

SUR LA RONDEUR QUE SEMBLANT
affecter certaines especes de pierres, & entr'autres
sur celle qu'affectent les cailloux.

Par M. DE REAUMUR.

DIFFERENTES especes de pierres semblent déterminées par leur nature à prendre certaines figures; les crystaux, les diamants, sont ordinairement formés avec un nombre constant de pans ou de facettes. Souvent ces facettes sont si polies, & jointes les unes avec les autres par des arrêtes si vives, qu'on a peine de croire qu'elles soient le simple ouvrage de la nature. D'autres pierres sont cubiques; d'autres sont des parallépipèdes, dont les côtés sont inclinés sur leur base; tels sont ces especes de talcs qu'on appelle *crystaux d'Islande*. Les différentes especes de Gyps pourroient seules nous fournir plusieurs exemples de pierres qui ont constamment des figures très-particulieres. Ces figures qu'affectent certaines especes de pierres, comme celles qu'affectent divers sels, & quantité de minéraux, sont au rang des phénomènes remarquables, & de ceux qui embarrassent les physiciens; on peut même être arrêté par des figures moins singulieres, au moins l'ai-je été par celles de certaines pierres qui n'ont de particulier qu'une sorte de rondeur, qu'on peut principalement observer dans les différentes especes de cailloux. J'ai donné un Mémoire imprimé parmi ceux de 1720. sur leur nature & leur formation, où je me suis contenté de faire remarquer qu'ils sont ordinairement arrondis: mais je n'y ai point expliqué pourquoi ils le sont; je n'aurois pû alors avancer que des conjectures trop légères, qu'une explication qui n'eût pas été fondée sur des observations assez immédiates. Comme je crois en avoir fait de telles depuis, je tâcherai à présent de rendre raison de ce petit phénomène:

Mem. 1723.

M m

peut-être ne paroîtra-t-il pas assez important, pour que j'eusse dû si peu ofer dans mon précédent Mémoire, ou pour que je dusse y revenir dans celui-ci. Après tout quand on ne donne que de simples conjectures, la physique y gagne rarement, & des explications claires & certaines des moindres phénomènes sont toujours des pas faits, qui souvent nous mettent en route pour aller plus loin; on verra même par la suite de ce Mémoire, que ce que je n'avois eu en vûe que par rapport aux cailloux, s'étend à un grand nombre d'autres especes de pierres.

La rondeur dont je veux parler, celle que les cailloux ont assez ordinairement, n'est pas une rondeur bien parfaite; on en trouve à la vérité de ronds comme des boules; d'autres ressemblent à des boules applaties; d'autres à des boules allongées; d'autres approchent plus de la figure cylindrique: mais on en rencontre d'une infinité d'autres figures qui ne laissent pas d'avoir l'espece de rondeur dont il s'agit actuellement; elle se réduit, comme je l'ai fait observer dans le Mémoire cité ci-dessus, à ce que ces pierres n'ont ordinairement aucun angle aigu, à ce que leurs angles sont abattus comme le seroient ceux de toute pierre qui auroit roulé long-temps; un caillou aura quelquefois différentes branches, ou quantité de parties qui sortiront d'une tige commune, mais le contour de la coupe transversale de chacune de ces parties est toujours une courbe, on n'y apperçoit point de lignes droites.

Avant de chercher pourquoi cette sorte d'arrondissement est ordinaire aux cailloux & à certaines especes d'autres pierres, il nous faut reprendre quelques propositions de notre Mémoire sur la formation des cailloux. J'y ai défini le suc pierreux, le suc lapidifique. J'y ai dit qu'il n'étoit qu'une eau chargée d'un sable prodigieusement fin, d'un sable broyé à un point où l'art auroit peine à aller; que ce sable réduit ainsi en parties fines, étoit assez large pour se soutenir dans l'eau. Quand l'eau dépose quelque part cette matiere fine, que les parties déposées sont collées les unes contre les au-

