# A propos du lait

Bac S 2007 Polynésie (ancien programme) · Exercice 2 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

**1** Partie I. a) Reformuler en langage scientifique : « du beurre fondu et de l'eau restent séparés ». b) Donner l'adjectif qui qualifie la partie soluble dans l'eau des molécules tensioactives.

**a.** Le beurre fondu est une matière grasse liquide ; mélangé à l'eau, il forme une phase distincte.

Le beurre fondu et l'eau sont deux liquides **non miscibles**.

**b.** Cette partie a de l'affinité pour l'eau.

La partie soluble dans l'eau est **hydrophile**.

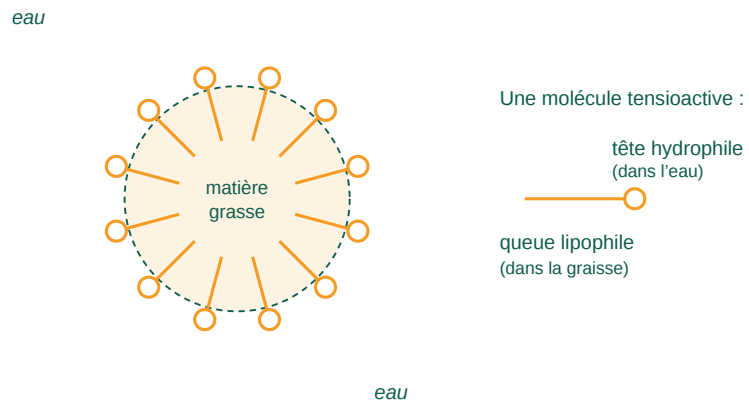
**COMPRENDRE**
L'autre partie, soluble dans la graisse, est dite lipophile (ou hydrophobe). « Miscible » se dit de deux liquides ; « soluble » se dit d'une espèce dans un solvant.

**2** Partie I. Schématiser un « globule de matière grasse » en suspension dans l'eau, à l'aide de la représentation donnée d'une molécule tensioactive.

Les molécules tensioactives entourent la gouttelette de matière grasse : leur partie soluble dans la graisse plonge dans le globule, leur partie hydrophile reste à l'extérieur, au contact de l'eau.

Schéma ci-dessous : queues tournées vers la graisse, têtes hydrophiles tournées vers l'eau.

**PIÈGE**
Inverser l'orientation : le trait (partie soluble dans la graisse) pointe vers l'intérieur du globule, le rond (partie soluble dans l'eau) est en surface, côté eau.




**2** · Globule de matière grasse en suspension dans l'eau

**1** Partie II. a) Donner la formule semi-développée de l'ion lactate, base conjuguée de l'acide lactique. b) Donner l'expression de la constante d'acidité $K_a$ du couple acide lactique / ion lactate.

**Données utiles** acide lactique HA : $CH_3-CHOH-COOH$

**a.** La base conjuguée s'obtient en retirant un ion $H^+$ au groupe carboxyle $-COOH$ de l'acide.

Ion lactate $A^-$ : $CH_3-CHOH-COO^-$

**b.** Réaction de l'acide avec l'eau :

$$HA\,(aq) + H_2O\,(l) = A^-\,(aq) + H_3O^+\,(aq)$$

$$K_a = \frac{[A^-]_f \times [H_3O^+]_f}{[HA]_f}$$

**PIÈGE**
Faire figurer l'eau dans $K_a$ : c'est le solvant, elle n'apparaît pas. Les concentrations sont celles de l'état final (équilibre), pas les concentrations apportées.

**2** Partie II. a) Calculer la concentration en ions oxonium dans la solution. b) Définir, puis calculer le taux d'avancement de la réaction de l'acide lactique avec l'eau. Conclure.

**Données utiles** $c = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; $\text{pH} = 2{,}9$

**a.** $[\text{H}_3\text{O}^+]_f = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2{,}9}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f = 1{,}3 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

**b.** Le taux d'avancement final est le rapport de l'avancement final à l'avancement maximal : $\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}}$.

D'après le tableau, pour un volume $V$ de solution : $x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \times V$ ; si la réaction était totale, $c \times V - x_{max} = 0$, soit $x_{max} = c \times V$.

