




T ^{ale} Spé	Chap 9	CODE <i>Quizinière</i> : NX6E6M	Dosages par titrage direct
Activité expérimentale 9-B		Titrage avec suivi conductimétrique	

CAPACITES EXIGIBLES AU BACCALAUREAT

-  Mettre en œuvre le suivi conductimétrique d'un titrage.
-  Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière, une concentration ou une masse.
-  Dans le cas d'un titrage avec suivi conductimétrique, justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe à l'aide de données sur les conductivités ioniques molaires.

Dans l'activité expérimentale 1-B, nous avons déterminé la concentration en chlorure de sodium dans un sérum physiologique en réalisant un dosage par étalonnage. Cette méthode de dosage, non destructive, présente de nombreux avantages mais nécessite la réalisation d'une gamme étalon.

Dans cette activité expérimentale, nous allons voir comment réaliser le titrage du sérum physiologique en réalisant un suivi conductimétrique : Le principe de ce titrage est identique à celui du titrage pH-métrique réalisé la semaine dernière. Par contre, la grandeur physique mesurée ne sera pas le pH mais la conductivité σ et la méthode de détermination du volume à l'équivalence sera différente.



Comment vérifier la concentration en masse de chlorure de sodium annoncée par le fabricant d'un sérum physiologique à l'aide d'un titrage conductimétrique ?

Document 1 : Composition et utilité d'un sérum physiologique

Le sérum physiologique est une solution constituée d'eau distillée et de chlorure de sodium NaCl (sel de table) dissout. En médecine, la solution physiologique a plusieurs fonctionnalités. Elle permet, notamment, de nettoyer les yeux, le nez et les oreilles des nouveau-nés. Elle est également utilisée comme liquide de remplissage des prothèses mammaires ou comme solution pour réhydrater les patients victimes de déshydratation.

Source : <http://sante-medecine.commentcamarche.net>

Document 2 : Liste de matériel disponible

- 1 conductimètre + cellule
- 1 agitateur magnétique + barreau
- 2 béchers 50 mL
- 1 bécher de 250 mL
- 1 éprouvette graduée de 200 mL.
- 1 burette graduée de 25 mL
- 2 pipettes jaugées de $(10,00 \pm 0,04)$ mL
- 1 fiole jaugée de 100 mL
- Solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$) contenant des ions argent Ag^+ à la concentration $c = (1,7 \pm 0,1) \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- 1 solution de sérum physiologique
- bidon de récupération (argent à récupérer impérativement car il s'agit d'un métal lourd)

Ordinateur avec Regressi

Document 3 : Protocole d'un titrage conductimétrique

- Verser dans un bécher de 50 mL environ 30 mL de solution titrante de nitrate d'argent de concentration c .
- Placer un autre bécher pour servir de poubelle sous la burette graduée.
- Rincer la burette graduée avec la solution titrante puis la remplir en ajustant correctement le zéro et en prenant soin de ne pas laisser de bulles d'air au niveau du robinet.
- Verser environ 20 mL de solution à titrer dans un petit bécher et prélever $V_0 = 10,0$ mL à la pipette jaugée (ne pas oublier de rincer la pipette au préalable avec cette solution) à introduire dans un gros bécher de 250 mL.
- Mettre le bécher contenant la solution à titrer sous agitation modérée puis plonger la cellule de conductimétrie dans ce bécher. Rajouter 200 mL d'eau distillée pour bien immerger la sonde et limiter la dilution lors du titrage.
- Mesurer la conductivité σ de la solution puis verser $V = 1,0$ mL de solution titrante.
- Répéter cette opération jusqu'à avoir versé la totalité de la burette : On effectue des mesures tous les mL, quelle que soit la phase du dosage. Noter les mesures dans un tableau.
- Lancer le logiciel Regressi puis cliquer sur Fichier → Nouveau → Clavier. Entrer d'abord le symbole et l'unité de V puis ceux de la variable σ (lettre grecque CTRL + s).
- Rentrer les différentes valeurs puis tracer le graphe de la conductivité σ en fonction du volume V de solution titrante versé.

A. Analyse du problème scientifique

A.1. Quels sont les ions présents dans le sérum physiologique ?

A.2. À l'aide du matériel mis à disposition dans le document 2 et en adaptant le montage de l'activité expérimentale 9-A, proposer un schéma annoté du dispositif de titrage conductimétrique en précisant bien la nature de la solution à titrer et celle de la solution titrante.

Poster une photo de votre schéma sur Quizinière					
S'approprier	- Représenter la situation par un schéma.	D	C	B	A

A.3. Écrire l'équation de la réaction de titrage en sachant que les ions nitrates NO_3^- et les ions sodium Na^+ sont spectateurs et qu'il se forme un précipité de chlorure d'argent de formule $\text{AgCl}_{(s)}$.

Capacité exigible	- Modéliser une transformation par une réaction, établir l'équation de réaction et l'ajuster.	D	C	B	A
--------------------------	---	----------	----------	----------	----------

B. Réalisation expérimentale

B.1. Le sérum physiologique étant trop concentré pour être dosé directement par la solution titrante, mettre en œuvre un protocole permettant d'obtenir une solution S_0 dix fois moins concentrée que le sérum physiologique. La solution S_0 ainsi préparée constitue la solution à titrer.

Si nécessaire, vous avez la possibilité de venir au bureau professeur pour scanner l'aide n°1

B.2. Réaliser le protocole du titrage conductimétrique.

B.3. Déterminer avec précision le volume équivalent V_E en utilisant le tutoriel vidéo ci-contre. Imprimer le graphique.

