

L'EAU

I- Caractéristiques physiologiques :

Substance liquide de formule **H₂O (oxyde d'hydrogène)** p.m. 18,0156. Par définition, p. f. 0°C, p. éb. 100°C (à 760 mm de mercure) dens. 1g/cm³ à 4°C (aux températures immédiatement supérieures ou inférieures, sa densité est inférieure à 1).

La quantité de chaleur nécessaire pour élever de 14,5 à 15,5°C la température d'un gramme d'eau distillée est reconnue traditionnellement comme unité de mesure de la chaleur et prend le nom de **calorie**.

La chaleur latente de **fusion** de l'eau est de 79 cal/g et celle d'**évaporation** de 539 cal/g.

En petite quantité, l'eau est transparente et incolore ; tandis que les grandes masses d'eau prennent une couleur bleue.

Rigoureusement, l'eau est un composé entre deux des trois **isotopes** de l'hydrogène (**H-1 ; H-2 ; H-3**) et un des trois isotopes de l'**oxygène (O-16 ; O-17 ; O-18)**.

Dans sa quasi-totalité, l'eau est constituée par la combinaison **1H₂ 16O**, mais peut être constituée d'au moins **trente-deux formes différentes**.

On donne au composé **2H₂ 16O** ou plus simplement **D₂O₂** le nom d'eau lourde.

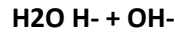
L'eau est le composé le plus répandu sur la surface de la Terre, non seulement parce qu'elle en recouvre environ 70%, mais aussi parce qu'elle est présente dans les glaciers et les névés, dans de nombreux **minéraux** sous forme d'eau d'**hydratation** et de **crystallisation**, dans l'**atmosphère** en tant que vapeur d'eau, et dans les organismes vivants dont elle est constituant fondamental.

Elle fut considérée comme un **élément**, depuis l'**Antiquité** jusqu'à la fin du **XVIII^e siècle**, ou **H. Cavendish** et **A. Lavoisier** démontrèrent sa nature de composé.

L'eau qui se trouve sur la surface de terrestre contient toujours des quantités plus ou moins importantes de substances dissoutes, principalement des **sels**, des **bicarbonates** ainsi que de petites quantités de **sulfates** et de **chlorures** ; les **cations métalliques** sont pour la plupart du **calcium** et du

magnésium, ainsi que du **sodium** et du **potassium** ; la somme des sels de calcium et de magnésium constitue ce que l'on appelle la « **dureté de l'eau** ».

A l'état pur, l'eau possède une **conductibilité électrique** très limitée, que l'on doit imputer à la dissociation (**autoprotolyse**) du composé en **ions hydrogène** et **ions hydroxyde** (ou **oxhydrile**) :



La somme de cet équilibre à la température de **25°C** est donnée par :

$$K_w = (\text{H}^+) \cdot (\text{OH}^-) = 10^{-14}$$

Où l'on englobe dans le symbole K_w la conception (H_2O) de l'eau indissociée, valeur pratiquement constante et égale à 55,5 moles/litre étant donné la très faible dissociation de l'eau.

Pour indiquer ce phénomène en particulier, l'**ion H⁺** est souvent noté **H₃O⁺** (**ion oxonium** ou **hydronium**), sachant toutefois que cette formulation est également simplifiée et n'a qu'une valeur d'indication.

La structure de la molécule H_2O n'est pas linéaire, étant donné que les deux liaisons O-H forment entre elles un angle à 105° ; la liaison O-H possède un certain caractère ionique, en conséquence la molécule H_2O est considérablement polaire, présentant par l'oxygène un excès de charge négative au niveau de l'atome d'oxygène, et un excès de charge positive au niveau des atomes d'hydrogène.

Ce phénomène, responsable de la force constante diélectrique de l'eau, fait de ce composé le solvant par excellence des substances ionisables : les ions en solutions aqueuses sont toujours hydratés (**aquo-complexe**) par la formation des liaisons **ionico-dipolaires** plus ou moins stables.

La **polarité** des molécules d'eau est également responsable de la formation de liaisons d'hydrogène intermoléculaires avec formation consécutive de groupes de molécules d'eau associées entre elles (**dihydrol**, **trihydrol**, etc.) selon qu'elles contiennent deux, trois ou plusieurs molécules d'eau ou même d'un cristal (**glace**).

II- **Traitement de l'eau :**

Opérations auxquelles on soumet aussi bien l'**eau douce** que l'**eau sommâtre** dans le but de les rendre propres à l'utilisation industrielle ou domestique.

Le traitement de base auquel on soumet l'eau de mer, après **filtrage**, est celui de **dessalage**. Ce traitement, qui consiste à éliminer les sels dissous dans l'eau de mer, comprend également les processus d'adoucissement. Il faut noter que certaines des opérations pratiquées sur les eaux douces (**filtrage**, **dégazage**, **stérilisation**) sont aussi effectuées sur l'eau de mer avant ou après le dessalage.

