

## SUR LA FORMATION DES CAILLOUX.

V. les M.  
P. 255.

\* p. 8.  
& suiv.

C'EST ici une de ces Questions dont la Philosophie ancienne ne s'embarassoit point, & dont il a plu à la moderne de se charger. De simples Cailloux, d'une matiere & d'une figure fort grossières, semés par-tout sous nos pieds dans une abondance qui les rend encore méprifables, ne s'attirent pas grande attention, & l'on ne s'avise pas trop qu'il y ait rien à gagner pour l'Esprit en les considérant. Cependant ils fournissent non seulement des recherches curieuses, mais des difficultés qui arrêtent jusqu'à present les plus habiles Phisiciens. Nous avons déjà traité ce sujet en general, & assés au long en 1716 \* d'après M. Geoffroy, mais M. de Reaumur y ajoute beaucoup d'idées nouvelles, & d'explications détaillées.

Comme la Botanique pour proceder avec ordre a dû commencer par arranger tous les Vegetaux par Clâsses, Genres, Especes, de même la Science qui a pour objet les Fossiles, qui sont les Terres, les Pierres, les Mineraux, les Metaux, doit en faire un certain arrangement, & une certaine distribution ; c'est ce que quelques-uns ont déjà exécuté. Ici où il ne s'agit que des Cailloux, M. de Reaumur en a fait un arrangement particulier entre les Pierres, dont ils sont une espece.

Les Pierres ordinaires sont un Sable plus ou moins grossier, & plus ou moins lié, ce qui les rend plus ou moins tendres ; elles n'ont aucune transparence, ni même à leur surface aucun poli, qui est un commencement de transparence, & quand on les casse, les deux surfaces de la cassure sont raboteuses ; elles sont disposées par couches parallèles, ou feüilletées, & par-là plus aisées à fendre de ce sens-là que du sens opposé ; elles ont un *grain* sensible à l'œil, c'est-à-dire une infinité de petites particules distinctes, plus ou moins grosses, plus ou moins serrées les

unes contre les autres, dont l'assemblage paroît former leur substance. Le marbre même a un grain.

Le Cristal que l'on doit compter pour une Pierre, puisqu'assurément ce n'est pas de l'eau congelée, qu'il a toute la dureté nécessaire, & qu'il se forme entre des Pierres, & comme elles, est transparent, & poli dans ses cassures, n'a ni couches ou feuilles, ni grain, & c'est par conséquent la Pierre la plus éloignée des Pierres ordinaires, & si l'on veut, la plus parfaite des Pierres.

Le Caillou, *Silex* en Latin, est la Pierre à fusil, ou dont on tire du feu. Il n'est pas, comme le Cristal, transparent dans toute son épaisseur, mais il a une demi-transparence à sa surface, & est poli dans toutes ses cassures. Il a au moins la dureté du Cristal, & n'a non plus que lui ni couches, ni grain. Ainsi M. de Reaumur le place entre les Pierres ordinaires & le Cristal, & il doit même être plus près du Cristal.

Cet ordre n'est pas purement arbitraire, ou de convenance & de commodité. On voit déjà qu'il est trop naturel, & en effet il est fondé sur la Theorie de M. de Reaumur, & sur l'ordre même que la Nature paroît avoir suivi dans la formation des Pierres.

Nous avons parlé en 1716 de ce Suc particulier qu'on nomme *pieux*, qui entraîné & voituré par l'eau commune, & ensuite déposé dans des terres ou des sables fait les Pierres. M. de Reaumur l'admet en le concevant comme un sable extrêmement fin, qui lorsqu'il se rassemble dégagé de toute matiere étrangere, forme les Cristaux, & ne forme que des Pierres ordinaires, s'il se mêle avec des terres, ou du sable plus grossier. Que si une Pierre ordinaire déjà formée, & qui n'est par sa nature que spongieuse & tendre, reçoit encore dans ses interstices de nouveau Suc *pieux*, elle devient Caillou. Ainsi une Pierre ordinaire se change en Caillou par une seconde façon, mais elle ne se changeroit pas de même en Cristal par une troisième, à cause du grand mélange de matiere étrangere avec

le Suc pierreux. L'Art fournit à M. de Reaumur un exemple assés heureux de ces trois différentes especes d'operations naturelles, la Poterie commune, la Porcelaine & le Verre sont entre eux comme la Pierre ordinaire, le Caillou & le Cristal. Les trois productions artificielles sont inégalement vitrifiées de la même maniere & à peu près dans la même proportion que les trois naturelles sont inégalement *lapidifiées*.

