



05A – Séance d'introduction – 2h

Défi (30 min)

- **Défi A – par groupe de 3 élèves**

Déterminer la concentration molaire maximale en acide lactique dans du lait frais.

- **Défi B – par groupe de 2 ou 3 élèves**

Déterminer la concentration molaire en acide lactique du lait titré.

Bilan – Mise en commun (40 min)

par groupe de 3 élèves (2 élèves A et 1 élève B)

1. Mettre en commun les résultats en expliquant au reste du groupe.
2. Déterminer si le lait est frais.
3. Réaliser un support (affiche, sketchnote, carte mentale,...) détaillant la méthode pour déterminer la concentration molaire => déposer le support sur l'espace de travail :
 - A partir du pourcentage massique
 - Lors d'un titrage

Exercice (30 min)

4. A l'aide du support uniquement (sans les défis) A et B, rédiger les réponses à l'exercice.



05A – Défi B – Le lait est-il frais ?

Contexte :

Chantal souhaite faire des crêpes pour ses petits enfants qui arrivent cet après-midi ? Elle a besoin de 1L de lait, qu'elle a acheté chez un fermier trois jours plus tôt et qu'elle a conservé dans le réfrigérateur.

Peut-elle l'utiliser pour faire ses crêpes ?

Objectif B :

- Déterminer une concentration à partir du résultat d'un titrage

① Titrage de l'acide lactique

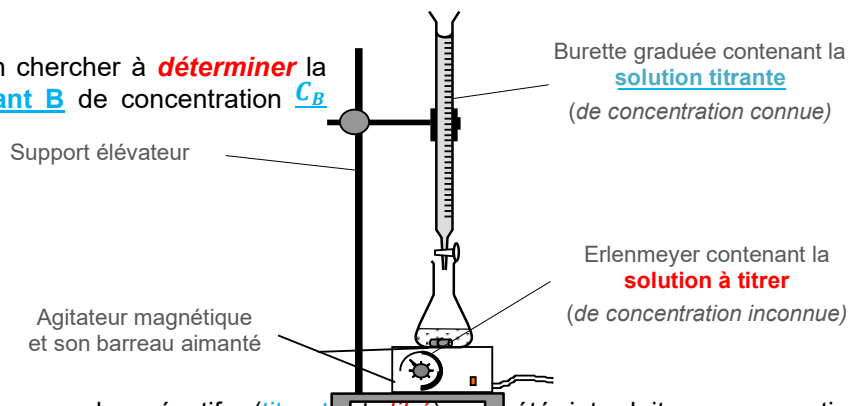
Afin de déterminer la concentration en acide lactique dans le lait, on met en œuvre le protocole suivant :

- Verser dans un erlenmeyer $V_L = 20,00 \text{ mL}$ de lait puis ajouter $V_{eau} = 150 \text{ mL}$ d'eau distillée.
- Ajouter quelques gouttes d'indicateur coloré (qui permettront de repérer l'équivalence).
- Placer l'erlenmeyer sous une burette de 25 mL remplie de solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) de concentration $c_B = (4,00 \pm 0,05) \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ et agiter.
- Verser la solution titrante jusqu'à observer un changement de couleur.
- On relève le volume équivalent $V_{eq} = 11,90 \text{ mL}$

La réaction support du titrage est : $AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

② Principe du titrage

Lors d'un titrage, le **réactif titré A**, dont on cherche à **déterminer** la concentration c_A réagit avec le **réactif titrant B** de concentration c_B connue.



L'équivalence d'un titrage est atteinte lorsque les réactifs (**titrant** et **titré**) ont été introduits en proportion stœchiométrique. Les deux réactifs sont alors totalement consommés.

