

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date: .....

## Dosage par étalonnage de la bouillie bordelaise

### ✔ Objectifs

- Absorbance ; loi de Beer-Lambert.
- Exploiter la loi de Beer-Lambert, la loi de Kohlrausch ou l'équation d'état du gaz parfait pour déterminer une concentration ou une quantité de matière. Citer les domaines de validité de ces relations.

### 👤 Classe

Terminale Spé

### 🕒 Durée

2 h

### ✂ Sur la paillasse

#### Paillasse élèves

- Pipettes jaugées de 5,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL et 25,0 mL ;
- Poire à pipeter ;
- Une pipette en plastique ;
- 4 fioles jaugées de 50,0 mL et 2 de 100,0 mL ;
- 6 béchers de 100 mL ;
- Éprouvette graduée de 100 mL ;

- Un flacon contenant la bouillie bordelaise de concentration inconnue ;
- Un spectrophotomètre mesurant l'absorbance  $A$  ;
- Pissette d'eau distillée, gants et lunettes ;
- Un ordinateur avec le logiciel *Regressi*.

#### Paillasse au fond de la salle

- Du sulfate de cuivre pentahydraté ;
- Une balance de précision.

### 📄 Document 1: La bouillie bordelaise

La bouillie bordelaise est un fongicide fabriqué par neutralisation d'une solution de sulfate de cuivre par de la chaux éteinte. En fonction de la dose, elle affecte négativement le métabolisme de la plupart des organismes vivants (animaux, micro-organismes et plantes, terrestres et aquatiques). Elle exerce son effet par le biais des ions cuivre ( $\text{Cu}^{2+}$ ) du mélange. Ces ions affectent des enzymes dans les spores des champignons (bénéfiques ou parasites) bloquant leur germination.

Les cristaux bleus de sulfate de cuivre (II) utilisés dans les solutions de bouillie bordelaise sont hydratés, ce qui leur donne une teinte bleue. La formule des cristaux est  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ . Sa masse molaire est :  $M = 249,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .



FIGURE 1 – Bouillie bordelaise appliquée à un arbuste.

### 📄 Document 2: Norme de l'agriculture biologique

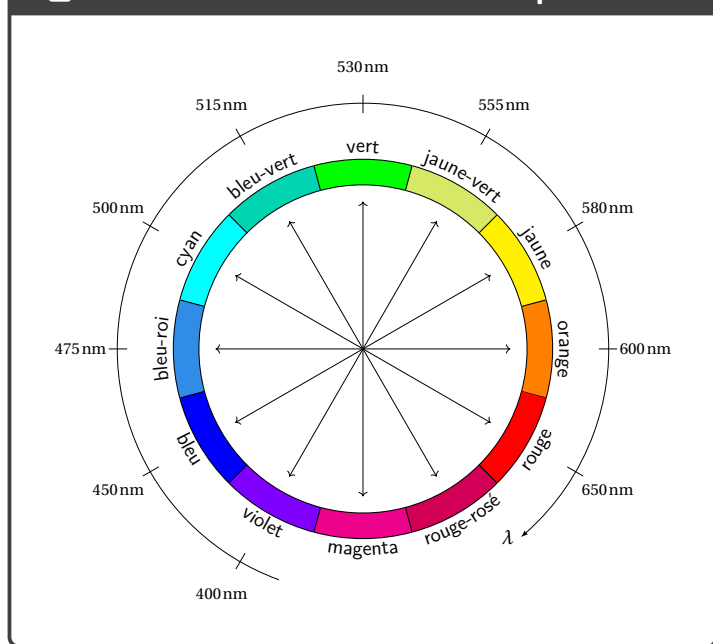
Pour être utilisée en agriculture biologique, une bouillie bordelaise, fabriquée à base de sulfate de cuivre et de chaux, doit contenir entre 10 et 20 grammes par litre de sulfate de cuivre.

