

PARTIE A – Contrôle qualité du lait par titrage conductimétrique (4 points)

Lorsqu'une lésion est détectée sur une mamelle de vache, un contrôle qualité du lait issu de la traite doit être effectué. En effet, en cas de mammite (inflammation d'une mamelle), le lait peut être contaminé par des bactéries et devenir impropre à la consommation.

Les mammites provoquent une élévation des concentrations en ions sodium Na^+ et chlorure Cl^- dans le lait. Le contrôle qualité du lait est réalisé en titrant par conductimétrie les ions chlorure Cl^- présents.

Les ions chlorure présents dans le lait sont titrés par une solution aqueuse de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq}) ; \text{NO}_3^-(\text{aq})$) de concentration en quantité de matière $C_2 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ du lait de la vache est introduit dans un bécher et un volume de 250 mL d'eau distillée est ajouté.

Une cellule conductimétrique est immergée dans ce bécher et la conductivité de la solution est relevée après chaque ajout de solution titrante.

Au cours de ce titrage, il se forme un précipité de chlorure d'argent $\text{AgCl}(s)$.

Q1. Compléter, sur le **DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE**, la légende du dispositif expérimental utilisé.

Le suivi conductimétrique du titrage permet d'obtenir la courbe d'évolution de la conductivité σ du milieu réactionnel en fonction du volume V_2 de la solution de nitrate d'argent versé (**DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE**).

Q2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.

Q3. Déterminer graphiquement le volume V_E de solution titrante versée à l'équivalence en complétant le **DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE**.

Donnée :

- masse molaire des ions chlorure : $M(\text{Cl}^-) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

La concentration en masse d'ions chlorure dans le lait analysé est donnée par la relation suivante :

$$C_{m,\text{Cl}^-} = \frac{C_2 \times V_E \times M(\text{Cl}^-)}{V_1}$$

Q4. Calculer la valeur de la concentration en masse d'ions chlorure C_{m,Cl^-} dans le lait analysé.

On réalise, dans les mêmes conditions (même matériel et même protocole), d'autres mesures compatibles de la grandeur C_{m,Cl^-} . Pour 8 mesures, on obtient les résultats suivants :

- valeur moyenne de la concentration en masse en ions chlorure : $\bar{C}_{m,\text{Cl}^-} = 1,02 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$;
- écart-type expérimental : $\sigma_{N-1} = 0,09 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

| Document 1 – Incertitude-type de type A issue d'une série de N mesures compatibles | |
|---|---|
| $u(X) = \frac{\sigma_{N-1}}{\sqrt{N}}$ | $u(X)$: incertitude-type de la grandeur X σ_{N-1} : écart-type expérimental N : nombre de mesures compatibles |

Dans le cas de laits provenant de vaches atteintes de mammite, la valeur de la concentration en masse d'ions chlorure est supérieure à $1,4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

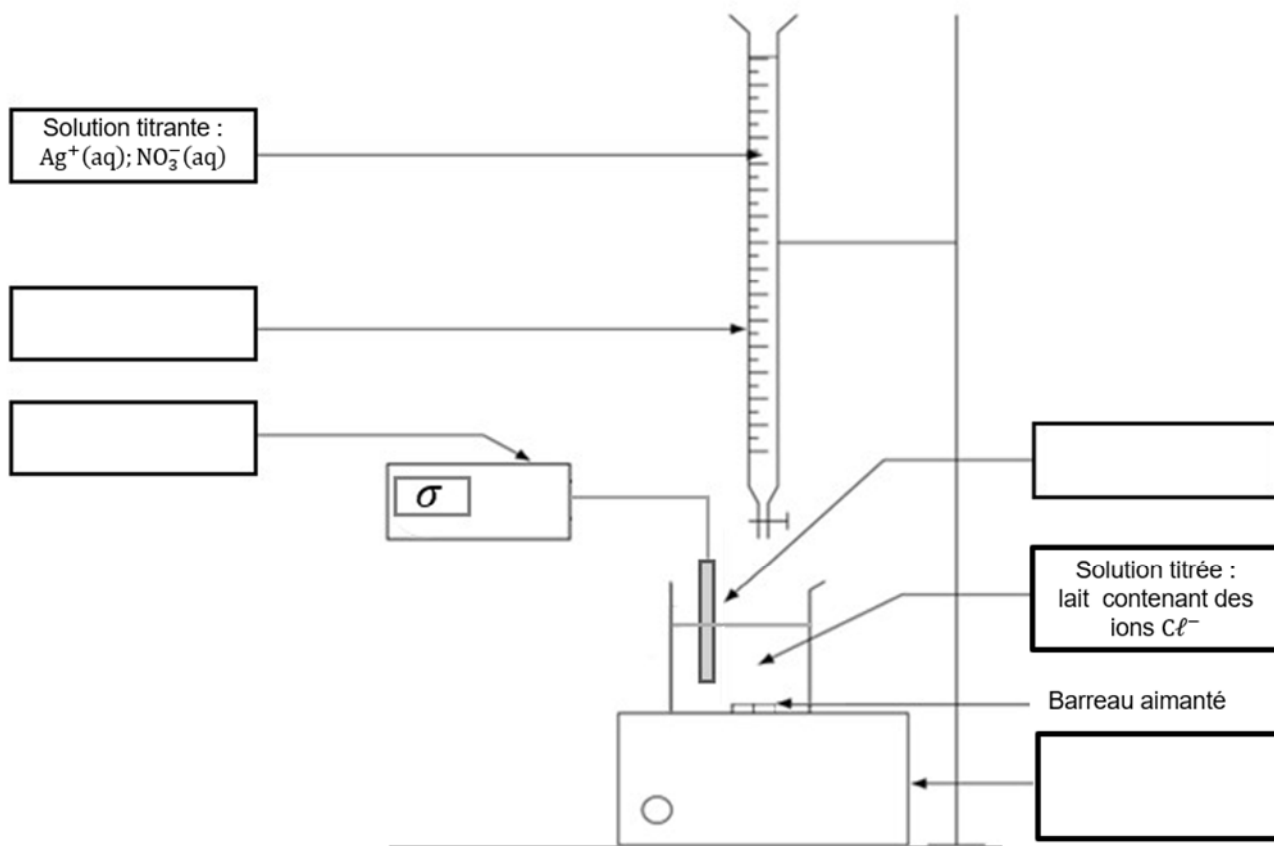
Q5. En déduire, en tenant compte des incertitudes, si le lait est impropre à la consommation.

