Q U E L E F E R
EST DE TOUS LES METAUX
*celui qui se moule le plus parfaitement ;
& quelle en est la cause.*

Par M. DE REAUMUR.

J E dois être suspect, quand je donne au fer quelque avan-
tage sur les autres métaux, je me le suis à moi-même ; il 29 Mai
1726.
m'a assez exercé pour que j'aye pû le prendre en affection
sans m'en appercevoir. Le vrai est pourtant que j'ai été peu
disposé à lui accorder la propriété que je veux établir ici, de
se mouler plus parfaitement que les autres métaux, les pre-
mieres apparences m'avoient porté à penser le contraire ; le
feu le rend rarement, ou ne le rend presque jamais aussi li-
quide qu'il rend l'or, l'argent, le cuivre, l'étain & le plomb.
Comment pourroit-il donc s'insinuer aussi-bien dans les plus
petits creux des moules & en prendre exactement les im-
pressions ! malgré ce préjugé, je n'ai pû m'empêcher de
voir, & j'en ai été long-temps surpris, que versé si épais dans
les moules que je doutois qu'il y pût entrer, il s'y étoit cepen-
dant bien moulé ; j'ai vû cent & cent fois ce phénomène &
dans des circonstances où le métal avoit presque la consistan-
ce d'une bouillie épaisse. Or s'il se moule bien dans pareils
cas, combien doit-il se mouler plus parfaitement quand on
lui a donné toute la fluidité qu'on peut & qu'on doit lui don-
ner ! Le certain est aussi que tous les Fondeurs qui n'ont vû
tirer des moules que des ouvrages de cuivre ou d'autres mé-
taux, admirent la netteté & la vivacité avec lesquelles les
ouvrages de fer en sortent.

J'ai pourtant chicané au fer autant que j'ai pû cette préfé-
rence ; j'ai cherché à attribuer la cause de la perfection des
ouvrages de ce métal fondu, soit à l'adresse & à l'attention

Mém. 1726.

M m

274 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
des Fondeurs, soit à quelque qualité des moules, jusques à ce que je lui aye reconnu une propriété qui produit nécessairement cet effet. La physique ne nous en a encore fait voir qu'une de cette espece, l'eau la lui fournit. La règle générale est que les corps diminuent de volume à mesure qu'ils se refroidissent : on sçait cependant, & on n'est pas peu embarrassé à l'expliquer, que l'eau s'écarte de cette règle lorsqu'un certain degré de froid la fait passer de l'état de fluide à celui de solide, elle acquiert du volume en devenant glace, & on sçait de même quels efforts elle fait pour prendre cet accroissement de volume; il s'en faut bien que la force des vases de terre n'en soit la juste mesure. Les degrés ordinaires de chaleur de l'air de nos climats suffisent pour tenir la glace en fusion, elle y est ordinairement en liqueur, en eau, elle auroit constamment la forme solide dans des pays où l'air seroit toujours aussi froid que celui de quelques-uns de nos jours d'hiver. Pour mettre des métaux en fusion, il faut une chaleur bien supérieure à celle de l'air que nous respirons, ils ont plus de disposition à se durcir ou à se geler que l'eau; car le métal solide est par rapport au métal fluide, ce que la glace est par rapport à l'eau : mais dans le fer l'analogie se trouve complétée; le fer figé, la glace du fer, a plus de volume que le fer fluide, comme la glace ordinaire en a plus que l'eau; à mesure que le refroidissement oblige ce métal à s'épaissir il se dilate. Le phénomène de la glace tout familier qu'il nous est, fait journellement l'embarras & l'admiration des Physiciens : si nous avions eu besoin d'en trouver un autre pareil dans la nature, il y a peu d'apparence que nous l'eussions été chercher dans le fer.

