

DE L'ARRANGEMENT

que prennent les parties des Matières Métalliques & Minérales, lorsqu'après avoir été mises en fusion, elles viennent à se figer.

Par M. DE REAUMUR.

RIEN n'est plus ordinaire que de voir de longues & brillantes aiguilles sur les cassures de l'Antimoine * ; pour l'usage, on prend même par préférence celui où elles sont les plus distinctes. Quelquefois elles sont rangées avec tant d'ordre & de régularité sous certaines directions, que ceux à qui ce phénomène est le plus familier, ne sauraient s'empêcher de l'admirer. La figure des molécules élémentaires de ce minéral entre probablement pour quelque chose dans la formation de ses aiguilles ; mais si on cherche la cause de leur disposition, de leur arrangement les unes par rapport aux autres, on trouvera qu'on ne saurait la déduire de la seule configuration des parties élémentaires ; car si on casse des culots ou des masses différentes, quoi-que de même forme, & du même Antimoine, on y observera souvent différents arrangements d'aiguilles. Fixons-nous à des masses d'une figure constante & régulière ; prenons-en de coniques, parce qu'on fond, ou qu'on verse assez ordinairement ce minéral fondu dans des espèces de Creusets ou de Lingotières qui ont la figure d'un entonnoir ou d'un cône renversé. Qu'on casse plusieurs de ces cônes d'Antimoine *, & chacun en plusieurs endroits, on trouvera les aiguilles disposées dans le même cône sous différentes directions, mais qui ne seront pas les mêmes dans différents culots. Dans l'un, depuis une certaine hauteur, on les verra toutes dirigées vers la pointe du cône * ; plus haut ces aiguilles seront couchées presque horizontalement, ou seront presque perpendiculaires aux précédentes ; au dessus de celles-ci

* Fig. 1.

* Fig. 2. 3.
4. 5. 6.

* Fig. 2.

Qq ij

- on en observera d'autres qui se redresseront, & qui tantôt tendront toutes vers quelque point du gros bout de nôtre culot conique, & tantôt se distribueront en des cônes qui auront des sommets differents *. Dans un autre culot d'Antimoine, on n'en trouvera point de couchées horizontalement, elles seront distribuées en deux paquets coniques, dont l'un sera renversé sur l'autre *, c'est-à-dire, dont l'un aura son sommet à la pointe, & dont l'autre aura le sien à la base du cône; dans certains culots on appercevra par-tout des aiguilles; d'autres n'en feront voir aucune *; souvent il y en aura en quelques endroits du culot, & il n'y en aura pas par-tout ailleurs. Assés ordinairement on les verra distribuées par paquets de figure conique, quelque soit la forme extérieure du culot, car les cônes intérieurs ne dépendent nullement du cône extérieur. Quelquefois elles sont couchées le long des côtés du cône, leur direction semble suivre les parois du vase dans lequel le mineral s'est figé.
- * Fig. 2.
c, f.
- * Fig. 3.
- * Fig. 4.

Malgré tant de variétés, la cause qui contribuë à la production & à l'arrangement de ces aiguilles est constante, & pour peu qu'on y pense, elle ne paroît devoir être autre que le refroidissement qui fait passer la matière minerale de l'état de fluide à celui de solide. C'est à ce refroidissement & à ses progrès que les aiguilles doivent leur formation & leur direction. Une matière qui ne tient sa fluidité que des parties du feu grossier qui séparent & agitent ses molécules élémentaires, reprend sa première solidité, quand elle est abandonnée à elle-même, quand les parties ignées se dissipent; or elles ne peuvent se dissiper que successivement, & dans un certain ordre, qui est tel que, généralement parlant, les parties de la matière en fusion les plus proches soit des parois, soit de l'ouverture du Creuset, doivent prendre consistance les premières. C'est ensuite aux molécules les plus proches des molécules déjà figées, à se figer, & ainsi de suite. Or chaque molécule qui se fige, s'applique d'autant mieux, & d'autant plus nécessairement contre sa voisine & dans sa direction, que l'attouchement de la molécule fixée ne contribuë pas peu à en fixer un autre, à lui ôter son mouvement.