tres, faits mélange de terre, de sable grossier, de cet amas de parties se forment des pierres crySTALLINES, telles que les crySTaux, ou d'autres pierres transparentes, comme celles qui pendent aux voûtes des grottes souterraines; aussi peut-on appeller cette même matiere, *matiere crySTALLINE*. Quand elle est déposée entre des grains de sable ou de gravier, qu'elle réunit en une masse, elle forme des grès. Quand elle est déposée entre des molécules de terre, elle forme des pierres communes, telles que nos pierres à bâtir. Enfin la combinaison des matieres, entre lesquelles est déposée cette matiere crySTALLINE, ce sable fin, peut varier les genres de pierres aussi prodigieusement qu'elles le font. Mais lorsque ce suc pierreux, ce suc lapidifique, après avoir formé des pierres spongieuses, continue de les pénétrer, & y dépose de nouveau, il les change en des pierres d'un autre genre; il en fait des cailloux: de sorte que les cailloux sont souvent des pierres petrifiées. Des terres pures & très-compactes, comme les glaises, peuvent immédiatement se changer en cailloux, si elles sont suffisamment abreuvées de suc crySTALLIN. Trois especes d'ouvrages de l'art m'ont paru propres à donner l'idée nette qu'on doit se faire des trois principaux genres de pierres, le verre, la poterie commune & la porcelaine. Les crySTaux ressemblent au verre; la poterie, aux pierres communes; & la porcelaine aux cailloux; je veux dire que comme ces trois différentes productions de l'art different par la quantité de matiere vitrifiée, de même nos trois genres de pierres different par la quantité de matiere crySTALLINE. C'est ce que j'ai tâché d'établir dans le Mémoire que je rapporte. Mais pour celui-ci, il faut sur-tout se souvenir que le suc pierreux produit des pierres de différente nature, selon qu'il est déposé entre des matieres de différentes qualités.

Cela supposé, ce qu'il s'agit d'examiner actuellement c'est si nos cailloux ont dès leur premiere formation la rondeur que nous leur voyons, ou s'ils l'ont acquise depuis qu'ils ont été formés. On rendroit commodément raison de leur figure, si on pouvoit avoir preuve qu'ils ont été tous roulés pendant

276 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
de longues suites de siècles comme le peuvent avoir été
ceux qu'on rencontre sur les bords des rivières, ou sur les
bords de la mer: mais quels que soient les bouleversements
qu'on sçait être arrivés à la terre, il n'est pas probable qu'ils
aient pû suffire pour façonner tous nos cailloux. Quelque
part qu'on en rencontre, quoique ce soit dans les plus pro-
fondes minieres, au milieu des bancs de pierre commune les
plus épais, on les trouve toujours arrondis, au lieu qu'on
trouve dans des roches bien moins épaisses les crystaux avec
leurs angles aigus & vifs. Il faudroit donc qu'il ne se fût
point formé de cailloux depuis ces grands bouleversements,
pendant lesquels ils auroient été assez roulés pour être arron-
dis, & que tous les crystaux eussent été formés depuis. Rien
ne seroit avancé plus gratuitement, & il n'est rien de moins
vraissemblable.

On est donc forcé de reconnoître que les cailloux, au
moins en grande partie, ont eu leur rondeur dès leur pre-
miere formation. On donneroit une cause assez probable de
cette figure, si on pouvoit admettre qu'ils doivent leur ori-
gine au suc qui s'est réuni contre les voûtes des grottes sou-
terraines. Les congélations pierreuses qui y sont suspendues,
ont toutes une sorte de rondeur qui approche tantôt de
celles des demi-boules, tantôt de celles des tuyaux d'orgue.
Mais ces sortes de congélations prennent communément
des figures plus allongées que ne sont celles des cailloux. Les
couches dont elles sont composées se peuvent distinguer à
la vûe simple, qui ne peut nous en faire voir de pareilles
dans les cailloux. Quand la figure de ces congélations tient
de la sphérique, elles ont ordinairement peu de diametre,
au lieu qu'on rencontre de gros cailloux faits en boule. Ces
congélations sont souvent des tuyaux creux & vuides, ce
qu'on n'observe point encore dans les cailloux. Enfin ce que
nous avons établi sur la formation des cailloux s'accommo-
deroit mal avec cette explication; alors ils seroient des crys-
taux, ils ne seroient point des cailloux. Le caillou n'est pas
seulement de la matiere crystalline réunie, il est fait de la

matiere cryftalline qui a pénétré des pierres fpongieufes , ou qui a lié des molécules de terre compacte. D'ailleurs ou trouver les grottes , aux voûtes defquelles fe feroient formés ces lits prodigieux de cailloux qu'on rencontre difposés les uns fur les autres dans les plus profondes carrieres, dans les mines de craie, dans les veines de fable? Et comment formeroit-on tant de lits étendus les uns fur les autres dans une même caverne? une feule voûte fuffiroit au plus à en faire un lit.

