

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

<b>Objectifs pédagogiques</b>	Réaliser un titrage colorimétrique permettant d'introduire la notion d'incertitude sur une mesure unique (type B)
<b>Notions et contenus</b>	<b>1<sup>ère</sup> spécialité</b>
	<p>1. <u>Suivi de l'évolution d'un système, siège d'une transformation</u>  <u>C) Détermination d'une quantité de matière grâce à une transformation chimique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Titrage avec suivi colorimétrique</li> <li>– Réaction d'oxydo-réduction support du titrage</li> <li>– Changement de réactif limitant au cours du titrage</li> <li>– Définition et repérage de l'équivalence</li> </ul> <p style="text-align: center;"><u>Mesure et incertitudes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Incertitude-type</li> <li>– Ecriture du résultat. Valeur de référence</li> </ul>
<b>Capacités exigibles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Réaliser un titrage direct avec repérage colorimétrique de l'équivalence pour déterminer la quantité de matière d'une espèce dans un échantillon.</li> <li>▪Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une autre approche que statistique (évaluation de type B)</li> <li>▪Ecrire, avec un nombre de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure. Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence</li> </ul>
<b>Prérequis</b>	<p><u>1<sup>ère</sup> spécialité – Constitution et transformation de la matière</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Transformation modélisée par une réaction d'oxydo-réduction</li> <li>– Evolution des quantités de matière lors d'une transformation</li> <li>– Tableau d'avancement, état initial, état final, mélange stœchiométrique</li> </ul>
<b>Type d'activité</b>	Activité expérimentale
<b>Description succincte</b>	Vérifier, à l'aide d'un titrage colorimétrique les indications d'une étiquette sur la quantité d'acide oxalique contenue dans une solution permettant d'éradiquer un parasite, le varroa, pouvant décimer des colonies d'abeilles
<b>Compétences travaillées</b>	<p><b>S'approprier</b> : Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée.  <b>Réaliser</b> : Mettre en œuvre les étapes d'une démarche de résolution. Effectuer des procédures courantes. Mettre en œuvre un protocole expérimental.  <b>Valider</b> : Estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence.</p>
<b>Mise en œuvre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Place dans la progression de la séquence et/ou de l'année</u> : Fin de séquence sur « Suivi de l'évolution d'un système, siège d'une transformation »</li> <li>• <u>Cadre de mise en œuvre de l'activité</u> : Activité expérimentale. Séance de 2h. Possibilité de procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une approche statistique (incertitude de type A)</li> </ul>
<b>Source(s)</b>	GRIESP (2018-2019 Mesure et incertitudes) : <a href="https://eduscol.education.fr/225/recherche-et-innovation-en-physique-chimie">https://eduscol.education.fr/225/recherche-et-innovation-en-physique-chimie</a> Mesures et incertitudes au Lycée (IREM) : <a href="https://eduscol.education.fr/document/7067/download">https://eduscol.education.fr/document/7067/download</a>
<b>Auteur(s)</b>	Nadia MARION – Lycée en Forêt - Montargis

## ACTIVITÉ

### CONTEXTE

#### Le varroa, un acarien parasite des abeilles

L'acide oxalique  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  est une molécule présente dans de nombreux fruits et légumes comme les épinards, l'oseille, la rhubarbe etc... Depuis quelques années, on l'utilise pour protéger les abeilles domestiques contre le varroa, un acarien parasite qui peut décimer rapidement des colonies entières d'abeilles. En pharmacie, on trouve des solutions constituées d'un mélange d'eau sucrée et d'acide oxalique qui, pulvérisées sur les abeilles, permettent d'éradiquer le parasite.



<https://fr.wikipedia.org/wiki/Varroa>

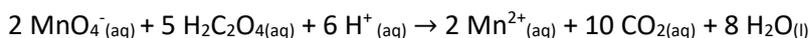
Sur l'étiquette d'une solution achetée sur le net, on lit : **39,4 g d'acide oxalique dihydraté par Litre de solution.**

**Votre mission consiste à vérifier cette information car un surdosage en acide oxalique peut être fatal aux abeilles.**

### SUPPORT(S) D'ACTIVITÉ

#### Document n° 1 : Données

- Équation de la réaction support du titrage :



- Masse molaire de l'acide oxalique dihydraté :  $M (\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4, 2 \text{H}_2\text{O}) = 126,065 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

