .	12	81	—	4	o	—	4
9 M. brune compact. .	13	69	3	10	3	tr.	2
10 OEtite.	14	76	2	5	—	—	3
11 OEtite.	13	78	tr.	7	1	tr.	1
12 Min. en grains. . .	15	70	tr.	6	7	o	2
13 Min. lenticulaire. .	14	73	1	9	—	tr.	3
14 Ocre et M. comp. .	12	83	tr.	5	tr.	o	o
15 Min. brune comp. .	11	81	tr.	2	tr.	tr.	6
16 M. limoneuse (1).	10	61	7	6	2	tr.	2

No. I.

Hématite brune, de Bergzabern (Bas-Rhin.)

L'échantillon qui a fourni à la plupart de mes essais est le plus beau morceau d'hématite que j'aie encore vu.

(1) Ce minerai a donné en outre 2,5 d'acide phosphorique, ainsi que des traces de soufre.

Il est au cabinet de la Direction générale des Mines, sous le n^o. 100171. Il fait partie d'une croûte recouvrant un minerai brun compact, et qui a de 3 à 4 pouces d'épaisseur. Les fibres qui la composent ont cette longueur; elles sont très-déliées et presque parallèles; d'un brun-châtain foncé. Leur poussière est d'un jaune-brun. Pesanteur spécifique 3,8.

On l'employait aux forges du pays pour faire de l'acier. L'analyse de cette substance a été répétée trois fois.

No. II.

Hématite brune, de Vicdessos (Arriège).

Croûte à petits mamelons, fibres convergentes, de quelques lignes de long seulement. Brun foncé, surface très-noire: semi-dure approchant du dur, c'est-à-dire, donnant quelques étincelles par le choc du briquet. Pesanteur spécifique 3,9.

Sur du minerai compact.

Employée aux nombreuses forges catalanes de l'Arriège.

No. III.

Hématite rouge, de Framont (Vosges).

Le plus bel échantillon du Cabinet des Mines, où il est sous le n^o. 400.265. Fibres déliées ayant de 7 à 8 pouces de long; couleur moyenne entre le rouge-brun et le gris d'acier; poussière d'un beau rouge de sang; dure; pesant. 4,8.

J'ignore d'où peut provenir la perte, ayant fait deux fois l'analyse. J'ai inutilement cherché la magnésie. Quant au déchet par le feu, il peut venir, 1^o. d'un peu d'eau non combinée; 2^o. d'un peu de gaz acide carbonique, la chaux pouvant être à l'état de carbonate; 3^o. d'une légère oxydation de la surface.

No. IV.

Hématite rouge.

Masse à petits mamelons, dure, donnant beaucoup d'étincelles au briquet, pesant. 5,0.

Volume 28.

H h

Accompagnée d'*eisenrham* rouge, en petites paillettes luisantes.

N^o. V.*Minerai de manganèse du comté de Sayn.*

Petites stalactites composées de couches concentriques, et placées sur une masse amorphe. Cassure *très-compacte*, d'un *gris bleuâtre* tirant au *gris d'acier*, surface d'un *noir terne* : *semi-dur*, pesant. 3,8.

L'analyse n'a été faite que sur une petite quantité, et n'a pas été complétée.

N^o. VI.*Minerai de fer noir (Schwartz Eisenstein) de Raschau en Saxe.*

Masse à cassure *zonnée très-compacte*, *noir-bleuâtre* mêlé de *gris*; *semi-dure* à un haut degré, pesant. 3,6.

Elle est surmontée de manganèse en grappes, et est traversée de quelques filets de quartz.

Cet échantillon fait partie d'une collection systématique envoyée de Freyberg au Cabinet des Mines, où il est sous le n^o. 737/444. On l'a donné pour un minerai de fer noir approchant du manganèse; mais ni le prussiate de potasse, ni l'hydrosulfure d'ammoniaque n'ont pu y faire découvrir un atôme de fer: c'est du manganèse oxydé pur, et la silice qu'on en a retirée vient des filets de quartz.

