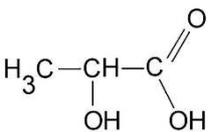


Le lait est un produit biologique fragile. L'homme a su exploiter la tendance qu'ont ses composants à se séparer afin de le conserver. Pour faire du beurre, on recueille la matière grasse mais pour obtenir du fromage ou du yaourt, on attend que les protéines du lait coagulent.

L'acide lactique est l'un des composants essentiels du lait.

Données :

- Formule semi-développée de l'acide lactique : 
- Masse molaire de l'acide lactique : $M = 90 \text{ g.mol}^{-1}$
- pK_a (acide lactique/ion lactate) = 3,9
- La phénolphtaléine est un indicateur coloré ; couple acide/base de $pK_a = 8,2$ dont la forme acide est incolore et la forme basique rose.

1. L'ACIDE LACTIQUE

1.1. Recopier la formule de l'acide lactique, entourer les groupes caractéristiques et justifier son nom dans la nomenclature officielle : acide 2-hydroxypropanoïque.

1.2. Cette molécule possède-t-elle des stéréoisomères ? Si tel est le cas, donner la représentation de Cram de ses stéréoisomères et indiquer la relation qui les lie.

1.3. En solution aqueuse, l'acide lactique que l'on notera HA a des propriétés acidobasiques. Sa base conjuguée est l'ion lactate.

1.3.1. Le pH d'une solution d'acide lactique de concentration molaire c égale à $1,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ est égal à 3,4.

L'acide lactique est-il un acide fort ou faible ?

1.3.2. Le pH d'un lait frais se situe autour de 6,5.

Quelle est l'espèce prédominante du couple acide lactique/ion lactate ? Justifier la réponse.

2. Du lait frais ...

Document 1 : Acidité du lait

Un lait frais n'est que très légèrement acide mais cette acidité peut se développer assez vite pour des raisons diverses :

- le lactose présent en quantité notable (50 g.L^{-1} environ) se transforme en acide lactique sous l'action des bactéries ;
- d'autres acides tels que l'acide oléique se forment à partir des corps gras présents dans le lait.
- le dioxyde de carbone dissous contribue également à l'acidité d'un lait.

L'industrie laitière vérifie l'état de conservation d'un lait en mesurant son acidité totale en « équivalent d'acide lactique » exprimée en degré Dornic* ($^{\circ}\text{D}$).

Un lait frais doit avoir, selon les normes en vigueur, une acidité inférieure à 18°D .

* Un degré Dornic noté 1°D correspond à $0,1 \text{ g}$ d'acide lactique par litre de lait.

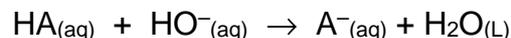
Document 2 : Protocole de titrage d'un lait

On verse $10,0 \text{ mL}$ de lait dans un erlenmeyer et on ajoute quelques gouttes de phénolphthaléine.

On procède au titrage de l'échantillon de lait par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) de concentration molaire $0,11 \text{ mol.L}^{-1}$ appelée soude « Dornic ».

Un lait est dosé en suivant ce protocole.

L'équation de la réaction chimique support de titrage est :



2.1. La persistance d'une coloration rose est observée pour un volume de solution titrante versée de $1,4 \text{ mL}$.

À quoi correspond ce changement de couleur ?

2.2. En exploitant le résultat du titrage, déterminer si le lait analysé est frais selon la norme en vigueur. La démarche suivie pour expliciter sera explicitée.

2.3. Faire preuve d'esprit critique sur le dosage réalisé et proposer une amélioration.

Remarque : l'équation support du titrage a été modifiée par rapport au sujet original.

Document 5 : Précipitation de la caséine

Le point isoélectrique d'une protéine est la valeur du pH pour lequel la somme des charges électriques présentes sur les différents groupes caractéristiques de la protéine s'annule. La protéine est alors dénaturée.

Le point isoélectrique de la principale protéine du lait, la caséine, vaut 4,6.

Pour un $pH < 4,6$ la caséine change de conformation, se délie et, en solution, précipite. On observe sa coagulation responsable de la texture du yaourt.

Document 6 : Évolution du pH lors de la fabrication du yaourt dans un atelier de production industrielle

Le graphe suivant donne l'évolution au cours du temps du pH d'un laitensemencé.