Le traitement des eaux douces diffère entre eux en fonction des caractéristiques de l'eau choisie au départ, et de ses origines (de pluie, de source, de rivière, de lac, etc.).

L'analyse chimique est donc nécessaire pour déterminer, par **évaporation** complète et **dessiccation** à **110°C**, le résidu sec d'un échantillon moyen de l'eau.

On procède ensuite à une analyse du résidu sec, éventuellement limitée aux **anions** ou **cations** que l'on souhaite éliminer, en fonction de l'usage particulier auquel l'eau est destinée.

En outre, il faut déterminer la teneur et la composition des gaz dissous et la dureté de l'eau. En ce qui concerne les eaux potables, une analyse bactériologique est nécessaire.

- Filtrage.

Le filtrage représente toujours la première phase des traitements, et dans certains cas, pour les eaux contenant d'importantes quantités de substances en suspension, il est précédé d'une **décantation**.

La capacité d'un filtre rapide peut atteindre **800-900 m³/jour** d'eau filtrée, c'est-à-dire des valeurs plusieurs centaines de fois supérieures à celles que peuvent atteindre des filtres lents.

On utilise beaucoup les filtres à lit rapide dont le fond granuleux (**lit filtrant**) est constitué de couches de gravier et de sable, supportées par une grille métallique, et munis de conduite d'**adduction** de l'eau à filtrer (**alimentation**) et d'air pour la pressurisation (**air comprimé**).

Quand, après un certain nombre d'heures de travail, le filtre tend à se boucher, il faut procéder à la régénération en remuant le lit par insufflation d'air par le bas.

Une station de filtrage comprend toujours plusieurs filtres, afin d'éviter des interruptions de travail. Pour que le filtrage soit plus efficace, on le fait parfois précéder d'une **floculation**, opération qui, par **addition** de **sulfate de fer** ou d'**aluminium**, forme un précipité gélatineux autour des particules colloïdales suspendues dans l'eau, afin d'augmenter les dimensions des particules elles-mêmes et d'éviter qu'elles n'échappent au filtrage.

- Adoucissement.

Opération souvent nécessaire pour les utilisations domestiques ou industrielles de l'eau : **l'élimination de la dureté** ou **adoucissement**.

En ce qui concerne les eaux destinées à l'alimentation des chaudières, il faut savoir que le réchauffement qui se produit dans la chaudière est suffisant pour en éliminer la dureté temporaire, mais que pour éliminer la dureté permanente, il faut utiliser un troisième procédé, celui du **carbonate sodique** qui se fonde sur la seconde réaction de la **chaux-soude**.

Les réactions d'élimination de la dureté sont en général réalisées à chaud, afin d'obtenir un précipité formé de granules plus gros et une réaction plus rapide.

Actuellement, on utilise aussi pour l'élimination de la dureté, des **résines** échangeuses d'ions.

- **Dégazage.**

L'élimination des gaz dissous, qui peuvent donner des **organoleptiques** indésirables aux eaux potables, ou d'autres inconvénients pour les eaux industrielles, s'effectue par le **stripping à l'air** ou par le réchauffement, ou encore en utilisant les deux systèmes simultanément.

Le stripping à l'air permet d'éliminer également le fer et le manganèse dissous indésirables (par exemple dans les industries de teinture ou de tannerie) en les précipitant sous forme hydrates insolubles. L'élimination de ces éléments peut aussi être réalisée à l'aide de résines échangeuses d'ions.

- **Stérilisation.**

Pour rendre les eaux potables, en dehors des traitements décrits plus hauts, on procède également, en général, à la stérilisation. Celle-ci est réalisée, par voie chimique, par addition de petites quantités de chlore gazeux ou bien (de plus en plus rarement aujourd'hui) d'**hypochlorite de chaux**, qui agit comme oxydant, en développant de l'**oxygène atomique** selon la réaction

$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HCl} + \text{O}$, et détruisant ainsi les substances organiques et les bactéries. Pour remédier au mauvais goût et à la mauvaise odeur dus aux excès de chlore, on peut avoir recours à la **déchloration** par l'intermédiaire du carbone actif ou par des substances antichlore déterminées, ou bien l'on peut aussi substituer au chlore les **chloramines**, moins gênantes du point de vue organoleptique.

D'autres méthodes de stérilisation se fondent sur l'emploi d'**ozone** et de **rayons ultra-violet**s, mais qui ne sont utilisées que sur de petites installations.

- **Déminéralisation poussée.**

Dans le cas des eaux destinées à l'industrie alimentaire ou à l'alimentation des chaudières à haute pression, on a recours à la **déminéralisation** complète, soit par le biais de la distillation (on utilise alors des évaporateurs à effets multiples par le biais de la **recompression thermique** ou **mécanique** de la vapeur produite), soit enfin au moyen de processus d'échanges avec des résines cationiques et anioniques.