

FRANÇOIS BONIN

EAU.POUVOIRS

Étude sur les particularités de l'eau

Avant-propos

Il y a tellement à dire sur l'eau que nous avons craint de nous noyer dans la masse d'informations disponibles, si nous nous laissons porter par la vague de nos intérêts; par contre, malgré les risques d'un naufrage, nous savons que pour apprendre et comprendre, nous devons au moins nous mouiller. Alors on se jette à l'eau, mais pour éviter de patauger, nous avons décidé de cibler notre champ d'étude qui porte essentiellement sur les caractéristiques de la molécule d'eau. En fait, nous voulons identifier comment ces particularités confèrent à l'eau ses propriétés et ses grands pouvoirs.

PARTIE 1

ÇA COULE!!!

CHAPITRE 1.1 : GÉNÉRALITÉS.

L'eau est partout et elle est polyvalente dans son utilisation; elle est habituellement liquide, mais elle peut aussi se retrouver sous forme solide et gazeuse. La forme que prend la molécule d'eau dépend de la température ambiante ainsi que de la pression atmosphérique.

L'eau bout à 100°C et lorsqu'elle bout, il ne sert à rien de la chauffer encore plus car, rendue à son point d'ébullition, l'eau se transforme en vapeur et sa température n'augmente plus. À l'autre extrémité, l'eau gèle à 0°C, c'est sa température de fusion alors que le liquide se transforme en solide.

La pression atmosphérique au niveau de la mer est d'environ 101,3 kPa et, à cette pression, l'eau bout à 100°C; cependant lorsque la pression est plus faible, comme sur une montagne, l'eau bout à une température inférieure; on parle de 1°C en moins à tous les 300 m. Ainsi, à 900 m d'altitude, l'eau bout à 97°C; au sommet de l'Everest, elle bout à 60°C et sur Mars, dont l'atmosphère est moins dense que sur la terre, l'eau entre en ébullition dès qu'elle atteint 0°C. Inversement si la pression est plus forte, comme dans le

fond de la mer, l'eau bout seulement lorsque sa température dépasse 100°C.

Une eau relativement pure présente une faible couleur bleue par nature. L'eau est absolument indispensable à la vie et la proportion d'eau contenue dans le corps humain est d'environ 70%; les deux tiers du volume total d'eau de l'organisme sont dans les cellules vivantes. L'alimentation doit assurer un apport important et constant en eau, pour renouveler toute celle qui est évacuée par l'urine et la sueur.

L'eau ne fait pas rouiller le fer comme on le croit souvent; c'est l'oxygène, contenu dans l'air et dans l'eau, qui en est l'agent principalement responsable.

Le cycle de l'eau, selon notre ami Larousse, se décline comme ceci : le soleil provoque l'évaporation de l'eau des océans, des lacs, des fleuves, des rivières et du sol, ainsi que la transpiration des végétaux. Lorsque l'air est saturé en vapeur d'eau, celle-ci se condense en formant des nuages. L'eau retombe alors à la surface de la terre sous forme de précipitations (pluie ou neige), alimentant les rivières (eaux de ruissellement) ou pénétrant lentement dans le sol (eaux d'infiltration).

La masse d'un litre d'eau est de 1 Kg.

L'eau est une molécule composée de deux atomes d'hydrogène, liés à un atome d'oxygène; sa formule chimique est H₂O.

Un atome est composé de protons et de neutrons, qui sont contenus dans son noyau, et d'électrons qui gravitent à l'entour du noyau et qui sont en nombre égal aux protons. Les protons possèdent une charge positive, alors que les électrons montrent une charge équivalente mais négative; cela fait en sorte que l'atome est globalement neutre, étant donné que les neutrons n'ont pas de charge. En creusant encore un peu, on découvre que les protons et les neutrons, contenus dans le noyau, sont eux-mêmes composés de quarks, tandis que l'électron est encore considéré comme une particule fondamentale, vu que rien ne semble pouvoir le décomposer.

