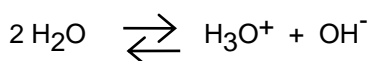


## MESURE ET RÉGULATION du pH

GE 11

### Rappels

L'eau pure se dissocie comme suit :



- Le pH est défini comme le cologarithme de la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  ; par simplification on écrit  $[\text{H}^+]$ .
- A l'équilibre  $[\text{H}^+] = 10^{-7}$  d'où  $\text{pH} = 7$ .
- Une solution qui contient plus d'ions  $\text{H}^+$ , par exemple  $10^{-5}$ , sera acide ( $\text{pH} = 5$ ) - Voir courbe n° 1 en page 3.
- Une solution qui contient moins d'ions  $\text{H}^+$ , par exemple  $10^{-9}$ , sera basique ( $\text{pH} = 9$ ) - Voir courbe n° 2 en page 3.
- Une solution " tampon " est caractérisée par un pH déterminé qui ne varie pas ou très peu en cas de dilution avec de l'eau, un acide ou une base.
- La valeur de pH varie en fonction de la température comme l'indique la courbe n° 3 en page 4.

### La mesure du pH

#### **A- Méthode colorimétrique**

Certains colorants organiques ont une couleur dépendante du pH.

Exemple :

La phénolphthaléine : violette si  $\text{pH} > 8,3$   
Incolore si  $\text{pH} < 8,3$

Le " papier pH " est un papier imprégné de colorants organiques.

#### **B- Méthode potentiométrique**

Nernst a établi la relation entre le potentiel d'une électrode à hydrogène et le pH de la solution dans laquelle elle est immergée :

$$E = \frac{RT}{F} \ln [\text{H}^+]$$

Vers 1906, Cremer puis Haber et Klemensiewicz montrèrent que l'on obtenait la même relation avec une électrode de verre.

Un système de mesure se compose d'une électrode de verre (mesure) et d'une électrode de référence ( $\text{Ag}/\text{AgCl}$  ou Calomel). Dans la pratique, les deux peuvent être réunies pour former une électrode combinée dont l'utilisation est plus facile.

La résistance de la membrane de verre sensible au pH étant élevée, il est nécessaire d'utiliser un système de traitement du signal ayant une entrée à haute résistance et un câble de liaison parfaitement protégé contre les interférences extérieures et l'humidité.

Des solutions " tampons " sont utilisées pour vérifier l'étalonnage du système de mesure.

### Mesure du pH dans l'eau déminéralisée

Il est très difficile de réaliser une mesure fiable du pH dans de l'eau hautement purifiée. Les principales raisons étant :

- La faible conductivité qui peut engendrer la formation de potentiel ou charges statiques.
- La faible capacité " tampon " entraîne une grande sensibilité au gaz carbonique contenu dans l'air.
- La faible concentration des ions influence le fonctionnement des électrodes.
- La sensibilité aux potentiels de frottement (par exemple : entre deux substances non conductrices comme le plastique et l'eau ou le verre).

On prendra soin d'effectuer une mise à la terre du liquide par l'intermédiaire d'une électrode " de masse ".

On accorde un soin particulier au rinçage de l'électrode lors de l'étalonnage.

### La régulation du pH

Elle intervient fréquemment dans la préparation d'eaux de procédés ou lors du traitement des rejets.

Un ensemble de régulation automatique du pH se compose généralement d'une électrode combinée, d'un transmetteur-régulateur et d'un groupe de dosage permettant d'injecter un produit acide ou basique.

L'injection de produit est parfois réalisée en écoulement gravitaire contrôlé par une électrovanne.

Parmi les applications les plus fréquentes on peut noter :

#### 1) Les bassins de piscine

La valeur du pH influence :

- le pouvoir incrustant des eaux dures,
- l'efficacité des désinfectants,
- la prolifération des algues, moisissures et champignons,
- la corrosion des métaux,
- l'agressivité sur la peau et les muqueuses.

La plage optimale de pH se situe entre 7 et 7,4.

#### 2) Le traitement de l'eau avant osmose inverse

- L'acidification est employée pour éviter l'entartrage des membranes d'osmose inverse lorsque l'eau n'est pas préalablement adoucie.

