

E X A M E N

D'une MATIERE CUIVREUSE, qui est une espece de verd-de-gris naturel.

Par M. DE REAUMUR.

13 Fevr.
1753.

S'IL est des délassemens louables, ce sont certainement ceux qui contribuent à étendre nos connoissances. Il est rare que les particuliers les choisissent, & au moins aussi rare qu'ils soient du goût des Princes. Il n'en est pourtant point de plus agreable pour S. A. S. Monseigneur le Duc de Chartres que ceux de cette espece. Dans les infans qu'il ne doit point aux plus importantes occupations, rien ne l'amuse davantage que ce qui peut lui donner de nouvelles connoissances, sur-tout par rapport à l'histoire naturelle & à la physique. Comme ce goût, si estimable, est très-connu, on s'empresse à lui offrir ce que ces sciences ont de nouveautés curieuses ou utiles. Il ya quelque temps qu'on lui présenta divers morceaux de la matiere minerale dont je vais parler, & ce sont les ordres que me fit l'honneur de me donner S. A. S. qui m'ont engagé à l'examiner.

Cette matiere a été apportée des Indes par morceaux de figures irrégulieres & de différentes grosseurs. Un de ceux qui m'a été remis avoit au moins six pouces & demi de diametre, dans le sens où il en avoit le plus, & environ quatre dans celui où il en avoit le moins. La couleur seule de cette matiere inviteroit à l'observer; elle est du plus beau verd & du plus vif, tirant sur celui des émeraudes. Mais ce verd est principalement remarquable par un œil foyeux & fatiné, qu'on ne trouve point dans les verds des pierres & des plantes. Cet œil fatiné est une suite de la structure de notre mineral. Quelque part où on le casse, il ne semble qu'un

* Fig. 1. amas de végétations * ; on voit par-tout des especes de bran-

chages qui par leurs contours imitent ceux des arbrisseaux, ou au moins les plus belles de ces productions de la Chymie auxquelles on a crû devoir donner le nom de *végétations*. Plusieurs de ces branchages partent d'une même base, & forment ensemble une même touffe *. Chaque morceau de notre mineral est composé d'un grand nombre de pareilles touffes de différentes hauteurs; les unes n'ont qu'un pouce, d'autres en ont trois ou quatre; tantôt c'est du sommet de l'une, tantôt c'est du côté & vers le milieu d'une autre qu'une nouvelle touffe s'éleve. Les différens branchages sont assez serrés les uns contre les autres pour composer une masse compacte; ils ne laissent guere de vuides considérables, il y a pourtant des endroits où les vuides sont sensibles.

* Fig. 2.

Ces branchages sont la premiere singularité de la structure de notre mineral; leur composition propre en est une autre. Ils sont faits chacun d'une infinité de filets * extrêmement déliés, appliqués les uns contre les autres; chaque branchage est un paquet de ces filets *. Delà vient que la couleur du mineral a un air foyeux & fatiné; tel que l'auroient des paquets de fil de soie, s'ils pouvoient avoir tout l'éclat d'une matiere naturellement plus compacte & plus polie que la soie. En un mot, sa structure ressemble à celle de l'amiante & à celle de certains gyps singuliers formés par filets. Cette matiere est médiocrement dure, à peu près comme le sont l'alun & le vitriol: mais elle est plus friable entre les doigts; si on l'y frotte, on la divise assez souvent en petits brins d'une finesse extrême.

* Fig. 5.

* Fig. 4.

Elle est pesante; elle est absolument insipide au goût, mais il est de la prudence de la goûter sobrement. Elle ne se dissout point, ou se dissout peu dans l'eau commune.

La pesanteur de cette matiere dispose naturellement à la regarder comme métallique, & sa couleur conduit à penser qu'elle n'est qu'un cuivre déguisé, un cuivre préparé par la nature, comme notre verd-de-gris est un cuivre préparé par l'art, en un mot qu'elle est une espece de verd-de-gris naturel. J'ai d'autant moins douté qu'elle ne fût de nature

14 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
cuivreuse, que j'en ai trouvé de semblable, mais en petite
quantité, au milieu de quelques morceaux de mine de cui-
vre du Royaume.