Quoiqu'il en soit, s'il est bien certain que le fer liquide se dilate à mesure qu'il prend consistance, comme l'eau qui se gele, & que les autres métaux au contraire suivent la loi générale, qu'à mesure qu'ils se refroidissent ils perdent de leurs dimensions, il est indubitable qu'on ne sçauroit lui refuser la qualité de se mouler plus parfaitement que tout autre métal. Le moule qui vient d'être rempli de fer liquide après quel-

qués instans n'a plus assez de capacité pour le contenir, puisque le métal tend à occuper plus de place à mesure qu'il se fige, il va donc presser les parois du moule, tâcher de les écarter; sa propre force fera ici ce que fait la main qui presse le cachet sur la cire d'Espagne. Il comprimera la terre ou le sable dont le moule est composé, c'est la seule voie qui lui reste pour aggrandir l'espace trop petit qui lui a été destiné, car bien-tôt il ne peut plus sortir par l'ouverture qui lui a donné entrée, il se la bouche lui-même, c'est-là où il se durcit d'abord; il cherchera donc les plus petits vuides & prendra les impressions des plus petites parties du moule. Le contraire arrivera aux autres métaux, s'ils perdent de leur volume en prenant consistance, ils fuiront continuellement les traits du moule contre lesquels ils ont été appliqués dans le premier instant, au lieu que le fer les ira chercher.

Mais une propriété si singulière ne peut être accordée au fer qu'après qu'elle aura été prouvée d'une manière incontestable. Peut-être ne demandera-t-on pas moins, du moins me le suis je demandé, s'il est bien certain que les autres métaux perdent de leur volume en passant de l'état de fluide à celui de solide; la règle peut être générale que la diminution de volume suive toujours celle des degrés de chaleur dans tout corps solide & dans tout liquide: mais l'exception pourroit être générale, quoiqu'on n'y ait pas pensé, pour l'instant du passage de l'état de liquide à celui de solide. J'ai donc crû qu'il falloit commencer par s'assurer si les métaux ont réellement moins de volume pendant qu'ils sont solides, que lorsqu'ils sont en fusion, pour cela j'ai eu recours à trois différentes voies, & la suite de ce Mémoire fera voir que ce n'en étoit pas trop pour se bien convaincre d'un phénomène, si simple cependant en apparence. 1°. Dans du métal fondu j'ai jetté d'autre métal pour voir si le métal solide furnageroit le liquide ou si il iroit à fond. 2°. J'ai observé l'espace qu'occupoit dans un creuset un métal pendant qu'il étoit liquide, & celui qu'il y occupoit après s'être figé. 3°. Et c'est la plus sûre méthode, j'ai mis dans le fond d'un creuset un morceau de

276 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
métal solide , & dans ce creuset j'ai versé du même métal liquide , pour voir si le métal solide reviendrait sur la surface de celui-ci , ou s'il resteroit au fond.

Dans de l'argent , dans du cuivre , dans de l'étain & dans du plomb en bain , j'ai donc jetté un morceau du même métal ; ces morceaux sont descendus au dessous de la surface , & quelquefois ont tombé avec bruit sur le fond du creuset , d'où ils ne sont point revenus. Voilà preuve certaine , que ces métaux ont plus de volume quand ils sont fluides , que lorsqu'ils sont solides. Cependant cette expérience , toute simple qu'elle est , demande à être faite avec quelque attention , autrement elle jetteroit dans des incertitudes , sur-tout par rapport au plomb & à l'étain. Si ces métaux sont trop chauds , les morceaux jettés se fondent si vite qu'on ne peut porter aucun jugement ; s'ils ont trop peu de chaleur , s'ils commencent à s'épaissir , la différence de pesanteur du morceau solide n'est pas une force suffisante pour vaincre la ténacité de la matière , il se soutient au-dessus , & peut même y être ramené par le ressort des parties qu'il a d'abord forcées de céder : mais ce morceau se soutient sur-tout sur la surface s'il est petit , & si on n'a pas eu attention d'enlever la pellicule qui s'y forme , & s'y soutient d'autant mieux qu'il est plus petit , de même qu'une petite aiguille demeure tranquillement au-dessus de l'eau ; qu'on évite les circonstances dont je viens de parler , & on verra toujours le métal solide se précipiter dans le fluide.