La *courbe n° 4 en page 4* montre le déplacement de l'équilibre calco-carbonique en fonction du pH.

Si nécessaire, le gaz carbonique libre est éliminé par dégazage.

- Lorsque l'eau est adoucie et que l'on désire éliminer le gaz carbonique libre qui limite la qualité de l'eau osmosée car il n'est pas arrêté par les membranes, on procède à une alcalinisation.

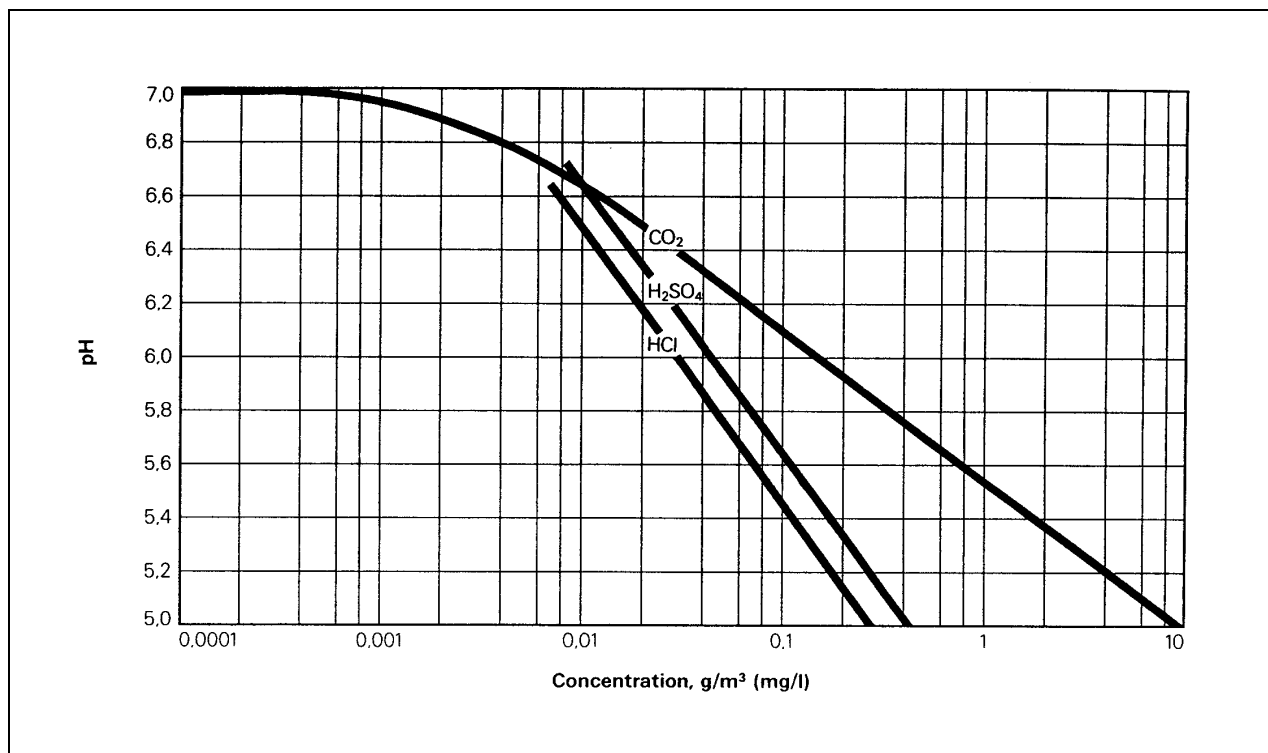
L'élévation du pH provoque la transformation du CO<sub>2</sub> en bicarbonates qui, eux, sont retenus par les membranes d'osmose inverse.

#### 3) Traitement des eaux avant rejet

La régulation du pH est un élément essentiel dans le traitement de composés toxiques tels que l'acide chromique et les cyanures, la précipitation des métaux et la neutralisation des rejets d'une manière générale.