Pour m'assurer d'avantage de sa nature, j'en suis venu aux
essais. J'ai commencé, comme on commence toujours pour
préparer les mines à être essayées, par la faire piler, & ré-
duire en poudre très-fine. On sçait qu'avant d'en venir à sépa-
rer, par la fusion, la matiere métallique des autres matieres
avec lesquelles elle peut être mêlée, on fait rôtir la mine,
& que pour de simples essais en petit, cette opération se fait
dans une cuillère de fer mise sur le feu; qu'on y chauffe à
différentes reprises la poudre minérale jusques à rougir. Cet-
te manipulation change ordinairement la couleur de la pou-
dre minérale. Elle a aussi enlevé à la nôtre sa couleur verte;
elle lui en a donné une noire, elle l'a rendue semblable à du
charbon pilé.

Pour en venir à l'essai, j'ai mis de cette poudre dans un
creuset, exposé d'abord à un feu médiocre que par la suite
j'ai rendu plus vif, & bien-tôt j'ai eu une nouvelle preuve
de sa nature cuivreuse. Il s'est bien-tôt échappé une flamme
verdâtre entre les bords du creuset & ceux de son couver-
cle; une flamme toute pareille à celle qui paroît lorsqu'on
brase quelque piece de fer avec du cuivre. Le feu étant pouf-
sé ensuite assez vigoureusement, la matiere a fondu. Quand
j'ai cru le degré de fusion suffisant, j'ai retiré le creuset du
feu, & l'ai laissé refroidir; l'ayant cassé ensuite, j'ai trouvé
au fonds du creuset un culot assez semblable par sa couleur
à du cuivre de rosette, mais d'une matiere cassante comme
du verre.

Il est rare que les matieres minérales contiennent un me-
tal assez peu déguisé pour qu'un essai aussi simple que celui
dont je viens de parler le fasse paroître sous sa forme metal-
lique. Il y a même des mines, de toute espee, qui ne se-
roient pas mises en fusion par une opération si peu compo-
sée. Enfin les mines de cuivre fondues même avec les se-
cours de différens fondans, ne donnent d'abord qu'une

matiere cassante comme celle dont je viens de parler , mais qui n'a nullement la couleur du cuivre , qui est noire , & qu'on appelle aussi du *cuivre noir*.

La couleur de la matiere venue de ces essais m'a fait conclure que nôtre mine contenoit un cuivre qui pour être revivifié , ne demandoit qu'à être pénétré de parties sulphureuses , dont apparemment il avoit été dépouillé. J'ai donc cru que pour tout appareil il suffiroit de mettre notre poudre minérale dans un creuset où elle seroit entourée de poudre de charbon. J'ai pesé dans les balances d'essai un quintal de cette poudre. On sçait que le quintal d'essai est un très-petit poids , & n'est ordinairement qu'un gros. J'ai mis de la poudre de charbon dans le fonds d'un petit creuset , j'ai mis au dessus notre quintal ou gros de mine , & j'ai achevé de remplir le creuset avec de la poudre de charbon , je l'ai ensuite exposé à la forge au feu du soufflet ; dans moins d'une demi-heure la matiere a été fondue. Quand le creuset a été refroidi , j'ai trouvé au fond un bouton ou culot de cuivre malléable qui pesoit soixante-dix de nos petites livres , c'est-à-dire , soixante-dix parties de la masse que j'avois pesée. Probablement elle en eût pesé davantage , si le creuset eût été plutôt tiré du feu ; mais je cherchois plus à m'assurer de la qualité de la matiere que de sa quantité.

Le culot de matiere cassante que j'avois eu par mon premier essai , ayant été remis au feu au milieu de la poudre de charbon , y a été aussi revivifiée en véritable cuivre : il est devenu une matiere malleable.

J'ai voulu essayer la même matiere par des procedés plus composés qu'on suit , & qu'il est nécessaire de suivre pour d'autres matieres minerales , c'est-à-dire , en répétant les fusions , comme il est enseigné dans Erker , & ailleurs , & y ajoutant différens sels. Par le moyen de ces essais , j'ai aussi tiré du cuivre de notre minéral , mais bien moins que par le moyen de la seule poudre de charbon.