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.

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

PARTIE A - Contrôle qualité du lait par titrage conductimétrique

Q1 :



Q3 :

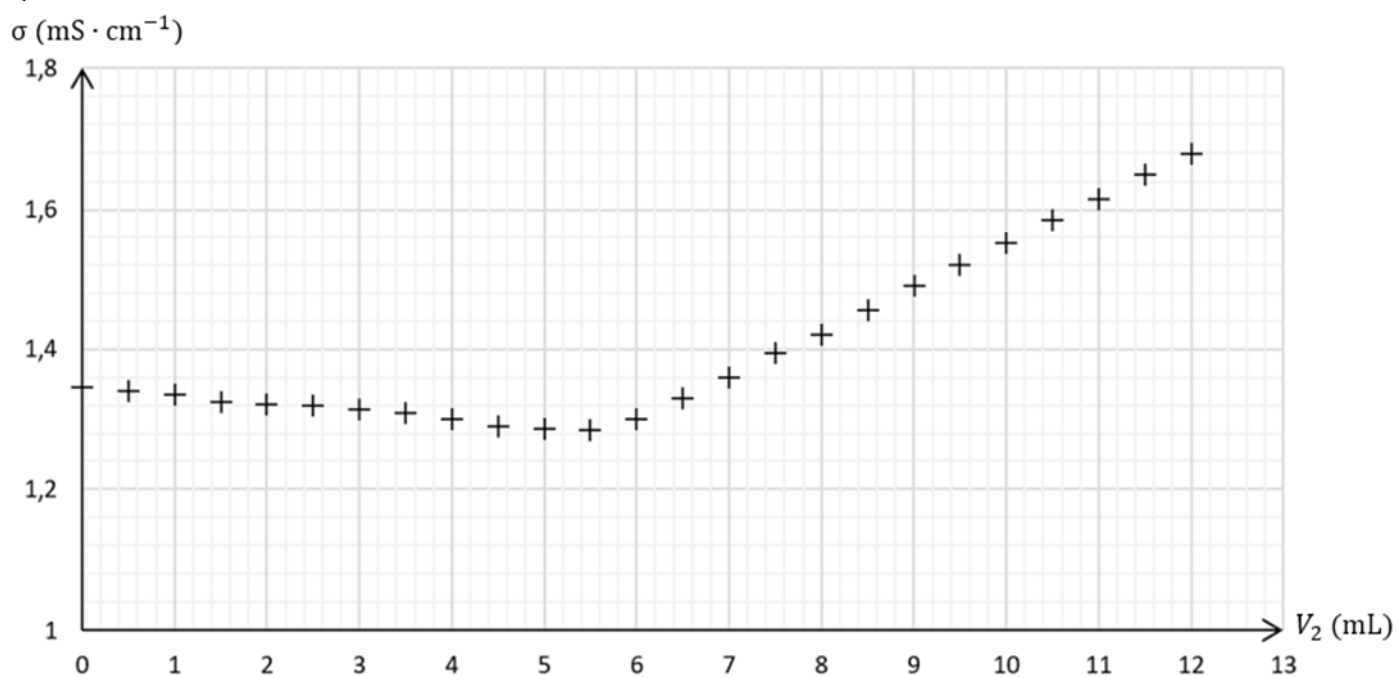


Figure 1. Courbe d'évolution de la conductivité σ du milieu réactionnel en fonction du volume V_2 de la solution aqueuse titrante de nitrate d'argent versé