Des molécules ajoutées successivement les unes au bout des autres, forment des especes de fibres, de filets, d'aiguilles, dont les directions montrent en quelque sorte l'ordre dans lequel le refroidissement s'est fait. Si le creuset avoit la forme d'une boule creuse, que ses parois fussent par-tout également épaisses, également chaudes, de même consistance, qu'elles fussent également frappées par un air également froid, & que la matière en fusion fût en toutes les parcelles de nature parfaitement uniforme, toutes les aiguilles, toutes les fibres seroient des rayons dirigés au centre de la boule. Si la matière étoit telle que les molécules figées dussent être toutes à peu près de même longueur, on trouveroit encore de plus des couches concentriques faites par des parcelles de chaque rayon qui seroient à égales distances du centre.

Mais il s'en faut beaucoup que tant de circonstances se réunissent dans le refroidissement des Creusets ordinaires, & qu'il soit possible de les réunir; de-là naissent nécessairement les irrégularités dont nous avons parlé. J'ai pourtant fait plusieurs expériences avec des Creusets coniques, dans lesquels j'ai pour l'ordinaire donné aux aiguilles des directions assez approchantes de celles que je leur voulois. Quand le Creuset, après avoir été tiré du feu, plein d'Antimoine fluide, a été posé sur un corps plus capable de le refroidir que ne l'est le simple attouchement de l'air, alors le fond & le dessus du Creuset ont dû se refroidir les premiers, aussi dans ce cas ai-je souvent trouvé les aiguilles distribuées en deux cônes, dont l'un avoit son sommet au bas du Creuset, & l'autre le sien près de la surface supérieure *. Quand après avoir retiré le Creuset de la Forge, je l'ai posé sur quelques charbons, & que j'en ai mis quelques-uns par dessus, afin que les côtés pussent se refroidir aussi vite & plus vite qu'il le reste, alors j'ai eu une partie des aiguilles couchées horizontalement *, ou au moins il y en a eu des paquets qui formoient des cônes, dont les unes étoient presque perpendiculaires à certains endroits des parois *. J'ai produit encore plus sûrement le même effet, en accélérant le refroidissement de certains endroits du Creuset

* Fig. 3.

* Fig. 2.

* Fig. 5.

par l'attouchement d'un linge mouillé. Quelquefois il se fait un creux au milieu du cône d'Antimoine, & alors on voit des aiguilles dirigées du côté de ce creux *. Les premières couches figées ont là tenu lieu des parois du Creuset.

* Fig. 6.

Pour que les aiguilles s'arrangent avec régularité, il est surtout nécessaire que le refroidissement se fasse avec lenteur, autrement une molécule se fige, avant de s'être bien ajustée, au bout d'une autre molécule figée. Si pourtant le même refroidissement se fait avec une lenteur excessive, on n'aura pas plus d'aiguilles que s'il eut été fait trop brusquement ; l'arrangement qui étoit pendant la fusion se conserve, les parties du feu s'échappant de par-tout presque avec égalité, & insensiblement, alors toutes les molécules doivent leurs places comme leur repos à ce que le feu a cessé de les agiter ; l'attouchement des molécules déjà fixées, n'est plus, dans ce cas, ce qui contribue beaucoup à arrêter le mouvement des autres molécules. Aussi ayant laissé le Creuset plein d'Antimoine fondu, au milieu des charbons allumés jusques à ce qu'ils se fussent éteints, il est arrivé quelquefois que je n'ai pu trouver une seule houe d'aiguilles dans tout le culot *, & quand j'y ai trouvé des aiguilles, ç'a été en très petit nombre.

* Fig. 4.

Enfin il semble si vrai-semblable que la formation & la disposition des aiguilles de l'Antimoine sont de l'effet d'un refroidissement qui n'a été ni trop subit ni trop lent, qu'il seroit peut-être superflu d'appuyer cette idée par un plus grand détail d'expériences. Au lieu même d'être surpris de ce que ce mineral nous les fait voir, on le fera au contraire de n'en pas trouver de pareilles dans toute autre matière que le feu aura renduë fluide, & qui se sera ensuite figée peu-à-peu ; le refroidissement s'y doit faire dans le même ordre que dans l'Antimoine ; il y doit donc occasionner des arrangements semblables, & voilà de quoi jetter dans une juste défiance sur la vérité d'un raisonnement très vrai-semblable. Car, pour nous arrêter à une des especes des différentes matières qui pourroient s'offrir, les cassures des culots des Metaux ne nous font rien voir de pareil à ce que nous montrent les cassures

des culots d'Antimoine. Je sçai que d'habiles Phisiciens les ont même fait refroidir à dessein le plus lentement qui leur a été possible, sans pouvoir parvenir à rendre sensible l'arrangement de leurs parties.