Secondement j'ai fait fondre du plomb , de l'étain , du cuivre , de l'argent dans de petits creusets cylindriques , l'or est le seul avec lequel je n'aye pas fait cette expérience , il est à ménager , j'en rapporterai une autre qui y supplée. Quand le creuset étoit parfaitement plein d'un de ces métaux fluides , je passois une lame de fer sur ses bords pour emporter tout ce qui les excédoit , je laissois ensuite refroidir peu à peu le métal fondu. Il n'est aucune de ces expériences que je n'aye réitérées plusieurs fois , & il n'y en a eu aucune où le métal après s'être figé , ne se soit trouvé au-dessous des bords du creuset & beaucoup plus que je ne l'eusse attendu.

Dès que j'avois remis en fusion le métal , qui en se figeant avoit abandonné le plus d'espace , il remplissoit de nouveau le creuset jusques à ses bords.

3°. Quand j'ai versé du métal fluide dans un creuset au fond duquel j'avois mis un morceau du même métal , ce morceau comme plus pesant a toujours conservé sa place.

Enfin qu'on observe la surface supérieure des culots de différens métaux ou celle des lingots , & cette observation seule exemptera de répéter nos expériences. On remarquera que cette surface est toujours concave ; celle de l'or m'a paru l'être davantage que celle de l'argent , & peut-être plus que celle d'aucun autre métal. Les lingotieres sont des tuyaux creux , ouverts par dessus , dont le fond est ordinairement plat , & dont les côtés sont plats & inclinés sur le fond , de maniere que l'ouverture soit évasée. Dans l'instant que la lingotiere vient d'être remplie , la surface supérieure du métal liquide est convexe , comme l'est celle de l'eau d'un verre bien plein. J'ai examiné des lingots d'or tirés de pareilles lingotieres , leur surface supérieure avoit non-seulement perdu cette convexité , mais elle étoit devenue concave , & dans une proportion assez régulière ; elle étoit composée de deux plans inclinés à peu près égaux & d'une égale inclinaison , qui se rencontroient au milieu du lingot , le creux étoit assez profond à l'endroit de la rencontre de ces plans. De-là il est aisé de juger que la diminution du volume avoit été grande , puisqu'elle étoit si notable sur la plus large face. Il n'est pas nécessaire de faire remarquer que la plus grande profondeur du creux doit se trouver à peu près au milieu de tout lingot ou de tout culot , cette circonstance se déduit naturellement de ce que le métal qui touche les parois de la lingotiere ou du creuset se refroidit le premier.

Les différens métaux n'augmentent pas également de volume en devenant fluides , j'eusse volontiers cherché à connoître de combien ils en augmentent chacun , & combien plus les uns que les autres : mais ce sont des expériences très-déliées , & je ne me suis pas trouvé le temps de :

278 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
les faire avec la précision qu'elles demandent.

Ce qui m'a paru certain, c'est que l'étain & l'argent diminuent bien moins de volume en se figeant que le plomb, quoiqu'ils en diminuent très sensiblement; je ne sçai dans lequel des deux cette diminution est plus grande, il m'a semblé aussi que le cuivre perdoit moins du sien que ne font l'étain, & l'argent; peut-être que l'or est celui qui en perd le plus, & que cette partie de volume est proportionnée en quelque sorte à la pesanteur spécifique.

Il paroîtra prouvé de reste que dans les métaux dont nous venons de parler, l'augmentation de volume suit l'augmentation des degrés de chaleur, & qu'au contraire ils perdent de leur volume tant qu'ils perdent de leur chaleur, ou qu'au moins ils ont moins de volume lorsqu'ils se sont figés que lorsqu'ils étoient liquides, & c'est-là la loi générale: mais ce qui reste à démontrer, c'est que le fer y met une exception; que dans le temps où le feu le tient en fusion il est plus pesant que lorsqu'il a sa dureté ordinaire. Nous en aurons tout autant de preuves que nous en avons eues de l'effet contraire dans les autres métaux, les mêmes faits nous fourniront des observations directement opposées, nous les rapporterons toutes pour établir suffisamment la certitude d'un phénomène qui mérite de l'être par sa singularité & son utilité.

