

Titre Alcalimétrique

Titre Alcalimétrique Complet

Nature, origine des contaminations, voies d'exposition

Dans l'anhydride carbonique total des eaux, on distingue :

- anhydride carbonique libre dissous ou gaz carbonique libre (CO_2)
- anhydride carbonique des ions bicarbonates ou hydrogénocarbonates (HCO_3^-)
- anhydride carbonique des ions carbonates (CO_3^{2-})

L'un des constituants principaux de la minéralisation des eaux est le bicarbonate de calcium : $\text{Ca}^{++} (\text{HCO}_3^-)_2$. Très soluble, il est en équilibre avec le CO_2 et le carbonate de calcium (CaCO_3), peu soluble. Cet équilibre calco-carbonique dépend essentiellement du pH, de l'alcalinité et de la température de l'eau. Il est régi par des lois assez complexes qui conduisent à des réactions chimiques de dissolution du CaCO_3 ou d'entartrage.

A l'équilibre calco-carbonique, la teneur en CO_2 libre est appelée " CO_2 équilibrant". Si la concentration réelle devient supérieure à cette valeur, l'excès est appelé " CO_2 agressif" et peut dissoudre le calcaire (eau **agressive**). La dissolution du calcaire se poursuit jusqu'à obtention de l'équilibre. Si la concentration en CO_2 est inférieure à celle du CO_2 équilibrant, il y aura précipitation des carbonates (eau **incrustante** ou **entartrante**).

Généralement, les eaux de surface ne contiennent pas plus de 10 mg/l d'anhydride carbonique libre, l'excès étant libéré rapidement au contact de l'atmosphère, la teneur de CO_2 dans l'eau peut-être plus élevée pour différentes raisons: contact direct avec l'atmosphère, présence de sources naturelles de gaz, lessivage de terrains calcaires, décomposition de substances organiques. Certaines eaux minérales ont des valeurs supérieures à 100 mg/l.

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'ions hydroxyles (OH^-), de carbonates (CO_3^{2-}) et de bicarbonates (HCO_3^-), et dans une moindre mesure aux ions phosphates (PO_4^{3-}) et silicates (HSiO_3^-), ou encore aux espèces moléculaires des acides faibles. Etroitement liée à la dureté, sa valeur en est généralement proche lorsqu'elle est due à la présence de CO_3^{2-} et de HCO_3^- . Dans les eaux naturelles, l'alcalinité exprimée en HCO_3^- varie de 10 à 350 mg/l. Elle est augmentée par des apports d'origine urbaine (phosphates, ammoniaque, matières organiques) ou industrielle (produits basiques ou acides).

Le Titre Alcalimétrique (TA) et le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) traduisent l'alcalinité d'une eau. La connaissance de ces valeurs est essentielle pour l'étude de l'agressivité d'une eau puisqu'ils dépendent de l'équilibre calco-carbonique.

Le TA et le TAC mesurent respectivement les concentrations en OH^- et CO_3^{2-} et l'ensemble des anions HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^- , HSiO_3^- ,...

Dans les eaux potables, la concentration en OH^- étant faible et donc négligeable, l'alcalinité de l'eau est constituée des seuls HCO_3^- ou d'un mélange CO_3^{2-} et HCO_3^- :

- eau ne contenant que des hydrogénocarbonates :

$$\text{TA} = \text{TAC} = \text{HCO}_3^-$$

- eau contenant un mélange carbonates/hydrogénocarbonates :

$$\text{TA} : \text{CO}_3^{2-} / 2 \quad \text{TAC} = \text{HCO}_3^- + 2 \text{TA}$$



Effets, nuisances

La présence de CO₂ donne une saveur plus agréable à l'eau et ne présente aucun inconvénient pour la santé.

La pellicule de carbonate de calcium joue un rôle important pour protéger les tuyaux de la corrosion. Avec une eau agressive, les canalisations sont dénudées de leur couche protectrice, et la corrosion est facilitée. Ceci peut conduire à des dépôts, des colorations et plus graves, à la dissolution de métaux (plomb) des branchements. Si, au contraire l'eau est trop incrustante, les tuyaux se bouchent par entartrage.

