

Une merveille de la création : l'eau

Par Michel Bouquet

Quoi de plus banal que l'eau ?

Mais en même temps, quoi de plus révélateur du génie divin ?

Cet élément si simple n'est pas seulement riche en symboles (on le retrouve à chaque instant dans la liturgie et dans la sainte Écriture ¹). Il est déjà par lui-même un chef-d'œuvre de la création, dont Michel Bouquet présente ici quelques aspects.

Le sel de la terre.

AU TROISIÈME JOUR, Dieu a pourvu notre planète, la terre, d'abondantes quantités d'eau, sous toutes ses formes. L'eau se présente en effet sous ses trois états physiques :

– L'état solide, la glace, constitue les banquises polaires et les glaciers, alimentés par les chutes de neige ou de grêle.

– L'état liquide, l'eau, constitue les mers et les océans, les fleuves et les lacs, alimentés par les pluies.

– Enfin, l'état gazeux, la vapeur, résulte de l'évaporation des étendues d'eau sous l'action du rayonnement solaire. Elle se dilue dans l'atmosphère et se condense en fines gouttelettes dans les nuages et le brouillard. (Il faut aussi ajouter la vapeur provenant des geysers, conséquence de l'énergie dégagée par les frottements entre les plaques tectoniques qui constituent l'écorce terrestre.)

Au passage, si Dieu a généreusement pourvu la terre et ses habitants de ressources aqueuses très abondantes, il faut remarquer que notre planète

¹ — Sur ce symbolisme de l'eau, voir notamment Dom Bernard MARÉCHAUX, « Étude sur les sacrements, le Baptême », *Le Sel de la terre* 31, p. 98-102.

apparaît comme un cas très exceptionnel dans l'ensemble de notre système solaire.

Sur les autres astres, l'eau est particulièrement rare, voire carrément absente. La présence d'eau a pu être confirmée de façon apparemment certaine sur seulement deux petits satellites : Europe, satellite de Jupiter, et Encelade, satellite de Saturne.

Europe possède une croûte de glace striée ; Encelade, sous l'action des forces de gravitation de Saturne, projette dans le vide spatial des geysers d'eau qui se solidifient aussitôt et viennent ainsi alimenter les superbes anneaux de Saturne. La découverte de ce phénomène est le remarquable résultat des observations effectuées par la sonde américaine Cassini qui gravite au milieu de l'espace saturnien.

Ailleurs, rien ou presque : un peu de glace à la surface de Titan, la plus grosse lune de Saturne ; sur Mars, une présence supposée, annoncée de temps à autre, mais bien laborieuse à affirmer malgré la somme d'efforts et de ressources qui lui sont consacrés. Assez curieusement, si l'homme redouble d'efforts sur terre pour découvrir de nouveaux gisements de gaz naturel, de pétrole, d'uranium ou d'autres métaux, dans l'espace, il recherche... de l'eau !

Dieu a créé l'eau. Il l'a faite avec une précision qui n'est pas à notre échelle de perception. La plus petite quantité disponible, la molécule (du grec *molê* = quantité), a la taille d'un angström (Å, du nom du physicien suédois Anders Jonas Ångström [1814-1874], un des fondateurs de la spectroscopie).

Cette unité de longueur équivaut à un dix milliardième de mètre, largement invisible pour nos yeux humains.

Pour imaginer la place occupée par une molécule d'eau, il faut considérer le diamètre d'un cheveu, qui est de l'ordre du dixième de millimètre soit assez proche de la limite de notre acuité visuelle. Or c'est en alignant bout à bout pas moins d'un million de molécules d'eau que nous atteindrons l'épaisseur d'un cheveu !

Eau, glace et vapeur

Les trois états physiques déjà mentionnés se distinguent en fonction de critères macroscopiques, donc sensibles à notre échelle, et relatifs à leur forme et volume propres.

