

**REGULATION DU pH DANS LES MILIEUX BIOLOGIQUES**

La plupart des milieux biologiques régulent naturellement leur pH.

Pourquoi l'ajout d'ions oxonium ou d'ions hydroxyde supplémentaires ne provoque-t-il pas une variation importante du pH ?

L'effet tampon :

Les cellules du corps sont très sensibles aux variations de pH. Afin de maintenir les conditions nécessaires à leur fonctionnement, la plupart des milieux biologiques régulent le pH : ils sont dits tamponnés. Sur quoi repose cet effet ?

Considérons deux milieux de composition différente.

- **Milieu 1** : constitué de 20 mL d'une solution d'acide éthanóique, un acide faible, à 0,1 mol · L<sup>-1</sup> ;
- **Milieu 2** : constitué de 10 mL de solution d'acide éthanóique et de 10 mL solution d'éthanoate de sodium, de concentrations égales à 0,1 mol · L<sup>-1</sup>.

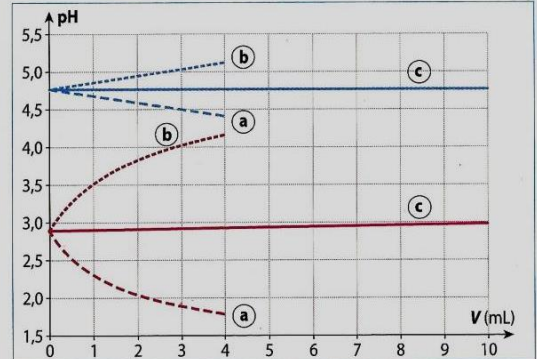
• Étudions l'évolution du pH dans ces deux milieux lors de l'ajout d'acide chlorhydrique, de soude et d'eau [doc. 6].

**Données** • Couple acide éthanóique/ion éthanóate pK<sub>a</sub> = 4,8.

**S'informer**

Une **solution tampon** est une solution dont le pH varie peu par addition d'une petite quantité d'une base, d'un acide ou encore par dilution modérée : c'est « l'effet tampon ».

1. Quelles espèces contiennent le milieu 1 et le milieu 2 ?
2. Quelles sont les espèces prédominantes dans les deux milieux ?



**6** Évolution du pH des milieux 1 et 2 en fonction du volume versé, lors de l'ajout de :  
 a. 4 mL d'acide chlorhydrique [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>(aq) + Cl<sup>-</sup>(aq)] à 0,1 mol · L<sup>-1</sup> ;  
 b. 4 mL de soude [Na<sup>+</sup>(aq) + HO<sup>-</sup>(aq)] à 0,1 mol · L<sup>-1</sup> ;  
 c. 20 mL d'eau.

3. Commenter les courbes d'évolution du pH dans les deux milieux.
4. À l'aide du doc. 6, quelle doit être la composition d'une solution pour qu'elle soit qualifiée de **solution tampon** ?
5. Quel milieu semble tamponné ? Autour de quelle valeur ? L'effet tampon est-il illimité ?

**Document 1 Recherche sur le vieillissement.**

Comme dans tous les tissus, les protéines musculaires sont constamment synthétisées et dégradées. Chez l'adulte, les deux processus sont équilibrés, ce qui permet de maintenir une masse musculaire constante. À partir de 40 ans, un déséquilibre s'installe graduellement : la dégradation des protéines musculaires devient légèrement plus rapide que la synthèse protéique, ce qui conduit à une perte progressive de muscle. Elle est responsable de la réduction de la mobilité et de l'autonomie des personnes âgées. Des chercheurs de l'INRA étudient les effets de l'introduction de leucine dans leur alimentation.

D'après un communiqué de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique), janvier 2006.

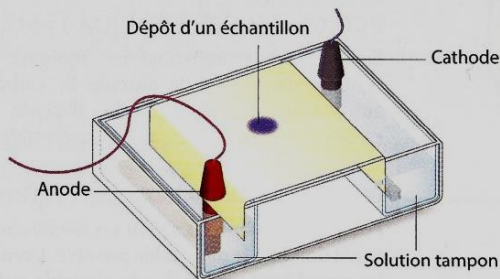
**Document 2 Les acides α-aminés.**

Un acide α-aminé possède un groupe amine -NH<sub>2</sub> et un groupe carboxyle -COOH fixés sur le même atome de carbone. La force relative de l'acide, et donc la valeur du pK<sub>a</sub> du couple, décroît avec le nombre d'atome d'hydrogène. Les formes acido-basiques peuvent être notées H<sub>2</sub>A<sup>+</sup>, HA<sup>+</sup> et A<sup>-</sup>. La forme HA<sup>+</sup> est dite zwitterionique : c'est une entité neutre présentant une charge positive et une charge négative.