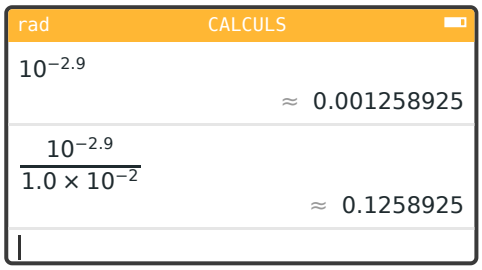
$$\tau = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f}{c} = \frac{10^{-2{,}9}}{1{,}0 \times 10^{-2}} = 0{,}13$$

$\tau = 0{,}13 = 13\ \%$ ; $\tau < 1$ : la transformation est **limitée** (l'acide lactique est un acide faible).

**COMPRENDRE**
Deux chiffres significatifs : $c$ en a deux, et un pH donné au dixième ne permet pas mieux pour $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

**MÉTHODE**
Le volume $V$ n'est pas donné : on le garde en lettre, il se simplifie dans le rapport $x_f / x_{max}$.

**À LA CALCULATRICE**




| Équation chimique | | HA(aq) + | $H_2O$(l) = | $A^-$(aq) + | $H_3O^+$(aq) |
|---|---|---|---|---|---|
| État du système | Avancement (mol) | Quantités de matière (mol) | | | |
| État initial | *x = 0* | c·V | excès | 0 | 0 |
| État intermédiaire | *x* | c·V − x | excès | x | x |
| État final | $x_f$ | c·V − $x_f$ | excès | $x_f$ | $x_f$ |

**2** · Annexe : tableau d'avancement n°1 complété

**3** Partie II. a) À partir des résultats expérimentaux, calculer la constante $K_a$ du couple de l'acide lactique, puis son $\text{p}K_a$. b) Quelle peut être la cause du léger écart avec la valeur donnée dans le texte ?

**Données utiles** $c = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; $\text{pH} = 2{,}9$ ; valeur du texte : $\text{p}K_a = 3{,}8$

**a.** D'après le tableau d'avancement : $[\text{A}^-]_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f$ et $[\text{HA}]_f = c - [\text{H}_3\text{O}^+]_f$.

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f^2}{c - [\text{H}_3\text{O}^+]_f} = \frac{\left(10^{-2{,}9}\right)^2}{1{,}0 \times 10^{-2} - 10^{-2{,}9}} = 1{,}8 \times 10^{-4}$$

$$\text{p}K_a = -\log K_a = -\log\left(1{,}8 \times 10^{-4}\right) = 3{,}7$$

$K_a = 1{,}8 \times 10^{-4}$ et $\text{p}K_a = 3{,}7$

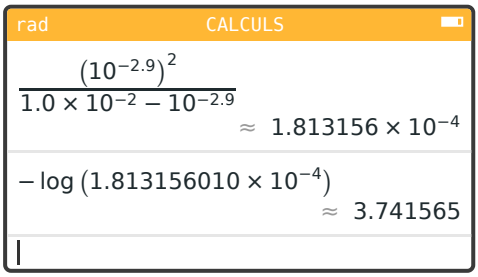
**b.** On trouve $3{,}7$ au lieu de $3{,}8$. Le pH n'est mesuré qu'au dixième d'unité, et $K_a$ en dépend fortement.

L'écart vient du **manque de précision de la mesure du pH** (pH-mètre, étalonnage).

**PIÈGE**
Calculer avec la valeur arrondie $1{,}3 \times 10^{-3}$ donne $K_a = 1{,}9 \times 10^{-4}$. Garder $10^{-2{,}9}$ dans la calculatrice et n'arrondir qu'à la fin.

**COMPRENDRE**
Avec $\text{pH} = 2{,}93$, valeur qui s'arrondit aussi à $2{,}9$, le même calcul donne $\text{p}K_a = 3{,}8$ : l'écart n'est pas significatif.

**À LA CALCULATRICE**



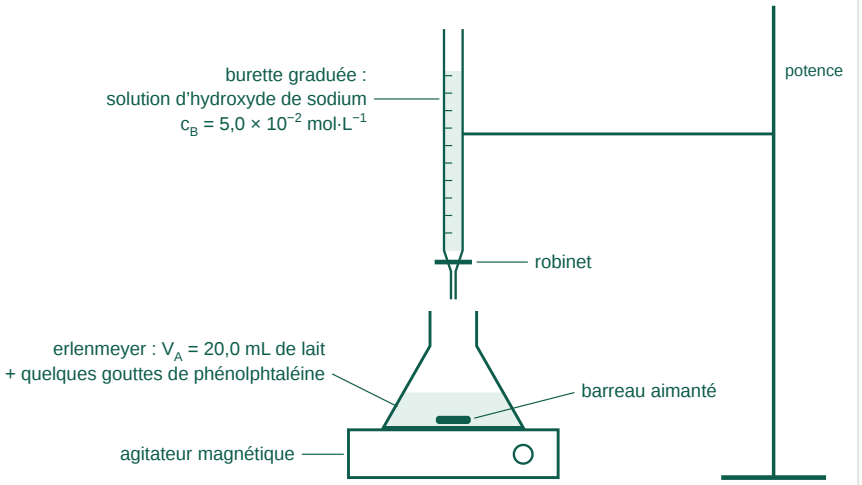
**1** Partie III. Faire le schéma annoté du montage expérimental du dosage.