La calcination en a changé la couleur en un bistre foncé; le minerai s'est fendillé; et c'est vraisemblablement à un dégagement d'oxygène qu'il faut attribuer le déchet au feu. Quant à la perte, elle provient du carbonate de manganèse qu'on a réellement perdu en le desséchant sur le filtre.

N^o. VII.*Minerai brun compacte de Bergzabern.*

Ce minerai accompagne l'hématite, n^o. I. Il est d'un *brun foncé*. La cassure en est *terne, compacte* ou à grains très-fins. Il est presque *dur*, et *aigre*.

Il présente un grand nombre de petites cavités aplaties et sinucuses, et est visiblement mélangé de paillettes de fer micacé (oxyde rouge).

Mis au feu, il a décrépité fortement, s'est brisé, et n'a perdu que 11 pour 100. Trois fois, on en a eu le même résultat. Plusieurs échantillons de minerai compacte, venant de divers endroits, n'ont également perdu que 11 à 12 pour 100. La décrépitation est évidemment due au dégagement de l'eau combinée, et si elle n'a pas lieu dans l'hématite, c'est par suite de la texture fibreuse; les fibres se séparant facilement et sans effort. Quant à la moindre quantité d'eau contenue, elle m'a d'abord étonné; mais le mélange d'oxyde rouge que j'ai vu dans quelques échantillons m'a rendu raison du phénomène, du moins pour ces échantillons. Si cette matière hétérogène ne se trouve pas dans les hématites adhérentes, c'est vraisemblablement qu'elle en aura été éloignée par la force de la cristallisation qui a produit la texture fibreuse de ces hématites.

N^o. VIII.*Minerai brun compacte, de Vicedessos.*

Il accompagne l'hématite n^o. II. Il présente de très-petites cavités, dont les parois sont recouvertes d'une couche d'hématite extrêmement mince, pesant. 3,4.

N^o. IX.*Minerai compacte, du Voigsberg.*

Brun gérosfle foncé, cassure *très-compacte et égale*.

La surface présente de très-petites excroissances, comme des stalactites très-courtes, mais de cassure compacte.

Cet échantillon fait partie de la collection, d'après Werner, envoyée de Freyberg au Cabinet des Mines, où il est sous le n^o. 737/453. Il est accompagné d'un peu d'hématite et d'ocre jaune.

N^o. X.*OEtite.*

Le morceau analysé a été pris sur l'*œtite* ou *fer géodique* qui est dans la collection, d'après le système de M. Haüy, au Cabinet des Mines, sous le n^o. 274. La géode présente une croûte sphéroïdale de 4 à 5 lignes d'épaisseur : le rayon de la sphère serait de 4 à 5 pouces. La masse est du minéral brun compacte, mais les surfaces en sont ocracées et d'aspect terreux.

Il serait possible que dans la silice portée sur le tableau ci-dessus, il y eût un peu d'alumine, et que dans le manganèse, il y eût un peu de fer.

N^o. XI.*OEtite, du département de l'Orne.*

Fragment d'une grande couche sphérique ayant 8 à 9 lignes d'épaisseur (au Cabinet des Mines, n^o. 427/1). Cassure *très-compacte*, quoique renfermant de très-petites cavités dont les parois sont ou d'un noir velouté (manganèse), ou recouvertes d'une croûte hématiforme extrêmement mince. *Brun-géofle*, surfaces ocreuses et jaunes, *semi-dure* à un haut degré, pesant. 3,5.

N^o. XII.*Mineral en grains, du Berri.*

Masse composée de grains gros comme de petits pois, accolés les uns aux autres; et, dans quelques parties, se fondant les uns dans les autres pour former une masse compacte. Ils sont composés de *couches concentriques*, leur cassure est *très-compacte, lisse*, d'un *brun-cannelle foncé*, et même un *peu luisante* dans les couches extérieures; ils sont *semi-durs* et pèsent 3,3 ou plutôt 3,4.

Les grains laissent souvent entre eux de petits interstices, tantôt vides, tantôt pleins d'ocre jaune.