#### Document n° 2 : Protocole du dosage par titrage

- Prélever  $V_0 = 5,00 \text{ mL}$  de la solution d'acide oxalique à doser notée  $S_0$  que l'on introduit dans un erlenmeyer, ajouter  $10 \text{ mL}$  d'acide sulfurique à  $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Mettre sous agitation et porter la solution à une température de  $60^\circ\text{C}$ .
- Titrer la solution  $S_0$  avec une solution aqueuse de permanganate de potassium ( $\text{K}^+ (\text{aq}) + \text{MnO}_4^- (\text{aq})$ ) de concentration en quantité de matière  $C_1 = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Introduire lentement la solution titrante en attendant que la décoloration se produise car la réaction est lente à se réaliser en tout début de titrage.
- Continuer à verser la solution titrante jusqu'à l'apparition d'une couleur **rose très pâle** persistante. Relever la valeur de  $V_{E,\text{min}}$ , **volume équivalent minimal** pour lequel cette teinte vient d'apparaître.
- Continuer à verser la solution titrante jusqu'à ce que la teinte rose de la solution n'évolue plus. Relever la valeur de  $V_{E,\text{max}}$ , **volume équivalent maximal** pour lequel il n'y a plus de changement de teinte.

#### Document n° 3 : Incertitudes types

- pipette jaugée de  $5,00 \text{ mL}$  :  $u(V_p) = \dots\dots\dots \text{ mL}$  (à lire sur la pipette)
- burette de  $25,0 \text{ mL}$  :  $u(V_b) = \dots\dots\dots \text{ mL}$  (à lire sur la burette) ; négligeable par rapport à  $u(V_E)$
- incertitude sur la lecture du volume équivalent :  $u(V_E) = \frac{V_{E,\text{max}} - V_{E,\text{min}}}{2}$
- incertitude sur la concentration du titrant : négligeable
- incertitude sur la masse molaire: négligeable

## CONSIGNES DONNÉES À L'ÉLÈVE

- Vous allez réaliser le titrage colorimétrique de la solution d'acide oxalique par une solution de permanganate de potassium.
- Votre résultat devra comporter la concentration en masse d'acide oxalique dihydraté, accompagnée de son incertitude-type ainsi qu'une comparaison qualitative avec la valeur figurant sur l'étiquette.

## ÉLÉMENTS DE CORRECTION

On ne peut pas composer des incertitudes en classe de première : la variabilité est expliquée par différentes incertitudes, qui s'accumulent tout au long du protocole.

$$\frac{x_{\max} - x_{\min}}{2} \text{ est une première estimation de l'incertitude-type } u(x) \text{ (Source GRIESP) :}$$

Ainsi, lors de l'équivalence, la variabilité de  $V_E$  est due à l'appréciation du changement de teinte:

Exemple :  $V_{E,\min} = 12,4 \text{ mL}$  et  $V_{E,\max} = 12,8 \text{ mL}$  d'où  $u(V_E) = \frac{V_{E,\max} - V_{E,\min}}{2} = 0,2 \text{ mL}$

On prendra comme incertitude-type pour la verrerie, la tolérance indiquée sur celle-ci :

- pipette jaugée de  $5,000 \text{ mL}$  :  $u(V_p) = 0,015 \text{ mL}$
- burette de  $25,00 \text{ mL}$  :  $u(V_b) = 0,02 \text{ mL}$   
(prise en compte dans celle de  $u(V_E)$ )
- incertitude sur la concentration du titrant : négligeable
- incertitude sur la masse molaire: négligeable

La précision du volume mesuré dépend de l'incertitude-type.

### ➤ Calcul de la concentration en quantité d'acide oxalique dans $S_o$ :

$$V_{o,\min} = 4,985 \text{ mL} \text{ et } V_{o,\max} = 5,015 \text{ mL}$$

$$C_{o,\min} = \frac{5 \times C_1 \times V_{E,\min}}{2 \times V_{o,\max}} = \frac{5 \times 5,00 \times 10^{-2} \times 12,4}{2 \times 5,015} = 0,3091 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_{o,\max} = \frac{5 \times C_1 \times V_{E,\max}}{2 \times V_{o,\min}} = \frac{5 \times 5,00 \times 10^{-2} \times 12,8}{2 \times 4,985} = 0,3210 \text{ mol.L}^{-1}$$

Le nombre de C.S conservé doit être adapté à la situation car la règle utilisée habituellement (du plus petit nombre de C.S) est inexacte.