Mais de ce qu'on ne peut voir cet arrangement dans un culot de Métal, comme on le voit dans un culot d'Antimoine, s'ensuit-il qu'il ne se trouve pas également dans l'un & dans l'autre ? non assurément. Le culot d'Antimoine est cassant, ses parties se détachent avec plus de facilité totalement les unes des autres, qu'elles ne se cedent mutuellement la place qu'elles occupoient. Frappe-t'-on sur cette masse, on la partage en morceaux, où les parties sont arrangées comme elles étoient avant que la masse fut frappée. Il n'en est pas de même des culots de Métal, leurs parties cedent aux coups ; ils leurs font prendre de nouveaux arrangements. On ne parvient à les casser que quand ces arrangements nouveaux ont mis les parties en un état où il leur est plus aisé de s'écarter les unes des autres que se disposer autrement qu'elles ne le sont, & par conséquent dans un état très différent de leur premier état. Tout pourroit donc être arrangé dans un culot ductile, aussi régulièrement que dans un culot cassant, sans qu'on y pût découvrir l'arrangement qu'on ne peut guere s'empêcher d'y concevoir. Mais il y a moyen, malgré la ductilité, & la plus grande ductilité d'un Métal, d'observer ce qui jusques ici a échappé à nos yeux ; le Plomb même nous le permet, il n'y a qu'à le saisir dans un moment favorable. Tous les Métaux sont ductiles à froid, il n'y a que du plus ou du moins. Ils le sont aussi à chaud, mais s'ils sont chauds jusqu'à un certain point, alors ils n'ont point de ductilité, à proprement parler ; leurs molécules trop écartées les unes des autres, tiennent peu ensemble, & peuvent être entièrement séparées par le premier coup qui tombe dessus un peu rudement ; il leur arrive en partie ce qui arrive à tous les corps cassants. Ils sont alors eux-mêmes des corps cassants ; leurs cassures peuvent nous faire voir dans cette circonstance la disposition de leurs parties interieures. C'est ce que j'ai d'abord observé sur le Plomb.

Si on le casse à froid, on n'y voit certainement aucune grainure. J'en cassai un culot qui étoit encore très chaud, & il me parut fort singulier de voir la cassure d'un morceau de Plomb aussi grainée que celle d'une bille d'Acier trempé. Les morceaux du même Plomb étant refroidis, ne se laissèrent plus casser que par des coups réitérés, aussi ne montrèrent-ils plus de grains. Or dès que le Plomb étant chaud, a des grains, s'il les a dans le temps où il a pris une parfaite consistance, dans le temps où sa chaleur est trop faible pour tenir ses parties en fusion, il est évident qu'il les aura de même étant entièrement froid. Il n'y a plus de cause pour les réunir, qui de plusieurs grains en puisse faire un seul. Mais les coups de marteau feront cette réunion dans le Plomb froid, & ne la feront pas dans celui qui sera chaud.

Ayant observé la grainure du Plomb, j'espérai de voir aussi un arrangement régulier à cette grainure. Je fis fondre de ce métal dans un Creuset conique; je l'y laissai prendre consistance peu-à-peu, & quand il en eut suffisamment, je le tirai encore très chaud du Creuset; alors un coup de marteau le divisa aisément en quelques gros morceaux, dont les cassures me montrèrent les aiguilles, les especes de fibres que je cherchois à voir *. Les grains appliqués les uns contre les autres, suivant certaines directions, formoient ces fibres. Il y en avoit des paquets de paralleles les unes aux autres, & à peu-près perpendiculaires aux parois du Creuset. Dans d'autres paquets toutes les fibres étoient perpendiculaires au fond du Creuset, & en un mot je vis dans le Plomb des fibres, comme on en voit dans l'Antimoine, dont la disposition & l'arrangement tendoient à être les mêmes.

* Fig. 7.