Cet échantillon est un des mieux caractérisés et des plus

riche. On en a fait deux analyses qui ont donné à très-peu de chose près les mêmes résultats.

On traite ce minéral aux forges de Vierzon; il donne un fer très-doux.

N^o. XIII.*Mineral lenticulaire, du Doubs.*

Grains détachés, aplatis, semblables à de très-petites lentilles et d'un jaune-brun.

On a séparé la terre mêlée à ces grains, d'abord par le tamis et ensuite par le lavage. Les neuf parties de silice indiquées sont un mélange de silice et d'alumine: ces terres n'étaient point en combinaison dans le minéral.

N^o. XIV.*Mineral compacte, avec ocre jaune, de l'île d'Elbe.*

Masse toute caverneuse de minéral brun, dont les parois, tant extérieures qu'intérieures, sont recouvertes d'une couche de belle ocre jaune. Au premier aspect, on la prendrait pour un gulfir ferrugineux et spongieux; mais elle est principalement composée d'un minéral compacte, dur, et le plus difficile à broyer de ceux que j'ai analysés.

N^o. XV.*Mineral compacte, des Pyrénées.*

Cet échantillon a été pris par M. Lelièvre, dans les Hautes-Pyrénées.

C'est un minéral brun compacte d'un aspect particulier, renfermant des parties luisantes, magnétiques, et beaucoup de pyrites, qu'on a séparées par le triage, autant que cela a été possible.

N^o. XVI.*Mine limoneuse (Wiesenerz), de la Lusace.*

Masse présentant beaucoup de cavités: *brun noirâtre*; cassure *inégal*, et *conchoïde* dans les parties les plus

compactes, lesquelles sont en outre d'un *luisant gras*. Quelques portions de la masse décèlent une tendance à la formation globuleuse.

Cet échantillon fait partie de la collection, d'après Werner (au Cabinet des Mines, n^o. 737/455). Il vient de la Lusace, où on l'exploite immédiatement au-dessous de la couche de gazon, dans les prairies de ce pays. On l'y fraie dans les hauts fourneaux, et même à la forge catalane: il donne un fer médiocre.

J'ai suivi, dans la recherche de l'acide phosphorique, le procédé qui m'a été tracé par M. Descostils. Le minerai a été traité par la potasse caustique, puis délayé dans l'eau et filtré: la liqueur a été mise sur le feu, et le manganèse s'est déposé; on l'a séparé. On a ensuite neutralisé par l'acide nitrique pur, évaporé à siccité, délayé dans l'eau, séparé la silice, précipité l'alumine par l'ammoniaque, filtré, chassé une partie de l'alcali par l'évaporation, et ajouté une grande quantité d'eau de chaux. Il s'est formé et déposé du phosphate de chaux, dont le poids a indiqué celui de l'acide phosphorique.

La grande quantité d'eau que ce minerai a perdue par la calcination, de 19 à 20 pour 100, paraît extraordinaire; mais la présence de l'acide phosphorique peut rendre raison de ce fait. Certainement cet acide y est en combinaison avec le fer; or, le phosphate, à base de ce métal, renferme une quantité notable d'eau. Le rapport indiqué par MM. Fourcroy et Laugier, dans un phosphate cristallin, entre l'acide phosphorique et l'eau donnerait ici 4 pour 100 d'eau; ce qui en réduirait à 15 ou 16 celle donnée par le reste du minerai. Mais le rapport dernièrement trouvé par Klaproth, ne donnerait que 1,6: il est vrai que ce rapport a été déterminé sur un fer phosphaté terreux, qui avait peut-être perdu une partie de son eau de cristallisation. Ce même chimiste a analysé un *wiesenerz* qui lui a donné 23 d'eau, et 8 d'acide phosphorique: d'après le dernier rapport assigné, on n'aurait ici que 5 d'eau dans le phosphate; d'après le premier, au contraire, on en aurait 15.

Il suit des analyses ci-dessus,

1^o. Que les minerais de fer à raclure jaune ont tous la même composition essentielle. Il n'y

a que l'oxyde rouge et l'eau qui se retrouvent dans tous; et ces principes y sont à peu près en même proportion.