**Document 3 Principe de séparation des acides α-aminés.**

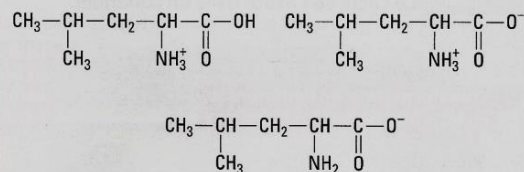
L'électrophorèse est une technique utilisée en biologie pour séparer les espèces d'un mélange. Une goutte de mélange est déposée sur un gel, et soumis à un champ électrique créé par deux électrodes : la cathode et l'anode. Les ions porteurs d'une charge positive migrent vers la cathode, les ions porteurs d'une charge négative vers l'anode, et les espèces neutres ne migrent pas.

Pour tout acide α-aminé, il existe une valeur du pH, appelé pH isoélectrique et noté pI, pour lequel les concentrations des formes H<sub>2</sub>A<sup>+</sup> et A<sup>-</sup> sont égales. Le point isoélectrique est calculable par pI = (pK<sub>a1</sub> + pK<sub>a2</sub>)/2. Un échantillon d'acide α-aminé placé dans un milieu de pH = pI, est globalement neutre ; il est chargé positivement si pH < pI, et négativement si pH > pI.



**Document 4 La leucine.**

La leucine est un acide α-aminé qui existe sous trois formes, représentées ci-dessous. Elles constituent deux couples acide/base de pK<sub>a1</sub> = 2,4 et pK<sub>a2</sub> = 9,6.



**Document 5 Définitions.**

- Le pH d'une solution aqueuse est défini par :  
 $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$  ou  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$ .
- La constante d'acidité K<sub>a</sub> d'un couple acide/base AH/A<sup>-</sup> est définie par :  

$$K_a = \frac{[\text{A}^-]_f \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{[\text{AH}]_f}$$
 et  $\text{p}K_a = -\log(K_a)$ .
- Un acide est d'autant moins faible que son pK<sub>a</sub> est petit.

**Questions**

1. a. Tracer le diagramme de prédominance de la leucine
- b. Quelle forme de la leucine prédomine au pH isoélectrique  $pH_i$  ?
- c. Même question pour l'estomac, dont le pH est égal à 2 ?
2. De la leucine a été dissoute dans une solution tampon de  $pH = 6,0$  contenant deux autres acides aminés : de la lysine ( $pH_i = 9,60$ ) et de l'acide aspartique ( $pH_i = 2,8$ ). Une goutte de ce mélange est déposée au centre de l'appareil d'électrophorèse. Décrire la migration de ces acides  $\alpha$ -aminés. La leucine est-elle séparée des autres constituants ?
3. Les culturistes suivent un régime spécial et prennent des compléments alimentaires. Entre autres, leur alimentation est riche en leucine. Proposer une explication.

**Questions**

1. a. Tracer le diagramme de prédominance de la leucine
- b. Quelle forme de la leucine prédomine au pH isoélectrique  $pH_i$  ?
- c. Même question pour l'estomac, dont le pH est égal à 2 ?
2. De la leucine a été dissoute dans une solution tampon de  $pH = 6,0$  contenant deux autres acides aminés : de la lysine ( $pH_i = 9,60$ ) et de l'acide aspartique ( $pH_i = 2,8$ ). Une goutte de ce mélange est déposée au centre de l'appareil d'électrophorèse. Décrire la migration de ces acides  $\alpha$ -aminés. La leucine est-elle séparée des autres constituants ?
3. Les culturistes suivent un régime spécial et prennent des compléments alimentaires. Entre autres, leur alimentation est riche en leucine. Proposer une explication.

**Questions**

1. a. Tracer le diagramme de prédominance de la leucine
- b. Quelle forme de la leucine prédomine au pH isoélectrique  $pH_i$  ?
- c. Même question pour l'estomac, dont le pH est égal à 2 ?
2. De la leucine a été dissoute dans une solution tampon de  $pH = 6,0$  contenant deux autres acides aminés : de la lysine ( $pH_i = 9,60$ ) et de l'acide aspartique ( $pH_i = 2,8$ ). Une goutte de ce mélange est déposée au centre de l'appareil d'électrophorèse. Décrire la migration de ces acides  $\alpha$ -aminés. La leucine est-elle séparée des autres constituants ?
3. Les culturistes suivent un régime spécial et prennent des compléments alimentaires. Entre autres, leur alimentation est riche en leucine. Proposer une explication.

**Questions**

1. a. Tracer le diagramme de prédominance de la leucine
- b. Quelle forme de la leucine prédomine au pH isoélectrique  $pH_i$  ?
- c. Même question pour l'estomac, dont le pH est égal à 2 ?
2. De la leucine a été dissoute dans une solution tampon de  $pH = 6,0$  contenant deux autres acides aminés : de la lysine ( $pH_i = 9,60$ ) et de l'acide aspartique ( $pH_i = 2,8$ ). Une goutte de ce mélange est déposée au centre de l'appareil d'électrophorèse. Décrire la migration de ces acides  $\alpha$ -aminés. La leucine est-elle séparée des autres constituants ?
3. Les culturistes suivent un régime spécial et prennent des compléments alimentaires. Entre autres, leur alimentation est riche en leucine. Proposer une explication.