Pour preuve de ce Système, M. de Reaumur a observé des Pierres ordinaires, où il y avoit du Caillou bien formé, & où toutes les nuances de la transformation de la Pierre en Caillou étoient assés bien marquées pour ne pas permettre de douter que la Nature ne travaillât à la transformation entiere, & n'eût été interrompue dans son operation.

Les Cailloux dans leur état naturel & ordinaire sont revêtus d'une envelope ou croûte pierreuse, à laquelle apparemment il n'a manqué que du temps pour devenir de la même nature que le reste.

Il y a plus. M. de Reaumur a vû souvent dans une cavité qui étoit au milieu des Cailloux, ou dans la même Pierre qui avoit servi à leur formation, de petits Cristaux. Ainsi voilà le Caillou accompagné dans sa generation des deux especes extrêmes entre lesquelles on l'a placé, & de là suit très simplement, & plus que vraisemblablement que la generation des trois especes a été la même, mais avec quelque diversité de circonstances.

Il y a même des Cailloux qui ont des veines de Cristal, & quelquefois différemment & agréablement colorées. Ce sont des Cailloux précieux, & malgré leur beauté ils ont conservé leur nom simple, & très peu fastueux. On les employe à certains Ouvrages. M. de Reaumur en a trouvé auprès de Paris qu'il assure qui meritoient autant d'être travaillés que d'autres qui viennent de loin.

Les Agates & les Cornalines ne sont que des Cailloux sous de plus beaux noms,

Les Terres compactes, telles que la Glaife bien ferrée;

la Marne, la Craye, les Bols, peuvent aussi-bien que les Pierres, dont elles imitent quelquefois la dureté, se changer en Cailloux. De-là vient qu'il se trouve beaucoup de Caillou dans ces sortes de Terres, sur-tout dans la Craye & dans la Marne.

Comme les Terres, quand elles sont bien seches, sont sujettes à se fendre & à se *gercer*, les Cailloux formés de Terres gercées sont ceux qui peuvent le plustôt avoir des Cristaux enfermés ou semés dans leur substance, car le Suc pierreux pur se sera arrêté dans les gerçures. Il y a même des Cailloux qui sont en petit ce que sont en grand les Grottes ornées de Cristaux suspendus à leurs Voutes, ou qui tapissent soit leurs parois, soit le bas. Ces Cailloux sont creux, & pareillement ornés. M. de Reaumur a remarqué qu'aux environs de ces Cristaux il y a presque toujours des crevasses. C'est par-là que s'est introduite la matiere qui les a produits.

Quand il y a des Cristaux formés dans un Caillou, on conçoit aisément que le Suc pierreux ne passe plus au travers de ces Cristaux, qu'il s'arrête là, & ne peut plus former que du Caillou. De même du Caillou formé arrête le Suc, qui, s'il n'est plus en assez grande quantité, ne forme plus que de la Pierre. Ainsi se fait la croûte pierreuse des Cailloux, supposé cependant que le temps necessaire pour la changer en Caillou n'ait pas manqué.

Les Cailloux ont ordinairement une figure ronde, ou arrondie, & leurs angles, quand ils en ont, sont abatus, & émouffés. Si l'on pouvoit supposer qu'ils ont tous roulé dans des Rivières, ou dans la Mer, cette figure n'embarasseroit pas, mais la supposition seroit trop violente, on trouve des Cailloux ronds dans des lits de Pierre d'une grande profondeur. Il paroît qu'ils affectent la figure ronde, comme les Cristaux affectent l'exagone, & cela par quelque cause semblable; mais il vaut mieux attendre de nouvelles lumieres sur ce sujet.