Toutes ces particules sont tellement petites qu'il nous faut de puissants microscopes pour les voir; en outre, il est impossible de vraiment imaginer le nombre de molécules d'eau dans un petit lac, car un seul gramme d'eau contient 33 000 milliards de milliards de molécules.

PARTIE 2

CARACTÉRISTIQUES ET POUVOIRS ASSOCIÉS

Caractéristique.1 : la molécule d'eau est polaire.

Pouvoir.1.1 : cette particularité fait que les molécules d'eau s'attirent les unes les autres.

La molécule d'eau forme un angle de $104,45^\circ$ au niveau de l'atome d'oxygène. L'atome d'oxygène a une électronégativité* plus forte que l'atome d'hydrogène, soit 3,5 contre 2,2; cela est dû au fait que l'oxygène contient plus de protons dans son noyau atomique que l'hydrogène, alors l'atome d'oxygène se charge négativement et les atomes d'hydrogène positivement. La charge n'est pas répartie uniformément dans la molécule, même si au total, la molécule possède une charge nulle.

Une molécule qui présente une différence de charge est dite dipôle. L'eau a un moment dipolaire de 1,83 debye (D). Le côté positif d'une molécule d'eau attire le côté négatif d'une autre molécule d'eau et un tel lien électrique, et non chimique, entre les deux molécules s'appelle une liaison hydrogène. L'atome d'hydrogène fait le pont entre deux atomes ou plus alors qu'il n'a qu'un seul électron; cette liaison ne se manifeste qu'avec des atomes très électronégatifs.

Cette force d'attraction, due aux liaisons hydrogène, donne une grande cohésion à l'eau et constitue la tension superficielle de l'eau, qui est en fait la résultante des forces entre les molécules d'eau. Cette tension se comporte comme une membrane et peut supporter certains insectes, qui

réussissent à marcher sur l'eau sans se mouiller. D'ailleurs, l'eau possède la tension superficielle la plus élevée de tous les liquides.

Pouvoir.1.2 : l'eau peut s'élever par elle-même dans de petits conduits, c'est ce que l'on appelle la capillarité et cela est encore dû à la tension superficielle.

Pouvoir.1.3 : les molécules polaires s'orientent par rapport aux autres dipôles ou aux particules chargées et elles jouent un rôle essentiel dans les réactions chimiques qui se déroulent dans les cellules de l'organisme.

Caractéristique.2 : l'eau possède une forte capacité thermique.

Pouvoir.2.1 : la molécule d'eau absorbe ou dégage une grande quantité de chaleur avant que sa température change de façon significative. Le point élevé d'ébullition de l'eau est dû aux liaisons hydrogène* entre les différentes molécules d'eau. La capacité thermique de l'eau est de 4,185J. Sa conductivité thermique est à peu près quatre fois supérieure à celle des autres liquides, c'est pour cela que l'eau est utilisée dans les calorifères des chauffages centraux des maisons.

L'eau a la capacité d'absorber une grande quantité de chaleur en se transformant en vapeur; on voit aussi l'hiver, alors que l'air est plus froid que l'eau, la redistribution de la chaleur que le fleuve a accumulée durant l'été.

La conductivité thermique de l'eau augmente avec la température et cela jusqu'à environ 135°C; au-delà, elle diminue. Cette conductivité s'amplifie aussi avec l'augmentation de la pression.

Caractéristique.3 : les molécules d'eau acceptent facilement qu'un certain nombre de molécules différentes s'insèrent au milieu d'elles.

Pouvoir.3.1 : l'eau est un solvant* impressionnant vu que cette molécule peut dissoudre de nombreuses substances, que ce soit des solides comme du sucre, des liquides comme l'alcool ou des gaz comme l'azote de l'air. C'est pour cela que plusieurs liquides, comme le vin, le sang ou l'urine contiennent beaucoup d'eau. L'eau, au niveau de notre organisme, est un

excellent moyen de transport et un élément important d'échange de substances.

