

Chapitre 16

L'eau et ses solutions

Une molécule toute simple, H₂O, est au centre de notre vie quotidienne.

Ses possibilités d'associations, ses propriétés chimiques et biologiques font de cette molécule, l'eau, un liquide exceptionnel et indispensable à la vie.

L'eau

La glace, l'eau liquide et la vapeur d'eau ont déjà été vues dans les chapitres consacrés aux états de la matière.

Nous allons ici nous intéresser à ses propriétés chimiques.

Sa principale propriété est d'être un solvant universel, capable de dissoudre aussi bien des substances minérales¹ que des substances organiques².

De plus, c'est un des rares liquides qui, lorsqu'il se transforme en solide, occupe plus de volume. C'est la raison pour laquelle les icebergs flottent.

Ces propriétés viennent de la disposition spatiale de la molécule d'eau.

La molécule d'eau est coudée et présente un déséquilibre des charges électriques.

Les deux paires d'électrons de l'oxygène sont disposés à l'opposé des atomes d'hydrogène.

Dans l'eau ou la glace, les atomes d'hydrogène d'une molécule s'associent aux atomes d'oxygène d'autres molécules d'eau par l'intermédiaire de leurs paires libres.

Cela constitue une liaison appelée liaison hydrogène, différente de la covalence normale.

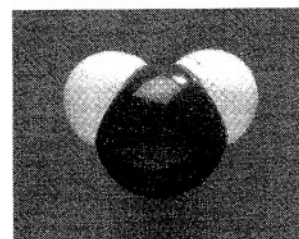
Cette liaison explique la plupart des propriétés de l'eau, car elle introduit une cohésion entre les molécules d'eau.

Ce fait explique le caractère isolant électrique de l'eau.

L'eau enfin absorbe très faiblement la lumière visible.

Le rayonnement rouge est toutefois le plus absorbé, ce qui explique la couleur bleue des mers et océans.

Il s'agit bien d'une couleur propre à l'eau, et non d'une réflexion de la couleur du ciel.



L'équilibre électrique de l'eau

L'eau pure est-elle uniquement composée de molécules d'H₂O ? Est-elle parfaitement isolante ?

En fait, pas tout à fait. Il arrive qu'une molécule d'eau se dissocie en un ion³ hydrogène H⁺ et un ion hydroxyle OH⁻ :



Il en résulte que, grâce à ces ions, l'eau est légèrement conductrice.

¹ Minéral: relatif aux minéraux, aux roches.

² Organique: relatif aux organes, aux tissus vivants, aux êtres organisés.

³ Ion: atome ou groupe d'atomes ayant gagné ou perdu un ou plusieurs électrons.

Ces ions sont cependant rares dans l'eau pure. Sur un milliard de molécules d'eau, deux seulement sont dissociées.

Ce nombre, apparemment insignifiant, est loin d'être négligeable, car chaque goutte d'eau contient des milliards de milliards de molécules d'eau.

Naturellement, il y a autant d'ions OH^- que d'ions H^+ .

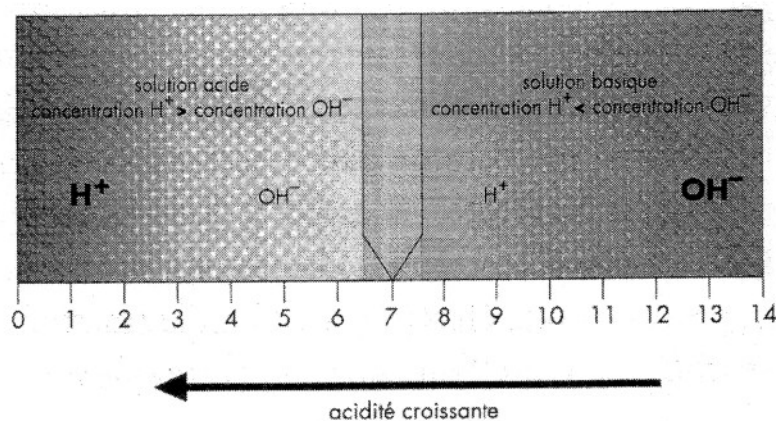
L'eau est donc globalement neutre.

Pour faire varier la concentration des ions H^+ et OH^- dans l'eau, il faut la mélanger à certains autres produits.

Le pH

Pour mesurer la concentration de ions H^+ dans un liquide (et donc indirectement aussi celle des OH^-), on utilise l'échelle de pH (abréviation de potentiel hydrogène).

Cette échelle, graduée de 0 à 14, est logarithmique, c'est-à-dire que chaque variation d'une unité correspond à une unité de variation de concentration de facteur dix.



L'échelle de pH (plus on va à gauche, plus le rouge apparaît et plus on va à droite, plus le violet apparaît)

Un pH de 7 correspond à 2 ions H^+ pour 1 milliard de molécules H_2O .