Nous pouvons donc regarder cette matiere minérale comme un cuivre qui a été dissous , & à qui la matiere huileuse

a été enlevée. C'est un verdet naturel, différent pourtant de l'ordinaire, non-seulement par sa couleur, mais encore par sa composition. J'ai mis notre verd-de-gris commun dans un creuset au milieu de la poudre de charbon, il ne s'y est point fondu, il n'y est point redevenu cuivre. Pourquoi cela? C'est que notre verdet est du cuivre dissous par les acides du vin, du cuivre pénétré par ces acides; mais pendant cette dissolution la partie huileuse de ce cuivre n'a point été enlevée. Le verdet artificiel semble donc différer de notre verdet naturel, en ce que le dernier est dépouillé de sa partie huileuse, au lieu que l'autre a conservé la sienne; peut-être différent-ils encore par la quantité & la qualité des acides dont ils sont pénétrés.

Qu'on tire au moins de ce que nous venons de dire, une remarque pour se conduire dans les essais des mines de cuivre, c'est qu'il y en a qu'il faut essayer avec la poudre de charbon seule, & qu'on essayeroit avec moins de succès avec les sels: tels sont celles qui ont été dépouillées de leur matière sulphureuse.

Nous pouvons donc regarder notre minéral comme une dissolution de cuivre qui s'est ensuite cristallisée en formant différens branchages. Aussi avons-nous fait remarquer que les fragmens des branches semblent de vrais cristaux, des especes d'émeraudes moins transparentes que les véritables. Mais la beauté de la couleur des cristaux de notre mine fait voir que le cuivre préparé par la nature d'une matière semblable, peut donner aux pierres transparentes avec lesquelles il sera mêlé la plus belle couleur verte, qu'il en peut faire de véritables émeraudes.

Si on nous demandoit si ces cristaux ont été formés par un suc chargé de matière cuivreuse, qui par son propre poids perceoit des terres, dans les cavités desquelles il dépositoit des parties qui s'arrangeoient en branchages; ou si ces touffes ont été formées comme les végétations chimiques, par un liquide qui s'élevoit, & ne pouvoit porter les parties métalliques que jusques à une certaine hauteur: si, dis-je, on nous

le

le demandoit, nous répondrions que nous n'avons pas assez de faits pour décider de laquelle des deux manières s'est faite cette production. Il faudroit même pousser les expériences plus loin que nous ne l'avons fait, pour décider quel est précisément le sel qui a dissous le cuivre, quoique, selon les apparences, il soit de la nature de l'acide vitriolique.

Les filets, qui rendent la structure de ce minéral remarquable, ne sont point un phénomène particulier qui ait besoin d'être expliqué, dès qu'il n'est qu'une matière métallique dissoute par beaucoup de sels; il est ordinaire à bien des sels de se disposer par aiguilles. On sçait que les pyrites ne sont qu'un composé de soufres & de sels; quand on les garde plusieurs années, & surtout si elles sont exposées à l'humidité de l'air, elles s'y dissolvent, leur surface se couvre d'aiguilles de sel; souvent ces sels s'arrangent par touffes composées de filets blancs, qui semblent autant de petites touffes de soie.

Nous n'avons rien dit d'un autre phénomène, que nous avons observé pendant que nous faisons rôtir notre matière. qui peut-être ne doit pas être oublié, quoiqu'il ne lui soit pas particulier. Pendant qu'on rôtit la poudre fine de ce minéral, pendant que la couleur verte se change en une couleur noire, il s'y fait des bouillonnemens assez singuliers, & ils le sont d'autant plus que la poudre a été mise dans un vase plus étroit. On voit, par exemple, mieux ce bouillonnement dans un creuset conique que dans une cuillère de fer. Ces bouillonnemens se font en différens endroits, & continuent pendant quelque temps dans les mêmes endroits où ils ont commencé. La poudre s'élève sur chacun de ces endroits à la hauteur d'un pouce & d'avantage; au-dessous de l'endroit où elle a commencé à saillir, il se forme un petit trou en manière de tremie, & c'est par ce même trou que de nouvelle poudre sort continuellement. Le bouillonnement qui a commencé, continue, quoiqu'on retire le creuset du feu. Si ce bouillonnement cesse quelque part, dans le temps que la poudre a encore un degré de chaleur considé-

rable, on n'a qu'à percer la surface en un autre endroit pour déterminer un nouveau jet de poudre à s'y former.