Ainsi, l'état gazeux correspond à une véritable anarchie permanente. Un gaz n'a pas de forme propre mais celle du récipient qui le contient, et son volume peut varier de façon considérable selon la pression qu'on lui impose. Le liquide, comme le gaz, n'a pas de forme propre ; en revanche, il n'est pas

compressible, du moins à notre échelle de pression. Enfin, le solide possède forme et volume propres, c'est l'état ordonné par excellence ; le liquide apparaît comme un état intermédiaire entre le solide et le gaz.

Au niveau microscopique, ces trois états sont caractérisés par de grandes différences de latitude de mouvement pour leurs molécules, dont l'agitation est de plus en plus restreinte en allant du gaz vers le solide. Cette agitation moléculaire est d'autant plus faible que la température devient plus basse et inversement.

Lorsque le mouvement des molécules finit par devenir nul, la température correspond au zéro absolu soit zéro kelvin, du nom de Lord Kelvin (1824-1907), et équivaut à $-273,16^{\circ}\text{C}$, du nom d'Anders Celsius (1701-1744). C'est à ce physicien suédois, Celsius, que nous devons l'échelle de température, qui définit la fusion de la glace en eau à 100° et l'ébullition de l'eau en vapeur sous une atmosphère à 0° !

Dans ce sens, c'est assez surprenant, et il fallut attendre 1744 pour inverser les valeurs et attribuer 0° à la température de fusion de la glace et 100° à celle de l'ébullition de l'eau.

A la différence des degrés celsius, il n'y a pas de degré kelvin négatif. Ceux-ci correspondraient à un mouvement moléculaire plus faible que l'immobilité, ce qui n'est pas évident et simple à concevoir.

Dans l'eau, les molécules s'agitent donc les unes par rapport aux autres, et cela d'autant plus que la température s'accroît. Quand celle-ci s'abaisse, le mouvement d'agitation diminue et se ralentit, puis, précisément à 0° , les molécules d'eau se rapprochent, et donc s'identifient par un phénomène de reconnaissance moléculaire. Partant de là, elles expulsent de l'espace environnant les molécules différentes et s'ordonnent de façon à amorcer l'ébauche d'un cristal de glace. Celui-ci grossit alors en taille et, peu à peu, la transition de l'état liquide vers l'état solide s'opère. C'est le processus de solidification de l'eau en glace.

Quoi de plus banal, de plus commun, de plus courant ou ordinaire ? Et pourtant... Ces petites molécules d'eau se sont identifiées, reconnues semblables entre elles et ont expulsé toutes les autres molécules de ce qui va devenir la maille cristalline. A ce moment, les molécules d'eau sont entre elles, et elles vont prendre leurs aises, occupant un espace plus large, un volume supérieur d'un 11° (soit 9 %) !

La glace est donc nettement moins dense que l'eau dont elle provient. C'est une évidence que chacun peut vérifier en observant le glaçon qui flotte à la surface d'un verre d'eau.

Les paradoxes de la glace

Ce constat est évident, mais remarquons tout de même que Dieu a créé une minuscule molécule d'eau qui, nonobstant cette petite taille, parvient à se reconnaître, à se regrouper avec ses voisins dans le milieu ambiant, à en expulser les autres entités présentes et finalement à se disposer de façon à engendrer un cristal de glace plus léger, qui flotte sur l'eau dont il provient.

Ce phénomène est complètement anormal. Généralement, les solides ont une densité supérieure aux liquides dont ils sont issus, du fait que le solide est l'état le plus ordonné. Dans le cas de la glace et de l'eau, le phénomène contraire est d'autant plus anormal si on tient compte de son amplitude : près de 10 % !

Banal, au point qu'il ne s'est trouvé aucun Galilée pour dire : « Et pourtant, elle flotte ! » Mais quelles seraient les conséquences climatiques si les banquises polaires gisaient au fond des océans arctiques et antarctiques ?

Poursuivons, car nous ne sommes pas au bout de ce cas paradoxal...

