

Auteurs : Equipe La main à la pâte (plus d'infos)

Résumé : Compléments scientifiques apportés pour la séquence "L'eau, un liquide pas comme les autres" extraite des activités du site Sonnentaler, site miroir en Allemagne du site Internet de La main à la pâte. Cette séquence a été créée à l'Université technique de Braunschweig, dans le cadre de la licence (bachelor) de Melanie Schultalbers, au sein du groupe de didactique de la physique du Professeur Rainer Müller. Sa traduction a été assurée par Aurore Fargette, étudiante à l'école Polytechnique, en stage à La main à la pâte. Accéder à la séquence

Copyright : Creative Commons France. Certains droits réservés.



L'eau et ses propriétés

L'eau possède plusieurs propriétés inhabituelles, parmi lesquelles son anomalie de densité, ses points de fusion et d'ébullition élevés et sa grande capacité thermique.

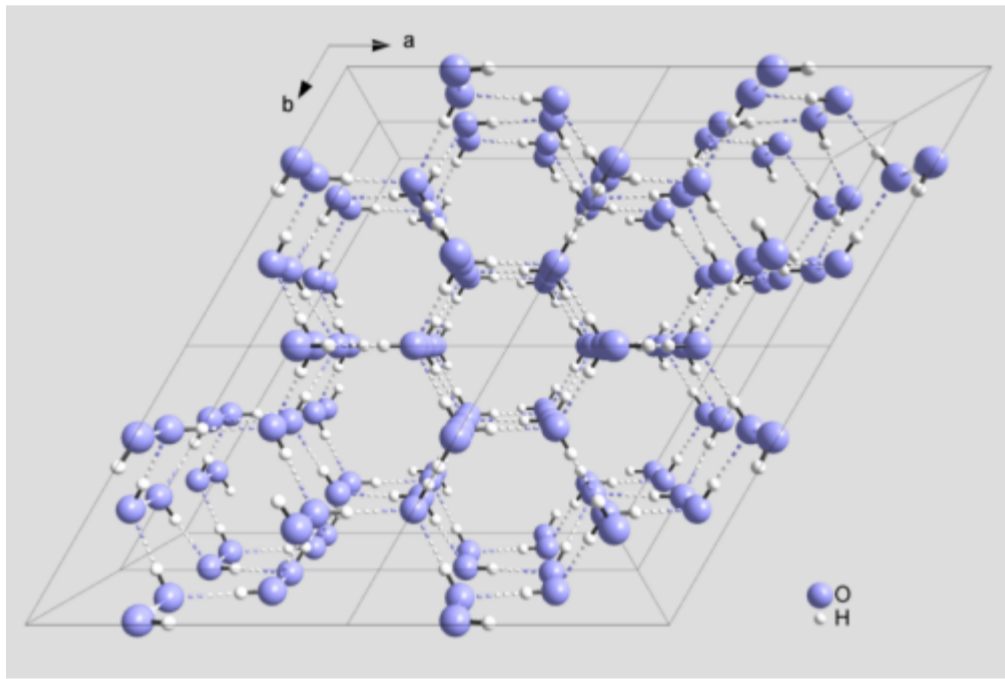
L'eau est une molécule composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Sa formule chimique est H_2O . Les atomes sont liés entre eux par une liaison covalente (liaison atomique). On parle de liaison covalente lorsque deux atomes non-métaux sont liés chimiquement.

L'eau met en jeu des liaisons hydrogène dans lesquelles les atomes d'hydrogène possèdent une charge partielle positive. Le caractère dipolaire de la molécule d'eau s'explique par cette charge partielle positive de l'atome d'hydrogène et par la charge partielle négative de l'atome d'oxygène. Les deux liaisons OH forment un angle de $104^{\circ}40'$.

Le caractère dipolaire de la molécule d'eau permet de former de grandes associations de molécules. Ces formations, de formule $(H_2O)_n$, permettent une augmentation apparente de la masse moléculaire de 18 à $n \times 18$.