Nous avons fait remarquer que les culots, les lingots des différens métaux, sont toujours concaves par dessus, & quelquefois considérablement. Jamais on n'observe de pareille concavité dans ceux de fonte de fer, au contraire ils sont sensiblement convexes ou tendent à l'être. Les gueuses qui pèsent plus de deux milliers sont d'assez beaux lingots de fer, aussi la convexité de leur surface supérieure est très-sensible.

Mais une preuve qu'on croira sans réplique, & pareille à celle qui a appris que la glace est plus légère que l'eau ordinaire, c'est que j'ai rendu de la fonte très-fluide, & quand elle l'a été, j'ai soigneusement nettoyé sa surface afin qu'il n'y restât aucune crasse qui pût s'opposer au succès de l'expé-rien-

ce que j'avois à tenter. Dans cette fonte fluide j'ai jetté des morceaux de fonte solide & de différentes especes, de blanches & de grises ; si la fonte liquide est plus pesante, à moins de volume que la fonte solide, il est certain que cette dernière doit nager à la surface de l'autre, s'élever un peu au-dessus, comme la glace surnage un peu l'eau. C'est aussi ce qui est arrivé, & plus aux fontes grises & douces qu'aux fontes blanches. J'avois même beau enfoncer dans la liqueur des morceaux de ces fontes, sur-tout des douces, bientôt je les voyois reparoître & s'élever un peu au-dessus de sa surface.

L'expérience précédente semble si décisive que je ne cherchois pas à fortifier la conséquence qui s'en tire par d'autres expériences, si quelques-unes ne m'avoient fait voir dans la congélation de notre métal ce qui se passe de plus remarquable dans la congélation de l'eau ordinaire, & si d'ailleurs la suite ne devoit nous apprendre qu'il étoit très-nécessaire de rassembler les différentes especes de preuves capables d'établir ce fait. Tantôt j'ai fait fondre de notre métal dans de petits creusets cylindriques jusqu'à ce qu'ils en fussent entièrement remplis, tantôt l'ayant fait fondre dans de plus grands creusets je l'ai versé dans d'autres plus petits pareils aux premiers ; je les remplissois exactement, mais je ne faisois que les remplir, je m'en assûrois en passant une lame de fer sur leurs bords, j'emportoïis toute la liqueur excédente avec plus de soin que le plus attentif mesureur n'en a à emporter d'un boisseau les grains dont il veut donner des mesures rases. Je laissois alors figer la liqueur peu à peu : le métal devenu parfaitement solide, s'est toujours trouvé au-dessus des bords de ces mêmes creusets, il y avoit pris une surface convexe semblable à celle de l'eau qui s'est gelée dans des caves.

Entre ces expériences, quelques-unes m'ont fait voir un des plus jolis phénomènes de la congélation de l'eau, qui a été bien détaillé & bien suivi dans les essais de l'Académie de Florence ; une boule de verre semblable à celle des thermometres, mais plus grosse, & qui tient de même à un tuyau, mais qui est ouvert par son bout supérieur, étant remplie d'eau

& le tuyau l'étant en partie, si on entoure cette boule de glace & de sel, ou si on l'expose à un air assez froid pour geler, bientôt l'eau descend insensiblement dans le tuyau jusqu'à un certain terme : y étant arrivée, elle commence à remonter insensiblement jusqu'à un autre terme ; parvenue à celui-ci, elle s'élève subitement très-haut & avec une extrême vitesse, elle forme presque dans l'instant un jet de glace qui continue encore quelque temps à s'élever, mais avec lenteur. J'ai vu de même dans quelques-uns de mes creusets la fonte fluide que j'y laissois refroidir, s'élever insensiblement & pousser ensuite subitement des jets de plus d'un pouce de hauteur ; ils formoient des especes de rochers. S'il y eût eu quelque éclaircissement de plus à tirer de cette expérience, en faisant élever ces jets plus haut, je crois qu'il n'eût pas été difficile d'y parvenir en donnant aux creusets des formes approchantes de celles des verres de l'expérience de Florence, ou en se servant de creusets qui auroient eu une grande panse & se seroient terminés par un col délié.