Si on y faifoit bien attention , je ne vois donc pas qu'on puiffe fe dispenser de croire que les cailloux qui compofent différens lits arrangés les uns fur les autres à de très-grandes profondeurs , n'ayent été produits dans les places qu'ils occupent aujourd'hui , & avec les mêmes figures. J'avoueraï cependant que ce n'est qu'après avoir bien cherché à combattre ce fentiment que je m'y fuis rendu. Mais une feule obfervation a levé toutes les difficultés que j'avois fur la poffibilité du fait , & me femble propre à prouver beaucoup plus que fa poffibilité.

Dès qu'au milieu même d'un banc de fable on trouve des masses de fable , qui ont plus de confiftance que le refte , dont les grains font liés enfemble , qui toutes ont des figures arrondies comme les cailloux ; qu'on trouve même de ces masses de fable arrondies qui forment des lits au milieu de certains bancs de fable, comme les cailloux en forment dans d'autres , on ne fera plus furpris que des cailloux ayent pû avoir dès leur premiere origine des figures arrondies , ou au moins on ne regardera plus cette difficulté comme particulière aux cailloux. Qu'un fuc pierreux acheve de lier ces masses de fable , qu'il les pétrifie, les voilà changées en pierres rondes. Qu'il s'y infinue encore de nouveau fuc , qu'il les pétrifie , pour ainfi dire , une feconde fois , les voilà changées en cailloux. Nous aurions donc alors des cailloux , avec la forte de rondeur qui leur eft propre , formés au milieu de leur lit.

Il y a long-temps que j'ai obfervé de ces masses de fable, dont les grains commençoient à être liés enfemble , qui

commençoient à prendre la solidité de la pierre. Mais un lit de sable qu'on a coupé depuis peu auprès de ma maison de Charenton, m'a donné occasion de voir une plus grande quantité de ces corps; je les nommerai des *marrons de sable*, comme les ouvriers appellent *marrons de glaise*, les corps arrondis qu'ils rencontrent dans la glaise. Ayant trouvé plusieurs de ces marrons dans le sable qui avoit été transporté, j'ai été en chercher dans le banc même d'où je sçavois qu'on tiroit ce sable. Là j'y en ai observé autant que j'ai voulu, de toutes formes, de toutes grandeurs, & pour ainsi dire de tout âge: mais tous avoient l'espece d'arrondissement dont nous avons parlé jusqu'ici. Il y en avoit de ronds comme des boules, d'autres plus aplatis, d'autres oblongs, & d'autres de figures très-baroques, mais toujours ayant leurs angles abbatués.

Le banc de sable où je les ai rencontrés en si grande quantité, est un sable gras, c'est-à-dire, un sable mêlé avec de la terre; sa couleur est verdâtre; il est couvert d'un autre lit de sable beaucoup plus gros & plus sec, d'un sable avec lequel il n'y a point de terre mêlée, mais qui en récompense est rempli de cailloux de formes très-différentes, mais qui pourtant n'en avoient aucune à qui je n'en trouvasse de semblables dans les marrons de la veine du sable inférieur; en un mot, les marrons étoient aussi semblables aux cailloux du lit supérieur qu'il est possible de l'être.

Entre les marrons de sable, nous avons dit qu'il y en avoit de toutes sortes de grosseur. J'en ai observé de plus petits que des pois, d'autres plus gros que des œufs, & d'autres plus gros que la tête. Quelques-uns des plus petits ne sont encore qu'un sable assez mal lié, on les brise aisément. Si on en casse d'autres plus gros, on ne reconnoît la grainure & la couleur du sable que jusqu'à une certaine distance du centre, il semble ne former qu'une croûte. Celui de l'intérieur est caché par la matière qui remplit la plus grande partie des intervalles que les grains laissent entre eux; en un mot, l'intérieur est pierre, & pierre d'une cou-

leur blanchâtre, & cela, parce que la couleur la plus ordinaire de la matiere crySTALLINE est blanche. Enfin ayant observé un grand nombre de ces marrons, qui à l'extérieur ne sembloient qu'un amas de sable, j'en ai rencontré plusieurs dont l'intérieur étoit déjà converti en caillou.