2^o. Que l'eau fait les 14 ou 15 centièmes des minerais les plus purs, de ceux à texture cristalline, comme l'hématite.

Si plusieurs minerais compactes n'en ont donné que 11 à 12 pour 100, c'est vraisemblablement parce qu'ils contenaient de l'oxyde rouge à l'état de mélange.

Nous avons vu en outre d'où pouvait provenir l'excès d'eau, que présentent les mines limoneuses.

3^o. Que le fer est, dans tous ces minerais, au *maximum* d'oxydation (peroxyde); car une calcination modérée, en chassant l'eau, les convertit en oxyde rouge: et le poids de l'oxyde rouge pur, qu'on obtient par l'analyse, joint à celui de l'eau recueillie, équivaut au poids du minerai essayé (abstraction faite des matières étrangères, ainsi que des petites pertes inévitables dans les opérations).

4^o. Que le manganèse ne s'y trouve qu'en proportion variable. Il y est en général en petite quantité: il y a même des échantillons qui n'en contiennent point du tout.

5^o. Que ces minerais ne renferment presque jamais de la chaux.

6^o. Que la silice n'y existe qu'en fort petite quantité. Elle paraît être en combinaison chimique dans les hématites et quelques minerais bruns compactes; mais dans les autres variétés, elle ne provient que des filets de quartz qui traversent le minerai, ou du sable et de l'argile qui y sont accidentellement mélangés.

7°. Qu'il en est de même de l'alumine, laquelle ne s'y trouve d'ailleurs que rarement en quantité notable.

Le tableau des analyses montre encore, premièrement, que l'hématite brune diffère d'une manière essentielle de l'hématite rouge par l'eau de composition qu'elle contient : elle est en outre moins dure, et sa pesanteur spécifique est plus faible dans le rapport de 3 à 4. Secondement, que les minerais de fer noirs des Allemands (*schwartzzeisenstein*) sont principalement composés de manganèse, et doivent être classés dans le genre relatif à ce dernier métal.

Les minerais de fer, à poussière jaune, sont donc les seuls qui soient essentiellement composés de fer et d'eau, c'est-à-dire, qui soient des *hydrates de fer*. Ils forment une espèce particulière bien distincte des autres, et dont elle diffère d'ailleurs par des caractères physiques bien tranchés.

Les considérations prises du gisement tendent encore à isoler cette espèce, ainsi qu'à réunir entre elles les diverses variétés qui la composent. Je m'arrête un instant sur cet objet.

Les minerais à poussière jaune se trouvent dans la nature.

1°. En filons ou en couches dans les terrains de formation primitive et intermédiaire. C'est le gisement ordinaire du minerai brun compacte proprement dit : il forme la masse principale des filons : l'hématite, à l'instar des cristaux, tapisse les parois des cavités que ces gîtes présentent : et l'ocre jaune s'y montre dans les parties où le minerai, par un relâchement de tissu, est passé à l'état terreux.

Ces trois variétés sont habituellement accompagnées de fer spathique et de manganèse oxydé, mais presque jamais de minerais de fer à poussière rouge, lesquels forment des filons particuliers dans les mêmes terrains ; et sous ce rapport, la nature semble avoir mis ici une ligne de démarcation entre deux espèces qui ont d'ailleurs quelques analogies, et que l'on a fréquemment confondues. Au reste, la *co-habitation* du fer spathique avec les minerais bruns, qui avait fait présumer une identité de composition, ou du moins une affinité entre leurs principes, fournit une preuve du contraire ; et elle décèle, dans leurs molécules, une répugnance à se mélanger entre elles. Les deux substances sont en parties souvent très-petites les unes à côté des autres, quelquefois même enchâssées et comme empâtées les unes dans les autres ; mais chacune a des limites bien tranchées. Les nombreuses analyses du fer spathique attestent en outre l'homogénéité de sa composition ; et celles de l'hématite font voir qu'il ne peut contenir que de bien petites quantités de carbonate de fer. Ce n'est pas ici le premier phénomène de ce genre ; le plomb sulfuré et le zinc sulfuré se trouvent habituellement ensemble dans les mêmes gîtes, et ils ne se mélangent point : il en est souvent ainsi du fer carbonaté et de la chaux carbonatée, qui constituent les mêmes filons.