Après cette dernière expérience seroit-il besoin pour confirmer la parfaite analogie qui est entre la congélation de l'eau & celle de la fonte, de rapporter encore qu'il arrive aux creusets dans lesquels on laisse figer la fonte de fer, ce qui arrive aux pots dans lesquels on laisse geler l'eau, on les trouve presque toujours cassés, quoiqu'on laisse refroidir ces creusets même au milieu des charbons.

Un fait est-il une fois connu, bien averé, on en retrouve à tout moment des preuves qu'on avoit vûes auparavant sans les reconnoître pour telles. La plupart des moules sont composés de deux chassis que les Fondeurs ordinaires serrent dans une presse. Après avoir fait couler du fer dans les moules, surtout lorsque les ouvrages étoient épais, j'ai souvent vu que ce n'étoit qu'avec beaucoup de peine que les Fondeurs venoient à bout de faire tourner les écrous de leur presse ; ils en étoient surpris, parce que rien de pareil n'arrive aux moules que le cuivre a remplis. Le fer n'avoit pû se gonfler sans gêner le moule contre la presse, beaucoup plus qu'il ne l'étoit avant que

que ce métal y fut entré. Cela n'arrive pas si sensiblement lorsque les ouvrages du moule ont peu d'épaisseur, ils se gonflent proportionnellement moins, alors ce dont ils font céder le sable du moule peut suffire à leur augmentation de volume.

Nous ajouterons encore une remarque qui est une suite de la précédente. Les ouvrages de plomb, de cuivre, d'or & d'argent se trouvent toujours plus petits que les modèles sur lesquels ils ont été faits. Les ouvrages de fer au contraire sont égaux à leurs modèles, ou les surpassent de quelque chose.

Le fer qui jusqu'ici n'avoit été moulé que pour des ouvrages grossiers, doit donc être reconnu pour celui de tous les métaux qui se moule le plus parfaitement, parce qu'il est le seul qui quand il devient fluide diminue de volume, & qui en acquiert comme l'eau, lorsqu'il reprend de la solidité.

Mais la nature n'auroit-elle donné cette propriété qu'au fer & à l'eau ? Il m'a paru nécessaire de chercher si elle ne se trouvoit point ailleurs. Le fer, & sur-tout le fer en l'état de fonte, le cede par bien des endroits en qualités métalliques aux autres métaux, il se rapproche plus des minéraux. Entre les minéraux, il y en a aussi qui semblent se rapprocher des métaux, tels sont sur-tout le zinc, l'étain de glace ou bismuth & l'antimoine.

C'est quand j'en suis venu à comparer les pesanteurs du zinc solide & du zinc fondu, du bismuth solide & du bismuth fondu, que j'ai apperçû qu'on ne pouvoit en reconnoître les différences par deux voies, qu'on n'auroit pas soupçonnées d'être insuffisantes, sçavoir par l'immersion d'un morceau solide dans le liquide, & en observant s'il arrive de la diminution ou de l'augmentation au volume du liquide qui se fige.

Dans le zinc fondu j'ai jetté des morceaux de zinc, quelque degré de chaleur qu'ait eû celui qui étoit en fusion, tant que les morceaux ont conservé leur solidité, ils ont furnagé le fluide. J'ai enfoncé très-avant, & même jusques au fond d'un petit creuset conique, un morceau solide, & toutes les