Normes, interprétation des résultats

Méthode de référence pour l'analyse pour le CO₂ libre :

* Dosage volumétrique en présence d'un indicateur coloré (phénolphtaléine)

* Mesure de l'agressivité : essai au marbre.

Le contact eau/marbre est réalisé à l'abri de l'air durant 24 heures. La comparaison des valeurs de pH et de TAC **avant** et **après** l'essai permet de déterminer le caractère agressif ou entartrant de l'eau.

Si, au cours de la mesure, le pH et le TAC augmentent, l'eau est agressive. Inversement, s'ils diminuent, l'eau est entartrante.

Expression des résultats en mg/l d'Anhydride Carbonique Libre			
Valeur <u>limite</u> en France	niveau guide CEE	concentration maximale ADMISSIBLE CEE	Valeur indicative OMS
l'eau ne doit pas être agressive au carbonate de calcium,			

Méthode de référence pour l'analyse pour les TA et TAC :

Dosage volumétrique (titrimétrique) par addition de solutions diluées d'acide (acide sulfurique, chlorhydrique ou nitrique), en présence d'indicateurs colorés, nécessaires pour neutraliser le volume d'eau à analyser.

***TA** : mesure en présence de phénolphtaléine qui vire de couleur à **pH 8,3** (et incolore à pH < 8,3).

***TAC** : mesure en présence de méthylorange (ou hélianthine) qui vire de couleur à **pH 4,3** (jaune à pH > 4,3 et rouge à pH < 4,3).

Le TA et le TAC s'expriment en degrés français (°F) ou en milliéquivalent de CaCO₃ par litre (méq CaCO₃/l), avec la correspondance suivante :

$$1 \text{ } ^\circ\text{F} = 0,2 \text{ méq CaCO}_3/\text{l} \text{ ou } 1 \text{ méq CaCO}_3/\text{l} = 5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Expression des résultats en °F de l'Alcalinité

Valeur minimale limite en France	Valeur minimale requise CEE	Valeur indicative OMS
2,5	2,5	

(cas des eaux adoucies ou déminéralisées)

Recommandations, traitements

Généralement, l'eau doit permettre de favoriser la formation d'une couche protectrice (donc légèrement incrustante) sur les surfaces métalliques des tuyaux et éviter ainsi les risques de corrosion.

Dans le cas d'une eau douce (peu minéralisée) et en présence d'un excès de CO₂, il convient d'ajouter du carbonate de calcium (CaCO₃) pour donner à l'eau une certaine teneur en bicarbonate de calcium afin qu'elle soit capable de déposer une couche protectrice carbonatée sur une conduite. Si l'eau est dépourvue de CO₂, il faut en injecter sous forme gazeuse et ajouter du carbonate de calcium pour neutraliser l'eau afin de supprimer l'agressivité.

Dans le cas d'une eau douce (peu minéralisée) et en présence d'un excès de CO₂, il convient d'ajouter du carbonate de calcium (CaCO₃) pour donner à l'eau une certaine teneur en bicarbonate de calcium afin qu'elle soit capable de déposer une couche protectrice carbonatée sur une conduite. Si l'eau est dépourvue de CO₂, il faut en injecter sous forme gazeuse et ajouter du carbonate de calcium pour neutraliser l'eau afin de supprimer l'agressivité.

Dans le cas d'une eau agressive (minéralisée), le CO₂ en excès sera éliminé par simple aération.

Remarque :

Différentes méthodes permettent de calculer l'équilibre calco-carbonique. Celles-ci basées sur l'utilisation de tables et diagrammes intégrant notamment la teneur en calcium, carbonates et bicarbonates, la température, le pH de saturation, etc (méthodes de LANGELIER et HOOVER, LEGRAND et POIRIER,...).