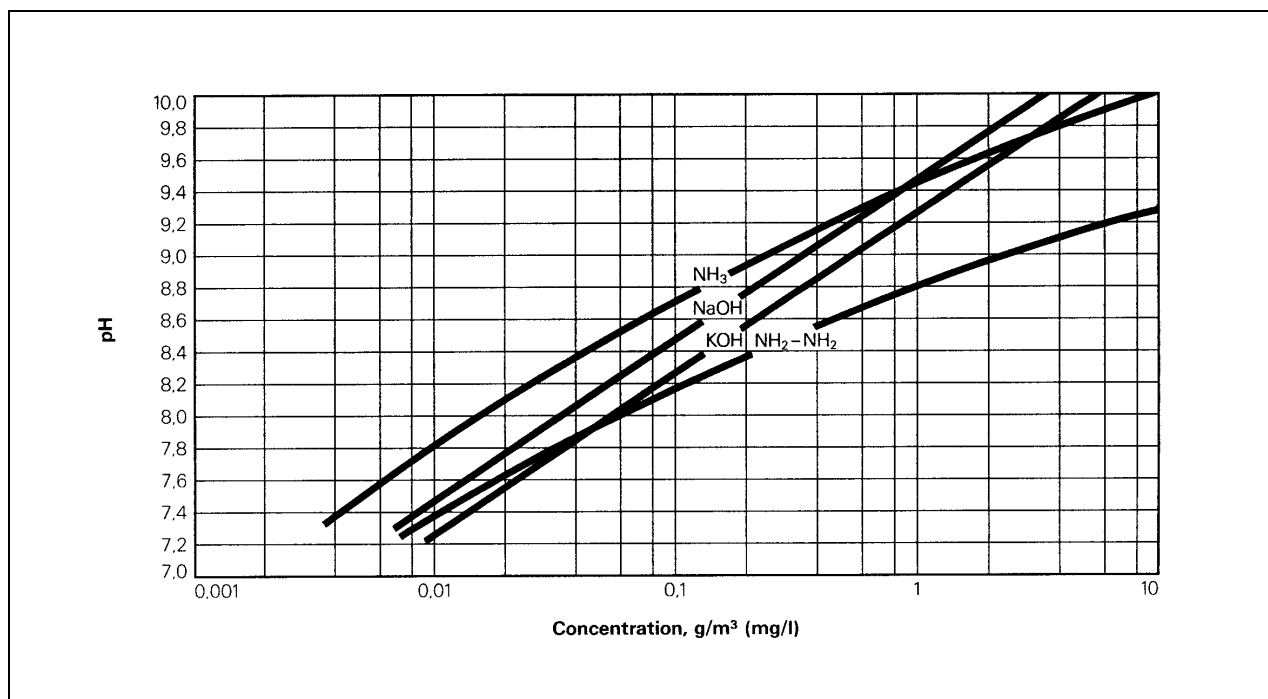
La réglementation en vigueur impose un pH compris entre 5,5 et 8,5.

