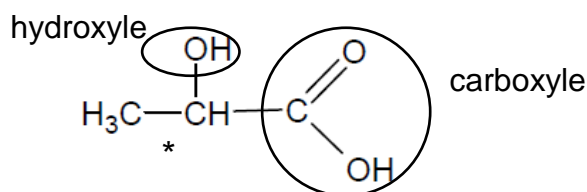


1. L'ACIDE LACTIQUE

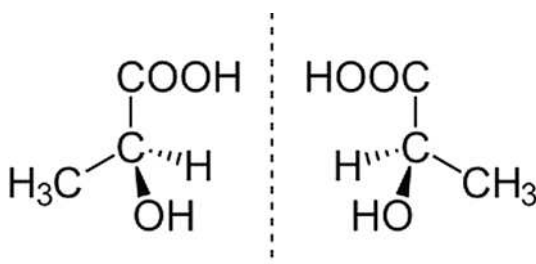
1.1. Sur la formule de l'acide lactique, on reconnaît :

- une chaîne principale de 3 atomes de carbone d'où « propan »
- un groupe carboxyle caractéristique des acides carboxyliques d'où « acide » et « oïque »
- un groupe hydroxyle caractéristique des alcools en position 2 d'où « 2-hydroxy »



1.2. La molécule d'acide lactique possède un seul atome de carbone asymétrique (c'est-à-dire lié à 4 substituants différents) repéré par un astérisque sur la formule précédente.

Il existe donc deux **énantiomères** de cette molécule qui sont images l'un de l'autre dans un miroir plan mais non superposables.



1.3.1. Si l'acide lactique était un acide fort, on pourrait écrire $\text{pH} = -\log c$ avec c concentration molaire en acide lactique apporté donc on aurait $\text{pH} = -\log(1,5 \times 10^{-3}) = 2,8$.

Or le pH étant égal à 3,4, l'acide lactique ne s'est pas entièrement dissocié dans l'eau : c'est un acide faible (Il s'est formé moins d'ions oxonium que si l'acide était fort).

1.3.2. Le pH du lait frais étant supérieur au pK_A du couple acide lactique/ion lactate, c'est l'ion lactate qui prédomine dans le lait frais.



2. Du lait frais...

2.1. À l'équivalence, les acides initialement présents ont été totalement consommés par l'ajout d'ions hydroxyde HO^- . Si on poursuit l'ajout d'hydroxyde dans le lait, ces ions HO^- ne sont plus consommés, le pH du mélange augmente brutalement et devient supérieur au pK_a de la phénolphaléine. Celle-ci colore alors le lait en rose.

2.2. Pour savoir si le lait analysé est frais, il faut déterminer son degré Dornic (c'est-à-dire la masse d'acide lactique dans un litre de lait) et donc exploiter les résultats du titrage réalisé par le technicien.

Récapitulatif :

Espèce titrée : HA

Volume titré : $V_{\text{titré}} = 10,0 \text{ mL}$

Concentration molaire apportée.
en acide lactique C_A inconnue

Espèce titrante : l'ion hydroxyde

Volume versé à l'équivalence : $V_E = 1,4 \text{ mL}$

Concentration molaire $C_B = 0,11 \text{ mol.L}^{-1}$

L'équivalence d'un titrage est définie par le changement de réactif limitant.

À l'équivalence, le réactif titré et le réactif titrant ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de titrage : il n'en reste donc plus.

On peut donc écrire :
$$\frac{n(\text{HA})_{\text{titré}}}{1} = \frac{n(\text{HO}^-)_{\text{versé}}}{1}$$

$$\text{Soit } C_A \cdot V_{\text{titré}} = C_B \cdot V_E$$

$$\Leftrightarrow C_A = \frac{C_B \cdot V_E}{V_{\text{titré}}} \quad (\text{concentration molaire})$$

Or la concentration massique t et la concentration molaire sont liées par la relation : $t = C_A \cdot M$.

$$\text{Donc : } t = \frac{C_B \cdot V_E}{V_{\text{titré}}} \cdot M(\text{acide lactique})$$

$$\text{AN : } t = \frac{0,11 \times 1,4}{10,0} \times 90 = \mathbf{1,4 \text{ g.L}^{-1}}$$

D'après le document 2 : 0,1 g.L⁻¹ d'acide lactique dans un lait correspond à 1°D, par suite une concentration de 1,4 g.L⁻¹ correspond à 14 °D.

L'acidité du lait étudié est inférieure à 18° D, ce lait est considéré comme frais selon les normes en vigueur.

2.3. Critiquons ce titrage :

- le volume à l'équivalence est très faible si bien que la moindre incertitude de mesure, bien qu'à priori faible (ex : 0,1 mL sur la double lecture de volume à la burette) devient relativement importante ($\frac{0,1}{1,4} \approx 7\%$) ;
- ne connaissant pas le pH à l'équivalence, il est impossible de savoir si la phénolphtaléine est un indicateur adapté à ce titrage.

Amélioration possible :

On pourrait, par exemple, faire un titrage pH-métrique avec 100,0 mL de lait titré (au lieu de 10,0 mL) en conservant la soude Dornic, ainsi le volume équivalent serait plus élevé.

3. ...vers le yaourt

D'après le doc 3, les bactéries qui ensemencent le lait pasteurisé transforment le lactose en acide lactique donc l'acidité du lait doit augmenter assez rapidement au cours du temps.

D'après le doc 4, on en déduit que la température la plus favorable au développement des bactéries est $\theta_3 = 45^\circ\text{C}$ car l'acidité a considérablement augmenté ($78 - 19 = 59^\circ\text{D}$ contre $21 - 19 = 2^\circ\text{D}$ maximum pour les 3 autres températures).

D'après le doc 5, pour que le yaourt obtienne la consistance souhaitée, il faut que la caséine précipite c'est-à-dire que le pH soit inférieur à 4,6.

D'après le doc 6, il faut environ **6 h** pour que le pH diminue suffisamment à cause de la transformation du lactose en acide lactique par les bactéries (dans les conditions d'un atelier de production).