

Souvent en science, le vocabulaire s'enrichit au fil des découvertes. Ainsi sont apparus peu à peu au XX<sup>e</sup> siècle les termes « génétique », puis « gène » et enfin « génome » à mesure que les connaissances sur l'hérédité progressaient. Toutefois, dans certains domaines, par exemple liés à des phénomènes communs, il arrive qu'un vocabulaire pré-existe aux études scientifiques et les perturbe. Le gel de l'eau est un cas emblématique de cette situation.

Comment l'eau gèle-t-elle ? Pourquoi gonfle-t-elle en gelant ? Pourquoi, parfois, l'eau ne gèle-t-elle pas, même par grand froid ? Comment les fleuves gèlent-ils ? Et la mer ? Aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles, nombre de savants se penchaient sur ces questions. Toutefois, malgré l'aspect très banal du problème étudié, la théorie a été longue à progresser. Il est vrai que le problème est complexe. L'histoire de cette quête est semée d'embûches ou de freins et de mauvaises intuitions évidentes. L'un de ces freins était sans doute le vocabulaire employé. Le choix des mots était souvent trop diversifié, englobant des notions différentes que les savants essayaient de comprendre ensemble, ou trop général – pas assez précis

## L'ESSENTIEL

■ Difficile de comprendre un phénomène quand le vocabulaire qui le décrit prête à confusion.

■ En voulant expliquer en même temps le gel de l'eau, la coagulation et la fermentation, les savants des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles se sont fourvoyés.

■ Un terme négligé, bouzin, aurait facilité leur compréhension du gel des fleuves.

■ Et parce qu'un seul mot, glaçon, décrivait toutes sortes de glace vues en mer, ils ont cru qu'elles n'avaient qu'une origine.

Double page précédente : © Heritage Images Corbis

pour que l'on raisonne et distingue les différents mécanismes sous-jacents. Ou, tout simplement, le vocabulaire était absent.

Dès 1669, l'Académie des sciences s'attache à comprendre le gel de l'eau. « Il n'appartient pas à tout le monde d'être étonné que le lait se caille. Ce n'est point une expérience curieuse et connue de peu de gens. C'est une chose si ordinaire qu'elle en est presque méprisante » affirme-t-elle. Elle ajoute cependant qu'un philosophe peut y trouver beaucoup de matière à réflexion et qu'il n'est pas indigne de se pencher sur le gel de l'eau, mais aussi du sang, tant veineux qu'artériel, de la sève, de « l'eau trouvée dans le péricarde d'un cheval », de la graisse, du lait...

De cet inventaire à la Prévert, l'Académie demande d'embrasser et de comprendre simultanément les phénomènes de durcissement, congélation, coagulation, solidification, voire fermentation. Dans son ouvrage *La Formation de l'esprit scientifique* (1938), le philosophe Gaston Bachelard donnera cet exemple pour illustrer un des obstacles épistémologiques à la progression des idées : la généralité. De fait, cette généralisation hâtive fait perdre de vue

## Des glaçons bien équivoques

Jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle, un unique mot – glaçon – désignait toutes les sortes de glace : glace de mer, glace de rivières ou icebergs provenant de glaciers. Le marin n'avait qu'un mot pour décrire ce qu'il avait vu. Ainsi, à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, l'explorateur néerlandais Wilhem Barentz parle de glaçons qui « flottaient aussi haut que les montagnes à sel que l'on voit en Espagne ».

À l'évidence, il décrit des icebergs provenant de glaciers continentaux. Puis, quelques lignes plus loin, il relate que la vitesse et la force du vent séparent les glaces en de gros glaçons. Ici, il s'agit manifestement de glace de mer.

Au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, le marin français Jean-Baptiste Bouvet de Lozier (1706-1787), à la recherche du continent austral, raconte avoir vu des glaçons... preuve rassurante de la présence d'une terre. Il s'agit vraisemblablement là aussi de glace de mer. À la même

époque, le poète jésuite Joseph de La Porte décrit la chute d'un glaçon du plus haut de la montagne, qui se détache, tombe et bondit avec éclat sur d'autres glaçons qu'il entraîne avec lui – il a probablement été témoin d'une avalanche.

En 1774, dans son *Traité de météorologie*, l'abbé Louis Cotte explique que les glaçons, infiniment petits, s'unissant mal entre eux, ne peuvent composer que des flocons fort légers. Il décrit sans doute ici la formation de la neige. Et le *Nouveau dictionnaire universel des arts et*

*des sciences* publié en 1756 définit le givre comme une « sorte de gelée blanche, qui s'attache aux arbres et y fait quelquefois des glaçons » (voir ci-dessous)...

C'est ainsi que les naturalistes dans leur cabinet n'ont qu'un seul et unique écho de toutes les formes de glace terrestre rencontrées.

**GELER.** *v. act. & n. lat. Congelare, gelu concrefcere. angl. to freeze.* Glacer, causer un grand froid qui enduret les choses liquides.

**GIVRE.** *f. f. lat. Pruina. angl. hoar, frost or rime.* Sorte de gelée blanche, qui s'attache aux arbres & y fait quelquefois des glaçons. Dans le *blasen*, serpent à queue ondée ou tortillée.

**GLACE.** *f. f. lat. Glacies. angl. ice.* Liqueur fixée par le froid et qui a perdu son mouvement. *Glace* de miroir est une surface unie & polie, soit de verre, de cristal, ou de métal qui réfléchit la lumière. On appelle aussi *glace* un brocard tiffu d'or ou d'argent glacé ; un blanc d'œuf & de sucre batus ensemble qu'on coule sur le biscuit ou sur des fruits.