Mais en même temps j'observai des différences entre les fibres du Plomb, car je conserverai ce nom, & les aiguilles de l'Antimoine. Ces dernières * sont très brillantes, ont un poli vif & éclatant, elles sont comme autant de Glaces de Miroir, ou de petites Glaces ajustées bout à bout, au lieu que les fibres du Plomb sont moins éclatantes; non seulement elles ne sont point plates, mais elles ont visiblement une sorte de

* Fig. 1.

de rondeur*. Elles ne paroissent à la vûë simple, ou avec * Fig. 9. une Loupe foible, qu'une file de petites boules arrangées comme les grains d'un chapelet. Une Loupe plus forte ou un Microscope ne laissent pas à chacune de ces parcelles des fibres, des figures très arrondies : mais toujours paroît-il que la fibre est formée de grains appliqués les uns contre les autres seulement par une partie de leur bout ; qu'au lieu que les côtés des aiguilles de l'Antimoine sont droits, ceux des fibres du Plomb ont des dentellures. Quand la matière, que je ne fais qu'ébaucher ici, sera mieux approfondie, peut-être trouvera-t-on que c'est de cette figure des grains & de leur arrangement que dépendent la ductilité des Métaux & celles de quelques autres matières. On voit déjà que cette disposition laisse des vuides, où les parcelles déplacées par le coup du marteau, vont se loger. Qu'à force de coups, ces vuides doivent se remplir en partie, & que c'est alors que le métal devient moins malléable, & est ce qu'on appelle *écroui*. Enfin des lames appliquées les unes sur les autres, & les unes contre les autres, sans laisser entr'elles des vuides proportionnés à leur grandeur, ne peuvent faire que des masses cassantes comme celles de l'Antimoine.

Je l'ai déjà insinué, mais je le repete ; pour voir la disposition des fibres du Plomb, il faut saisir le moment favorable. Si on frappe un métal trop chaud, il se divise trop sous les coups du marteau, on l'écrase en parcelles, dont la plupart ne sont que comme des grains de sable. Si le métal n'a plus assez de chaleur, il se laisse applatir, & ne montre ni l'arrangement des grains, ni les grains mêmes. Du reste, en repétant l'expérience deux ou trois fois, on rencontrera ce moment.

J'ai cassé des culots d'Etain, des culots de Cuivre, & des culots de Zinc, qui est un mineral assez ductile à froid. Je les ai, dis-je, cassés pendant qu'ils étoient chauds, & il ne m'a pas fallu beaucoup de tâtonnements sur chacun pour y trouver la grainure que j'avois vûë dans le Plomb, & les filets que j'avois trouvés dans le même métal. Il n'y a guere lieu de

douter si l'on trouvera ces mêmes filets dans l'Or & dans l'Argent, mais je n'en ai pas encore fait l'expérience.

Tous les corps mols, ou trop aisés à ramollir, comme la Cire, le Suif, les Graisses, le Beurre auroient beau avoir une pareille disposition de fibres, on ne sçauroit jamais l'y appercevoir, jamais ils ne sont assés cassants.

Toutes les masses qui ont été fonduës, quoi-que cassantes, ne doivent pas aussi la faire voir sur leur cassure. Nous avons déjà fait observer qu'un refroidissement trop lent ou très prompt pouvoit l'empêcher de se produire dans l'Antimoine. Les sels qui ont le plus de disposition à former des cristaux, n'en feront pas paroître, si on les fait cristalliser trop promptement, ou si on les agite trop pendant que la cristallisation doit se faire. De même les parties des corps fondus ne prennent pas d'arrangement régulier, si elles sont refroidies brusquement, ou agitées pendant qu'elles se refroidissent. Une autre cause peut encore troubler cet arrangement, ou l'empêcher même totalement; c'est lorsque le corps fondu n'est pas un fluide uniforme, lorsqu'il est composé de parties qui ont plus de disposition à se figer que d'autres, qui n'ont pourtant qu'un degré de chaleur égal au leur. La formation des fibres, des filets, des aiguilles, est l'effet d'un refroidissement successif, ou plus exactement de ce que les parties n'ont pris consistance que successivement. Si des parties éloignées des parois viennent à se figer avant que d'autres, qui en sont plus proches, aient perdu de leur fluidité, il n'y a plus de raison pour que ces parties forment une file droite & continuë avec les autres; plus le fluide sera mélangé de parties qui ont d'inégales dispositions à se figer, plus il sera difficile qu'il s'y forme des aiguilles; lorsqu'il prendra consistance, les files y seront plus souvent interrompuës. Nous donnerons des exemples d'un fluide métallique, où toutes ces inégalités se trouvent dans la suite de nos observations sur la fonte de Fer.