Voilà des portions de sable dont les grains ont été liés ensemble, qui ont formé des marrons qui ne different du reste du sable que par plus de consistance; d'autres marrons sont devenus pierres intérieurement. Enfin l'intérieur de quelques autres a presque passé à l'état de caillou; tout cela sans doute, selon que plus de matiere pierreuse à été déposée dans les uns que dans les autres. Reste donc à expliquer pourquoi certaines portions de sable ont été réunies préférablement à tout le reste de la masse, & pourquoi ces portions ont communément une figure arrondie. Nous avons commencé par dire que cette matiere pierreuse, que cette matiere crySTALLINE qui les a rassemblés, n'est qu'un sable fin au point de pouvoir se soutenir assez longtemps dans l'eau; concevons que l'eau qui a traversé une certaine épaisseur d'un banc de sable, est chargée de cette matiere, soit qu'elle l'ait prise dans les premières couches de ce banc, soit qu'elle l'ait apportée de plus loin. Plus l'eau sera chargée d'une grande quantité de cette matiere, plus elle sera prête à la laisser précipiter. Si elle la dépose également dans toute l'étendue d'un lit de sable, elle en liera en même temps tous les grains; & c'est ainsi que sont formés des bancs étendus & épais de pierres de grès. Mais dans notre cas, elle ne doit réunir que certaines portions du sable, & ce seront indubitablement celles où elle aura plus de facilité à déposer. Diverses circonstances y peuvent être favorables, qui toutes dépendent de ce principe général, que où l'eau aura moins de facilité à passer, & où elle séjournera davantage, là elle laissera plus de sédiment pierreux. L'eau traverse plus aisément une masse de sable qu'une masse de terre; la terre fait la fonction d'un filtre plus ferré. De l'eau chargée de quelque matiere,

peut la conserver en passant au travers d'un tamis , & si on fait passer la même eau au travers d'un papier gris , elle laissera dessus la matiere qu'elle tenoit dissoute. Imaginons donc que certaines portions du sable de notre banc sont mêlées avec plus de terre que le reste , & il n'est guere possible que cela soit autrement ; les portions qui auront plus de terre , auront plus de disposition à arrêter la matiere pierreuse. La différente finesse du sable y peut aussi contribuer ; l'eau passera plus promptement , plus aisément au travers d'un banc de gravier , qu'au travers d'un banc de sable fin. Nous pouvons même concevoir un sable si fin , dont les grains laissent entre eux de si petits intervalles , que l'eau pour y passer soit obligée d'y passer seule. En un mot , certaines portions du lit de sable sont , par rapport aux autres , ce que le papier gris est par rapport au tamis.

Nous voyons donc pourquoi certaines portions de sable doivent être plutôt réunies que d'autres , former nos marrons , ou pour ainsi dire , des embrions de pierres & de cailloux. Nous ne pouvons plus être embarrassés que par leur rondeur : mais le principe que nous venons d'employer en fournit encore la raison ; l'eau dépose le plus où elle a le plus de peine à passer , & où elle séjourne davantage. Supposons que des grains de sable ont été liés , & qu'ils forment une espece de feuille , grande ou petite n'importe ; une espece de gâteau plat , tant par dessus que par dessous : bientôt par notre principe , ce gâteau va devenir convexe de l'un & de l'autre de ses côtés. L'eau qui vient immédiatement au dessus de cette portion de sable , ou ne continuera pas sa route en ligne droite , ou la continuera plus difficilement que celle qui passe au travers du sable , dont les grains sont entierement détachés. Je conçois même que la difficulté , le plus de résistance que cette eau trouve à passer au travers de notre sable lié , de notre marron commencé , fera cause qu'une partie de cette eau coulera sur sa surface , comme l'eau coule sur un corps solide ; elle descendra ensuite le long de ses bords extérieurs , & passera par dessous , où elle se joindra