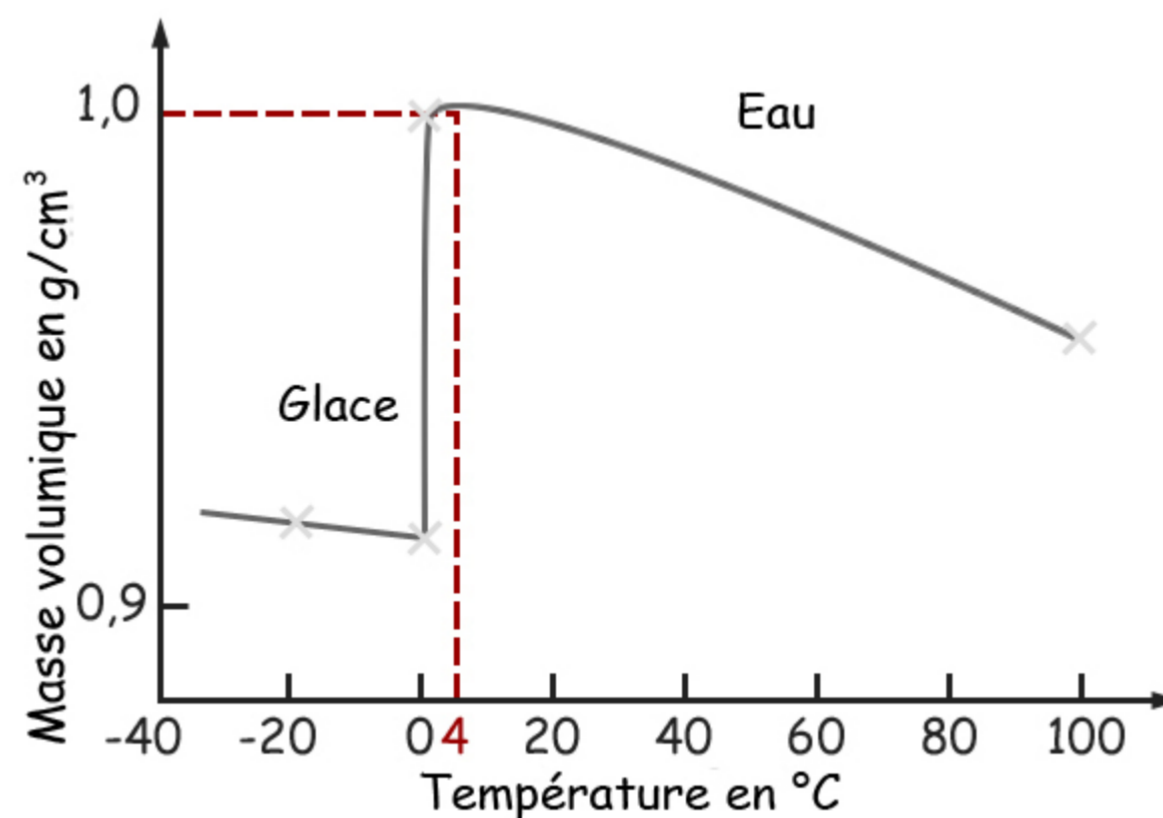
Les liaisons hydrogène contribuent à la création de ces formations plus importantes. En raison de sa charge partielle positive, chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau peut, en plus de sa liaison covalente avec l'atome d'oxygène, se lier à un autre atome doté d'une paire d'électrons non engagés dans une liaison covalente. Ce type de liaison repose sur l'attraction électrostatique, et est qualifiée de liaison hydrogène. Cette liaison est relativement faible par rapport aux liaisons covalentes. Alors qu'une liaison covalente OH possède une énergie de liaison d'environ 463 kJ/mol, l'énergie de liaison molaire d'une liaison non covalente entre hydrogène et oxygène ne représente qu'environ 4,3 % de l'énergie de la liaison covalente correspondante.

A l'état solide, chaque molécule d'eau est entourée de manière tétraédrique par quatre autres molécules d'eau. Chaque atome d'oxygène est lié à deux atomes d'hydrogène par des liaisons covalentes, et à deux autres atomes d'hydrogène par des liaisons hydrogène. Du fait du réseau des liaisons hydrogène, il s'agit d'une structure ouverte.



Structure de la glace

Lors d'une augmentation de la température, l'agitation moléculaire augmente, avec pour effet la rupture de certaines liaisons hydrogène ; cette structure s'effondre alors partiellement. L'anomalie de densité de l'eau peut donc s'expliquer ainsi :