Lorsqu'un composé ionique* ou polaire pénètre dans l'eau, il est entouré de molécules d'eau. La relative petite taille des molécules d'eau fait que plusieurs d'entre elles entourent la molécule du soluté*. Les dipôles négatifs de l'eau attirent les régions positivement chargées du soluté et vice versa pour les dipôles positifs.

L'eau salée ou l'eau sucré sont des mélanges parfaitement homogènes et les mélanges homogènes sont appelés solutions. Le solvant est le corps qui dissout et le soluté, celui qui est dissous. Dans ces mélanges-ci, c'est évidemment l'eau qui est le solvant.

L'apparence laiteuse de l'eau, tirée d'un robinet, est due à la formation de très fines bulles de gaz provenant de l'air contenu dans l'eau; l'air va s'échapper graduellement et l'eau va redevenir très claire. En faisant bouillir de l'eau, nous enlevons aussi à l'eau les bulles d'air qu'elle contenait.

Si votre eau est dite dure, c'est qu'elle contient du calcium et du magnésium. De l'eau qui dégoute et qui laisse des tâches verdâtres est un indice que du cuivre, provenant des canalisations, est en contact avec l'eau qui devient un peu acide; si les tâches sont brunes, c'est du fer en solution.

Les principaux composants chimiques contenus dans les eaux de nos rivières sont le calcium, le magnésium, le sodium, le bicarbonate, le chlorure et le sulfate. Les concentrations de ces minéraux varient d'une rivière à l'autre.

À la surface d'une rivière, une partie de l'air, qui est en contact avec l'eau, va se dissoudre dans l'eau avec le résultat que l'eau contiendra alors un peu d'oxygène. Cet oxygène permet alors aux poissons de vivre; les poissons recherchent souvent les rapides vu que l'eau, à ces endroits, contient davantage d'oxygène, étant donné qu'il y a plus de contacts entre l'eau et l'air et donc plus d'oxygène qui se dissout dans l'eau.

La solubilité d'un gaz dans l'eau dépend de sa composition; par exemple, l'oxygène (O_2) se dissout 2 fois plus que l'azote (N_2) alors que pour le fameux gaz carbonique (CO_2), c'est 52 fois plus.

L'eau pure n'existe que dans les laboratoires, car l'eau dissout presque tous les corps qui viennent en contact avec sa molécule. Les eaux de pluies se chargent de minéraux contenus dans l'atmosphère et les eaux de ruissellement et d'infiltration accumulent des minéraux et des matières organiques qui se trouvent sur leur passage. L'eau qui coule de la rivière au fleuve et jusqu'à la mer s'enrichit alors de sels minéraux et autres substances lors de son périple; c'est pour cela que l'eau de mer a une salinité au moins 200 fois plus élevée que l'eau douce; malgré cela, l'eau de mer est constituée d'environ 96% d'eau pure.

Pouvoir.3.2 : grâce à sa particularité de dissolution, l'eau à la capacité d'absorption. En dissolvant le gaz carbonique (CO_2), l'eau absorbe une bonne quantité de ce gaz à effet de serre, ce qui est bon pour la qualité de l'air; cependant, l'absorption de ce gaz a tendance à acidifier l'eau et donc à en diminuer sa qualité, ce qui est moins bon pour le développement des organismes du début de la chaîne alimentaire.

Caractéristique .4 : l'eau distillée présente un pH* de 7.

Pouvoir.4.1 : Avec un pH de 7, les solutions sont neutres, ni acides ni basiques. Le pH traduit la concentration d'ion H_3O^+ dans une solution. Si le pH est inférieur à 7, c'est une solution acide, et s'il y est supérieur, c'est une solution basique ou alcaline.