EXPLICATION DES FIGURES.

La *Figure première* représente la cassure d'une partie d'un gros culot d'Antimoine.

La *Figure 2.* représente la cassure d'un Creuset conique, & celle du culot d'Antimoine qui s'est figé dans ce Creuset. *abc*, cassure des parois du Creuset. Celle du culot montre des aiguilles d'Antimoine arrangées sous certaines directions. Depuis *dd* jusques en *c*, elles forment un cône, dont *c* est le sommet. Au dessus de *dd*, elles sont presque couchées horizontalement. Plus haut elles sont distribuées en deux cônes, dont l'un a son sommet vers *f*, & dont l'autre a le sien vers *e*.

La *Figure 3.* est encore celle de la cassure d'un Creuset, & celle de son culot d'Antimoine, où les aiguilles sont arrangées en deux cônes, dont l'un a son sommet en *g*, au bas du Creuset; & dont l'autre a le sien en *h*, vers le haut de ce même Creuset.

La *Figure 4.* montre la cassure d'un Creuset où on a laissé figer l'Antimoine, en laissant ce Creuset au milieu des charbons; on n'y apperçoit que quelques aiguilles parsemées, *i, i, i, i.*

La *Figure 5.* fait voir les aiguilles d'Antimoine formant différents cônes, dont les axes sont à peu-près horizontaux; leurs sommets sont en *k, l, m, n*. On a obligé l'Antimoine de ce Creuset à commencer à se figer du côté de *k, l, m, n*, & cela en appliquant sur ce côté du Creuset un linge mouillé.

La *Figure 6.* est encore celle d'un Creuset où de l'Antimoine s'est figé. Mais ici le mineral, en se refroidissant, a laissé un vuide *oo p*, dont les premières couches ont tenu lieu de parois au reste de la matière. On voit des aiguilles dirigées vers cet espace, en *oo* par exemple, comme ailleurs il y en a en *s, p*, dirigées vers le parois du Creuset.

La *Figure 7.* représente une portion d'un culot conique de Plomb qui a été tiré chaud du Creuset, & cassé avant qu'il ait eu le temps de se refroidir. Le coup de marteau appliqué vers *u*, l'a obligé de s'entr'ouvrir en *x, x*, où on voit les fibres du Plomb. Ces mêmes fibres sont entièrement à découvert

316 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
en y, la partie qui y étoit adherante ayant été entièrement
emportée.

La *Figure 8.* est celle d'un paquet de fibres du culot du
Plomb. Il est aisé de juger combien elles different de celles
de l'Antimoine, *Fig. 1.* On n'a point fait graver de Figures
pour representer les directions qu'ont dans le Plomb les fibres
en differents endroits des culots; on y rencontre autant de
variétés que dans ceux d'Antimoine.

O B S E R V A T I O N S

*De l'Eclipse totale du Soleil du 22 Mai 1724 au soir,
faites à Paris dans l'Observatoire Royal & au
Luxembourg.*

Par M.^{rs} DELISLE le Cadet & DELISLE
DE LA CROYERE.

A $5^h 55' 18''$ le Soleil paroissoit à l'Observatoire un peu
entamé par la Lune; ce qui a été vû avec une fort bonne
Lunette de 20 pieds. Le Soleil étoit alors couvert d'un léger
broüillard, qui n'empêchoit pas de voir son bord assés distinc-
tement terminé.

Mon Frere de la Croyere qui observoit au Luxembourg;
a commencé à appercevoir la Lune à $5^h 55' 43''$ avec une
Lunette de 14 pieds. Le Dôme du Luxembourg où il obser-
voit est de $46''$ septentrional à l'Observatoire, & ne lui est
oriental que d'une seule seconde de temps, comme il a été
trouvé par plusieurs operations geometriques & astronomiques.

Depuis le commencement de l'Eclipse jusqu'à l'obscurité
totale, j'ai observé la situation des Cornes de l'Eclipse avec la
Lunette de mon Quart de Cercle pour pouvoir déterminer
la route apparente de la Lune sur le Soleil.

Pour mon Frere, il avoit préparé au Luxembourg une