**Le but du TP est de déterminer la concentration molaire puis massique d'une solution de bouillie bordelaise et d'en déduire s'il est peut être utilisée sur les cultures de l'agriculture biologique.**

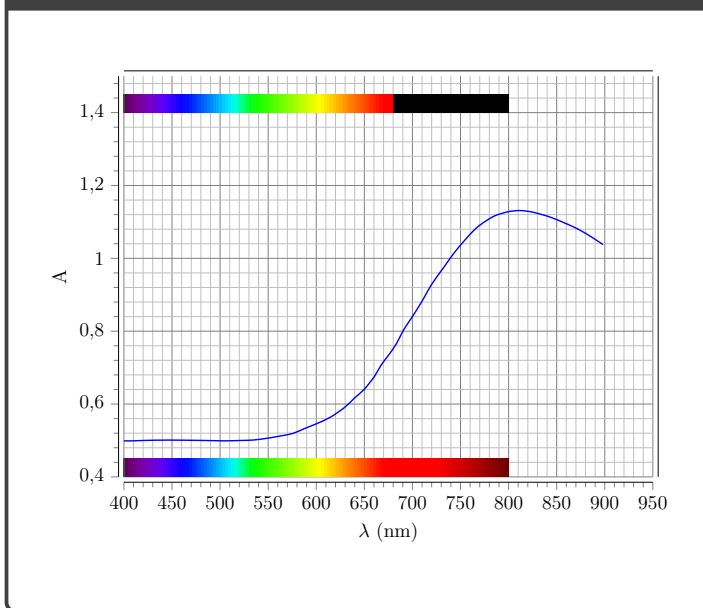
**Document 3: Protocole de la mesure d'absorbance d'une solution**

- Verser la solution à analyser dans une cuve. Attention, il ne faut pas mettre les doigts sur les faces transparentes des cuves. Des traces laissées sur ces faces risqueraient de fausser les mesures et de dévier une partie des rayons par réfraction ou réflexion.
- Préparer une seconde cuve avec cette fois-ci uniquement du solvant.
- Paramétrer l'appareil afin qu'il réalise les mesures à la longueur d'onde de travail  $\lambda$ .
- Faire le blanc en remettant à zéro l'absorbance en plaçant la cuve remplie d'eau dans l'emplacement adéquat.
- Remplacer la cuve d'eau par celle de l'échantillon en vérifiant bien l'appui et la verticalité de la cuve.
- Si on change la solution dans une cuve, la rincer avec la nouvelle solution pour éviter des effets de dilution et de surconcentration.

**Document 4: Cercle chromatique**



**Document 5: Spectre d'absorption du sulfate de cuivre**



# 1 Questions préliminaire

1. On souhaite doser la bouillie bordelaise par étalonnage en mesurant l'absorbance des solutions, celles-ci étant colorées. Rappeler la loi de Beer-Lambert.

**Solution:** La loi de Beer-Lambert est une relation de proportionnalité entre l'absorbance d'une solution et sa concentration :

$$A = k \times C$$

2. Proposer un protocole expérimental permettant de mesurer la concentration de la solution de bouillie bordelaise à partir du matériel disponible.

**Solution:**

- On effectue des dilutions consécutives de la solution afin de constituer une gamme de solutions étalons de concentration décroissante.
- On mesure l'absorbance de ces solutions.
- On trace la fonction  $A = f(C)$ , et on modélise la fonction par une droite.
- On mesure l'absorbance de la solution inconnue et on lit la valeur de la concentration sur le graphique à partir de cette dernière.

3. Justifier la couleur des solutions de sulfate de cuivre.

**Solution:** Le pic d'absorption du spectre du sulfate de cuivre est à 800 nm, absorbant à partir de 600 nm, soit le rouge. La couleur complémentaire du rouge est le cyan donc la couleur de la solution est cyan.