2°. Les minerais bruns existent encore dans les terrains secondaires, notamment dans des couches calcaires, qui sont imprégnées de leur substance ; ils y forment ordinairement des géodes ou masses sphériques, quelquefois en

assez grand nombre pour donner lieu à des exploitations. La masse principale est du minéral brun compacte, en couches concentriques, dans lesquelles on voit assez souvent de petites cavités dont les parois sont revêtues d'une mince croûte d'hématite : le centre, lorsqu'il n'est pas entièrement vide, contient une plus ou moins grande quantité d'ocre jaune. On voit, assez rarement à la vérité, entre les couches compactes, et sur leur superficie, de petites étoiles de manganèse oxydé pur ; on dirait que cette substance, non essentielle à la composition, a été rejetée hors du minéral par la force d'affinité qui existait entre les molécules de ce dernier corps, et les portait à se réunir entre elles, à l'exclusion de toute autre matière.

3°. Les mêmes minerais se retrouvent encore dans les terrains tertiaires ou de transport, principalement dans les bas-fonds, qui ont été ou sont encore couverts d'eau ; ils y ont à peu près la même manière d'être que dans les terrains secondaires ; les masses globuleuses y sont seulement beaucoup plus petites, et forment des grains pleins dans leur intérieur.

L'origine de ces substances dans les terrains de transport, me paraît avoir de grands rapports avec celle des minerais vraiment limoneux qui se forment journellement dans les lacs et marais de certains pays, dont le sol environnant contient beaucoup de fer, telle est la Suède : tous les 20 ou 30 ans on y pêche dans quelques lacs, au rapport de Swedenborg (1), le minéral qui s'y est déposé dans cet intervalle. Lorsque le dépôt ferrugineux s'est formé ou desséché,

(1) Swedenborg. *De ferro classis prima*, §. IV. (Il est traduit dans les *Arts et métiers* de l'Académie.)

une attraction moléculaire aura agi sur ses particules et leur aura fait prendre cette forme globuleuse à couches concentriques, qui se présente si souvent dans le règne minéral. L'acide phosphorique proviendra des végétaux qui se sont décomposés dans les marais, soit qu'ils y aient crû, soit que le suc végétal ait été apporté par les eaux affluentes.

Conclusions.

D'après les expériences et les observations que nous venons de rapporter, j'établis en minéralogie, dans le genre FER, l'espèce *fer hydraté*, qui comprend les minerais à poussière jaune.

Le caractère essentiel ou caractère spécifique des individus qu'elle comprend, est « d'être composés de *fer peroxydé* et d'*eau*, dans le rapport de 85 à 15 ».

Les caractères communs à tous ces individus, et qui doivent servir aux minéralogistes pour les reconnaître, sont, 1°. *d'être attirables à l'aimant, après avoir été chauffés au chalumeau* ; c'est le caractère du genre : 2°. *de donner, par la raclure, une poussière d'un jaune brun*, qui rougit par la calcination ; c'est le caractère particulier de l'espèce.

Ces mêmes individus, lorsqu'ils se présentent à l'état lithoïde, sont d'un *brun-jaunâtre* plus ou moins foncé, *semi-durs* (1), et pèsent de 3,4 à 4,0.

Les divisions et sous-divisions de l'espèce, commandées ici par le grand nombre de variétés diverses, seront basées sur les différences de contexture. D'après cela, nous aurons les *minerais fibreux* ou *hématites* ; les *minerais compactes* ; et ceux d'*aspect terreux*, qui comprendront les ocres jaunes, soit pures, soit mélangées de terre (ces dernières sont les variétés jaunes du minéral dit *fer argileux*). La forme

(1) Un minéral est dit *semi-dur*, lorsqu'il ne fait point feu avec le briquet, mais qu'il ne se laisse que très-difficilement attaquer au couteau.

globuleuse est ici trop remarquable et trop fréquente pour ne pas donner lieu à une section particulière qui comprendra les géodes ou oetites, les mines en grains et les mines lenticulaires.