fois que j'en ai fait l'expérience, dès que le zinc solide a été abandonné à lui-même, il est remonté sur la surface du liquide avec autant de vitesse que le bois le plus léger remonte sur la surface de l'eau. Par-là il semble donc que le zinc a plus de volume quand il est corps solide, que quand il est liquide; le zinc devoit donc augmenter de volume lorsqu'il vient à se figer. Cependant ayant examiné bien des fois le volume du zinc fluide & celui du même zinc refroidi, j'ai toujours observé qu'il avoit perdu de son volume, & même considérablement en se figeant. La surface supérieure de celui qui étoit figé, étoit toujours concave. De plus il restoit en divers endroits des cavités vuides entre les parois du creuset & la masse du zinc refroidi; il avoit donc moins de volume que lorsqu'il est fluide, tout au contraire de ce qui sembloit établi par l'autre espece de preuve; laquelle donne le vrai? Je soupçonnai que ce dont le zinc paroissoit avoir diminué de volume en se figeant, pouvoit venir de ce qui s'en étoit évaporé. Mais je reconnus aisément le faux de cette idée; en laissant refroidir le creuset plein de zinc fondu dans des balances où il étoit en équilibre, avec un poids; pendant qu'il se figea, pendant qu'il diminua de volume autant qu'il étoit possible, l'équilibre se conserva.

Il restoit à chercher pourquoi il arrivoit donc que le zinc en masse surnageoit celui qui étoit fondu. Il se forme sur ce dernier une pellicule comme sur le plomb & sur l'étain; je l'emportoïs avant d'y jeter les morceaux solides, & je croyois que c'étoit faire assez; d'ailleurs je pensois que quand un morceau avoit été enfoncé jusques au fond du creuset, la pellicule qui auroit pû rester, auroit dû être forcée, être brisée, & qu'alors il n'y avoit que la différence de pesanteur qui pût ramener le solide à la surface du liquide: mais ce que j'ai reconnu par ces expériences, c'est que la pellicule qui se forme sur le zinc, s'y forme bien autrement vite que sur le plomb & l'étain, un instant suffit à sa production; & elle a bien une autre force que celle de ces métaux. Le morceau lui-même, en descendant dans le fluide, m'a paru produire cette

pellicule sur tout ce qu'il touche dans sa route ; & c'est le ressort de cette pellicule qui ramène le morceau en haut , à peu près comme une vessie pleine d'eau ou d'air , ramèneroit en haut le corps solide , qui dans le premier choc l'auroit fait céder. La comparaison de la vessie ne donne rien de trop , car il y a grande apparence que cette pellicule s'étend sur toute la surface intérieure du vase , & qu'ainsi la liqueur est contenue dans une espece de bourse qu'elle se forme elle-même.

Le troisieme moyen dont je me suis servi pour examiner la pesanteur spécifique de ce minéral en ces deux états différens , m'a convaincu que la légèreté apparente du zinc solide étoit uniquement dûe à cette pellicule. On évite par ce troisieme moyen l'effet de toute pellicule. J'ai mis au fond d'un creuset un morceau solide , sur lequel j'ai ensuite versé le minéral fondu. Alors il n'y a que la différence réelle de pesanteur qui puisse élever ce morceau : aussi alors le zinc en masse n'a point remonté ; d'où il suit que dans l'état de solide il est plus pesant que dans l'état de fluide , comme le sont les métaux , excepté le fer.

Mais par la même voie j'ai reconnu au contraire que l'étain de glace est plus léger en masse que lorsqu'il est liquide. Ainsi le fer & l'eau ne composent pas seuls la classe singulière des matieres qui se gonflent en se figeant. L'étain de glace liquide versé sur des morceaux de même espece , les a élevés à sa surface , comme l'eau élèveroit sur la lieue les morceaux de glace qui seroient dans le fond d'un pot où on la verferoit.

L'étain de glace ou bismuth fluide paroît néanmoins diminuer de volume lorsqu'il commence à se refroidir : mais ce n'est que pour mieux montrer tous les phénomènes de la congélation de l'eau. On les y observe bien plus aisément que dans le fer , parce qu'il ne demande pas une si grande chaleur pour être tenu en fusion , & qu'il se fige plus lentement ; on les y voit ces phénomènes même mieux que dans l'eau qui se gèle , parce qu'il se gèle ou fige plus aisément.

