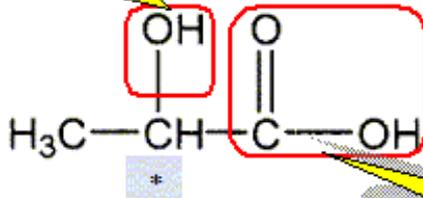


A. Etude du caractère acide de l'acide lactique.

1. Justifier le nom acide 2-hydroxypropanoïque.

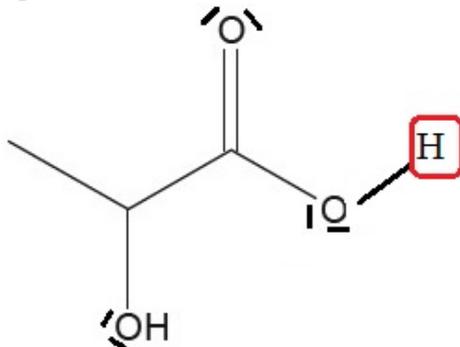
Alcool secondaire



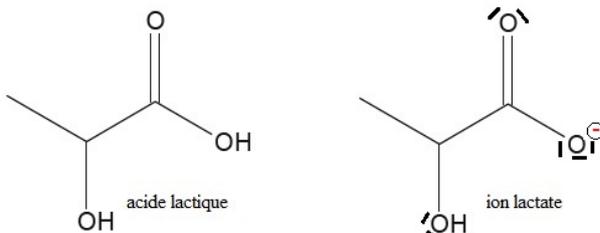
Acide carboxylique

La chaîne principale compte 3 atomes de carbone ; " propan " ;
il s'agit d'un acide carboxylique : acide propanoïque ;
un groupe hydroxy OH est fixé sur le carbone n° 2 : acide 2-hydroxypropanoïque.

2. Donner le schéma de Lewis de l'acide lactique. Identifier en l'entourant l'atome d'hydrogène responsable de l'acidité de la molécule.



3 Ecrire la formule topologique de l'ion lactate, base conjuguée de l'acide lactique.

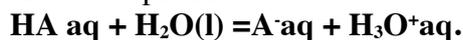


On notera par la suite HA l'acide lactique et A⁻ l'ion lactate. Le pH d'un lait est égal à 6,4.

4. Pour ce lait calculer la concentration en ion oxonium.

$$[\text{H}_3\text{O}^+\text{aq}] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-6,4} \sim 4,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol / L.}$$

5. Etablir l'équation de la réaction de l'acide HA avec l'eau et exprimer la constante d'acidité Ka du couple HA / A⁻.



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+\text{aq}] [\text{A}^-\text{aq}]}{[\text{HA aq}]}.$$

6. Retrouver la relation : $\text{pH} = \text{p}K_a + \log \left(\frac{[\text{A}^-\text{aq}]}{[\text{HA aq}]} \right)$.

$$\log K_a = \log [\text{H}_3\text{O}^+\text{aq}] + \log \left(\frac{[\text{A}^-\text{aq}]}{[\text{HA aq}]} \right).$$

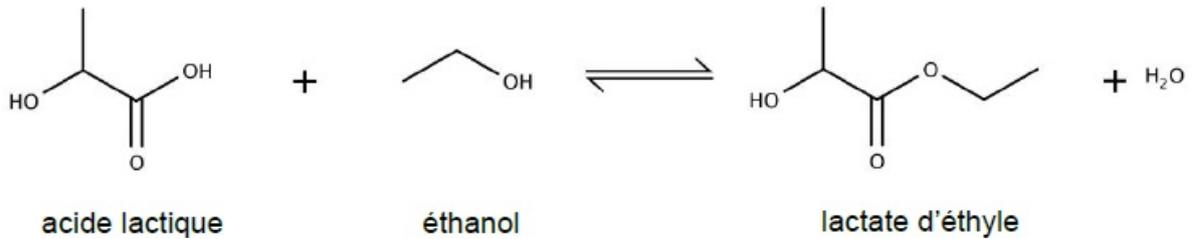
$$\log [\text{H}_3\text{O}^+\text{aq}] = \log K_a - \log \left(\frac{[\text{A}^-\text{aq}]}{[\text{HA aq}]} \right).$$

$$-\log [\text{H}_3\text{O}^+\text{aq}] = -\log K_a + \log \left(\frac{[\text{A}^-\text{aq}]}{[\text{HA aq}]} \right).$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \left(\frac{[\text{A}^-\text{aq}]}{[\text{HA aq}]} \right).$$

