

## Signification des titres chimiques

### Le pH (potentiel hydrogène)

C'est une échelle logarithmique qui varie de 0 à 14 et qui traduit l'acidité ou l'alcalinité d'une solution, la neutralité étant à pH 7.

Le pH se mesure à l'aide d'une électrode spécifique des ions hydrogènes (H<sup>+</sup>) ou éventuellement par des indicateurs colorés ou encore par des bandes test imprégnées de ces mêmes indicateurs colorés.

Une solution relativement diluée de quelques grammes par litre d'un acide fort comme l'acide chlorhydrique ou sulfurique a un pH voisin de 1.

Les solutions d'acides faibles comme l'acide citrique ou acétique ont des pH variant entre 2 et 5.

Le pH des eaux naturelles varie entre 6,5 et 8,2 en moyenne

Les solutions de bases faibles comme l'ammoniaque ont un pH variant entre 9 et 12.

Les solutions de bases fortes comme la soude ont un pH variant entre 12 (à 0,4 g/l) et 14 (à 40 g/l) voire plus.

Les sels d'acide fort et de base forte comme le chlorure de sodium (sel de table) ou le sulfate de calcium n'ont pas d'influence sur le pH.

Les sels d'acide faible et de base forte comme le carbonate de soude se comportent comme des bases faibles.

Le pH est un des paramètres importants influençant la tendance entartrante ou agressive d'une eau naturelle: d'une manière générale une baisse du pH favorisera la tendance agressive et une élévation du pH, le caractère entartrant.

### Le TH (Titre Hydrotimétrique) ou dureté de l'eau

Le TH indique la teneur globale en sel de calcium et de magnésium qui sont responsables de la dureté de l'eau, dans la plupart des eaux naturelles, le calcium contribue au TH dans la proportion de 70 à 90 %.

L'unité de mesure du TH est le degré français (°f) 1°f = 4 mg/l de calcium ou 2,4 mg/l de magnésium, ou encore 10 mg/l de Ca CO<sub>3</sub> (carbonate de calcium ou plus communément «le tartre»)

Pour fixer les idées on considère que :

- de 0 à 5 °f une eau est très douce.
- de 5 à 15 °f une eau est douce.
- de 15 à 25 °f une eau est moyennement dure.
- de 25 à 35 °f une eau est dure.
- à plus de 35 °f une eau est très dure.

On distingue :

- le TH total : Totalité des sels de calcium et magnésium, c'est cette valeur qui est utilisée lorsque l'on parle couramment du TH ou de la dureté de l'eau.
- le TH calcique : Totalité des sels de calcium.
- le TH magnésien : Totalité des sels de magnésium.
- le TH temporaire : Ou dureté carbonatée correspond aux carbonates et bicarbonates de calcium susceptibles de précipiter par ébullition, il est égal au TAC si le TH est supérieur au TAC (cas le plus courant) ou au TH si le TAC est supérieur au TH.
- le TH permanent : Ou dureté non carbonatée correspond au sulfate et au chlorure de calcium stables, il est égal à la différence entre le TH et le TAC.

**Nota :** il est également utilisé le degré anglais, le degré américain et le degré allemand ou °dH.

1° français = 0,7° anglais = 0,58° américain = 0,56° allemand  
 1° anglais = 1,44° français = 0,83° américain = 0,8° allemand  
 1° américain = 1,72° français = 1,20° anglais = 0,96° allemand  
 1° allemand = 1,79° français = 1,25° anglais = 1,04° américain

Ces équivalences résultent des définitions suivantes:

Le degré anglais vaut 1 grain de carbonate de calcium par gallon impérial (65 mg / 4,55 litres) soit 14,4 mg / l de CaCO<sub>3</sub>

Le degré américain vaut 1 grain de carbonate de calcium par gallon U.S (65 mg / 3,78 litres) soit 17,2 mg / l de CaCO<sub>3</sub>

Le degré allemand vaut 10 mg de CaO (oxyde de calcium) par litre soit 17,9 mg / l de CaCO<sub>3</sub>

Le degré français valant 10 mg / l de CaCO<sub>3</sub> est donc l'unité la plus petite et la plus précise,

De plus par une heureuse coïncidence, le calcium bivalent ayant une masse molaire de 40 g , on abouti à la relation simple de:

$$1 \text{ °f} = 0.2 \text{ meq/l (milli-équivalent / litre, qui est l'unité internationale)}$$

relation plus aisé à retenir que dans les autres unités.

## le TA et le TAC (Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet)

Ces deux valeurs permettent de connaître les concentrations en bicarbonates, carbonates et éventuellement en hydroxydes (bases fortes) contenues dans l'eau.

L'alcalinité se mesure à l'aide d'une solution étalon d'acide fort en présence d'indicateurs colorés de pH :

La phénolphthaleine pour le TA, virant du rouge à l'incolore à un pH de 8,3.

L'hélianthine pour le TAC, virant du jaune à l'orangé à un pH de 4,3.

Le TA dose la totalité des hydroxydes et la moitié des carbonates qui sont alors entièrement transformés en bicarbonates à un pH de 8,3.

Le TAC correspond à la totalité des bicarbonates et des carbonates.

Le TA et le TAC s'expriment généralement en degré français (°f).

1°f = 3,4 mg/l OH<sup>-</sup> (hydroxyde)

1°f = 6,0 mg/l CO<sub>3</sub><sup>--</sup> (carbonate)

1°f = 12,2 mg/l HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (bicarbonate)

### Répartition de ces trois familles en fonctions des valeurs respectives du TA et du TAC :

	Hydroxyde	Carbonate	Bicarbonate
TA = 0	0	0	TAC
TA < TAC/2	0	2TA	TAC - 2TA
TA = TAC/2	0	2TA	0
TA > TAC/2	2TA - TAC	2 (TAC - TA)	0
TA = TAC	TA	0	0

**Remarque :** On ne peut avoir à la fois présence d'hydroxydes et de bicarbonates, la réaction des deux formant des carbonates. Le tableau ci-dessus est applicable pour des eaux de composition courante. La présence significative d'autres anions particuliers ( Phosphates, Borates, etc...) fausserait les relations établies par ce tableau.

## La conductivité

Elle dépend de la concentration en sels dissous conducteurs, sa mesure qui est simple et rapide est très utile pour le suivi dans le temps d'une même eau car elle permet de déceler immédiatement une variation de sa composition, par exemple :

Baisse de conductivité de l'eau d'un réseau de chauffage due à l'entartrage.

Réglage de la purge d'une chaudière ou d'un circuit de refroidissement pour limiter la concentration des sels dissous.

Contrôle de la production d'une chaîne de déminéralisation.

Il est indispensable de préciser la température de référence à laquelle se rapporte la mesure, la conductivité augmentant avec la température.

La conductivité est généralement mesurée en micro-Siemens par cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), approximativement la valeur en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  correspond à la salinité en mg/l.

On utilise également la résistivité, inverse de la conductivité, mesurée en ohms.cm :

$$\text{Résistivité (ohms.cm)} = 1\,000\,000 / \text{conductivité (en } \mu\text{S/cm)}$$