③ Incertitudes

- Incertitudes-type de quelques éléments de verrerie, à 20 °C :

Pipette jaugée	Burette graduée	Fiole jaugée
10,00 ± 0,02 mL	25,00 ± 0,05 mL	100,0 ± 0,1 mL
20,00 ± 0,03 mL	50,00 ± 0,10 mL	200,0 ± 0,2 mL
25,00 ± 0,05 mL		

- L'incertitude-type sur la concentration de la solution titrée peut être obtenue grâce à la relation suivante :

$$u(c_{titré}) = c_{titré} \times \sqrt{\left(\frac{u(c_{titrant})}{c_{titrant}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{eq})}{V_{eq}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{titré})}{V_{titré}}\right)^2}$$

Défi B Déterminer la concentration molaire c_L en acide lactique du lait titré.

Exprimer le résultat avec son incertitude.



05A - Application – Le sérum physiologique

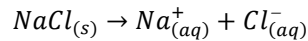
Le sérum physiologique est une solution pharmaceutique utilisée pour l'hygiène nasale et ophtalmique chez les nouveau-nés. C'est une solution aqueuse de chlorure de sodium. La notice du fabricant indique que le sérum physiologique a un pourcentage massique de 0,90 % en chlorure de sodium ($Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$)

Les laboratoires pharmaceutiques ont tous un service de qualité qui contrôle l'adéquation entre les indications des étiquettes des produits et leur véritable contenu. Il est très important, dans un domaine tel que la santé, que les quantités indiquées soient exactes afin de traiter correctement les patients.

Données :



- Densité du sérum physiologique : $d_{\text{sérum}} = 1,00$
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Masses molaires : $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- L'équation de la réaction chimique de dissolution du chlorure de sodium dans l'eau s'écrit :



➤ Incertitudes

- Incertitudes-type de quelques éléments de verrerie, à 20 °C :

Pipette jaugée	Burette graduée	Fliale jaugée
5,00 ± 0,01 mL	25,00 ± 0,05 mL	100,0 ± 0,1 mL
10,00 ± 0,02 mL	50,00 ± 0,10 mL	200,0 ± 0,2 mL
25,00 ± 0,05 mL		

- L'incertitude-type sur la concentration de la solution titrée peut être obtenue grâce à la relation suivante :

$$u(c_{\text{titré}}) = c_{\text{titré}} \times \sqrt{\left(\frac{u(c_{\text{titrant}})}{c_{\text{titrant}}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{\text{éq}})}{V_{\text{éq}}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{\text{titré}})}{V_{\text{titré}}}\right)^2}$$

- Afin de vérifier la compatibilité entre une valeur expérimentale c_0 et une valeur de référence $c_{0,\text{réf}}$, on calcule le rapport, appelé écart normalisé ou z-score :

$$z = \frac{|c_0 - c_{0,\text{réf}}|}{u(c_0)}$$

Si $z \leq 2$, la valeur expérimentale et la valeur de référence sont jugées compatibles.

Titrage colorimétrique des ions chlorure par réaction avec des ions argent

- On introduit dans un erlenmeyer un volume $V_S = 5,00 \text{ mL}$ de sérum physiologique (l'équivalent d'une dose) auquel on ajoute environ 20 mL d'eau distillée ;
- On remplit une burette graduée de 25 mL avec une solution de nitrate d'argent ($Ag^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)}$) de concentration $c_0 = (8,00 \pm 0,05) \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- On verse progressivement cette solution de nitrate d'argent dans l'erlenmeyer tout en agitant le mélange. On relève la valeur de la conductivité après chaque addition de solution titrante en traçant la courbe $\sigma = f(V)$.
 - La réaction entre les ions argent et les ions chlorure conduit à la formation d'un précipité blanc. L'équation de cette réaction correspondant au titrage est : $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$
- L'équivalence est obtenue pour un volume $V_E = 9,50 \text{ mL}$

Questions

- Faire un schéma légendé du dispositif de titrage en précisant toutes les solutions utilisées.
- A partir des résultats du titrage, en déduire la concentration c_S en ion chlorure du sérum ainsi que son incertitude.
- Comparer ce résultat avec les données de l'étiquette.