Ils ont assez souvent dans leur milieu une cavité ou vuide.

ou remplie d'une terre friable. C'est encore là une difficulté. Comment ce vuide y étoit-il avant leur formation, & comment ne s'est-il pas rempli de Cristal, quand ils se sont formés ? S'il n'y avoit pas de vuide, comment cette terre ne s'est-elle pas changée en Caillou par le Suc pierreux qui a dû couler en cet endroit, & la penetrer ! la cavité des Cailloux augmente encore la difficulté de leur rondeur. Il semble que pour conserver la cavité il faille concevoir le Suc pierreux poussé & de la circonference de la Terre vers le centre, & du centre vers la circonference. Cependant il ne peut guere avoir que le premier de ces deux mouvements.

Nous avons expliqué en 1716 à l'endroit cité ci-dessus ce qui rend certaines Pierres fusibles, & d'autres simplement calcinables. Tous les Cailloux passent communément pour être fusibles, & en effet nous avons vu qu'ils tiennent moins de la Pierre que du Cristal, qui se fond étant mêlé avec de la Chaux. Cependant M. de Reaumur rapporte qu'à Condrieu aux environs du Rhône on trouve des Cailloux calcinables. On en fait de la Chaux qui à la vérité n'est pas excellente pour bâtir, mais seulement pour blanchir des murs. Sur ce fondement il entre dans des détails utiles de pratique, qui sont ce que les speculations Phisiques peuvent nous faire esperer de plus interessant. Les Arts se perfectionneront, à mesure que la vraie Philosophie les éclairera. Elle pourra même en faire naître de nouveaux.

## SUR LE FROID DE L'HIVER

*& le chaud de l'Été.*

V. les M.  
p. 8.

\* p. 3.  
& suiv.

CE que nous allons ajouter à ce qui a été dit sur cette matiere en 1719\* ne regarde qu'une des causes generales auxquelles M. de Mairan a attribué le froid de l'Hiver, & le chaud de l'Été, c'est la differente quantité de rayons du Soleil interceptés par l'Atmosphere & dérobés à la

à la Terre, selon que le Soleil est plus ou moins élevé.

Il faut se représenter l'Atmosphère comme un globe qui enveloppe celui de la Terre, & lui est concentrique, & dont le diamètre excède d'une certaine quantité celui de la Terre qui est connu, ou plutôt il suffit de se représenter deux grands Cercles de ces deux globes, qui soient dans le même plan, & dont par conséquent les diamètres seront sur la même ligne droite. L'excès du diamètre ou plutôt du demi-diamètre de l'Atmosphère sur celui de la Terre sera une assez petite partie de cette ligne.

Soit un Spectateur placé sur un point de la surface de la Terre, & de ce point soit menée une Tangente qui représentera l'Horizon sensible, desorte qu'un Cercle décrit de ce même point comme centre sera le mouvement diurne du Soleil, & différents rayons de ce Cercle tirés à sa circonférence y détermineront différentes élévations du Soleil sur l'Horizon sensible. Par le point de la surface extérieure de l'Atmosphère correspondant verticalement au point pris sur la surface de la Terre, soit menée une droite indéfinie parallèle à la Tangente de la Terre, & par conséquent Tangente aussi de l'Atmosphère, les rayons du Cercle du Soleil qui détermineront les différentes élévations sur l'Horizon sensible passeront entre ces deux Tangentes parallèles, & leurs parties qui y seront comprises seront les différents chemins que la Lumière parcourra dans l'Atmosphère selon les différentes élévations du Soleil. Ces droites comprises entre les deux Tangentes seront toujours inégales, la plus petite sera la perpendiculaire aux deux Tangentes, c'est-à-dire celle qui sera une partie d'un rayon de Lumière vertical, & de-là elles iront toujours en croissant. M. de Mairan démontre qu'elles seront en raison renversée des Sinus des élévations du Soleil, ou, ce qui est le même, les différents chemins de la Lumière dans l'Atmosphère selon les différentes élévations du Soleil seront en cette raison, qui sera celle des quantités de Lumière interceptées par l'Atmosphère, si, comme il y a lieu de le penser, ces quantités

sont plus grandes en même raison que les chemins de la Lumiere dans l'Atmosphere sont plus longs, ou qu'il y a une plus grande épaisseur d'Atmosphere à traverser.