Poster une capture d'écran de vos modélisations sur Quizinière					
Réaliser	- Modéliser une série de résultats expérimentaux	D	C	B	A

Exemple de détermination du volume équivalent à l'aide de Regressi

Pour déterminer le volume équivalent il faut déterminer l'intersection des deux droites avec le logiciel Regressi :



Tutoriel vidéo

B.4. Rentrer votre volume équivalent sur le document partagé à l'aide des instructions données dans le document n°4.

Chaque groupe ayant réalisé son titrage indépendamment des autres groupes, chaque valeur de V_E est affectée aléatoirement dans un sens ou dans un autre par rapport à la valeur moyenne : C'est ce que l'on appelle la variabilité d'une mesure en sciences physiques.

En attendant les résultats de tous les binômes du groupe, poursuivre avec la partie D.

B.5. Calculer la valeur moyenne de V_E , notée $\overline{V_E}$.

B.6. Déterminer grâce à la calculatrice et au document n°5 l'écart type $S(\overline{V_E})$.

B.7. En déduire l'incertitude-type $u(\overline{V_E})$.

S'il vous est nécessaire de revoir la notion d'incertitude-type associée à une série de mesure (appelée incertitude de type A), vous avez la possibilité de venir au bureau professeur pour scanner l'aide n°2.

Document 4 : Mise en commun des résultats

Accéder au document en partage en scannant le QR code :



Dans le Padlet, identifier votre groupe puis cliquer en haut à droite sur :



Choisir « Modifier la publication ».

Rentrer votre valeur de volume équivalent et cliquer sur « Mettre à jour ».

Document 5 : Calcul statistique sur la calculatrice

Casio : $S(\overline{V_E}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$	Ti : $S(\overline{V_E}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	Numworks : $S(\overline{V_E}) = \text{Ecart type}$
		

Remarque : Si une valeur de V_E n'apparaît qu'une seule fois, sa fréquence est égale à 1.

Valider	- Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une approche statistique (évaluation de type A).	D	C	B	A
----------------	---	----------	----------	----------	----------

C. Exploitation du titrage avec suivi conductimétrique

Donnée : $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g.mol}^{-1}$

C.1.a. En utilisant le volume équivalent moyen $\overline{V_E}$, calculer la concentration molaire c_0 de la solution de sérum diluée.

Si nécessaire, vous avez la possibilité de venir au bureau professeur pour scanner l'aide n°3

C.1.b. En déduire la concentration molaire c_1 du sérum physiologique.

C.2. Déduire de la question **C.1.b.** la concentration en masse c_m du sérum physiologique.

C.3. L'incertitude sur la concentration en masse du sérum physiologique est égale à :

$$u(c_m) = c_m \times \sqrt{\left(\frac{u(c)}{c}\right)^2 + \left(\frac{u(V_0)}{V_0}\right)^2 + \left(\frac{u(\overline{V_E})}{\overline{V_E}}\right)^2}$$

La valeur obtenue est-elle conforme à la valeur annoncée par le laboratoire Gilbert ? Justifier.

Si nécessaire, vous avez la possibilité de venir au bureau professeur pour scanner l'aide n°4

Capacité exigible	- Exploiter un titrage pour déterminer une concentration.	D	C	B	A
Valider	- Comparer à une valeur de référence.	D	C	B	A

D. Changement de pente des droites

On se propose d'interpréter qualitativement le changement de pente lors du titrage conductimétrique.

Données : Conductivités ioniques molaires :

$$\lambda_{\text{Ag}^+} = 6,2 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} ; \lambda_{\text{Cl}^-} = 7,6 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} ; \lambda_{\text{NO}_3^-} = 7,1 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

Rappel de cours : Loi de Kohlrausch

La conductivité d'une solution contenant les ions 1, 2, 3...etc. est la somme des conductivités de ces ions et s'exprime suivant la loi de **Kohlrausch** :

$$\sigma_{\text{solution}} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \dots = \lambda_1 \cdot [X_1] + \lambda_2 \cdot [X_2] + \lambda_3 \cdot [X_3] \dots = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$$

D.1. Expliquer pourquoi on peut considérer que, tout au long cours du titrage, la concentration en ions sodium $[\text{Na}^+]$ dans la solution contenue dans le bécher est quasiment constante.

D.2. Dans la solution du bécher, décrire comment évoluent les concentrations des ions $[\text{NO}_3^-]$, $[\text{Ag}^+]$, et $[\text{Cl}^-]$ avant l'équivalence. Même question après l'équivalence.

Compléter le tableau d'évolution de la concentration des ions présents avant et après l'équivalence avec les symboles :

$$\nearrow, \searrow, \rightarrow, 0$$

Si nécessaire, vous avez la possibilité de venir au bureau professeur pour scanner l'aide n°5

D.3. Compléter le tableau en donnant l'expression de la conductivité dans la solution en fonction de la concentration des ions présents avant et après équivalence.

	Avant l'équivalence $V < V_E$	Après l'équivalence $V > V_E$
$[\text{Na}^+]$		
$[\text{NO}_3^-]$		
$[\text{Ag}^+]$		
$[\text{Cl}^-]$		
Expression de σ	$\sigma =$	$\sigma =$
Évolution de σ		

D.4. À l'aide des conductivités ioniques molaire des ions et du tableau d'évolution de la conductivité, justifier qualitativement (sans calcul) l'évolution de la conductivité avant et après équivalence. Compléter la dernière ligne.

Capacité exigible	Dans le cas d'un titrage avec suivi conductimétrique, justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe à l'aide de données sur les conductivités ioniques molaires.	D	C	B	A
Communiquer	- Rédiger de manière argumentée et soignée en utilisant un vocabulaire adapté.	D	C	B	A

