

**EXERCICE A - UN INDICATEUR COLORÉ NATUREL ISSU DU CHOU ROUGE (5 points)**

1.1. Justifier que la forme n°1 est une espèce amphotère.

(0,5 pt) On passe de la forme n°1 à la forme n°2 en cédant un proton  $H^+$ . Donc la forme n°1 est l'acide conjugué de la forme n°2.

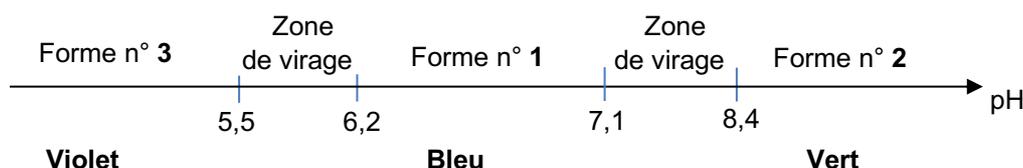
On passe de la forme n°1 à la forme n°3 en captant un proton  $H^+$ . Donc la forme n°1 est la base conjuguée de la forme n°3.

La forme n°1 se comporte à la fois comme un acide ou comme une base, il s'agit bien d'une espèce amphotère.

1.2. Recopier puis compléter les pointillés du diagramme de prédominance ci-après pour cet indicateur coloré.

Associer une couleur à chaque forme en solution aqueuse.

(0,75 pt)



## 2. Titrage d'un lait fermenté

Pour préparer des fromages ou des yaourts, il est nécessaire de faire fermenter du lait frais. Des bactéries appelées ferments lactiques sont utilisées pour transformer notamment le lactose du lait frais en acide lactique (figure 2).

Lors de la fabrication des produits laitiers, pour déterminer l'avancement de la fermentation du lait, les techniciens réalisent un titrage acido-basique de l'acide lactique formé afin de déterminer l'acidité Dornic.

L'acidité Dornic d'un lait doit être supérieure à 80 °D pour pouvoir fabriquer un yaourt.

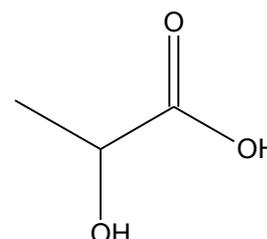
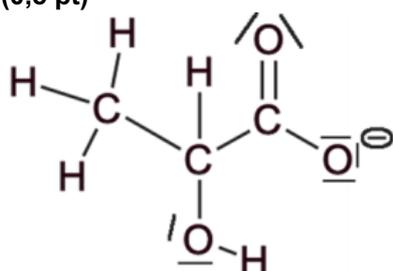


Figure 2. Formule topologique de l'acide lactique

2.1. Représenter le schéma de Lewis de l'ion lactate.

(0,5 pt)



2.2. Justifier que la fermentation du lait contribue à acidifier celui-ci.

(0,25 pt) Lors de la fermentation, il se forme de l'acide lactique qui contribue à l'acidification du lait.

2.3. On veut modéliser la transformation chimique entre l'acide lactique et l'eau du lait. On notera AH l'acide lactique et  $A^-$  l'ion lactate.

2.3.1 Écrire l'équation de la réaction modélisant cette transformation chimique.

(0,5pt)  $AH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons A^-(aq) + H_3O^+(aq)$

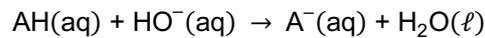
2.3.2 Montrer que cette transformation chimique est spontanée. On admettra que la concentration initiale en ion lactate est nulle. **NOUS TRAITERONS CE THÈME BIENTÔT**

La transformation est spontanée si  $Q_{r,i} < K_A$ .

$$Q_{r,i} = \frac{[A^-(aq)]_i \cdot [H_3O^+(aq)]_i}{[AH(aq)]_i} \text{ comme } [A^-(aq)]_i = 0 \text{ alors } Q_{r,i} = 0 < K_A.$$

La méthode Dornic consiste à titrer 10,0 mL de lait par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration en quantité de matière  $C_0 = 1,11 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On note  $V_E$  le volume de solution titrante versée à l'équivalence.

On modélise la transformation chimique mise en jeu lors de ce titrage par une réaction support dont l'équation est la suivante :



On applique la méthode Dornic à un lait en utilisant le chou rouge comme indicateur coloré. Le pH initial vaut 5,9 et le pH à l'équivalence vaut 8,3. Le volume versé à l'équivalence est égal à 2,8 mL.

**2.4.** Justifier que le jus de chou rouge peut être utilisé pour repérer l'équivalence de ce titrage et préciser le changement de couleur du milieu.

**(0,5 pt) Le pH à l'équivalence est compris dans la zone de virage entre les formes n°1 et 2.**

**Le milieu passera de la couleur bleue à la couleur verte (un changement de couleur pas évident à repérer).**

**2.5.** En détaillant le raisonnement, déterminer si l'acidité Dornic du lait fermenté testé permet la fabrication d'un yaourt.

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*

**(1,5 pt)**

**L'acidité Dornic d'un lait doit être supérieure à 80 °D pour pouvoir fabriquer un yaourt.**

**Il faut déterminer la concentration en masse d'acide lactique à l'aide des résultats du titrage.**

**À l'équivalence, les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques,**

on a  $n_{\text{HO}^- \text{versée}} = n_{\text{AH initiale}}$

$$C_0 \cdot V_E = \frac{m_{\text{AH initiale}}}{M_{\text{AH}}}$$

$m_{\text{AH initiale}} = C_0 \cdot V_E \cdot M_{\text{AH}}$  dans la prise d'essai de 10,0 mL de lait.

Dans un litre de lait la masse sera  $\frac{1000}{10,0} = 100$  fois plus grande.

$$c_m = 100 \times C_0 \cdot V_E \cdot M_{\text{AH}}$$

$$c_m = 100 \times 1,11 \times 10^{-1} \times 2,8 \times 10^{-3} \times 90,1 = 2,8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

1,0 °D correspond à une concentration en masse en acide lactique égale à 0,10 g·L<sup>-1</sup>

Le degré vaut  $\frac{2,8}{1,0} = 28$  °D.

Cette valeur est inférieure à 80°D, le lait testé ne permet pas la fabrication du yaourt.