Ce raisonnement suppose que les deux Tangentes de l'Atmosphere & de la Terre representent deux portions de leurs Cercles, car réellement leurs surfaces sont spheriques, & non pas planes, & comme ces Tangentes sont des droites, elles peuvent bien se confondre sensiblement avec leurs Cercles dans une certaine étendue qui sera d'autant plus grande que les Cercles seront réellement plus grands, mais cela ne peut pas toujours subsister, & à la fin la courbure du Cercle l'écarte trop sensiblement de sa Tangente. C'est pourquoi lorsque le Soleil est peu élevé sur l'Horison, il faut faire au raisonnement précédent, ou aux calculs qu'on en tireroit, une correction, mais legere, que M. de Mairan enseigne.

Plus l'Atmosphere est haute, moins les chemins de la Lumiere qui la traverse sont longs par rapport au chemin vertical le plus court de tous, ou, ce qui revient au même, moins ils vont en croissant, & au contraire. Car si l'Atmosphere étoit infiniment haute, les chemins de la Lumiere qui la traverseroit ne seroient que les rayons égaux d'un Cercle infini. Si au contraire elle étoit infiniment peu haute, ou, ce qui est le même, si l'excès de son diametre sur celui de la Terre étoit infiniment petit, cet excès qui seroit une Abscisse du diametre de l'Atmosphere, & le chemin vertical de la Lumiere dans l'Atmosphere seroit infiniment petit par rapport à son Ordonnée correspondante, qui seroit le chemin horizontal de la Lumiere, ou, ce qui est le même, le chemin horizontal seroit infini par rapport au vertical, & par consequent dans ce cas là tous les chemins moyens, c'est-à-dire inclinés ou obliques seroient les plus croissants qu'il soit possible par rapport au vertical, au lieu que dans le cas de l'Atmosphere infiniment haute tous les chemins étoient égaux. Donc dans tous les cas moyens entre ces deux extrêmes, où la hauteur de

L'Atmosphère est finie, plus cette hauteur est grande, moins les chemins de la Lumière sont croissants par rapport au vertical, & au contraire. M. de Mairan a calculé que si la hauteur de l'Atmosphère est de 15 lieues, comme on la suppose ordinairement, le chemin horizontal est près de 15 fois plus grand que le vertical, & qu'il seroit 18 fois plus grand, si la hauteur n'étoit que de 10 lieues.

De-là il suit que si l'Atmosphère ayant 15 lieues de hauteur intercepte la 15<sup>me</sup>. partie de la Lumière, lorsqu'elle décrit le chemin vertical, ou que le Soleil est au Zenit & au Meridien, elle intercepte toute la Lumière lorsque le Soleil est à l'Horison, & que par conséquent le Soleil doit alors disparaître comme s'il étoit couvert de nuages épais, quoi-que le Ciel fût fort serein, & qu'il ne restera de clarté que celle qui sera réfléchie à l'Oeil par les différentes particules de l'Air, ainsi qu'il arrive dans les jours sombres. Or cela étant tout-à-fait contraire à l'expérience, il faut qu'il y ait quelque erreur dans les principes d'où l'on a tiré cette conclusion.

Ce qu'il y auroit de plus important & de plus décisif sur ce sujet, ce seroit de sçavoir quel est dans le chemin vertical le rapport de la Lumière absolue à la Lumière interceptée par l'Atmosphère. M. de Mairan ne croyoit pas d'abord cette détermination possible, mais il a trouvé depuis qu'elle l'étoit, pourvu que l'on sçût exactement par observation le rapport de deux quantités de Lumière, lorsque le Soleil seroit à deux différentes élévations quelconques. Il est vrai que l'observation seroit difficile, mais enfin en la supposant, car pourquoy en desespérer! M. de Mairan découvre par un calcul d'Algebre fort simple la formule generale qu'il cherchoit. Elle ne suppose point que la hauteur de l'Atmosphère soit connue, & c'est un avantage. Elle donne le rapport de la Lumière absolue, c'est-à-dire qui viendroit à l'Oeil, s'il n'y avoit point d'Atmosphère, à celle que l'Atmosphère intercepte, non seulement pour le cas du chemin vertical, mais pour tout autre chemin.

