

## TPC n°09 : Détermination d'un $pK_a$ et solutions tampons

« Quelle bactérie, parmi celles citées ci-dessus, peut être mise en culture en utilisant le tampon acétate ? »

### III. Travail à effectuer.

#### S'APPROPRIER

1°- Une solution tampon est une solution dont le pH varie peu par ajout modéré d'acide, de base ou d'eau.

2°- Les réactions chimiques internes à la bactérie peuvent entraîner des variations de pH de leur milieu de culture, or les bactéries ne peuvent se développer que dans des fourchettes réduites de pH. Il faut donc éviter que les déchets qu'elles produisent rendent le pH du milieu impropre à leur culture. C'est pourquoi il faut utiliser des solutions tampons pour leur culture.

3°- D'après le document 1, on obtient une solution tampon lorsqu'on réalise un mélange équimolaire d'un acide faible et de sa base conjuguée, or dans le protocole 1 on mélange le même volume de solutions d'acide éthanoïque et d'éthanoate de sodium à la même concentration en soluté apportée, donc la même quantité de matière d'acide et de base conjuguée. La solution obtenue est donc bien une solution tampon.

#### ANALYSER

4°- Dans le protocole 1 on mélange la même quantité de matière de  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  et de  $\text{CH}_3\text{CO}_2^-$ , donc dans la solution  $[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_f = [\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_f$ . Or le pH de la solution est donné par la relation  $pH = pK_a + \log\left(\frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_f}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_f}\right)$  donc si  $[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_f = [\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_f$  alors  $pH = pK_a + \log 1 = pK_a$ . Ce qui signifie que la mesure du pH de la solution donne directement le  $pK_a$  du couple.

5°- Dans le protocole 2, on fait varier les concentrations effectives de  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  et de  $\text{CH}_3\text{CO}_2^-$  dans la solution. Ceci entraîne des pH différents pour chaque solution. On mesure donc le pH pour différentes valeurs de  $\frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_f}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_f}$ .

À l'aide de Latis-Pro, on peut donc tracer la représentation graphique  $pH = f\left(\log\left(\frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_f}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_f}\right)\right)$ . Cette représentation graphique doit correspondre à une fonction affine telle que  $pH = a \times \log\left(\frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_f}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_f}\right) + b$  où l'ordonnée à l'origine  $b$  correspond au  $pK_a$  du couple. En modélisant la représentation graphique par une fonction affine, on obtiendra donc le  $pK_a$  du couple.

#### RÉALISER

6°-

Solution	1	2	3	4	5	6	7
$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_f$ (mol.L <sup>-1</sup> )	$8,3 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$4,4 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$
$[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_f$ (mol.L <sup>-1</sup> )	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$	$4,4 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$8,3 \cdot 10^{-2}$
pH	3,98	4,30	4,57	4,32	4,75	5,07	5,33
$pH_{\text{moy}} \pm 0,05$	4,01	4,30	4,59	4,66	4,78	5,08	5,38

*Rem : On garde tous les chiffres du pH pour plus de précision dans le calcul de la moyenne. Le calcul de l'incertitude grâce au fichier Excel permet ensuite de garder 3 CS pour le pH.*

7°- La meilleure estimation du pH de chaque solution est la valeur moyenne de toutes les mesures du groupe.

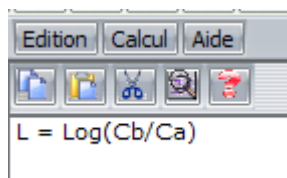
$$8^\circ - [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_f = [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_i = \frac{n_{\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}}^i}{V_A + V_B} = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B}$$

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_f = [\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_i = \frac{n_{\text{CH}_3\text{CO}_2^-}^i}{V_A + V_B} = \frac{C_B V_B}{V_A + V_B}$$