**Données utiles** 20,0 mL de lait ; phénolphtaléine ; solution d'hydroxyde de sodium à $5{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

La solution titrante (hydroxyde de sodium) est dans la burette graduée ; la solution titrée (lait et indicateur coloré) est dans l'erlenmeyer, posé sur un agitateur magnétique.

Schéma annoté ci-dessous.

**MÉTHODE**
Un schéma de titrage complet nomme la verrerie, le contenu de la burette et celui de l'erlenmeyer avec concentration et volume connus, et le dispositif d'agitation.




**1** · Montage du titrage de l'acide lactique du lait

**2** Partie III. a) Écrire l'équation de la réaction entre l'acide lactique et l'ion hydroxyde. b) À l'aide du tableau d'avancement n°2, déterminer la concentration molaire en acide lactique du lait étudié.

**Données utiles** $V_A = 20{,}0\ \text{mL}$ ; $c_B = 5{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; $V_E = 9{,}2\ \text{mL}$

**a.** L'acide $\text{HA}$ cède un ion $\text{H}^+$ à la base $\text{HO}^-$.

$$\text{HA (aq)} + \text{HO}^- \text{(aq)} = \text{A}^- \text{(aq)} + \text{H}_2\text{O (l)}$$

**b.** Le changement de couleur repère l'équivalence : les réactifs ont alors été introduits dans les proportions stœchiométriques et sont tous deux entièrement consommés.

Dans l'état final du tableau : $c_A \times V_A - x_f = 0$ et $c_B \times V_E - x_f = 0$, donc $c_A \times V_A = c_B \times V_E$.

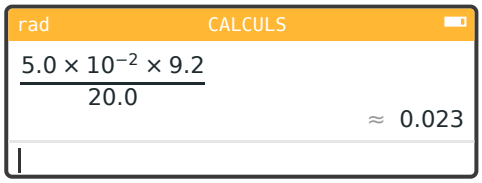
$$c_A = \frac{c_B \times V_E}{V_A} = \frac{5{,}0 \times 10^{-2} \times 9{,}2}{20{,}0}$$

$$c_A = 2{,}3 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

**PIÈGE**
Diviser par $V_E$ au lieu de $V_A$ : la concentration cherchée est celle de la prise d'essai de lait, de volume $V_A = 20{,}0$ mL.

**COMPRENDRE**
Les deux volumes figurent dans un rapport : on peut les laisser en mL. La phénolphtaléine, incolore en milieu acide, devient rose dès que les ions $\text{HO}^-$ sont en excès.

**À LA CALCULATRICE**




| Équation chimique | | HA(aq) + | HO⁻(aq) = | A⁻(aq) + | H₂O(l) |
|---|---|---|---|---|---|
| État du système | Avancement (mol) | Quantités de matière (mol) | | | |
| État initial | $x = 0$ | $c_A \cdot V_A$ | $c_B \cdot V_E$ | 0 | excès |
| État intermédiaire | $x$ | $c_A \cdot V_A - x$ | $c_B \cdot V_E - x$ | $x$ | excès |
| État final | $x_f$ | $c_A \cdot V_A - x_f = 0$ | $c_B \cdot V_E - x_f = 0$ | $x_f$ | excès |

**2** · Annexe : tableau d'avancement n°2 complété (volume $V_E$ versé à l'équivalence)

**3** Partie III. La concentration en acide lactique d'un lait frais ne doit pas dépasser $1{,}8\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$. Conclure quant à la fraîcheur du lait étudié.

**Données utiles** $c_A = 2{,}3 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (III.2) ; $M = 90{,}0\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Concentration en masse de l'acide lactique : $t = c_A \times M$

$t = 2{,}3 \times 10^{-2} \times 90{,}0 = 2{,}1\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

$t = 2{,}1\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1} > 1{,}8\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ : le lait étudié **n'est pas frais**.

**MÉTHODE**

Pour comparer à une norme, convertir d'abord dans la même unité : ici de $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, en multipliant par la masse molaire.

**À LA CALCULATRICE**