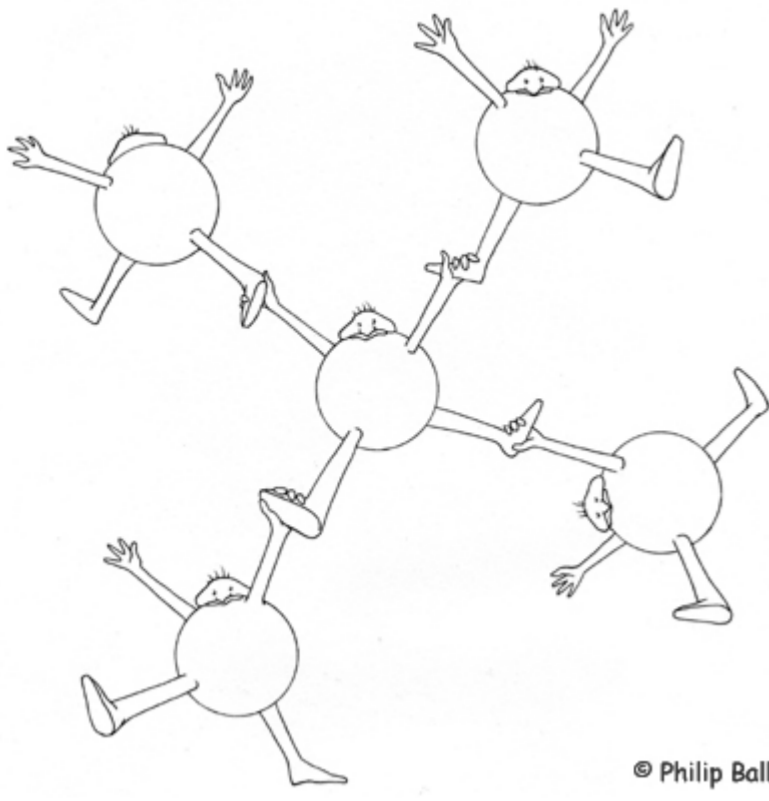


Masse volumique de l'eau en fonction de la température

Lorsque la glace fond, sa structure très ordonnée disparaît ; les molécules d'eau peuvent alors être plus proches les unes des autres, ce qui conduit à une augmentation de la masse volumique, avec un maximum à 4°C. Mais au-delà, l'agitation thermique croissante conduit à occuper un volume plus grand, et la masse volumique diminue.

La masse volumique d'un corps correspond au quotient de sa masse m par son volume V . Pour l'eau, la masse volumique est la plus élevée à 4°C, où elle vaut $1,000 \text{ g/cm}^3$. Elle diminue jusqu'à $0,998 \text{ g/cm}^3$ lors d'un refroidissement jusqu'à 0°C, et jusqu'à moins de $0,92 \text{ g/cm}^3$, par à-coups, lorsqu'elle gèle.

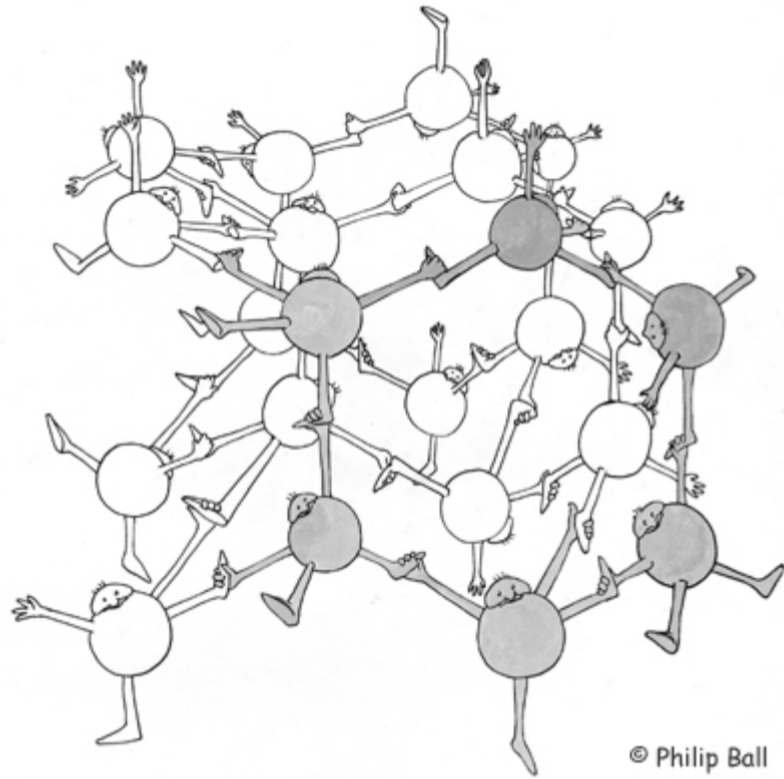
On a choisi le corps humain pour modéliser la structure d'une molécule d'eau. Les mains représentent les deux atomes d'hydrogène, les pieds les paires d'électrons non covalentes de l'oxygène. Si l'on écarte bras et jambes de façon à établir un angle de 90° à la hanche, on obtient une configuration tétraédrique. Pour représenter les liaisons entre molécules, chaque main peut attraper un pied d'une autre « molécule ».



© Philip Ball

Modèle représentant les liaisons hydrogène (© Philip Ball)

Dans la glace, chaque molécule d'eau est liée à quatre autres molécules d'eau par des liaisons hydrogène. Il se forme un anneau hexagonal.



© Philip Ball

Formation d'un anneau hexagonal dans la glace (© Philip Ball)

Source URL: <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/12055/leau-et-ses-proprietes>