D'abord qu'on a tiré du feu le creuset qui en est rempli, la surface de la liqueur est convexe, ensuite elle s'applanit peu à peu, quelquefois même elle paroît devenir concave, ce qui marque une diminution de volume; aussi pendant tout ce temps l'étain de glace est encore liquide, une légère chaleur suffit pour l'entretenir en cet état: mais dès qu'il a été refroidi jusques à un certain point, dès que la surface supérieure s'est figée, aussi-tôt l'augmentation du volume commence à se déclarer. Cette même surface est forcée à s'ouvrir pour laisser échapper des gouttes du minéral, qui quelquefois s'accumulent les unes au-dessus des autres. Souvent cette surface est percée en plusieurs endroits, soit à la fois, soit successivement; & sur chacun de ces endroits se forment de petites boules brillantes qui semblent autant de perles. Le phénomène donne un plus joli spectacle que celui de l'eau qui se gèle: mais dans l'essentiel il est le même. Après avoir mis de l'eau chaude dans une bouteille de verre à long col exposés-là à un air extrêmement froid, & vous verrez son volume diminuer insensiblement. Aura-t-elle diminué jusques à un certain point, sçavoir, jusqu'à celui où sa surface commence à se geler: aussi-tôt cette surface est brisée ou forcée à se soulever. Tant que la liqueur reste fluide, elle doit suivre la loi générale des autres fluides qui ont d'autant moins de volume qu'ils sont moins chauds; mais passe-t-elle à l'état des corps solides, alors elle n'est plus soumise à la loi des fluides.

Les boules, les petits rochers, qui se forment sur la surface de l'étain de glace, ne suffiroient pourtant pas pour prouver qu'il a plus de volume sous la forme de solide que sous celle de fluide, si les deux autres especes de preuves ne concourent à l'établir, parce que, comme nous l'avons fait remarquer, cette augmentation est précédée d'une diminution. D'ailleurs il arrive quelquefois dans les coupelles où on affine l'argent, quelque chose de pareil à ce que nous venons de rapporter; non-seulement la surface de l'argent qui s'est durcie est brisée par l'argent liquide qui cherche à s'échapper,

l'argent même s'éleve au-dessus de cette surface, & quelquefois il y prend des formes assez singulieres qui ont donné occasion à M. Homberg de mettre ces petites masses d'argent au rang des végétations chymiques. Il attribue leur formation à ce que la coupelle se rétrécit en se refroidissant, à ce que l'effort qu'elle fait, contraint l'argent fluide à percer celui qui s'est figé. Quoique l'argent diminue de volume en se figeant, il semble donc en avoir augmenté. Mais ce qui n'arrive à l'argent que dans un cas singulier, arrive en toute circonstance à l'étain de glace. J'en ai versé dans des creusets froids, & d'une forme telle que quand ils eussent été chauds, ils n'eussent pû ferrer considérablement le minéral en se refroidissant: il n'en est pas moins sorti des gouttes dedans l'étain de glace quand sa surface a été figée. Ce qui est encore plus décisif, c'est que j'ai cassé des creusets dans lesquels l'étain de glace s'étoit figé en partie, j'en ai retiré les culots dans un temps où l'étain qui occupoit l'intérieur du culot n'étoit point encore figé; ce qui est facile à exécuter, ce minéral se refroidissant assez lentement; sur ces culots entierement tirés des creusets, j'ai vû des bosses assez considérables se former aux mêmes endroits par où les gouttes fluides sortoient ci-devant des autres.

J'ai examiné si l'antimoine solide a plus de masse que l'antimoine fluide, en suivant les mêmes méthodes dont je m'étois servi par rapport au fer, & à l'étain de glace; & il m'a paru qu'il devoit être rangé dans leur classe. Les morceaux solides ont toujours furnagé l'antimoine fondu, enfoncés dedans ils sont revenus à la surface, sans qu'on pût soupçonner cet effet d'être produit par une pellicule pareille à celle qui se forme sur la surface du zinc: mais il n'a pas été possible d'observer le gonflement qui devoit être produit pendant qu'il se fige, il reste trop de souffures à la surface & souvent dans l'intérieur, pour qu'on puisse compter sur quelque chose. Il m'a semblé aussi que quand on le versoit liquide sur des morceaux solides, ces morceaux s'élevoient; je ne les ai pourtant jamais vû arriver jusqu'à la surface, parce

qu'ils se sont toujours fondus en route.

