

Partie Agir : Défis du XXI^{ème} siècle

CHAP 18-ACT EXP Contrôler la qualité du lait par titrage conductimétrique

Objectifs :

- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage conductimétrique.

► **Produit fragile, le lait peut facilement être contaminé par des micro-organismes, ce qui modifie sa composition chimique. Quels sont les critères scientifiques permettant de contrôler la qualité de ce produit et d'assurer aux utilisateurs qu'ils consomment un produit sain ? Comment une mesure de conductivité, après la traite, permet de déterminer sa concentration en ions chlorures et donc de vérifier qu'il est consommable ?**

D'après l'Afnor (Association française de normalisation), la qualité d'un produit correspond à son aptitude à satisfaire les besoins des utilisateurs. La qualité se mesure par la conformité d'un produit à des **normes quantitatives** définies par cet organisme. Ces normes sont particulièrement strictes dans le domaine de l'alimentation. En effet, un aliment doit respecter quatre critères de qualité : qualité hygiénique, qualité nutritionnelle, qualité organoleptique et qualité d'usage (aliment se conservant longtemps et facile à stocker).

Afin de répondre aux exigences nationales ou européennes, les industries agroalimentaires sont amenées à effectuer de nombreux **contrôles de qualité**.

1. Importance du contrôle de qualité dans le secteur agroalimentaire.



3. Prélèvement d'un échantillon de lait pour un dosage

Critère analysé	Norme	Résultat d'analyse
germes totaux	entre 50 000/mL et 100 000/mL	125 000/mL
cellules somatiques	entre 250 000/mL et 400 000/mL	251 000/mL
pH à 20 °C	entre 6,4 et 6,8	6,6
densité du lait entier à 20 °C	entre 1,028 et 1,033	1,031
température d'ébullition (en °C)	entre 100,15 et 100,17	100,15
température de fusion (en °C)	entre -0,56 et -0,52	-0,53

2. Quelques résultats d'analyses effectuées sur un lait de vache.

Le lait contient naturellement de nombreux ions. Lorsque les vaches souffrent de mammite (inflammation des mamelles), le lait est impropre à la consommation. Celui-ci contient alors une quantité trop importante d'ions sodium Na^+ et chlorure Cl^- . Une simple **mesure de la conductivité** du lait permet de déterminer si le lait est « mammiteux » : une conductivité trop élevée traduira en effet une concentration trop importante en ions dans le lait.

Cette mesure, rapide et fiable, est effectuée dès la traite du lait.

4. Une pathologie fréquente : la mammite.

1. ACTIVITE DOCUMENTAIRE : Contrôler la qualité du lait (S'APPROPRIER-ANALYSER)

- Rechercher la signification des termes suivants : germe, cellule somatique, organoleptique.
- À quels moments la qualité du lait est-elle contrôlée ?
- Les critères de qualité ne sont uniquement des critères « chimiques » ? Les classer en différentes catégories.
- Le lait analysé dans le **document 2** est-il conforme aux normes, et donc consommable ?

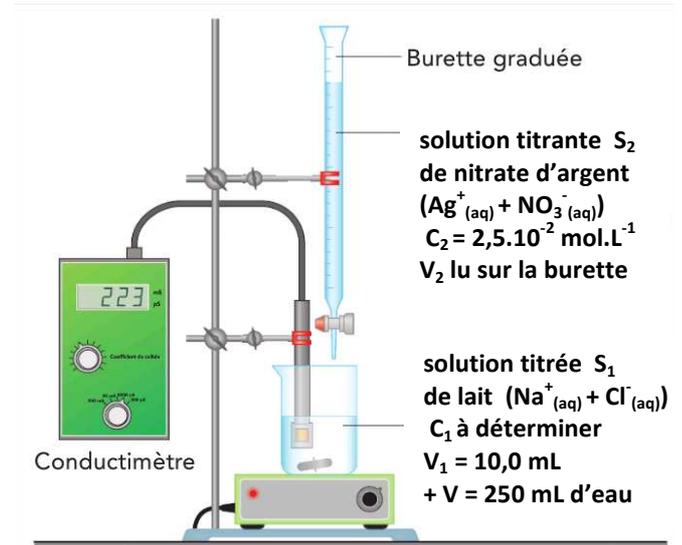
2. ACTIVITE EXPERIMENTALE : Dosage des ions chlorure dans un lait par conductimétrie (REALISER)

2.1 Protocole expérimentale :

Soit S_1 la solution de lait frais et C_1 sa concentration en ions chlorure. Prélever un volume $V_1 = 10,0$ mL du lait à l'aide d'une pipette jaugée et le verser dans un bécher puis rajouter environ 250 mL d'eau distillée.

Mélanger puis plonger dans le bécher une cellule conductimétrique préalablement étalonné.

Mesurer la conductivité initiale de la solution puis après chaque ajout millilitre par millilitre d'une solution S_2 de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) de concentration $C_2 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.



Doc. 4 Schéma du dispositif de titrage.

2.2 Mesures de conductivité :

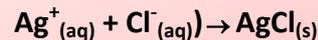
V_2 (mL)														
σ ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)														

V_2 (mL)														
σ ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)														

2.3 Exploitation des résultats :

- Tracer le graphe $\sigma = f(V_2)$
- Déterminer sur le graphe le volume V_E de nitrate d'argent versé à l'équivalence.

La réaction rapide et totale qui sert de support au titrage met uniquement en jeu les ions chlorure et les ions argent selon l'équation :



La conductivité de la solution peut s'écrire :

$$\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i]$$

Données : conductivité ioniques molaires

$$\lambda(\text{Na}^+) = 50,1 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(\text{Cl}^-) = 76,3 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(\text{Ag}^+) = 61,9 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(\text{NO}_3^-) = 71,4 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

QUESTIONS (ANALYSER-VALIDER):

1. Pourquoi la conductivité initiale de la solution S_1 n'est pas nulle ?
On notera σ_0 la conductivité de tous les ions spectateurs initialement présents dans le lait.
2. Pourquoi ajoute-t-on un volume d'environ 250 mL d'eau distillée dans le bécher ?
On notera V_{tot} le volume de solution dans le bécher.
3. Donner l'expression de la conductivité σ de la solution dans le bécher en tenant compte de tous les ions susceptibles d'intervenir au cours du titrage.
4. Quels sont les ions présents dans le bécher avant l'équivalence ? Préciser l'expression de la conductivité σ de la solution dans le bécher avant l'équivalence.
5. Justifier qualitativement la légère diminution de la conductivité σ du milieu réactionnel avant l'équivalence
6. Quels sont les ions présents dans le bécher après l'équivalence ? Préciser l'expression de la conductivité σ de la solution dans le bécher après l'équivalence.
7. Justifier l'évolution de la conductivité σ dans le bécher après l'équivalence.
8. Définir la notion d'équivalence et en déduire une relation entre la quantité initiale n_1 d'ions chlorure présents dans la solution S_1 et la quantité n_2 d'ions argent versés à l'équivalence.
9. Déterminer la concentration C_1 en ions chlorure dans le lait dosé.
10. La concentration massique autorisée ne doit pas dépasser $1,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ dans un lait frais. Le lait analysé est-il consommable ?