joindra à celle qui a traversé notre marron. Par la résistance qu'une partie de cette eau a trouvée, par les détours qu'elle a suivis, il est visible qu'elle a plus séjourné sur cette masse de sable qu'elle n'eût fait si tous les grains eussent été détachés; par conséquent qu'elle y a déposé davantage. Mais les deux endroits où elle a séjourné le plus, sont environ le milieu de la surface supérieure & le milieu de la surface inférieure. C'est donc là où se doit précipiter le plus de sédiment; plus près des bords, il s'en doit moins précipiter: de sorte que si l'on fait attention aux rapports des quantités de sédiment qui est déposé, on verra que les surfaces supérieures & inférieures doivent, comme nous l'avons dit, prendre des figures convexes.

Si la matière, qui est ainsi déposée, restoit sans mélange, l'enveloppe de notre marron seroit de matière cristalline; mais comme ce nouveau marron est environné de toutes parts de sable, la matière cristalline lie ensemble de nouveaux grains, & cela dans la même proportion qu'elle se feroit elle-même accumulée. Cette mécanique simple est tout ce qu'il faut pour former des figures qui ayent l'espece de rondeur qu'ont nos cailloux & nos marrons; elle n'est pas propre à faire rien d'exactement rond, aussi ces corps ne le font-ils pas. Il est aisé de déduire du même principe qu'ils n'auront pas d'angles aigus; si la première base en a eu, elle les perdra bientôt: l'eau qui coulera le long d'un angle aigu, coulera plus vite que celle qui coulera le long des deux côtés, dont la rencontre fait cet angle; elle y trouvera moins de parties contre lesquelles elle puisse frotter & s'attacher. Il est vrai qu'on rencontre des cailloux d'une rondeur assez régulière, de presque sphériques: mais si on fait attention combien leur nombre est petit, en comparaison de celui des pierres de cette espece qui ont d'autres figures, cette singularité n'aura plus rien de surprenant.

Tout le raisonnement que nous avons suivi jusqu'ici, conduit à penser que c'est surtout par-dessus & par-dessous que nos cailloux, nos marrons de sable doivent prendre de la

convexité ; je veux dire que ceux qui se trouvent minces , qui ont des formes de gâteaux peu renflés , ont dû être couchés horifontalement dans leur lit ; que de même ceux qui , quoique minces , sont composés de différens branchages , ont été posés horifontalement. Mais comme notre raisonnement conduit à leur donner cette position , si on la leur trouve , il en est extrêmement fortifié : c'est ce qui m'a déterminé à fouiller dans les veines de sable où sont ces marrons , & à observer comment ils y étoient situés. Je les y trouvai dans la position où nous venons de conclurre qu'ils devoient être ; & cela si constamment , que j'ai été surpris de ne rencontrer point , ou presque point d'exception à cette regle ; quoique bien des circonstances y en eussent pû apporter.

On tirera comme une conséquence nécessaire de l'explication que nous venons de donner , que toutes les pierres formées de grains & les pierres qui ont eu pour première matiere une terre commune , doivent aussi avoir une figure arrondie. Les carrieres que l'on coupe journellement font des pierres trop grosses pour que nous puissions voir leur figure : mais les pierres de grès , les rochers , s'accoutument parfaitement avec cette conséquence ; elles sont toutes arrondies à la maniere des cailloux. Qu'on prenne garde à celles qui s'élevent sur la surface de la terre , on leur trouvera une pareille figure. Les lits de terre ou de sable dans lesquels ces dernières pierres ont été produites , ont été emportés par la fuite des temps , elles restent au-dessus du terrain qui leur a servi de base , telles qu'elles ont été faites.

Avant de finir ce *Memoire* , reprenons encore une fois nos marrons de sable ; ils nous fournissent des observations propres à confirmer ce que nous avons dit ailleurs sur la production des cailloux en général , & sur quelques-unes de leurs singularités. Si on casse de ces marrons des plus gros , & surtout de ceux qui ont des figures de boules , ou de boules applaties , & en général de ceux qui sont gros & renflés , souvent on leur trouve au milieu une cavité , quelquefois assez considérable. Dans les uns cette cavité est remplie du

même fable que celui de l'écorce, du même fable précisément que celui du banc où sont ces marrons. Le fable renfermé dans ces marrons ne suffiroit-il pas pour prouver ce que nous avons tâché d'établir ailleurs ; que les cailloux, dans le centre desquels on rencontre une craie ou une terre blanche, comme ceux de Breüil-pont, sont composés de cette même craie ou terre qui a été pénétrée du suc crystallin jusqu'à un certain point, & par-là est devenue méconnoissable, quoiqu'elle soit la base de la substance du caillou ?

