



DOSAGES : TP 2 : TITRAGE DIRECT ACIDO-BASIQUE : NOTRE LAIT EST-IL FRAIS ?

Matériel :

- Bêchers de 250 mL et 2*50 mL
- Pipette de 50 mL, 25 mL et 10 mL
- Burette de 25 mL
- pH-mètre et électrodes
- Agitateur magnétique

Produits :

- Eau distillée
- Lait (frais ou tourné)
- Phénolphtaléine (solution à 1 % dans l'éthanol à 95°) dans un flacon compte-gouttes
- Solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $1/9 \text{ mol.L}^{-1}$

Objectifs :

- Doser l'acidité d'un lait en vue d'apprécier son état de fraîcheur.
- Valider, par un titrage pH-métrique, la procédure de titrage utilisé dans l'industrie laitière, pour contrôler l'acidité d'un lait (utilisation d'un indicateur de fin de réaction acido-basique, la phénolphtaléine).

Présentation de la démarche :

- Le lait est très légèrement acide (pH voisin de 6,6). La surveillance de l'acidité est un moyen de surveiller l'état de fraîcheur d'un lait.
Dans l'industrie agroalimentaire les indicateurs colorés sont utilisés pour le contrôle qualité d'un lait. Le protocole standard prescrit l'usage de phénolphtaléine (à 1% dans l'éthanol à 95°, 2 gouttes pour 10 mL de lait) et un titrage par de la soude $1/9 \text{ mol.L}^{-1}$ (dite soude Dornic)

La fraîcheur d'un lait est caractérisée par une mesure du degré Dornic (°Dornic) :

1°Dornic correspond à 0,1 g d'acide lactique dans 1 L de lait.

Le lait est frais si $D < 18^\circ\text{Dornic}$

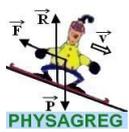
- On va tout d'abord réaliser un titrage pH-métrique d'un échantillon de lait en présence de phénolphtaléine. L'objectif est de montrer qu'il est possible de réaliser un titrage acido-basique direct en présence de phénolphtaléine comme indicateur de fin de réaction ; compte tenu de la couleur et de la texture du lait, il est important de bien repérer l'évolution de la coloration au cours du titrage (*C'est la raison pour laquelle on réalise le titrage pH-métrique en présence de phénolphtaléine*).
- Afin de valider le protocole utilisé dans l'industrie alimentaire (et donc la norme du contrôle qualité), on réalisera plusieurs titrages dans les mêmes conditions que celles du contrôle de qualité, à savoir 10 mL de lait en présence de différentes quantités de phénolphtaléine (2 gouttes puis 5 gouttes et 10 gouttes, après avoir proposé un témoin de couleur du fait de la couleur et de la texture du lait).

I Titrage pH-métrique :

- a. Prélevez 50,00 mL de lait frais pasteurisé ou 25,00 mL de lait ancien (même tourné).
 - b. Ajoutez quelques gouttes (20) de phénolphtaléine. Réalisez le montage pH-métrique.
 - c. Eventuellement, ajoutez une quantité d'eau suffisante dans le bécher pour que l'agitateur tourne à bonne distance de l'électrode double immergée. Diluez permet aussi de mieux voir les couleurs.
 - d. Titrez par la solution d'hydroxyde de sodium (relevé les valeurs de pH selon le volume de soude versé).
- Repérez attentivement les nuances de coloration de l'indicateur au cours du titrage (utilisez un témoin de lait dilué).
 - Notez vos observations et concluez.

II Titrages colorimétriques :

Procéder à plusieurs titrages acido-basiques dans les mêmes conditions que celles du contrôle de qualité, à savoir 10 mL de lait (ajouter 50 mL d'eau), **mais**...en présence de différentes quantités de phénolphtaléine (2 gouttes puis 5 gouttes puis 10 gouttes).



Utiliser un témoin pour noter les nuances de couleur.

- Notez vos observations et concluez.