4. Sur quelle longueur d'onde doit-on régler le spectrophotomètre ?

**Solution:** On le règle sur le maximum d'absorption de l'espèce en solution soit 800 nm.

## 2 Préparation des solutions

5. On commence par préparer 100 mL d'une solution mère de concentration  $C_0 = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  afin de réaliser les différentes solutions étalons par dilution. Quelle masse de sulfate de cuivre hydraté doit-on utiliser pour préparer cette solution ?

**Solution:** On a  $C_0 = \frac{n_0}{V_0} = \frac{m_0}{V_0 M}$  donc  $m_0 = C_0 \times V_0 \times M = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100 \times 10^{-3} \text{ L} \times 249,7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 2,5 \text{ g}$ .

6. Compléter le tableau ci-dessous qui permet de préparer 4 solutions diluées qui serviront à l'étalonnage. Préciser le calcul à effectuer pour la solution 1.

	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
Concentration molaire ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$1,0 \times 10^{-1}$	$5,0 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$
Facteur de dilution					
Volume de la solution fille (mL)					
Volume de solution mère à préparer (mL)					

**Solution:**

	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
Concentration molaire ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$1,0 \times 10^{-1}$	$5,0 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$
Facteur de dilution	1	2	5	10	20
Volume de la solution fille (mL)	-	50	50	50	100
Volume de solution mère à préparer (mL)	-	25	10	5	5

**Appel 1**

Appeler le professeur pour vérifier les calculs.

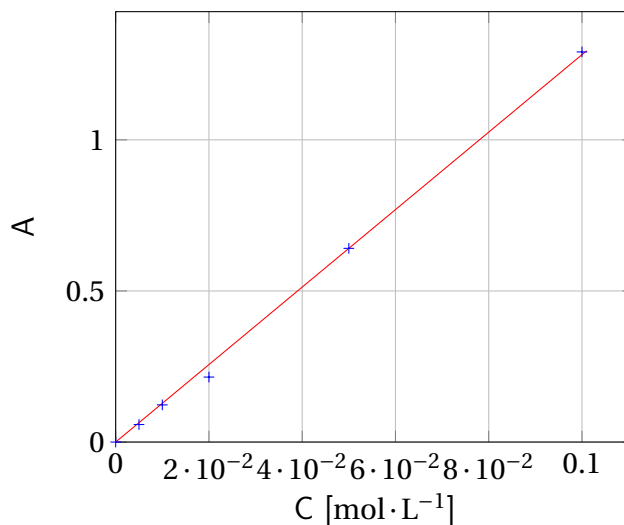
**3 Dosage par étalonnage**

7. Mettre en œuvre le protocole proposé et noter ci-dessous les mesures expérimentales effectuées.

**Solution:**

	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
Concentration molaire ( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$1,0 \times 10^{-1}$	$5,0 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$
A	1,291	0,641	0.215	0.122	0.058

8. Tracer le graphique d'intérêt. La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée pour toutes les concentrations ? Donner le domaine de validité de la loi de Beer-Lambert.

**Solution:**

La loi de Beer Lambert est vérifiée pour toutes les concentrations puisque les points sont sur la droite. On obtient un coefficient directeur de  $12,8 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**Appel 2**

Appeler le professeur en cas de difficultés.

**4 Interprétation et conclusion**

9. Indiquer la valeur de la concentration en quantité de matière d'ions  $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$  dans la bouillie bordelaise. On donnera ensuite la concentration en masse.

**Solution:** On mesure l'absorbance de la solution inconnue  $A_{inc} = 0,261$ . On en déduit  $C_{inc} = \frac{A_{inc}}{12,8} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On calcule la concentration en masse :  $C_m = C \times M = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 249,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

10. Cette solution peut-elle être utilisée sur les cultures bio en France ?

**Solution:** La concentration est inférieure à la norme pour l'agriculture biologique donc cette solution ne peut pas être utilisée pour l'agriculture biologique.