Le café a un pH de 5 et est donc un produit acide alors que le lait de magnésie, un produit basique, a un pH de 10,5. Le pH représente le rapport entre la quantité d'ions H^+ et d'ions OH^- ; lorsque les quantités sont égales nous avons un pH de 7. Par exemple, dans une solution, il y a alors 10 millions d'ions H^+ et 10 millions d'ions OH^- . Lorsque le pH change de 1, les concentrations changent d'un multiple de 10 et vont dans le sens inverse l'une de l'autre. Un pH de 6, dans la solution précédente, indiquerait qu'il y a alors 100 millions d'ions H^+ et seulement 1 million d'ions OH^- . Le pH

normal de la pluie ou de la neige est légèrement acide, soit 5,6, parce que l'eau réagit avec le dioxyde de carbone (CO_2) qui est dans l'atmosphère.

Caractéristique .5 : la densité de l'eau varie avec sa température.

Pouvoir.5.1. : la densité de l'eau douce varie aussi en fonction de la température de l'eau; sa densité maximale, c'est-à-dire 1, existe lorsque l'eau est entre 1°C et 4°C ; une eau plus froide que 0°C se transforme en glace et présente une densité de 0,91 alors qu'une eau plus chaude que 4°C montre une densité de 0,99.

En passant, la masse volumétrique de la neige est environ 10 fois moindre que celle de l'eau liquide, car la neige est moins dense étant donné que beaucoup d'air s'infiltré entre les flocons. Quand l'eau se transforme en glace, les molécules se réorganisent et occupent un plus grand volume que l'eau liquide de départ, en fait 9% de plus; c'est pourquoi la glace montre une densité plus faible que l'eau et qu'elle peut flotter.

Par convention entre les scientifiques, la densité de l'eau douce a été fixée à 1 et est le point de repère pour toutes les autres molécules qui ressortent alors plus denses que l'eau ou moins denses qu'elle. Par exemple, l'eau de mer a une densité de 1,025 parce qu'elle contient du sel et que le sel est plus dense que l'eau.

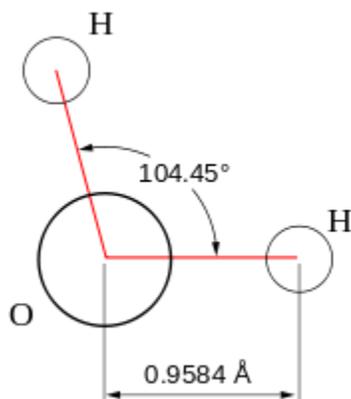
La densité de l'eau varie aussi en fonction de la pression. En fait, si on refroidit une eau de 5°C , on crée une augmentation de densité identique à celle que l'on obtient par une augmentation de salinité de 1% ou par un enfoncement de deux cents mètres. Donc la densité de l'eau augmente avec la diminution de sa température, tout en restant au-dessus du 0°C , avec une augmentation de la salinité et aussi lorsqu'il y a un accroissement de la pression qui est plus forte dans les profondeurs.

Caractéristique.6 : l'eau pure est capable de limiter la conductivité électrique.

Pouvoir.6.1 : cette particularité fait de la molécule d'eau un très bon isolant électrique. Cependant, l'eau pure n'est obtenue qu'en laboratoire et l'aspect isolant est relié à l'absence d'ion*.

Par contre, puisque la molécule d'eau est un bon solvant et que dans la réalité de tous les jours, l'eau contient souvent une grande quantité de solutés dissous, cette molécule conduit alors facilement l'électricité. D'ailleurs, la pureté de l'eau est souvent mesurée par sa résistance à un courant électrique.

Caractéristique.7 : la structure géométrique de la molécule d'eau.



Pouvoir.7.1 : la neige, qui est une forme solide de l'eau, laisse voir des beaux flocons qui ont toujours une forme hexagonale. Cette structure géométrique à six côtés est liée à l'angle que font entre eux les trois atomes de la molécule d'eau. Les deux atomes d'hydrogène fixés à l'atome d'oxygène forment un angle de 104,45°.

Pouvoir.7.2 : l'eau peut être en état de surfusion, c'est-à-dire que même refroidie en dessous de son point de solidification, elle conserve néanmoins son état liquide. L'état de surfusion n'est possible que si les gouttelettes ne contiennent aucune impureté. Ce phénomène semble dû à un agencement particulier des molécules d'eau, incompatible avec la cristallisation.