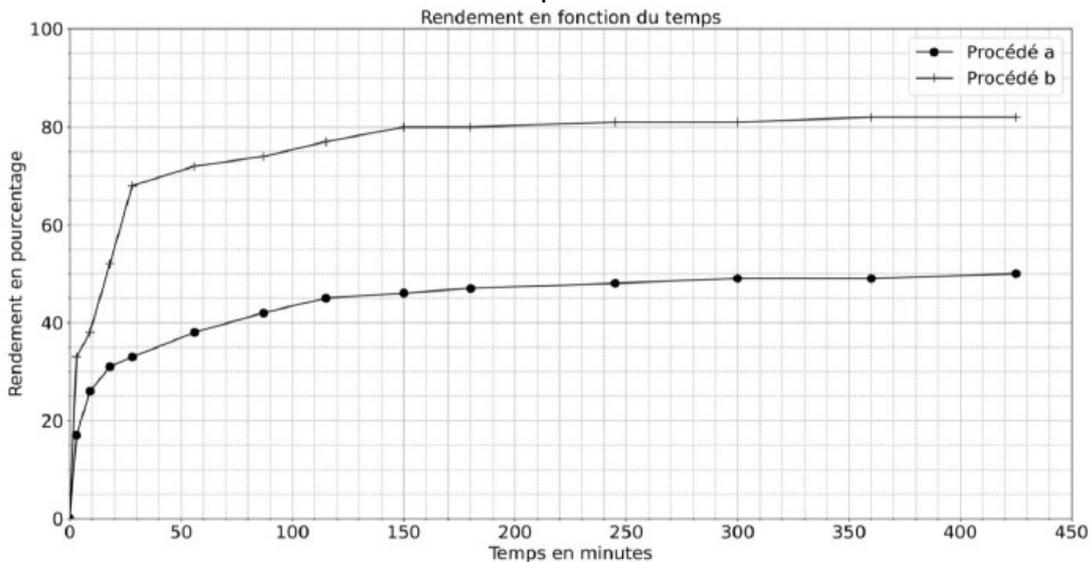
7. Calculer le rapport $[\text{A}^-\text{aq}] / [\text{HA aq}]$ dans ce lait dont la valeur du pH est 6,4. En déduire l'espèce dominante.

Le lactate d'éthyle est synthétisé par action de l'éthanol sur l'acide lactique. L'eau est un sous produit de la réaction.



Procédé a : la synthèse est effectuée dans un ballon équipé d'un réfrigérant. Les quantités suivantes de réactifs sont introduites dans le réacteur : 66,7 g d'éthanol, 39,1 g d'acide lactique, 0,33 g d'acide sulfurique. Le milieu est agité et porté à 80°C. Le rendement en lactate d'éthyle en fonction de la durée de la réaction est représenté.

Procédé b : la synthèse est réalisée de la même manière que pour le procédé a mais en ajoutant un solvant d'extraction aux réactifs. Le rendement en lactate d'éthyle en fonction de la durée de la réaction est représenté.



1. Vérifier que l'éthanol est en excès dans les deux procédés.

$M(\text{éthanol}) = 46,0 \text{ g/mol}$; $n = \text{masse éthanol} / M(\text{éthanol}) = 66,7 / 46,0 = 1,45 \text{ mol}$.

$M(\text{acide lactique}) = 90,0 \text{ g/mol}$; $n_1 = \text{masse acide lactique} / m(\text{acide lactique}) = 39,1 / 90 = 0,434 \text{ mol}$.

Une mole d'éthanol réagit avec une mole d'acide lactique : l'éthanol est donc en excès.

2. Calculer la masse de lactate d'éthyle que l'on pourrait obtenir si la transformation était totale.

$n_{\text{la}} = n_1 = 0,434 \text{ mol}$.

$M(\text{lactate d'éthyle}) = 118 \text{ g/mol}$.

$m_{\text{la}} = 0,434 \times 118 = 51,3 \text{ g}$.

3. Quel est le procédé le plus efficace ?

Procédé a : 50 % ; procédé b : 82 %.

Le procédé b est donc le plus efficace.

4. Donner l'expression du quotient de la réaction Q_r .

$Q_r = \frac{[\text{lactate d'éthyle}]}{([\text{éthanol}] [\text{acide lactique}])}$

5. Le lactate d'éthyle est plus soluble dans le solvant introduit dans le procédé b que dans la phase de départ (acide lactique + éthanol). Justifier que l'ajout d'un solvant lors de cette synthèse permet de déplacer l'équilibre de cette réaction.

En ajoutant un solvant dans lequel l'ester est très soluble, on l'élimine de la phase de départ au fur et à mesure de sa formation.

L'équilibre est donc déplacé dans le sens direct, formation de l'ester.

6. 28 millions de tonnes de solvants organiques sont produits chaque année.

Evaluer le volume d'éthanol nécessaire à la substitution de 80 % en masse des solvants organiques par des solvants agrosourcés.

On fait l'hypothèse que la totalité du solvant agrosourcé produit est du lactate d'éthyle obtenu par le procédé b. Comparer cette valeur au volume d'éthanol produit annuellement dans le monde : 120 milliards de litres.

Quantité de matière d'éthanol pour obtenir une mole de lactate d'éthyle soit 118

g : $n = 1$ mol.

28 millions de tonnes = $28 \cdot 10^{12}$ g.

$28 \cdot 10^{12} \cdot 0,80 = 2,24 \cdot 10^{13}$ g.

Quantité de matière de lactate d'éthyle : $2,24 \cdot 10^{13} / 118 = 1,90 \cdot 10^{11}$ mol.

Quantité de matière correspondante d'éthanol : $1,90 \cdot 10^{11}$ mol.

Tenir compte du rendement du procédé b : $1,90 \cdot 10^{11} / 0,80 = 2,37 \cdot 10^{11}$ mol.

Masse d'éthanol : $2,37 \cdot 10^{11} \times 46,0 = 1,09 \cdot 10^{13}$ g.

Masse volumique d'éthanol : 0,789 g / mL.

Volume d'éthanol : $1,09 \cdot 10^{13} / 0,789 = 1,38 \cdot 10^{13}$ mL.

soit $1,38 \cdot 10^{10}$ L ou 13,8 milliards de litres.

$13,8 / 120 \sim 0,12$ (12 %) de la production annuelle mondiale.