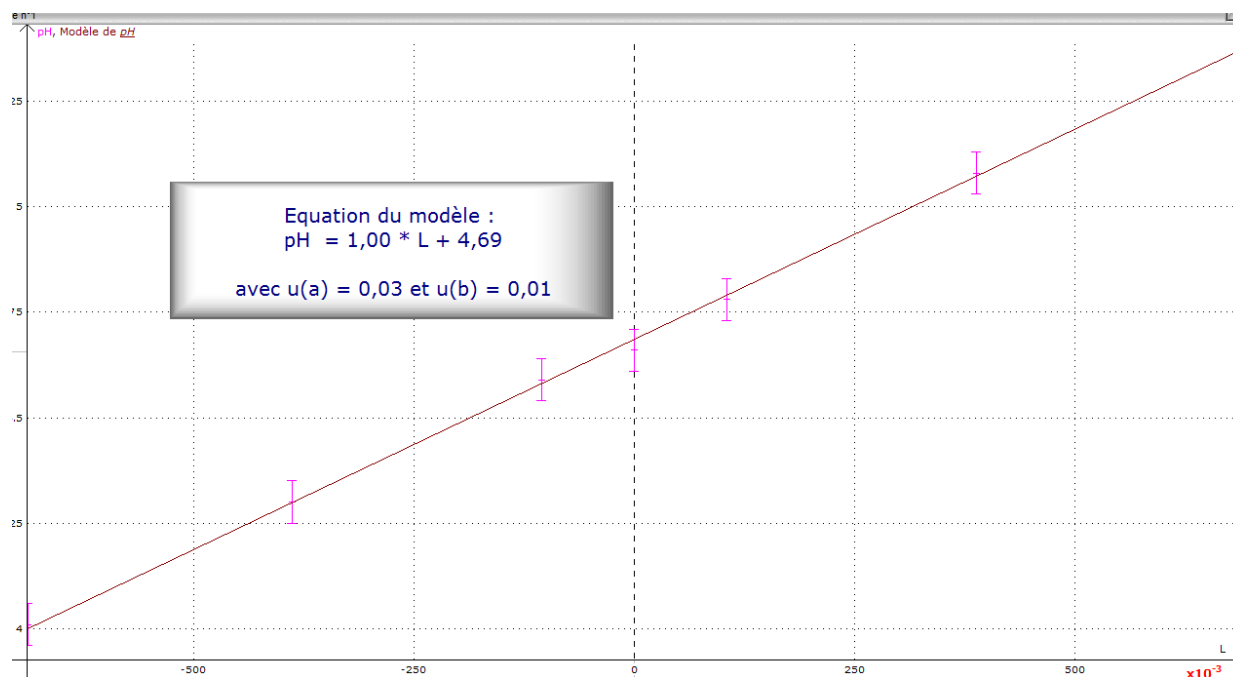
	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(aq)} + \text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(aq)} + \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(aq)}$			
EI	$n_A^i$	$n_B^i$	0	0
EF	$n_A^i - x_f$	$n_B^i - x_f$	$x_f$	$x_f$
Donc dans la solution	$n_A^f = n_A^i - x_f + x_f = n_A^i$			
De même	$n_B^f = n_B^i - x_f + x_f = n_B^i$			

## Exploitation des mesures

Ca	Cb	pH
83E-3	17E-3	4,01
71E-3	29E-3	4,3
56E-3	44E-3	4,59
50E-3	50E-3	4,66
44E-3	56E-3	4,78
29E-3	71E-3	5,08
17E-3	83E-3	5,38



Nom	Valeur	Incertitude
b	4.686	± 0.01
a	0.995	± 0.03



## VALIDER

9°- Nous avons vu à la question 5 que le pKa correspondait à l'ordonnée à l'origine de la courbe

$$pH = f\left(\log\left(\frac{[CH_3CO_2^-]_f}{[CH_3CO_2H]_f}\right)\right).$$

D'après l'équation obtenue dans Lati-Pro, on en déduit :

$$pKa(CH_3CO_2H/CH_3CO_2^-) = 4,69 \text{ avec une incertitude de } 0,01$$

10°- On sait qu'une solution tampon a un pH qui correspond au pKa du couple utilisé pour la réaliser. Or le pKa du couple acide acétique/ion acétate est de 4,69. Une solution tampon acétate aura donc un **pH de 4,7** et d'après le document introductif du TP, la bactérie qui se développera dans une solution tampon à ce pH est la bactérie lactobacillus acidophilis