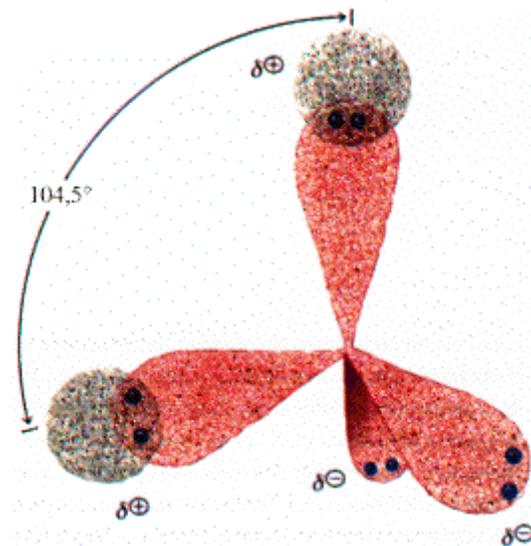
Les liaisons hydrogène existent à cause des différences d'électronégativité entre les différents atomes qui constituent les molécules. Comme dit précédemment, l'oxygène montre une plus grande électronégativité que l'hydrogène.

Pour qu'une liaison hydrogène puisse se former, à partir de la molécule d'eau, il faut qu'il y ait un alignement O - - - - H - - - - O. Si, pour une raison ou pour une autre, les molécules s'agitent et rompent cet alignement, les liaisons hydrogène se brisent.

Dans la molécule d'eau, la dernière couche électronique de l'oxygène comporte six électrons; deux d'entre eux forment les liaisons covalentes avec les deux atomes d'hydrogène, alors que chacune des deux autres orbitales porte un doublet d'électrons non liants.

La molécule d'eau se présente donc comme un tétraèdre dont l'atome d'oxygène occupe presque le centre; si l'atome d'oxygène occupait exactement le centre, l'angle entre les deux liaisons O-H serait de 109.5° au lieu de 104.45°

La molécule d'eau peut se représenter par deux charges ponctuelles positives à l'endroit des atomes d'hydrogène et deux charges négatives correspondant aux deux orbitales non liantes, ce qui crée un dipôle permanent au sein de la molécule d'eau.



Il s'ensuit que la molécule d'eau, bien qu'électriquement neutre, possède un moment dipolaire important, soit environ 1,8 Debye.

Caractéristique.8 : la viscosité de la molécule d'eau.

Pouvoir.8.1 : la viscosité exprime la résistance à l'écoulement; l'huile s'écoule moins vite que l'eau car l'huile est plus visqueuse; en outre, l'eau froide est plus visqueuse que l'eau chaude et alors s'écoule moins rapidement qu'elle; en fait la viscosité de l'eau diminue assez fortement en fonction de l'augmentation de la température. La viscosité de l'eau à 20°C est de $1,002 \times 10^{-3}$ alors qu'elle n'est plus que de $0,282 \times 10^{-3}$ lorsque la température est de 100°C. En comparaison avec l'eau, à 20°C, le miel montre une viscosité de 10^1 et la mélasse de 10^2 .

La viscosité ne se traduit que lors d'un mouvement; les molécules d'un liquide peuvent être attirées plus ou moins fortement entre elles et être également liées à plus ou moins d'autres molécules. Plus les molécules sont liées entre elles, plus elles ont de la difficulté à se déplacer les unes par rapport aux autres et plus la viscosité est alors importante.

Les molécules d'eau sont de petites tailles et relativement libres du fait d'une liaison avec un maximum de trois autres molécules, c'est pourquoi l'eau est relativement peu visqueuse. Le miel est, quant à lui, lié à neuf molécules au lieu de trois comme pour l'eau.

Caractéristique.9 : les interactions avec les ondes électromagnétiques.