La transition de l'eau vers la glace est appelée solidification, et l'inverse, la fusion. Pour fondre, il est nécessaire de chauffer le glaçon et cet apport d'énergie n'est pas mince. Il convient en effet de fournir 79 calories à un seul gramme de glace pour obtenir le même petit gramme d'eau. (Cette unité, la calorie, n'est plus officielle puisque c'est le joule ; mais elle représente la quantité de chaleur qu'il faut fournir à un gramme d'eau pour élever sa température d'un degré, de 14,5°C à 15,5°C pour être précis. — La définition de la calorie s'appuie sur l'eau comme matière de référence.)

Il faut ainsi fournir autant de chaleur pour fondre un gramme de glace en eau que pour augmenter la température d'un gramme d'eau de près de 79° ! C'est tout simplement énorme.

Inversement, la solidification d'un gramme d'eau en glace va libérer autant de chaleur. Il est paradoxal de constater qu'un cristal de glace libère de la chaleur en se formant ! On observera volontiers qu'en hiver, il fait légèrement plus doux après la chute de la neige qu'avant qu'elle ne tombe (redoux).

La purification de l'eau

Enfin, dernier aspect paradoxal de l'eau et pas le moindre...

Dieu, qui a créé l'eau en abondance, a aussi prévu sa purification ; elle se purifie toute seule, tous les jours, à chaque instant, sans l'aide de quiconque et surtout pas de l'homme qui n'en a pas eu conscience pendant longtemps.

Dieu a pourtant fait en sorte que ce phénomène soit visible puisque la glace flotte sur l'eau. Mais longtemps l'homme ne l'a pas remarqué. En effet, l'eau

est bien la *seule* substance naturelle qui se purifie continuellement par évaporation des mers et des océans d'abord, puis par condensation et précipitation, ou par glaciation selon la latitude.

Cette notion de purification et de corps pur est le fondement sur lequel repose la chimie et qui lui a permis de rompre avec les errements flous et sulfureux de l'alchimie. Tant que cette notion n'était pas acquise, rien de ce qui en a résulté n'était envisageable pour les chimistes, que ce soit les termes de formule, d'équivalence, d'équation chimique, de fonction, de structure, de nom chimique, etc., jusqu'au concept de môle, si difficile à expliquer aux non-chimistes.

Que de tâtonnements, de discours erronés, de vaines querelles, de lents cheminements, tant dans l'expérience que dans la pensée, pour parvenir très progressivement, durant les vingt dernières années du XVIII^e siècle, à cette notion de corps pur, notamment à la suite des travaux décrits par Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794).

Et pourtant, Dieu, dans son infinie bonté, avait tout mis sous les yeux des hommes. Il leur suffisait de regarder, de voir fondre un glaçon tiré de l'eau de mer et de constater qu'il donnait une eau douce, non salée... Mais les hommes n'ont pas regardé l'œuvre de Dieu, et ils n'ont rien vu. Alors, ils ont cherché longtemps, très longtemps.

Ces propriétés remarquables de l'eau et de la glace ont enfin reçu une explication physique. La molécule d'eau est formée de deux liaisons entre l'atome central d'oxygène et chacun des deux atomes d'hydrogène. Cette liaison O-H est très énergétique et très forte d'où une exceptionnelle stabilité thermique de l'eau. Il s'agit d'une liaison de type covalent où chaque atome joue un rôle de partenaire en apportant un électron comme contribution à la liaison.

Toutefois, il subsiste une interaction entre un atome d'hydrogène d'une molécule d'eau et un atome d'oxygène d'une molécule d'eau environnante. Cette liaison est environ cent fois plus faible que la covalence, mais elle joue un rôle essentiel dans les caractéristiques physiques de l'eau, qui est ainsi un liquide fortement lié du point de vue intra et inter-moléculaires.

