

CHAPITRE 4 : LES RÉACTIONS ACIDO-BASIQUES

La piscine tournesol de Blois est l'une des 183 piscines de ce type construites en France dans les années 1970-1980. Comme toutes les piscines publiques, la qualité de son eau de baignade est strictement encadrée. Si un des paramètres physique (pH), chimique (concentration en ions) ou biologique (présence d'algues) n'est pas satisfaisant, le technicien maintenance piscine peut avoir recourt à des produits comme le « chlore choc » ou le « pH-moins ».



Quel est le mode d'action de ces produits ?

1 Acide, base et réaction acido-basique

Le chimiste danois J.N Brønsted (1879-1947) définit un **acide** AH comme étant une espèce chimique capable de **donner au moins un ion hydrogène H⁺** selon la demi-équation acido-basique:



À l'inverse, une **base** A⁻ est une espèce chimique capable de **capter au moins un ion hydrogène H⁺** selon la demi-équation acido-basique :



Deux espèces chimiques A⁻ et AH liés par une demi-équation acido-basique forment un **couple acide-base** que l'on note **AH/A⁻**. On dit que A⁻ est la **base conjuguée** de l'acide AH.

Analogie avec les réactions d'oxydo-réduction

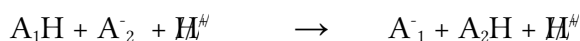
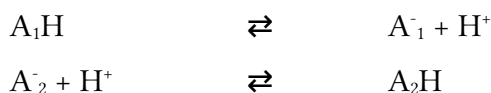
Type de réaction	Oxydo-réduction	Acido-basique
Notation du couple	Oxydant/Réducteur	Acide/Base
Espèce chimique « qui donne »	Réducteur	Acide
Espèce chimique « qui capte »	Oxydant	Base
Particule échangée	e⁻	H⁺
Demie-équation	Ox + e⁻ = Réd	A⁻ + H⁺ = AH

Application n°1 : Le pH de la piscine étant trop élevé (l'eau est trop basique) le technicien décide d'utiliser du « pH moins » en granulés à base d'hydrogénosulfate de sodium de formule $\text{NaHSO}_4(s)$. Ce solide se dissout dans l'eau pour former des ions hydrogénosulfate $\text{HSO}_4^-(aq)$. Ces ions acides réagissent avec l'eau pour former des ions sulfate $\text{SO}_4^{2-}(aq)$.



1. On donne le couple acide-base suivant : $\text{HSO}_4^-/\text{SO}_4^{2-}$. Écris la demi-équation acido-basique traduisant la transformation des ions hydrogénosulfate en ions sulfate.
2. L'eau réagit selon la demi-équation acido-basique suivante : $\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$
Écris le couple acide-base associé à cette demi-équation acido-basique.

Un acide A_1H d'un premier couple acide-base $\text{A}_1\text{H} / \text{A}_1^-$ peut réagir avec la base A_2^- d'un deuxième couple acide-base $\text{A}_2\text{H} / \text{A}_2^-$. On peut alors écrire les 2 demi-équations acido-basique associées et l'équation bilan qui est la somme des 2 demi-équations :



Les règles d'or :

- Les espèces chimiques à gauche des (double) flèches sont toujours les réactifs.
- Parmi les 2 réactifs, l'un doit être un acide et l'autre une base
- Les ions hydrogène H^+ doivent se simplifier pour ne plus apparaître dans l'équation bilan.

Application n°2 : Si la piscine verdie à cause de la prolifération de micro-algues le technicien de maintenance piscine peut utiliser du « chlore-choc ». Ce produit se présente sous forme de pastilles d'hypochlorite de calcium $\text{Ca}(\text{ClO})_2$. Lors de sa dissolution dans l'eau il libère des ions hypochlorite $\text{ClO}^-(aq)$. Ces derniers en réagissant avec l'eau forment l'acide hypochloreux qui est un excellent désinfectant.



Couples acide-base : HClO/ClO^- et $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$

1. Écris les demi-équations acido-basique et l'équation bilan correspondant à la réaction des ions hypochlorite avec l'eau.

2 Notion de pH

2.1 Définition

Dans une solution aqueuse, du fait de l'autoprotolyse de l'eau ($2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$) et de la présence d'espèces chimiques basiques ou acides, il existe toujours des ions hydroxyde OH^- et des ions oxonium H_3O^+ . La comparaison de leurs concentrations molaires notées $[\text{H}_3\text{O}^+]$ et $[\text{OH}^-]$ (en mol/L) détermine le caractère acide ou basique de la solution. Le pH de la solution est défini par la formule suivante :

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

En transformant l'équation on peut aussi écrire :

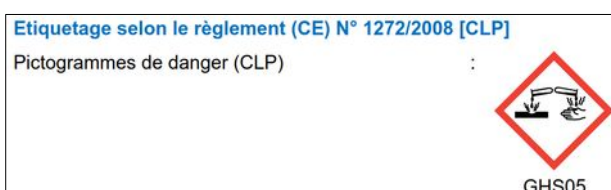
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

Solution acide	Solution neutre	Solution basique
H_3O^+ prédomine $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$	$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$	HO^- prédomine $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$
$0 \leq \text{pH} < 7$	$\text{pH} = 7$	$7 < \text{pH} \leq 14$

Application n°3 : Le technicien utilise un produit « pH plus » liquide contenant de l'hydroxyde de sodium (soude) en solution. Une telle solution contient des ions hydroxyde $\text{HO}^-_{(aq)}$.