Pouvoir.9.1 : l'eau réagit à différentes longueurs d'ondes du spectre électromagnétique mais pas à toutes les longueurs d'ondes de ce spectre. Nous savons que le spectre visible ne s'étend qu'entre 4×10^{-7} m et 7×10^{-7} m. Selon des données tirées du livre, Vivre les changements climatiques, les longueurs d'ondes qui réagiraient principalement avec la molécule d'eau se situent surtout entre 2×10^{-6} m et 7×10^{-6} m, donc en dehors de la zone visible.

Sous l'eau, on constate que l'atténuation de la lumière est considérable; en effet, l'eau pure est pour la lumière un milieu très absorbant, en particulier pour les infrarouges. Il n'y a presque pas de différence entre le spectre d'absorption d'une eau de mer très claire et le spectre de l'eau distillée.

L'eau est transparente à la lumière visible, mais elle est opaque au rayonnement infrarouge. Les grandes masses d'eau absorbent les rayons infrarouges sur quelques mètres d'épaisseur; c'est la raison pour laquelle

seules les couches superficielles des eaux s'échauffent. Les eaux restent transparentes aux radiations utiles pour la photosynthèse sur une épaisseur qui varie de dix à cinquante mètres.

La molécule d'eau en phase gazeuse possède trois modes de vibrations fondamentales soit l'élongation symétrique, la flexion et l'élongation asymétrique qui absorbent respectivement les ondes électromagnétiques de 2.74, 6.27 et 2.66 μm . Voir absorption dans le glossaire.

Dans la phase liquide, les fréquences se décalent, à cause de la liaison d'hydrogène, et alors la molécule d'eau absorbe les ondes électromagnétiques dont la longueur d'onde est 3.10, 6.08 et 2.90 μm .

Pouvoir.9.2 : l'eau peut transporter de la lumière; ce phénomène de conductivité lumineuse s'explique par la réflexion interne des rayons lumineux à la surface de séparation eau-air.

Pouvoir.9.3 : l'eau présente un indice de réfraction qui fluctue en fonction de la température et de la longueur d'onde de la lumière.

| λ (nm) | T=10°C | T=30°C |
|----------------|---------|---------|
| 706,5 | 1,330.7 | 1,329.0 |
| 589,3 | 1,333.7 | 1,331.9 |
| 501,6 | 1,337.1 | 1,335.3 |
| 404,7 | 1,343.5 | 1,341.7 |

Comme on peut voir, l'indice de réfraction augmente avec la diminution de la longueur d'onde; c'est pour cela que la lumière bleue, qui a un λ plus court que celui de la lumière rouge, est plus déviée. En outre, le tableau nous indique que l'indice de réfraction diminue légèrement avec l'augmentation de la température.

Caractéristique.10 : la molécule d'eau est aussi un réactif.

Pouvoir.10.1 : l'eau est un réactif important dans de nombreuses réactions chimiques. Les bases sont des accepteurs de protons alors que les acides sont des donneurs de protons.

Certaines matières peuvent réagir énergiquement avec l'eau de façon à produire rapidement des gaz qui sont dangereux pour l'homme, même à faible concentration atmosphérique. Au contact de l'eau, le phosphore de sodium ou de potassium libère de la phosphine gazeuse et les cyanures de métaux alcalins, comme le cyanure de sodium ou de potassium, produisent lentement du cyanure d'hydrogène qui est un gaz mortel.

Caractéristique.11 : l'eau assure des fonctions de protection.

Pouvoir.11.1 : le liquide cérébro-spinal qui entoure le cerveau et la moelle épinière les protège de toute lésion physique, de la même manière que le liquide amniotique protège le fœtus dans l'utérus.

L'eau est nécessaire en quantité suffisante pour éviter une déshydratation.

Lorsqu'on arrose un incendie, l'eau se réchauffe au contact du feu. Du même coup, elle enlève de la chaleur aux objets et les refroidit, ce qui finalement retarde leur combustion.