**GLAÇON.** *f. m. lat. Congelatum frustum. angl. a piece of ice.* Morceau de glace.

les spécificités de tous ces phénomènes complexes et de natures différentes.

Une vingtaine d'articles publiés dans les premiers tomes des *Mémoires et comptes rendus de l'Académie*, couvrant la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, relatent de très nombreuses expériences sur les « liqueurs » les plus variées – eau, lait, sang, fiel, graisse, sève... L'objectif est de trouver le mécanisme qui explique toute forme de durcissement. À l'époque, la seule solution pour étudier le gel est d'effectuer les expériences durant les nuits les plus froides de certains hivers, tels ceux, particulièrement rigoureux, de 1670, 1682 et 1684. De notoriété publique, les sous-sols de l'Observatoire de Paris sont extrêmement froids et la majorité des expériences y sont effectuées. La plus célèbre reste celle de Christian Huygens.

## L'eau, c'est comme la bière

Un soir d'hiver en 1667, le physicien néerlandais remplit d'eau le canon d'un pistolet, le bouche hermétiquement et l'expose au froid... Au matin, le canon avait explosé. L'Académie note avec raison que « quelle que soit la cause d'un effet si violent, elle n'y paraît guère proportionnée ». L'année suivante, le mathématicien Jacques Buot refait l'expérience avec d'autres liquides, notamment de l'huile, et le canon n'explose pas. On en conclut à tort, mais durablement, que ce sont les bulles d'air contenues dans l'eau qui provoquent le surprenant effet.

Des décennies durant, les savants feront bouillir de l'eau pour la purger et constater, ou non, qu'elle gèle plus vite ou qu'elle gonfle moins en gelant. La présence ou non de bulles d'air permet le lien avec la fermentation et on peut encore lire dans l'édition de 1750 de la *Relation du monde de Mercure* du chevalier de Béthune, un officier de la Marine, une singulière comparaison entre la bière et l'eau. Si la bière fermente, explique l'auteur, c'est parce qu'elle contient des bulles d'air et que l'air circule. Il ajoute que c'est ainsi que l'eau purgée de son air se glace sans étendre sa masse, parce qu'elle ne fermente point. Elle se durcit et ne laisse pas voir les bulles habituelles qui causent son extension.

D'autres, tel l'académicien Jacques Dortous de Mairan, cherchent, en vain, un unique mécanisme pour expliquer le gel de l'eau et le durcissement du jaune d'œuf cuit. Il faudra attendre le XX<sup>e</sup> siècle pour comprendre le rôle de la liaison hydrogène dans le gel

de l'eau (avec le froid, les molécules d'eau s'interconnectent par de telles liaisons). Et encore, connaissons-nous vraiment tous les mystères de cette liaison aujourd'hui ?

Un vocabulaire trop foisonnant a donc contribué à ralentir la compréhension du gel de l'eau en orientant les savants vers de mauvaises hypothèses. Dans le cas du gel des fleuves ou de la mer, en revanche, c'est plutôt le manque de mots clairs et appropriés qui semble avoir été un lourd handicap.

Déjà, comment de l'eau en mouvement peut-elle geler ? En particulier, comment les fleuves gèlent-ils ? La glace se forme-t-elle par le haut, comme le suggère la raison, ou par le bas, comme le prétendent les marinières et bateliers qui affirment voir chaque hiver des corbeilles à anguilles remonter en surface ? La controverse commence en 1580, année où le céramiste et savant Bernard Palissy pense que les fleuves gèlent par la surface – sinon, que deviendraient les poissons ? – et s'achève en 1828, année où François Arago démontre que les fleuves commencent à geler près des aspérités de leur lit. Pendant près de trois siècles, académiciens et gens du fleuve se sont opposés. Pourtant, un mot, éphémère comme tant d'autres – le « bouzin » –, renfermait à lui seul la description et la compréhension

## ■ L'AUTEUR



Frédérique RÉMY, directrice de recherche au CNRS, est responsable de l'équipe

« cryosphère » à l'observatoire Midi-Pyrénées, à Toulouse.

## Un bouzin éphémère

**Un des arguments des marinières, meuniers ou bateliers pour affirmer que les fleuves gèlent par le bas est que la partie inférieure de la glace trouvée en surface est un mélange spongieux de glace et de sable, preuve que la glace se forme au fond du lit et remonte en surface.**

L'abbé Nollet, physicien du XVIII<sup>e</sup> siècle (*ci-contre*), se moque de ceux qui « soutiennent opiniâtrement que la glace se forme par le fond » et dénomme bouzin ce curieux mélange.

Dans le *Nouveau dictionnaire universel des arts et des sciences* de 1756, le bouzin, bousin ou boursin est une croûte de terre mélangée à de la pierre friable. Par exemple, il faut ébouziner les pierres avant de les tailler. Pour l'abbé, il suffit

donc de démontrer que le bouzin ne vient pas du bas du fleuve mais de l'amont.



Il attend que la Seine gèle, fait placer un tonneau au milieu du fleuve, laisse la glace l'emprisonner peu à peu et surveille... Le bouzin ne vient pas. C'est bien qu'il ne remonte pas du fond !

En 1819, quatre colonnes sont encore consacrées au bouzin et aux travaux de Nollet dans le tome III de l'*Encyclopédie méthodique* du mathématicien Gaspard Monge, lorsque le thème du gel des fleuves est abordé au sein de l'article « glace ». Mais le mot disparaît ensuite très vite et ne semble pas connu des autres physiciens. Pourtant, ce qu'il désignait constituait bien une preuve que les gens du fleuve disaient la vérité...