Les mines limoneuses, proprement dites, celles qu'on retire des lacs et terrains marécageux, diffèrent principalement des autres par le phosphate de fer qu'elles contiennent. Mais comme cette dernière substance n'y est qu'en petite quantité, et en quantité variable; qu'elle se retrouve aussi dans quelques mines en grains; que ces dernières mines paraissent avoir un même mode de formation que les mines limoneuses; et que celles-ci ne présentent, dans leur texture, aucun caractère distinctif bien prononcé; on devrait, à la rigueur, les faire rentrer dans les variétés déjà indiquées, notamment dans les *minerais compactes* et dans les *ocres mélangées de terre*. Cependant, comme elles sont d'une formation plus récente; que leur masse est communément cavernueuse ou tuberculeuse, et que leur traitement métallurgique exige quelques considérations particulières, nous en ferons une mention distincte.

D'après cela, l'espèce *fer hydraté*, se divisera et sous-divisera ainsi qu'il suit :

	NOM VULGAIRE.
I. FER HYDRATÉ fibreux.	Hématite brune.
II. ——— compacte.	
a) commun.	Mine brune compacte.
b) globuleux.	
1. en géodes.	Oetites.
2. en grains.	Mine en grains.
3. en lentilles.	Mine lenticulaire.
III. ——— ocreux.	
a) pur.	Ocre jaune.
b) mélangé (de terre).	Fer argileux jaune.
A. ——— limoneux.	Mines limoneuses.

Voici les caractères distinctifs et principaux de ces sous-espèces et variétés.

1°. Pour l'hématite : texture FIBREUSE ; forme *mamelonnée* ; *brun-châtain* dans la cassure, *noir* à la surface des mamelons ; *semi-dur* approchant un peu du *dur* ; pesant. spéc. 3,6 — 4,0.

Les petits mamelons sont les plus durs et les plus pesans.

2°. Pour les *minerais compactes* : cassure COMPACTE ou à *grains très-fins*, présentant souvent de petites cavités.

a). Les *minerais compactes* proprement dits sont AMORPHES (1) ; d'un *brun foncé* ; *semi-durs* approchant du *dur* ; *aigres* ; pes. 3,7.

b). Les *minerais globuleux* présentent une forme SPHÉROÏDALE plus ou moins parfaite, à COUCHES CONCENTRIQUES, d'un *brun-jaunâtre* foncé. La cassure est d'autant plus compacte, et la couleur est d'autant plus foncée que les couches sont plus éloignées du centre.

Dans les *minerais en géodes*, les sphéroïdes sont isolés et ont d'un pouce à un pied et plus de diamètre. Leur centre est creux, ou renferme plus ou moins d'ocre jaune.

Dans les mines en grains, les globules n'ont que quelques lignes : ils sont le plus souvent accolés les uns aux autres, et se fondent quelquefois les uns dans les autres pour former des masses compactes. Leurs couches extérieures ont fréquemment un *luisant un peu gras*. Ils sont *semi-durs*.

Les grains des mines lenticulaires sont aplatis et très-petits : sont souvent accolés les uns autres.

3°. Pour les *minerais ocreux* : cassure TERREUSE ; *jaune-brun* ; *tendres* ou *friables*. Dans les échantillons mélangés de terre, la consistance est quelquefois plus considérable, et la couleur plus foncée.

Quant aux mines limoneuses, elles sont en général *cavernueuses* ou *criblées* de petites cavités, dont les parois présentent quelquefois un enduit de fer phosphaté bleu pulvérulent : les parties les plus compactes sont d'un *brun-noirâtre* et d'un *luisant gras*.

NOTE.

Les minéralogistes et les chimistes ont peu fixé leur attention sur l'eau, considérée comme principe constituant des minéraux, en exceptant toutefois les sels dans lesquels cette substance a été remarquée sous le nom d'*eau de cristaux*.