L'eau soulage des brûlures et des coups de soleil lorsqu'on immerge la brûlure environ 15 minutes dans de l'eau fraîche; cependant lors d'une baignade, l'eau ne nous protège pas vraiment des rayons ultraviolets du soleil. En effet même si nous ressentons de la fraîcheur, il faut faire très attention aux parties de notre corps qui sont hors de l'eau, car l'eau réfléchit entre 10 et 30% des rayons ultraviolets qui s'ajoutent alors à ceux que nous recevons directement de notre étoile.

Caractéristique.12 : les interactions avec les ondes acoustiques.

Pouvoir.12.1 : vitesse de propagation du son dans l'eau.

La vitesse du son dans l'air est de 331 m/s alors qu'elle est près de 1 500 m/s dans l'eau. La vitesse est influencée par la température ainsi que par la pression. Les fréquences auditives varient de 30 Hz à 1,5 MHz; nous savons que la limite audible pour l'oreille humaine ne dépasse pas 20 KHz.

Le son et la lumière ont des comportements très différents dans l'eau, bien que tous les deux soient considérés comme étant des ondes. La lumière, qui est une énergie électromagnétique, se propage mieux dans le vide et, en général, moins bien dans les milieux de densité croissante. Le son, qui est une onde acoustique, due aux vibrations du milieu parcouru, se propage mieux dans les solides et les liquides que dans les gaz et pas du tout dans le vide.

Vu que le son se propage bien dans l'eau, il est utilisé pour les détections sous-marines; grâce aux différents sonars, il est possible de détecter de gros sous-marins mais aussi de petits bancs poissons. L'échographie fonctionne sur le même principe de détection.

Caractéristique. 13 : l'eau est essentielle à la vie.

Pouvoir.13.1 : C'est dans l'eau que la vie est apparue ou du moins s'est développée en premier sur notre planète terre.

Grâce à un phénomène de diffusion, les plantes puisent, dans le sol, l'eau et les minéraux qui leur permettent de constituer leur sève; la sève monte ensuite dans la tige de la plante et se répartit jusque dans les feuilles.

Chez l'animal, l'eau intervient dans de nombreuses réactions chimiques de l'organisme; elle permet, entre autres, la distribution de substances alimentaires aux cellules et ensuite l'élimination des déchets. L'eau éliminée par l'urine, l'évaporation pulmonaire et la transpiration doit être remplacée quotidiennement pour que l'organisme continue à bien fonctionner.

Un embryon humain est composé à 97% d'eau lorsqu'il n'a que trois jours; à six mois, le fœtus contient encore 94% d'eau, alors qu'à la naissance, c'est 75% de son poids. Chez l'adulte, nous parlons encore de plus de 65% du poids.

L'homme dépense environ deux litres d'eau par jour et évidemment, comme pour les animaux, c'est essentiel de combler les pertes.

En plus de participer à de nombreuses réactions dans l'organisme, l'eau irrigue les tissus, permet la fabrication de nombreuses molécules, rend

possible la digestion, assume l'équilibre thermique du corps et est essentielle au fonctionnement de nos filtres que sont les reins.

Le sang, qui est le moyen privilégié de transport d'aliments pour nos cellules, est composé d'eau et c'est grâce au fait que l'eau est un bon solvant que le sang peut acheminer les éléments qui ont été dissous par l'eau.

Dû à leurs faibles intensités, les liaisons hydrogène peuvent se modifier à température ambiante, contrairement aux liaisons covalentes. C'est de cette flexibilité qu'ont besoin, entre autres, les molécules biologiques afin d'être en constante évolution.

CONCLUSION

Cette brève étude avait pour but d'identifier les principales caractéristiques de l'eau. Nous aurions pu élaborer davantage pour chacune des particularités de cette molécule exceptionnelle et nous aurions pu aussi, je crois, énumérer d'autres pouvoirs de l'eau. Néanmoins, nous pensons que la synthèse effectuée constitue un survol qui fait ressortir ses plus importants pouvoirs. Nous vous remercions d'avoir pris le temps de nous lire et espérons que cette lecture a été instructive ou du moins intéressante.