Un pH de 6 correspond à 20 ions H^+ pour 1 milliard de molécules H_2O .

Un pH de 2 correspond à 200'000 ions H^+ pour 1 milliard de molécules H_2O .

La valeur 7 est prise comme référence. On est alors amené à distinguer trois type de solutions aqueuses (mélanges avec de l'eau):

- les solutions dont le pH est inférieur à 7 sont des solutions acides,
- les solutions dont le pH est égal à 7 sont des solutions neutres,
- les solutions dont le pH est supérieur à 7 sont des solutions hydroxydes ou basiques ou alcalines.

Un acide est une solution où le nombre d'ions hydrogène H^+ est supérieur au nombre d'ions hydroxyle OH^- .

Une hydroxyde ou base est une solution où le nombre d'ions hydrogène H^+ est inférieur au nombre d'ions hydroxyle OH^- .

La mesure du pH

On peut mesurer la valeur du pH de plusieurs façons:

Les indicateurs colorés:

Ce sont des matières naturelles ou synthétiques dont la couleur change sous l'action des acides ou des hydroxydes. Ces indicateurs changent de couleur à différentes valeurs du pH. Cette valeur est dite zone de virage de l'indicateur. On détermine si la solution est acide, neutre ou hydroxyde en regardant la couleur qu'il a prise.

Le papier pH:

Les indicateurs colorés ne changent pas tous dans le même domaine pH. Un mélange judicieusement choisi de ces indicateurs permet d'avoir une variation continue de la couleur le long de l'échelle de pH. Un papier imbibé de ce mélange permettra de déterminer le pH d'une solution dans lequel on le plonge.

Le pH-mètre:

Cet appareil électrique permet de mesurer directement la valeur du pH de la solution. Cet appareil est le plus précis des moyens de détermination du pH.

Le pH dans la vie courante

Sur bien des produits de consommation courante comme les produits d'entretien, les médicaments, les produits de beauté ou les boissons, on peut lire sur l'étiquette la valeur du pH.

Concernant l'influence du pH dans notre vie, le phénomène le plus connu est sans doute celui des pluies acides. Le pH de l'eau de pluie peut varier de 4,5 à 3,5, ce qui correspond à des concentrations en ions H^+ de 10 à 100 fois supérieures à celle d'une pluie normale (pH = 5,5).

En agriculture, la connaissance du pH d'un sol (pH de 3,5 à 9,5) renseigne sur la culture la plus appropriée à y être exploitée.

Par exemple, le blé et les pommes de terre nécessitent un pH entre 5,5 et 7,5; le tabac nécessite un pH entre 5 et 5,8; les plantes d'ornement nécessitent un pH inférieur à 5.

En médecine, lors d'analyses, on contrôle toujours le pH du sang et de l'urine. Celui du sang doit être compris entre 7,3 et 7,5, alors que celui de l'urine peut varier de 4,5 à 8 en fonction des habitudes alimentaires du sujet.

La pollution de l'eau

L'industrialisation et la démographie galopante engendrent de plus en plus de déchets qui vont encore trop souvent directement dans l'eau.

L'eau a un certain pouvoir d'auto-purification et décompose chimiquement certains impuretés par l'oxygène et les bactéries qu'elle contient.

Trop de déchets épuisent ce potentiel et l'équilibre naturel de la vie aquatique est détruit.

On procède donc au traitement de l'eau.

On peut la traiter à deux moments:

- Avant de la rejeter dans la nature par des stations d'épuration, c'est-à-dire au moment de la production d'eau usée.
- Avant sa distribution par des méthodes de purification qui combinent des procédés de séparation et des réactions chimiques.

Ces procédés sont cependant inopérants pour éliminer des métaux lourds comme le plomb et le mercure qui peuvent être présents dans certaines eaux d'évacuation industrielle.

Exercices sur le chapitre 16

L'eau et ses solutions

1. Qu'est-ce qu'un ion ?
2. Qu'appelle-t-on une solution diluée, une solution concentrée, une solution saturée ?
3. Quelle est la différence essentielle entre un atome de cuivre et un ion cuivre Cu^{++} ?
4. Compléter:
Le pH d'une solution est inférieur à 7.
Le pH d'une solution ou ou est supérieur à 7.
Dans une solution acide, le nombre d'ions hydrogène est à celui des ions hydroxydes.
Dans une solution, le nombre d'ions H^+ est égal au nombre des ions OH^- .
Dans une solution hydroxyde, le nombre d'ions hydroxyde est à celui des ions hydrogène.
5. Rechercher, parmi les produits que vous avez à domicile, ceux portant l'indication du pH. Les classer selon le type de substance (acide, neutre, hydroxyde).
6. L'eau de pluie a un pH inférieur à 7. En donner une explication.