Remarque : Si on souhaitait exprimer la concentration en acide oxalique, alors on aurait :

$$C_{o,\text{moy}} = \frac{C_{o,\max} + C_{o,\min}}{2} = 0,315 \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } u(C_o) = \frac{0,3210 - 0,3091}{2} = 6.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

La concentration en acide oxalique dans le produit acheté est de  $0,315 \text{ mol.L}^{-1}$  avec une incertitude type  $u(C_o) = 0,006 \text{ mol.L}^{-1}$

### ➤ Calcul de la concentration en masse d'acide oxalique dans $S_o$ :

$$C_{m,\min} = C_{o,\min} \times M = 0,3091 \times 126,065 = 38,97 \text{ g.L}^{-1}$$

$$C_{m,\max} = C_{o,\max} \times M = 0,3210 \times 126,065 = 40,47 \text{ g.L}^{-1}$$

$$\text{d'où : } C_{m,\text{moy}} = \frac{C_{m,\max} + C_{m,\min}}{2} = 39,7 \text{ g.L}^{-1} \text{ (résultat calculatrice : 39,72)}$$

$$\text{et } u(C_m) = \frac{40,40 - 39,02}{2} = 0,8 \text{ g.L}^{-1} \text{ (résultat calculatrice : 0,75)}$$

La concentration en masse d'acide oxalique dans le produit acheté est de  $39,7 \text{ g.L}^{-1}$  avec une incertitude type  $u(C_m) = 0,8 \text{ g.L}^{-1}$

Le nombre de C.S de la valeur moyenne est déterminé à partir de l'incertitude-type qui est considérée avec 1 seul C.S

### ➤ Comparaison avec la valeur indiquée sur l'étiquette :

La comparaison est uniquement qualitative en 1ère. On n'utilise plus l'écart relatif.

Nous trouvons  $39,7 \text{ g.L}^{-1}$  alors que le fabricant annonce "39,4 g d'acide oxalique dihydraté par L de solution". La différence entre les deux valeurs est de  $0,3 \text{ g.L}^{-1}$  ce qui est inférieur à l'incertitude-type  $u(C_m) = 0,8 \text{ g.L}^{-1}$ , les deux valeurs sont donc compatibles.

Critères et indicateurs de réussite :

Domaine de Compétences évaluées	Indicateurs de réussite correspondant au niveau A
<p><b>S'approprier (APP)</b></p> <p>Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Savoir qu'il faut réaliser le titrage colorimétrique de la solution,</li> <li>• Déterminer le volume à l'équivalence,</li> <li>• En déduire la concentration en masse d'acide oxalique contenu dans la solution,</li> <li>• Comparer cette valeur à une valeur de référence afin d'éviter un surdosage et le décès d'abeilles.</li> </ul>
<p><b>Réaliser (REA)</b></p> <p>Mettre en œuvre les étapes d'une démarche de résolution. Effectuer des procédures courantes. Mettre en œuvre un protocole expérimental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser la pipette jaugée (1 ou 2 traits) et la propipette pour le prélèvement de solution à titrer</li> <li>• Rincer puis remplir la burette graduée de solution titrante (ajuster le zéro, pas de bulle d'air)</li> <li>• Mettre en œuvre le titrage (agencement de la verrerie, agitation, verser le réactif titrant lentement, stopper au rose très pâle puis à la persistance pour noter l'encadrement du volume à l'équivalence, lecture du volume sur la burette)</li> </ul>
<p><b>Valider (VAL)</b></p> <p>Extraire des informations des données expérimentales et les exploiter. Estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser les documents pour exprimer l'incertitude sur la concentration en masse de la solution d'acide oxalique</li> <li>• Comparer l'écart entre la valeur expérimentale et la valeur de référence avec l'incertitude-type pour conclure.</li> </ul>

**Niveau A :** les indicateurs choisis apparaissent dans leur (quasi)totalité

**Niveau B :** les indicateurs choisis apparaissent partiellement

**Niveau C :** les indicateurs choisis apparaissent de manière insuffisante

**Niveau D :** les indicateurs choisis ne sont pas présents