Si l'on a par observation que la Lumiere du Solstice d'été à midi soit à la Lumiere du Solstice d'hiver à midi comme 2 à 1, ainsi que nous l'avons supposé en 1719, on trouvera aussi-tôt par la formule generale où l'on fera entrer le rapport connu des Sinus des deux élévations qui est celui de 3 à 1, que la Lumiere absoluë qui viendrait sans l'Atmosphere verticalement, où le Soleil étant au Zenit, seroit 150, la Lumiere interceptée 27, la Lumiere du Solstice d'été qui a traversé l'Atmosphere 120, & la Lumiere pareille du Solstice d'hiver 60, d'où il suit que de la même Lumiere absoluë & verticale exprimée par 150, dont l'Atmosphere retrancheroit 27, elle en retranche 30 au Solstice d'été, & 90 au Solstice d'hiver.

Si la hauteur de l'Atmosphere est de 15 lieuës, & par consequent le chemin horisontal de la Lumiere 15 fois plus grand que le vertical, l'Atmosphere, lorsque le Soleil sera à l'Horison le jour du Solstice d'été, retranchera 15 fois 27 ou 405 de la Lumiere absoluë & verticale qui n'est que 150, c'est-à-dire que le Soleil sera alors absolument invisible, ce qui est très faux. Ce seroit encore le même inconvenient, quoi-qu'un peu moindre, si au lieu du rapport de 2 à 1 pour les deux Lumieres du Solstice d'été & du Solstice d'hiver, on avoit eu un rapport beaucoup moindre, tel que celui de 5 à 4, qui réellement est de beaucoup trop petit, selon ce qui a été dit en 1719, car la difference des Lumieres des deux Solstices est très sensible.

Pour lever cette difficulté, M. de Mairan conçoit que ce n'est pas l'Atmosphere proprement dite qui intercepte de la Lumiere, du moins pour la plus grande partie, mais les vapeurs grossieres, dont le bas de l'Atmosphere est chargé. Leur hauteur est très petite par rapport à celle qu'on sera toujours obligé de donner à l'Atmosphere dans quelque Systeme que ce soit, & la partie qu'elles intercepteront de la Lumiere absoluë & verticale sera par consequent très petite. Il est vrai que par la même raison de leur peu de hauteur, le chemin horisontal de la Lumiere y sera très

grand par rapport au vertical, mais ce vertical aura été fort petit, & il n'est plus à craindre que le Soleil ne soit éclipsé à l'Horison. Seulement il sera fort sensiblement affoibli en vertu de la grande longueur du chemin horifontal de la Lumiere dans les vapeurs.

## DIVERSES OBSERVATIONS DE PHYSIQUE GENERALE.

### I.

**M** DE MAIRAN étant à Breüilpont, petit Village sur la Riviere d'Eure entre Passy & Yvry, observa que tout le terrain d'une demi-lieuë à la ronde, qui fut l'étenduë de ses promenades, étoit couvert dans sa surface, & même rempli dans son interieur de Pierres qui lui parurent meriter de l'attention, puisque les Pierres en sont devenues si dignes parmi les Phisiciens. Il ne se trouvoit presque pas dans tout ce terrain de Pierres plus communes.

Toutes sont du genre des Cailloux, & propres à faire du feu, couvertes exterieurement d'une croûte ou écorce de Craye ou de Marne. M. de Mairan les a partagées en quatre Classes, dont deux sont des petrifications animales, ou faites dans des parties animales, du moins ne peut-il y avoir quelque doute que sur une. C'est celle qui est composée de Pierres de toutes grandeurs depuis la grosseur du doigt jusqu'à celle d'une tête de Taureau, les figures en sont fort irrégulieres & differentes, mais elles representent toutes des ossements d'Animaux avec leurs cavités, Apophises, Epiphises, &c. & les representent d'autant mieux qu'elles sont plus entieres, car on les trouve cassées pour la plupart. Cette Classe est de beaucoup la plus abondante, & il n'est guere possible que le hazard ait produit entre des Pierres & des ossements d'Animaux une ressemblance si exacte & tant repetée.