On ne sera plus même surpris de ce que cette terre devient méconnoissable, si on casse de nos marrons de tous les âges. On en observera qui ne sont qu'un fable lié, où tous les grains sont sensibles. On en trouvera d'autres où on ne distinguera que peu de grains. A mesure que les grains s'effacent, la couleur du fable qui est verdâtre disparoît, & dans ceux où les intervalles des grains sont encore mieux remplis, on ne retrouve plus qu'un léger œil verdâtre. D'autres, devenus plus compacts, où plus de matière crystalline s'est introduite, ont une couleur plus blanche, la couleur verdâtre ne s'y fait presque plus sentir. Dans d'autres on ne la reconnoitra plus, comme il arrive qu'on ne reconnoît plus la couleur blanche de la craie dans les cailloux, dont elle a pourtant été la base.

Les milieux de nos marrons sont remplis de fable détaché, quand la matière crystalline a commencé par lier une couche de fable qui en enveloppoit une masse. Mais quand au milieu de la première croûte qui a été liée, il s'est trouvé quelque creux, quelque crevasse dans le fable, cette cavité est restée vuide en partie ; alors ses parois intérieures sont souvent revêtues de cristaux. Où ils n'avoient point de grains de fable à réunir, ils se sont réunis plusieurs ensemble ; ils y paroissent avec leur transparence & leur blancheur naturelle, & avec toutes leurs facettes. Quelquefois cette matière ne s'y est pas si bien crystallisée, alors la masse est moins transparente, plus blanche, & pareille aux congelations de quantité de grottes souterraines.

Outre que les cavités sont plus petites dans les plus petits marrons, c'est que souvent les petits marrons n'en ont point, il a été aisé au suc crystallin de pénétrer jusqu'au centre des petites masses; aussi si on cherche de ces cavités, il faut casser les gros marrons.

Cette dernière remarque s'étend à toutes les especes de cailloux. Ceux qui sont en boule, comme ceux d'Orel & de Saint-Dié en Dauphiné, & ceux de Provence, &c. ont presque toujours des cavités. Enfin lorsque les cailloux en boule n'ont point de cavité, quoiqu'ils soient entièrement solides, on trouve souvent dans leur centre des marques de leur première origine. J'ai remarqué, par exemple, des grains de gravier mal réunis dans le centre des cailloux qui sont formés en boules assez régulières, & qu'on trouve auprès de l'endroit où sont nos marrons. J'en ai vu qui avoient de la rougeur à leur écorce, & qui probablement venoient d'un sable mêlé avec de la terre rouge.

Les matieres minérales ressemblent aux pierres par plus d'un endroit. La production des unes & des autres dépend souvent d'une cause semblable. Une eau chargée de parties pierreuses, forme les pierres dans les endroits où elle laisse du sédiment; une eau chargée de matieres minérales, forme de même des minéraux. Les mines de différens métaux, au moins celles qui sont moins anciennes que le monde, doivent leur origine aux parties métalliques qui ont été déposées dans certaines matieres. Je rappellerai à cette occasion des mines de fer dont j'ai parlé ailleurs, sans expliquer d'où leur venoit leur figure; elles sont composées d'une infinité de grains déliés, mais assez arrondis. Ces grains sont mêlés avec une terre rouge. Qu'on fasse déposer dans une terre rouge & compacte une eau qui tient du fer dissous, & qu'on la fasse déposer en des endroits beaucoup plus voisins les uns des autres, que ceux où a déposé notre eau pierreuse, & on expliquera pourquoi la mine de fer s'est formée par petits grains, & tous très-arrondis.

Sur la rondeur que semblent affecter certaines espèces de pierre (talc, gypse), et entre autres sur celle qu'affectent les cailloux - M. DE RÉAUMUR
Académie royale des sciences - Année 1723

GÉOLOGIE