De ce que l'étain de glace & l'antimoine occupent moins de volume quand ils prennent de la fluidité, qu'on n'en conclue pas pourtant que cela est propre à tous les minéraux non ductiles. Le soufre commun est une preuve du contraire ; quand il est fondu il ne sçauroit soutenir celui qui est en masse, ce dernier se précipite au fond de la liqueur ; de sorte qu'il n'est donné de se gonfler en se figeant, dans le genre des matieres minérales, qu'à celles qui sont dans un certain état moyen entre les métaux parfaits & les minéraux parfaits.

La cire, le suif, comme les métaux parfaits & les parfaits minéraux, ont plus de pesanteur spécifique sous la forme de solide que sous la forme de liquide. C'est toujours la regle générale, qui souffre les exceptions que la fonte de fer nous a donné occasion de remarquer, & quelques autres peut-être qu'on trouvera à leur ajouter.

Mais enfin, que le fer fondu, à l'exception des autres métaux, ait de commun avec l'eau de se gonfler en se figeant ; qu'on ne retrouve cette propriété qu'à certains minéraux, ce sont des phénomènes qu'un Physicien ne sçauroit apprendre sans faire quelques efforts pour en découvrir la cause. Il seroit bien étonnant que je ne l'eusse pas cherchée : mais je réserve à un autre temps, l'explication de celle à qui j'ai crû les devoir attribuer ; pour être bien établie elle m'a engagé dans un Mémoire plus long que celui que nous finissons ; elle m'a forcé d'entrer dans d'assez longues discussions sur la nature du fer ; elle demande même d'être tirée d'une propriété de ce métal inconnue jusqu'ici, qui ne laisse pas d'avoir sa singularité, quoiqu'elle tienne à celle que nous avons examinée ci-devant. Il m'a même paru qu'il conviendroit mieux de rassembler dans un seul recueil les Memoires que j'ai lus dans nos Assemblées, en différens temps, sur cette matiere, & que je n'ai point encore fait imprimer, que de continuer à les donner séparés : réunis ils s'éclairciront mutuellement. Ce recueil aura pour titre, *Nouvel Art d'adoucir le Fer fondu*. On y trouvera des procédés pour avoir

des ouvrages fondus limables, que je n'avois pas encore découverts lorsque je publiai l'Art d'adoucir le fer fondu en 1722, & qui sont plus aisés dans la pratique que les premiers; on y trouvera aussi des Observations & des Réflexions sur ce métal, qui aideront peut-être à le mieux connoître.

SUR LE METEORE QUI A PARU

le 19 Octobre de cette Année.

Par M. G O D I N.

L'AURORE BOREALE commençoit par ses fréquentes apparitions depuis l'année 1716, à devenir un spectacle peu intéressant, si ce n'est peut-être pour un petit nombre de personnes, dont l'étude de la nature est la principale occupation: c'est ainsi que la rareté fait presque toujours le seul mérite de la plupart des choses que nous estimons le plus: mais elle a paru le 19 Octobre de cette année avec tant d'éclat, & des circonstances si variées & si peu ordinaires, à en juger du moins par les descriptions qui nous sont connues, qu'elle a excité de nouveau l'attention de tout le monde, avec cette différence néanmoins que les Philosophes l'ont observée d'un œil tranquille, & que le peuple toujours porté à craindre, & qui regarde ces sortes de phénomènes comme des présages assurés du mal, a conçu à la vûe de celui-ci, des pensées que l'on pourroit appeller extravagantes.

Inutilement redirois-je ici après d'habiles gens, que des semblables météores ont été pris souvent pour des armées rangées en bataille ou des combats aériens, & rapportés comme tels par des Historiens d'ailleurs très-graves, qui par ignorance ou par coutume ont adoptés de pareilles chimères: car il y a bien de l'apparence que tout ce que nous trouvons dans les Histoires, de feux célestes, excepté pourtant les comètes qu'on l'on a toujours assez bien distinguées, doit se

13 Nov.
1726.