III Exploitation :

- Tracez la courbe de titrage pH-métrique : $\text{pH} = f(V)$, V étant le volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté. Déterminez le volume versé à l'équivalence.
- Placez sur la courbe le point correspondant à l'apparition de la couleur de l'indicateur coloré. Montrez que cet indicateur coloré convient pour repérer l'équivalence dans un titrage à l'aide d'un indicateur coloré.
- Déterminez la concentration molaire en acide du lait, en fonction des données et du résultat de l'expérience et indiquez le degré Dornic du lait utilisé. Ce lait est-il frais ?
On donne la masse molaire de l'acide lactique : $M = 90 \text{ mol/L}$
- Le titrage en présence de 2 gouttes de phénolphthaléine convient-il pour repérer le changement de coloration ? Pour répondre à cette question, comparez les volumes équivalents obtenus par les titrages colorimétriques, et le volume équivalent que l'on aurait obtenu en titrant pH-métriquement 10 mL de lait.

IV Prolongement : activité documentaire :

Texte :

Le pH d'un lait frais est voisin de 6,6. Un lait frais est donc déjà légèrement acide. Le lait contient essentiellement de l'eau (87% en masse) mais aussi des protéines, des glucides et des corps gras. Parmi les glucides présents dans le lait, le lactose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ est présent en quantité notable, 50 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Des bactéries peuvent provoquer sa transformation en **acide lactique (ou encore acide 2-hydroxypropanoïque)**, ce qui acidifie plus nettement le milieu.

Bien que le lait ne contienne pas encore (s'il est très frais), ou pas seulement, de l'acide lactique, on caractérise, en biologie, son acidité par son équivalent d'acide lactique (ce lait a la même concentration en ions H_3O^+ libérables que la solution d'acide lactique).

Les indicateurs colorés servent, dans l'industrie agroalimentaire aux contrôles de qualité. Dans le dosage de l'acidité du lait, le protocole standard prescrit l'usage de phénolphthaléine (à 1 % dans l'éthanol à 95°, 2 gouttes pour 10 mL de lait) et un titrage par une solution de soude de concentration molaire $1/9 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (dite soude Dornic). Le volume équivalent est lu à l'apparition de la couleur rose. On calcule la quantité d'acide ainsi dosée que l'on exprime en équivalent massique d'acide lactique (1°Dornic correspond à 0,1 g d'acide lactique dans 1 L de lait). Il s'agit ici uniquement d'un moyen de quantifier l'état d'acidité du lait (un lait frais présente une acidité Dornic inférieure à 18°D ; un lait peut coaguler à partir de 50 °D) et nullement de doser la quantité d'acide lactique réellement présente dans l'échantillon. L'acidité naturelle du lait est due à un mélange d'acides présents dans le lait : acides organiques, dont l'acide lactique, caséine, phosphates... qui sont ici dosés simultanément. Il est important de connaître l'état d'acidité d'un lait pour estimer sa fraîcheur. En effet, lors d'un développement bactérien, le lactose est transformé en acide lactique (on parle alors d'acidité développée).

Dans le cas de l'emploi d'un indicateur coloré, comme ici, dans le cadre d'une norme (type norme AFNOR), le système alors dosé est considéré dans son ensemble, traité un peu comme une « boîte noire », peu importe la nature exacte des acides qui sont dosés. Ce qui compte, c'est la reproductibilité du dosage.

L'hydrolyse, même partielle des corps gras, libère des acides gras. Les corps gras sont des esters du glycérol (ou propane-1,2,3-triol) et d'un acide gras. Dans le lait, il s'agit surtout de l'acide stéarique ($\text{C}_{17}\text{H}_{35} - \text{CO}_2\text{H}$) ou de l'acide oléique ($\text{C}_{17}\text{H}_{33} - \text{CO}_2\text{H}$).

Lorsque le pH diminue, la solubilité des protéines diminue et celles-ci précipitent. On dit que le lait « tourne ».

Questions :

- Lors de la fermentation, une quantité n de lactose conduit à une quantité n d'acide lactique. Quelle pourrait-être la concentration maximale en acide lactique d'un lait tourné ?
- Représenter la formule développée de l'acide lactique. Repérer les différents groupes caractéristiques présents.
- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide lactique avec l'eau.