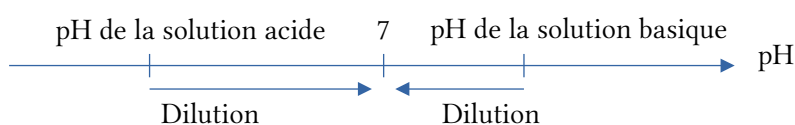
Données :

- Couples acide-base : $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$ et $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$
- Extrait de la Fiche de Données de Sécurité (FDS)



1. Que signifie le pictogramme de danger ? Comment doit s'équiper le technicien avant d'ouvrir le bidon ?
2. Explique qualitativement pourquoi ce produit permet de faire remonter le pH de l'eau de la piscine.

Lors d'une dilution, le pH d'une solution se rapproche toujours de 7.

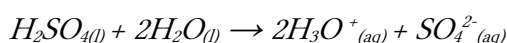


Rappels de chimie :

Pour les espèces chimiques pures	
La masse m d'un liquide est proportionnelle à son volume V : $m = \rho \times V$ Avec ρ la masse volumique du liquide pur exprimée en g/L	La masse m d'un solide ou liquide est proportionnelle à sa quantité de matière n : $m = M \times n$ Avec M la masse molaire du solide ou liquide pur exprimée en g/mol
Pour les espèces chimiques en solution (=solutés)	
La masse m de soluté est proportionnelle au volume de solution V_s : $m = t \times V_s$ Avec t la concentration en masse du soluté dans la solution exprimée en g/L	La quantité de matière n de soluté est proportionnelle au volume de solution V_s : $n = c \times V_s$ Avec c la concentration molaire du soluté dans la solution exprimée en mol/L

Application n°4 : Le technicien souhaite effectuer une légère correction de pH de la piscine avec du « pH moins ». Le produit commercial dont il dispose indique « acide sulfurique* à 15 % en masse - 5 L - 5,5 kg ». Il est trop concentré, son pH est proche de 0. Il décide de le diluer d'un facteur 100.

* en solution l'acide sulfurique a réagi avec l'eau selon l'équation acido-basique suivante :



Donnée : masse molaire de l'acide sulfurique $M(H_2SO_4) = 98 \text{ g/mol}$

1. Calcule la masse, la quantité de matière puis la concentration molaire en acide sulfurique de la solution commerciale.
2. Calcule le pH de la solution commerciale après la dilution.
3. Comment le technicien doit-il procéder pour préparer 10 L de solution diluée ?

2.2 Mesure

Le pH d'une solution peut être évalué avec un indicateur coloré ou bien mesuré avec un pH-mètre.



Le BBT est un indicateur coloré / Le papier pH est imbibé d'indicateurs colorés / Un pH-mètre

Application n°5 : La réglementation française impose que la qualité de l'eau d'une piscine comme celle de Blois soit contrôlée quotidiennement. Pour le pH l'intervalle de conformité s'étend de 6,9 inclus à 7,7 inclus. Lors d'un contrôle quotidien, le technicien maintenance piscine obtient les 2 résultats ci-contre.



La fiche technique du pH-mètre utilisé indique :

Température		pH	
Gamme	0 °C à 100 °C	Gamme	- 2,00 à 16,00
Résolution	0,1 °C	Résolution	0,1
Précision	± 0,3 °C	Précision	± 0,2

Données :

- 1 mole d'acide chlorhydrique libère 1 mole d'ions oxonium dans l'eau
- masse molaire de l'acide chlorhydrique : $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$
- masse volumique d'une solution d'acide chlorhydrique à 33 % : $\rho = 1,165 \text{ g/L}$
- dimensions de la piscine tournesol de Blois : $L \times l \times h : 25 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$
- le pourcentage massique en acide chlorhydrique vaut : $\%_m = \frac{m(\text{HCl})}{m} \times 100$ avec m la masse de solution et $m(\text{HCl})$ la masse d'acide chlorhydrique qu'elle contient.
- conversion de volume : $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$

1. Le pH de l'eau de baignade est-il satisfaisant ?
2. Calcule la concentration en ions oxonium notée $[H_3O^+]$ dans l'eau de baignade et calcule la concentration minimale qu'ils devraient avoir.
3. Pour rectifier le pH, le technicien utilise un produit sur lequel on peut lire « Aquatac moins liquide (acide chlorhydrique à 33 % en masse) ». Quel volume minimal doit-il en verser dans la piscine pour que le pH redevienne conforme ?

[illegible]