Cette même interaction entre molécules d'eau est aussi responsable de la grande quantité de chaleur à fournir à un gramme d'eau pour le transformer en un gramme de vapeur. La chaleur latente de vaporisation est l'équivalent de ce qui a été décrit précédemment au sujet de la fusion mais cette fois cela concerne le passage de l'état liquide à l'état gazeux. Il faut 539 calories pour transformer ce gramme d'eau à 100 °C en vapeur.

L'eau permet la vie

D'autres propriétés physiques de l'eau font de cette petite molécule une merveille de la création, notamment sa constante diélectrique, son moment dipolaire, sa tension de surface qui lui confère un pouvoir de dissolution remarquable et une grande aptitude à la capillarité.

La vie dans l'eau

L'eau dissout de nombreuses substances liquides, gazeuses ou solides qu'elles soient ioniques comme le sel (chlorure de sodium) ou covalentes. La solubilité de certains gaz tel l'oxygène est particulièrement importante pour le développement de la vie aquatique.

— A 15 °C et sous la pression atmosphérique, un mètre-cube d'eau peut dissoudre 48 g de gaz oxygène (soit l'équivalent de $48 \times 22,4 / 32$ litres = 33 litres de gaz).

— A 0 °C, dans les régions froides de la planète, cette solubilité est encore accentuée et atteint presque 70 g (soit $70 \times 22,4 / 32 = 50$ litres de gaz oxygène). Dans ces mêmes conditions, le gaz carbonique ou dioxyde de carbone, substance pourtant hydrophobe, est soluble jusqu'à 3,3 kg par tonne, soit en volume $3300 \times 22,4 / 44 = 1680$ litres !

L'eau dans les plantes

Les gouttes de pluie et autres formes de précipitation mouillent le sol et l'eau se disperse finement à l'intérieur, en assurant la vie de myriades d'invertébrés et de micro-organismes sans lesquels l'agriculture n'est pas possible. Un sol sans eau est un sol mort.

Captées par les poils absorbants des végétaux, collectées par leurs racines, les molécules d'eau sont convoyées à travers de très fins canaux et grâce à cette capillarité d'autant plus forte que la section des canaux est faible, l'eau va grimper le long des tiges jusqu'à la cime de la plante. Ainsi, toutes les feuilles seront irriguées jusqu'à celle du sommet de l'arbre, ce qui signifie parfois quelques dizaines de mètres au-dessus du sol.

Pour réaliser l'amplitude de ce phénomène, il suffit de dire que la pression atmosphérique correspond au poids d'une colonne de mercure de 0,76 m soit l'équivalent d'une colonne d'eau de $13,6 \times 0,76 = 10,33$ m de hauteur. Au-delà de cette hauteur, il est donc impossible d'élever de l'eau par simple aspiration. Et pourtant, combien d'arbres dépassent cette taille sans mourir pour autant de soif au-delà de 10,33 m d'altitude !

L'eau est essentielle à la vie végétale car, une fois parvenue et largement diffusée dans ces immenses surfaces que constituent les feuilles, l'eau, sous l'action de la lumière solaire, du vent et du gaz carbonique contenu dans l'atmosphère, participe au processus de photosynthèse, libérant de l'oxygène gazeux et assurant à l'automne lors de la descente de la sève, la formation d'un nouvel anneau de croissance du tronc.

Que l'eau vienne à manquer, que la pression hydrostatique sur les racines baisse et l'alimentation ascendante cessera. Les plantes et la forêt dépérissent, sèchent et meurent, et, avec elles, les êtres vivants qui s'y trouvent.

L'eau chez les animaux

L'eau est aussi essentielle à la vie animale et humaine, à l'ensemble des êtres vivants, avec des besoins très divers d'une espèce à l'autre. Chez les humains, l'eau est le constituant majeur du sang et permet le transport de l'oxygène du sang artériel vers tous les organes, ainsi que l'évacuation du gaz carbonique contenu dans le sang veineux. Les gaz transportés de la sorte ne le sont pas par simple dissolution dans le sang, mais par fixation sur des cellules appropriées, les globules rouges ou hématies qui disposent, à leur surface, d'un pigment, l'hémoglobine, qui réalise cette absorption.