La cause de ce bouillonnement ne peut être attribuée qu'aux parties volatiles qui se dégagent de notre poudre, quand elle a pris un certain degré de chaleur; on les supposera sulphureuses, salines, ou si l'on veut, simplement aqueuses, il n'importe pour l'explication de ce fait. Il suffit qu'on imagine qu'une vapeur cherche à s'élever de tous les petits grains, qu'une partie de la vapeur a la force de percer la surface, qu'elle s'échape, & qu'elle forme une route où de nouvelle vapeur va se rendre. Les petits trous en tremie qui paroissent ensuite sont tout autant de cheminées vers où cette vapeur se dirige; cette espece de fumée emporte les grains qu'elle rencontre en son chemin, elle les enleve même assez haut.

Une vraie preuve que c'est l'évaporation d'une matiere très-volatile qui produit cet effet, c'est que si la poudre est rôtie à un certain point, on a beau la chauffer, il ne s'y formera plus de jets, plus de bouillonnemens. Cet effet doit être d'autant plus considérable que la poudre sera plus légère, & qu'elle fournira plus de vapeurs.

J'ai voulu essayer si la poudre de charbon ne produiroit pas le même effet; elle ne bout point d'elle-même comme la nôtre, mais on peut la déterminer à bouillir, à donner de petits jets, il n'y a qu'à la percer quand elle est très-échauffée: les jets seront moins considérables que ceux de notre matiere, mais ils seront semblables.

La poudre de charbon peut encore servir à nous faire voir la vraie cause du bouillonnement de notre poudre; je l'ai fait extrêmement chauffer dans un creuset, & j'ai subitement plongé le creuset chaud dans l'eau froide, aussi-tôt le charbon s'est élevé en jets, il s'y est formé grand nombre de bouillonnemens & beaucoup plus considérables que ceux dont j'ai parlé ci-dessus; l'eau imbiboit le creuset; après l'avoir traversé, elle s'élevoit en vapeurs, assez fortes pour porter haut la poudre qui s'opposoit à leur passage. La preuve

qu'une pareille vapeur s'élevoit du creuset, c'est que quand il a été refroidi, ses parois intérieures ont paru très-humides.

On sçait aussi que le plâtre, chauffé sur le feu dans quelque vase, y bout : mais j'ignore si on a observé que la cause de son bouillonnement n'est due qu'à une vapeur aqueuse qui cherche à s'élever. La preuve en est que l'expérience réussit d'autant mieux que le plâtre a été plus long-temps exposé à l'humidité de l'air, & que lorsqu'il a été chauffé jusques à un certain point, ou pendant un certain temps, alors il ne bout plus.

Pour produire une espece de bouillonnement dans une poudre, il faut donc, comme nous l'avons déjà remarqué, que deux circonstances concourent ; sçavoir, que les parties de la poudre soient légères & fines, & qu'elles soient propres à fournir quelques vapeurs, ou qu'elles soient humides. Voici la preuve de la nécessité de l'une & de l'autre de ces circonstances. J'ai tenté de faire bouillir de la poudre d'os brûlés, elle est très-pesante, aussi n'a-t-elle donné aucun bouillonnement, quand elle a eu un degré de chaleur qui eût suffi à faire bouillir le plâtre. J'ai jetté dessus une goutte d'eau, ou pour rapporter plus naïvement l'expérience, j'ai craché dessus, aucun bouillonnement ne s'est fait encore dans cet instant : mais ayant mêlé la poudre avec un bâton, afin qu'elle recouvrit la salive que j'y avois jettée, alors les bouillonnemens ont commencé. Il s'en faisoit de nouveaux partout où je conduisois la poudre humidée au-dessous de la poudre seche, les bouillonnemens étoient très-considérables, la quantité de la vapeur forçoit la poudre, quoique pesante, à s'élever très-haut.

