

Préparation des tampons et des milieux - Qu'est-ce qu'un tampon?

Vos objectifs:

A la fin de cette leçon, vous devriez être capable d'expliquer comment faire une solution tampon.

Une **solution tampon** (plus précisément, tampon de pH ou tampon d'ions hydrogène) est une solution aqueuse constituée d'un mélange d'un acide faible et de sa base conjuguée (ou inversement). Son pH change de façon insignifiante lorsqu'on lui ajoute une petite quantité d'acide ou de base forte. Les solutions tampons sont utilisées comme moyen de maintenir le pH à une valeur presque constante dans une grande variété d'applications chimiques. Dans la nature, il existe de nombreux systèmes qui utilisent le tamponnage pour la régulation du pH. Par exemple, le système tampon du bicarbonate est utilisé pour réguler le pH du sang.

pH

En chimie, le pH (qui signifie "potentiel Hydrogène") est une échelle utilisée pour spécifier l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse. Des valeurs de pH plus faibles correspondent à des solutions plus acides par nature, tandis que des valeurs plus élevées correspondent à des solutions plus basiques ou alcalines. À température ambiante (25 °C = 77 °F), l'eau pure est neutre (ni acide ni basique) et son pH est de 7.

Substance	gamme de pH	Type
Acide de batterie	< 1	Acide
Acide gastrique	1.0 – 1.5	
Vinaigre	2.5	
Jus d'orange	3.3 – 4.2	
Café noir	5 – 5.03	

lait	6.5 – 6.8	
Eau pure	7	Neutre
Eau de mer	7.5 – 8.4	
Ammoniaque	11.0 – 11.5	<u>Base</u>
Eau de Javel	12.5	
Lessive	13.0 – 13.6	

L'échelle du pH est logarithmique et indique inversement la concentration d'ions hydrogène (H⁺) dans la solution (un pH plus faible indique une concentration plus élevée d'ions hydrogène). Plus précisément, le pH est la valeur négative du logarithme en base 10 de l'activité de l'ion hydrogène.

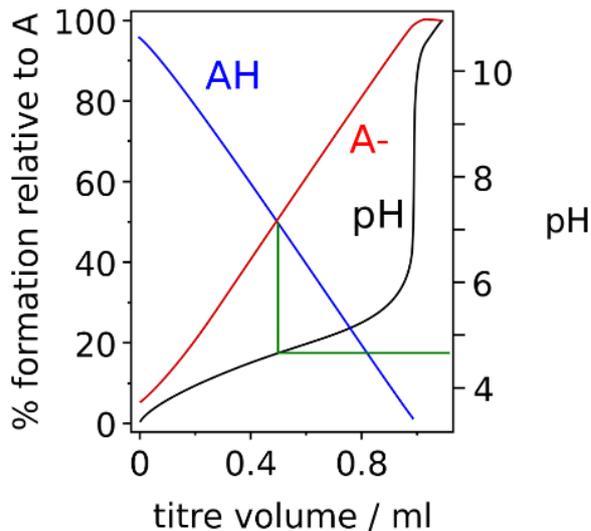
$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [\text{H}^+]$$

À 25°C, les solutions dont le pH est inférieur à 7 sont acides, et celles dont le pH est supérieur à 7 sont basiques. La valeur neutre du pH dépend de la température ; elle est inférieure à 7 si la température augmente. La valeur du pH peut être inférieure à 0 pour les acides très forts, ou supérieure à 14 pour les bases très fortes. L'échelle de pH est traçable à un ensemble de solutions standard dont le pH est établi par un accord international.

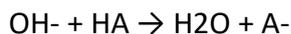
Les solutions tampons obtiennent leur résistance au changement de pH grâce à la présence d'un équilibre entre l'acide faible HA et sa base conjuguée A⁻ :



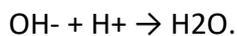
Lorsqu'un acide fort est ajouté à un mélange en équilibre entre l'acide faible et sa base conjuguée, des ions hydrogène (H⁺) sont ajoutés et l'équilibre est déplacé vers la gauche, conformément au principe de Le Châtelier. De ce fait, la concentration en ions hydrogène augmente moins que la valeur attendue pour la quantité d'acide fort ajoutée. De même, si une base forte est ajoutée au mélange, la concentration en ions hydrogène diminue moins que la valeur attendue pour la quantité d'alcalin ajoutée. Cet effet est illustré par le titrage simulé d'un acide faible avec un pK_a = 4,7. La concentration relative de l'acide non dissocié est représentée en bleu, et celle de sa base conjuguée en rouge.



Le pH varie relativement lentement dans la zone tampon, $\text{pH} = \text{pKa} \pm 1$, centrée à $\text{pH} = 4,7$, où $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$. La concentration en ions hydrogène diminue moins que prévue car la plupart des ions hydroxyde ajoutés sont consommés dans la réaction suivante



et seulement une petite partie est consommée dans la réaction de neutralisation (qui est la réaction qui entraîne une augmentation du pH)



Une fois que l'acide est déprotoné à plus de 95 %, le pH augmente rapidement, car la majeure partie de l'alcalin ajouté est consommée dans la réaction de neutralisation.

Lien utile : <https://www.khanacademy.org/science/ap-chemistry/buffers-titrations-solubility-equilibria-ap/buffer-solutions-tutorial-ap/v/buffer-system>

Le pH d'une solution contenant un agent tampon ne peut varier que dans une plage étroite, indépendamment de tout autre élément présent dans la solution. Dans les systèmes biologiques, il s'agit d'une condition essentielle au bon fonctionnement des enzymes. Dans le sang humain, par exemple, on trouve un mélange d'acide carbonique (H_2CO_3) et de bicarbonate (HCO_3^-) dans la fraction plasmatique, qui constitue le principal mécanisme de maintien du pH du sang entre 7,35 et 7,45. En dehors de cette plage étroite ($7,40 \pm 0,05$ unité de pH), des conditions métaboliques d'acidose et d'alcalose se développent rapidement, conduisant finalement à la mort si le pH tampon correct n'est pas rapidement rétabli.

Si la valeur du pH d'une solution augmente ou diminue trop, l'efficacité d'une enzyme diminue dans un processus appelé dénaturation, qui est généralement irréversible. La majorité des

échantillons biologiques utilisés dans la recherche sont conservés dans une solution tampon, souvent une solution saline tamponnée au phosphate (PBS) à pH 7,4.

Dans l'industrie, les agents tampons sont utilisés dans les processus de fermentation ainsi que pour établir les conditions correctes pour les colorants utilisés dans la coloration des tissus. Ils sont également utilisés dans les analyses chimiques et l'étalonnage des pH-mètres.

Agents tampons simples

Agent tampon	Plage de pH utile
Acide citrique	2.1–7.4
Acide acétique	3.8–5.8
KH₂PO₄	6.2–8.2
CHES	8.3–10.3
Borate	8.25–10.25

Pour les tampons dans les régions acides, le pH peut être ajusté à une valeur souhaitée en ajoutant un acide fort, tel que l'acide chlorhydrique, à l'agent tampon particulier. Pour les tampons alcalins, une base forte, telle que l'hydroxyde de sodium, peut être ajoutée. En variante, un mélange tampon peut être réalisé à partir d'un mélange d'un acide et de sa base conjuguée. Par exemple, un tampon acétate peut être fabriqué à partir d'un mélange d'acide acétique et d'acétate de sodium. De même, un tampon alcalin peut être réalisé à partir d'un mélange d'une base et de son acide conjugué.