(1) J'ajouterais ou en cube, si M. Haüy avait plus positivement assuré que les cristaux cubiques de fer hydraté, qu'il a eus entre les mains, n'étaient point de pseudomorphes : en cette matière, la décision d'un pareil juge serait pour moi sans appel.

tallisation. Cependant les pierres dont elle forme une partie constituante essentielle sont en assez grand nombre : sans parler de celles qui composent la nombreuse famille des zéolithes, je citerai la wawellite reconnue par Davy et Klapproth comme un vrai *hydrate d'alumine*, composé d'eau et d'alumine en proportion constante. Le diaspre que M. Lelièvre a fait connaître, et qui a été analysé par M. Vauquelin, paraît n'être qu'un hydrate de la même terre. L'opale n'est probablement qu'un *hydrate de silice*. Dans les minéraux qui renferment de l'eau de composition, il y en a un qui me paraît extrêmement remarquable sous ce rapport, étant regardé par la plupart des minéralogistes comme une lave : je parle du *pechstein* ou *rétinite* de M. Lamiétherie. (*Voyez à ce sujet le Journal des Mines*, tom. XVI, pag. 67 et suiv.).

Ce Mémoire avait été lu à l'Institut, lorsqu'on a eu connaissance d'un travail de M. Sage, publié il y a plus de 30 ans, dans ses *Éléments de Minéralogie docimastique*. Ce savant célèbre y dit, que la stalactite brune martiale (hématite) lui a donné, par la distillation, au moins un huitième d'eau de son poids. Il est étonnant qu'un fait si intéressant fût tombé dans l'oubli; il n'en est pas fait mention dans les *Traité de Minéralogie* dernièrement publiés, dans ceux de MM. Haüy, Brochant, Brongniart, Jameson, etc., ni même dans celui de Romé de Lille qui a paru en 1783.

T A B L E

Pour la mesure des hauteurs, à l'aide du Baromètre.

ON a publié un grand nombre de tables pour faciliter le calcul des nivellemens barométriques aux voyageurs qui n'ont point avec eux de tables de logarithmes, ainsi qu'aux personnes qui ne sont point familières avec leur usage. En voici une très-peu étendue, quoiqu'elle suffise pour les plus hautes montagnes du globe; très-portative, car elle peut se coller sur le baromètre même qui sert aux observations; son usage est très-facile, car il n'exige qu'une application absolument mécanique des trois premières règles de l'arithmétique; enfin, elle donne les hauteurs avec la même exactitude que les formules les plus savantes et les plus compliquées (1). J'expose la manière de s'en servir.

On a deux stations, et l'on veut déterminer la hauteur de l'une au-dessus de l'autre. Les données nécessaires à la solution du problème sont, pour chacune des deux stations, 1°. l'élévation du baromètre, exprimée en centimètres et fractions de centimètres; 2°. l'indication d'un thermomètre

(1) Ces formules, d'après lesquelles la table a été dressée et les règles ont été données, sont

$$x' = 18365 [1 + 0,0028 \cos. 2L] [1 + 0,002 (t + t')] \\ \left[\log. H - \log. h \left(1 - \frac{T - T'}{5412} \right) \right]$$

$$\text{et } x = x' \left(1 + \frac{2a + x'}{r} \right).$$

H et *h* représentent les élévations des baromètres, *T* et *T'* les indications des thermomètres fixes, et *t* et *t'* celles des thermomètres libres, *L* la latitude du lieu, *a* la hauteur de la station inférieure sur la mer, et *r* le rayon terrestre.

Les différences entre les résultats de ces formules et ceux donnés par la table, ne pouvant s'élever au-dessus d'un mètre, doivent être réputées nulles. Il en est de même relativement à notre correction pour la latitude, qui ne peut errer, même dans les latitudes extrêmes, de 4 dix millièmes de *x*. Or, on ne saurait jamais répondre d'une mesure barométrique à 1 ou 2 mètres plus ou 2 millièmes de la hauteur mesurée.