Ce transport est permanent. Qu'il vienne à s'arrêter pour une cause accidentelle, le délai de survie de nos organes est particulièrement court, de l'ordre d'une minute ou deux pour le cerveau.

Les êtres humains, dont le corps, les organes et le sang sont essentiellement composés d'eau, absorbent de façon quotidienne des substances hydrophobes – insolubles dans l'eau –, telles que des hydrocarbures, des médicaments, des pesticides, adjuvants, colorants, etc. Quel est donc le système qui permet d'éliminer par un environnement aqueux toutes ces substances insolubles dans l'eau (élimination sans laquelle il y aurait, à très brève échéance, un empoisonnement fatal)? Ce système existe et porte le nom de *détoxiquant* puisqu'il empêche l'intoxication. Il repose sur une transformation des substances hydrophobes en composés mono-hydroxylés, lesquels sont ensuite rendus parfaitement hydrosolubles par adjonction d'un sucre, et éliminés par les voies aqueuses naturelles.

Les cytochromes P-450, qui sont présents dans les mitochondries du foie, sont les enzymes capables de mono-hydroxyler des substrats hydrophobes comme l'hexane, et réalisent *in vivo*, à 37 °C, une véritable prouesse qu'aucun chimiste ne saurait actuellement accomplir *in vitro*, même en chauffant et en ayant recours aux oxydants les plus puissants.

Pas de vie sans eau

L'eau est le support de la vie, le vecteur qui apporte ce qui est nécessaire aux organes mais aussi qui évacue les déchets. Le plus bel exemple de relation entre l'eau et la vie, c'est le fœtus qui se développe en milieu aqueux dans le sein de sa mère.

Il n'y a pas de vie sans eau ; mais il ne suffit pas d'avoir de l'eau pour que la vie s'y développe.

Il a été fait mention, au début de cet article, de la présence d'eau sur quelques satellites de grosses planètes de notre système solaire. Toutefois, on peut considérer que la présence dans cette eau d'organismes vivants est fort peu probable compte tenu des conditions de température du milieu, qui sont nettement en dessous de -150°C à cause de l'éloignement du soleil. Il y a de l'eau certes, mais pas de vie.

L'eau seule ne suffit pas pour engendrer la vie mais elle y contribue grandement – grâce à Dieu, pour sa gloire et notre bonheur.

Deo gratias !



*

LE SEL DE LA TERRE

Donner le goût de la sagesse chrétienne

*Revue trimestrielle
de formation catholique*



Maintenir et conserver la saveur du sel de la doctrine quand tout autour devient insipide par la suite de l'abandon de Dieu, c'est le défi que la revue s'impose par son nom même. Le *Sel de la terre* vous offre tous les trois mois des articles simples, diversifiés, adaptés et d'une sûreté doctrinale éprouvée afin de nourrir votre vie spirituelle.

- **Simple**, le *Sel de la terre* ne requiert de ses lecteurs **aucun niveau spécial de connaissance** ; il s'adresse à tout catholique qui veut approfondir sa foi.
- **Diversifié**, le *Sel de la terre* propose à tous une **formation catholique vraiment complète** : études doctrinales et apologétiques, spiritualité et Écriture sainte, histoire et arts de la civilisation chrétienne viennent tour à tour nourrir votre intelligence.
- **Adapté**, le *Sel de la terre* présente les vérités religieuses **les plus utiles** à notre temps et dénonce les erreurs qui menacent aujourd'hui les intelligences.
- **Traditionnel**, le *Sel de la terre* est publié sous la responsabilité d'une communauté dominicaine qui se place **sous le patronage de saint Thomas d'Aquin**, pour la sûreté de la doctrine et la clarté de l'expression.

Cet article vous a plu ?

Vous pouvez :

[Vous
abonner](#)

[Découvrir
notre site](#)

[Faire
un don](#)

Trouvez plus de 1000 articles en accès libre !