GLOSSAIRE

Absorption : si la longueur d'onde électromagnétique incidente correspond à la fréquence de résonance des molécules composant le milieu, alors l'onde est absorbée et l'énergie électromagnétique est transformée en énergie interne pour la molécule.

Composé ionique : les atomes de ces composés ont gagné ou perdu un ou des électrons.

Debye (D) : unité de moment dipolaire électrique. 1 debye équivaut à $3,33564 \times 10^{-30} \text{cm}$.

Eau distillée : eau dont nous avons enlevé les gaz dissous, les impuretés minérales et organiques par ébullition suivie de condensation; elle a un pH de 7.

Électronégativité : la capacité d'un atome d'attirer des électrons; cette capacité est mesurée sur l'échelle de Pauling qui s'étend de 0,7 pour le Francium à 3,98 pour le Fluor.

Liaison covalente : liaison chimique dans laquelle deux atomes partagent deux électrons afin de former un doublet d'électrons liant les deux atomes.

Liaison hydrogène : une force intermoléculaire impliquant un atome d'hydrogène et un atome électronégatif comme l'oxygène, l'azote et le fluor.

PH : un nombre caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu ou d'une substance.

Soluté : corps dissous dans un solvant.

Solvant : un liquide ou un gaz dans lequel on peut dissoudre ou placer en suspension de petites quantités d'autres substances.

BIBLIOGRAPHIE

Drissen, Michèle et autres. Biologie, évolution, diversité et environnement. Éditions du Trécarré et Reynald Goulet, 1988.

Larocque, Bernard. J'aime les expériences. Éditions Héritage, 1989.

Marieb N, Elaine. Biologie humaine. ERPI, 2000.

Scaife, Adam A. Météorologie en 30 secondes. Hurtubise, 2016.

Sérodes, Jean. 101 questions pratiques sur l'eau. Éditions MultiMondes, 2011.

Thouin, Marcel. Notions de culture scientifique et technologique. Éditions MultiMondes, 2001.

Villeneuve, Claude et Richard, François. Vivre les changements climatiques. Éditions MultiMondes, 2001.

SITES INTERNET

Cchst.ca
Cieau.com
Eau-seine-normandie.fr
Ecosociosystemes.fr
Edu.on.ca
Education.fr
Free.fr
Futura-sciences.com
Harold-clenet.com
Je-comprends-enfin.fr
Lecalve.univ-tln.fr
Lesagencesdeleau.fr
Ulaval.ca
Univ-angers.fr
Wikipédia.org

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|----|
| Avant-propos..... | 2 |
| Partie 1 : Ça coule..... | 2 |
| Chapitre 1.1 : Généralités..... | 2 |
| Partie 2 : Caractéristiques et pouvoirs associés..... | 4 |
| 1 : La molécule d'eau est polaire..... | 4 |
| 2 : L'eau possède une forte capacité thermique..... | 5 |
| 3 : Les molécules d'eau acceptent des molécules à l'intérieur d'elles..... | 5 |
| 4 : L'eau distillée présente un pH de 7..... | 7 |
| 5 : La densité de l'eau varie avec sa température..... | 8 |
| 6 : L'eau pure limite la conductivité électrique..... | 8 |
| 7 : La structure géométrique de la molécule d'eau..... | 9 |
| 8 : La viscosité de la molécule d'eau..... | 10 |
| 9 : Les interactions avec les ondes électromagnétiques..... | 11 |
| 10 : La molécule d'eau est aussi un réactif..... | 12 |
| 11 : L'eau assure des fonctions de protection..... | 13 |
| 12 : Les interactions avec les ondes acoustiques..... | 13 |

| | |
|--|----|
| 13 : L'eau est essentielle à la vie..... | 13 |
| Conclusion..... | 15 |
| Glossaire..... | 15 |
| Bibliographie..... | 16 |
| Sites internet..... | 17 |
| Table des matières..... | 17 |

Étude complétée en août 2016.