La glaise pilée & réduite en poudre très-fine, le marbre pilé, & en général toute matiere réduite en poudre fine, font voir de pareils bouillonnemens, si ces matieres sont un peu humides ; & cela sera commun, comme nous l'avons dit, à toute poudre fine & légère, tant qu'elle laissera évaporer sur le feu une suffisante quantité d'humidité. Des vapeurs d'une autre espece qui s'éleveroient en aussi grande

20 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
quantité, ou avec autant de force, produiroient le même
effet, car cet effet n'est point celui de l'eau, c'est celui de
la vapeur en général.

EXPLICATION DES FIGURES.

La FIGURE I. représente un morceau de notre miné-
ral cuivreux diminué de volume.

La FIG. II. représente une des touffes dont la masse
précédente est formée.

La FIG. III. est une portion de touffe grossie à la loupe.

La FIG. IV. est un des branchages de la touffe, grossi au
microscope, pour faire l'arrangement des filets dont il est
composé.

La FIG. V. est celle des filets qui composent les branchages.

SECONDE PARTIE DU CALCUL DES DIFFERENCES FINIES.

Par M. NICOLE.

28. Avril
1723.

JE me propose dans ce Mémoire, de donner des métho-
des pour sommer des suites de grandeurs, dont chaque
terme est composé des produits de tant de facteurs qu'on
voudra, augmentant selon une loi quelconque, mais unifor-
me, soit que ces suites soient formées par des nombres en-
tiers, ou des fractions, & qu'elles soient composées d'un
nombre fini de termes pour les grandeurs entières, & d'un
nombre fini ou infini de termes pour les grandeurs rompues.

Toutes les suites qui peuvent être sommées par la métho-
de que l'on explique dans ce Mémoire, ne peuvent l'être par
celles que j'ai données sur cette matière dans un Mémoire
imprimé en 1717, dans lequel cette seconde Partie a été
annoncée.

fig. 1.

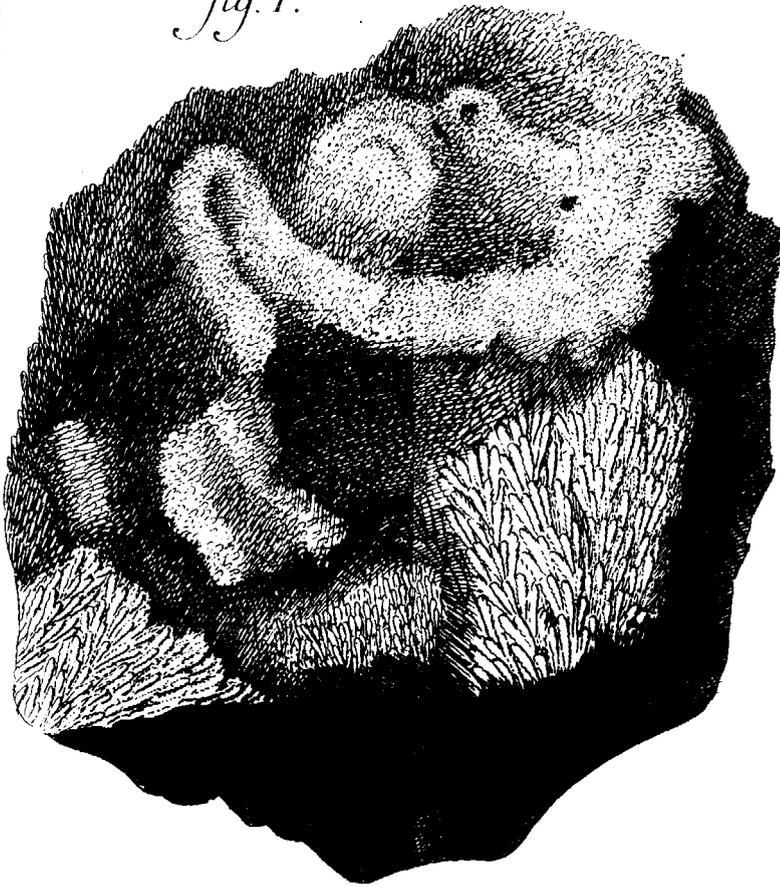


fig. 2.



fig. 3.



fig. 4.



Examen d'une matière cuivreuse, qui est une espèce de vert-de-gris naturel - M. DE
RÉAUMUR
Académie royale des sciences - Année 1723

CHIMIE
