

Exercice 8 : L'acide lactique à la base de composés « verts »

(Bac Polynésie 2021)

L'acide lactique ou acide 2-hydroxypropanoïque est un acide carboxylique de formule brute $C_3H_6O_3$ (figure 1). On le trouve dans le lait mais aussi dans le vin et dans certains fruits et légumes. Obtenu industriellement via des transformations chimiques de réactifs issus de la pétrochimie, l'acide lactique peut également être produit par fermentation à partir de sucres d'origine naturelle. Il est utilisé dans l'industrie alimentaire comme additif (E270) mais aussi en cosmétique et en tant que détergent.

Le but de l'exercice est d'étudier l'acide lactique et les réactions qui l'impliquent en tant que réactif dans des synthèses écoresponsables.

Données :

- Couple acide-base : H_3O^+ / H_2O
 - Règles de nomenclature dans le cas de composés polyfonctionnels à chaîne non ramifiée :
- ① Dans un premier temps, on identifie la chaîne principale et le groupe caractéristique principal (cf. tableau 1) puis on numérote la chaîne pour que le carbone fonctionnel ait le plus petit indice possible.
 - ② Ensuite, on nomme l'espèce en remplaçant le « e » final de l'alcane correspondant (cf. tableau 2) par le suffixe correspondant au groupe principal et en ajoutant le préfixe du groupe secondaire. On précise si besoin l'indice de position du groupe caractéristique.

Tableau 1. Suffixes et préfixes utilisés pour désigner quelques groupes importants.
Les groupes présentés dans ce tableau sont rangés dans l'ordre décroissant de priorité.

Fonction	Formule	Préfixe : groupe secondaire	Suffixe : groupe principal
Acide carboxylique	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-OH \end{array}$	carboxy-	acide ...oïque
Ester	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O-C \end{array}$	...yle-oxycarbonyl-	...oate de ...yle
Aldéhyde	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-H \end{array}$	formyl- ou oxo-	-al
Cétone	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$	oxo-	-one
Alcool	$-OH$	hydroxy-	-ol

Tableau 2. Nomenclature des alcanes.

Nombre d'atomes de carbone	1	2	3	4	5	6
Nom	méthane	éthane	propane	butane	pentane	hexane

Le nom de cette molécule en nomenclature officielle est acide 2-hydroxypropanoïque.

1. Exploiter les règles de nomenclature fournies dans les données pour justifier son nom.
2. Donner le schéma de Lewis de l'acide lactique. Sur celle-ci, identifier, en l'entourant, l'atome d'hydrogène responsable de l'acidité de la molécule.
3. Écrire la formule semi-développée de l'ion lactate, base conjuguée de l'acide lactique.

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

Donnée : La valeur de la concentration standard c° est égale à 1 mol.L⁻¹.

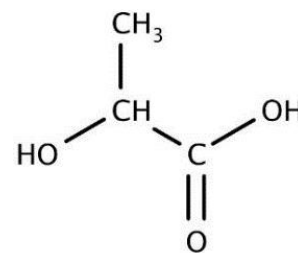


Figure 1. Formule semi-développée de l'acide lactique

4. Pour ce lait, calculer la valeur de la concentration en ion oxonium $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$.

1. Établir l'équation de réaction de l'acide lactique (HA) avec l'eau. Exprimer la constante d'acidité K_A du couple acide HA / A^- .
2. À partir de l'expression de la constante d'acidité K_a du couple HA / A^- , retrouver la relation :
$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}}}\right)$$

Donnée : La valeur du $\text{p}K_a$ du couple HA / A^- est égale à 3,9.

3. Calculer, à partir de la relation de la question 6, le rapport $\frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}}}$ dans ce lait dont la valeur du pH est égale à 6,4. En déduire l'espèce prédominante.
4. Tracer le diagramme de prédominance du couple HA / A^- .
5. À l'aide du diagramme de prédominance, vérifier que l'espèce prédominante pour ce lait est en accord avec la réponse à la question 7.