## pH de solutions acides à 25°C



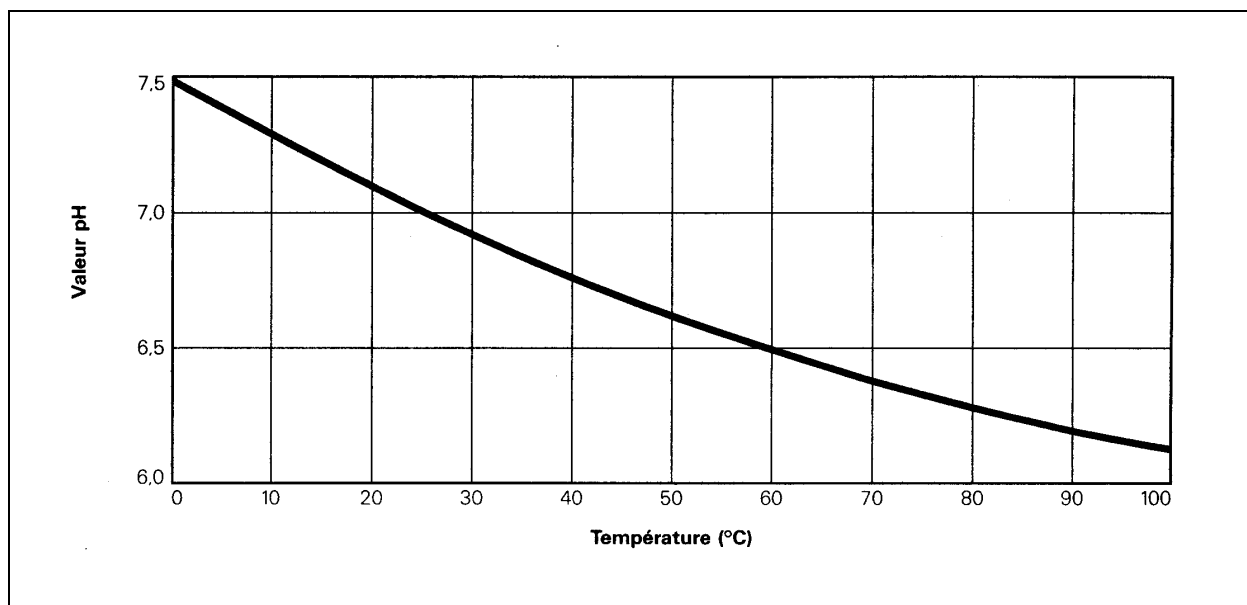
- Courbe n° 1 -

## pH de solutions basiques à 25°C



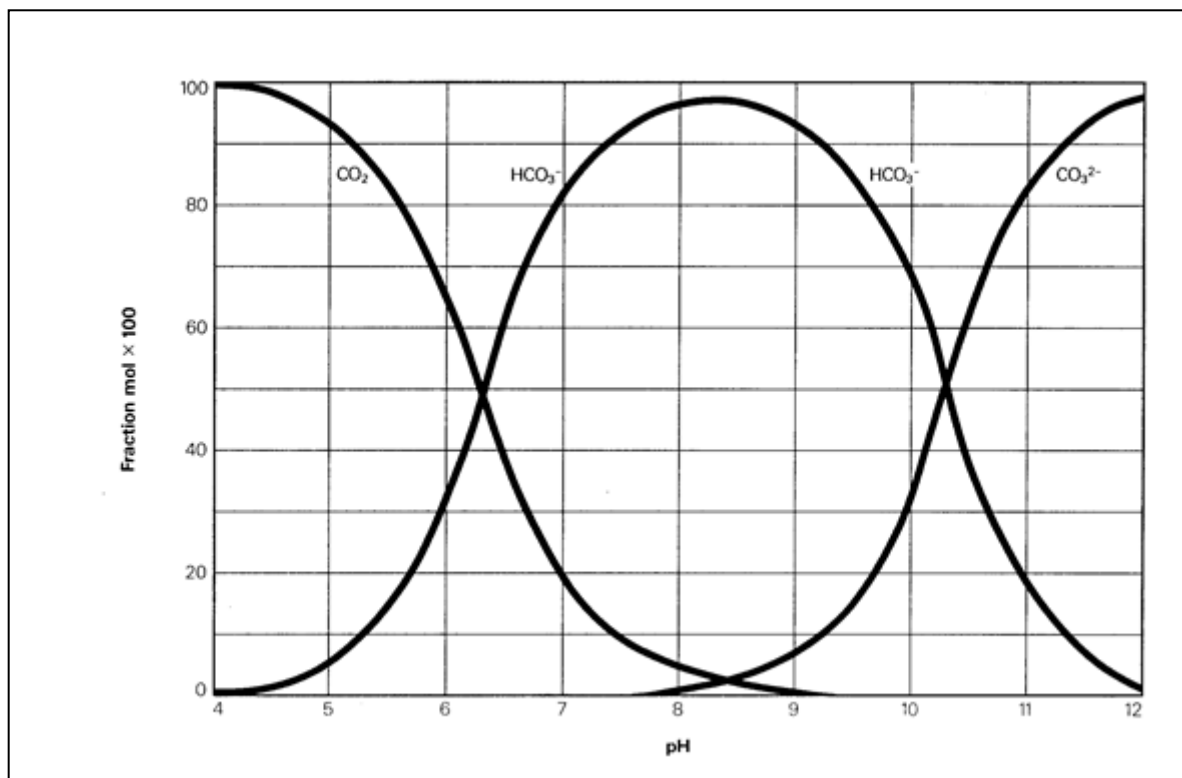
- Courbe n° 2 -

### pH de l'eau pure en fonction de la température



- Courbe n° 3 -

### Équilibre calco-carbonique de l'eau en fonction du pH à 25°C



- Courbe n° 4 -