

ACTIVITE EXPERIMENTALE : DISSOLUTION – CONCENTRATION EN QUANTITE DE MATIERE

La bouillie bordelaise est un fongicide polyvalent utilisé depuis très longtemps pour lutter contre les maladies apparaissant dans le jardin et plus particulièrement dans le potager. Elle est constituée de chaux et de sulfate de cuivre. Particulièrement efficace, cette préparation est autorisée en agriculture biologique, une aubaine pour tous les jardiniers à condition de l'utiliser sans excès.



Comment préparer la solution de sulfate de cuivre nécessaire à la bouillie bordelaise et déterminer sa concentration ?

Problème posé : Préparer le plus soigneusement possible 50,0 mL d'une solution hémostatique de chlorure ferrique à usage pharmaceutique.

Matériel et produits disponibles

- sulfate de cuivre pentahydraté en poudre
- solution étalon de sulfate de cuivre de concentration en quantité de matière $C_0 = 1,00 \text{ mol/L}$
- 1 colorimètre + cuve spectrophotométrique
- 1 balance de précision au centième de gramme
- fioles jaugées : 50 et 100 mL + bouchons
- 1 éprouvette graduée de 50 mL
- 1 pipette graduée de 10 mL
- 1 propipette
- 1 coupelle de pesée
- 1 agitateur en verre
- 1 spatule
- 3 pipettes plastiques
- 1 entonnoir
- 2 petits béchers
- 1 pissette d'eau distillée
- gants
- lunettes de protection

I. Préparation de la solution

Document 1 : Le sulfate de cuivre

Le **sulfate de cuivre (CuSO_4)** est obtenu industriellement comme sous-produit du décapage chimique du cuivre par l'acide sulfurique. Cet acide n'attaque pas le cuivre métallique, seule sa forme oxydée présente en surface sous forme d'oxydes, de carbonates (vert de gris) et autres, passe en solution.

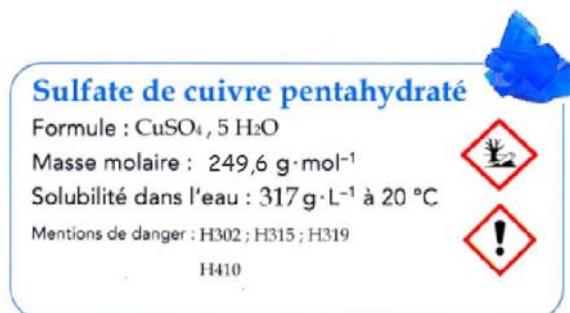
Une des principales utilisations actuelles du sulfate de cuivre est la préparation (industrielle ou non) de fongicides pour l'agriculture y compris biologique. Les formes les plus courantes sont la bouillie bordelaise constituée de sulfate de cuivre et de chaux et la bouillie bourguignonne constituée de sulfate de cuivre et de bicarbonate de soude. Chaux et bicarbonate neutralisent l'acidité créée par la mise en solution du sulfate de cuivre. Les végétaux traités par une préparation à base de sulfate de cuivre présentent des taches bleu-pâle constituées de sels mixtes d'hydroxyde et de sulfate de cuivre.

Il est raisonnable d'utiliser pour le traitement **une solution de sulfate de cuivre dilué à environ 2,0 %**, ce qui correspond à une **concentration en quantité de matière en sulfate de cuivre de $0,080 \text{ mol.L}^{-1}$**



Document 2 : Étiquette du flacon de sulfate de cuivre

Le flacon contenant le sulfate de cuivre l'étiquette pentahydraté solide présente reproduite ci-contre.



Document 3 : Les pictogrammes SGH de danger

Certains produits chimiques présentent des risques et doivent être manipulés en respectant des consignes de sécurité. Un nouveau système européen de classification et d'étiquetage des produits chimiques, basé sur le **Système Général Harmonisé (SGH)**, est entré en vigueur en décembre 2010.

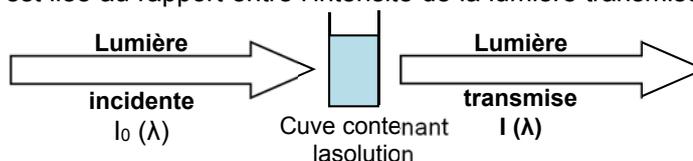
 <p>SGH01</p>	DANGER D'EXPLOSION au contact d'une flamme ou d'une étincelle, par élévation de température, par frottements, par choc.	 <p>SGH06</p>	DANGER DE TOXICITÉ AIGUË Par voie orale ou cutanée, par inhalation. Ces produits peuvent EMPOISONNER Rapidement même à faible dose et PROVOQUER DES EFFETS SUR L'ORGANISME comme nausées, vomissements, maux de tête, perte de connaissance et même ENTRAÎNER LA MORT.
 <p>SGH02</p>	DANGER D'INCENDIE au contact d'une flamme ou d'une étincelle, par élévation de température, par frottement, par choc, au contact de l'air, au contact de l'eau.	 <p>SGH07</p>	DANGER SUR LA SANTÉ Ces produits peuvent EMPOISONNER à forte dose IRRITER la peau, les yeux, le nez, la gorge PROVOQUER DES ALLERGIES cutanées PROVOQUER UNE SOMNOLENCE ou des VERTIGES.
 <p>SGH03</p>	PRODUITS COMBURANTS Ces produits peuvent PROVOQUER OU AGGRAVER UN INCENDIE et même provoquer une explosion en présence de produits inflammables.	 <p>SGH08</p>	DANGER POUR LA SANTÉ Ces produits peuvent PROVOQUER DES LÉSIONS GRAVES Ces produits peuvent être cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction. Ils peuvent modifier le fonctionnement de certains organes ou provoquer des allergies respiratoires ou des lésions pulmonaires.
 <p>SGH04</p>	GAZ SOUS PRESSION Ces produits peuvent EXPLOSER sous l'effet de la chaleur ou PROVOQUER DES BRÛLURES PAR LE FROID si ce sont des gaz réfrigérés.	 <p>SGH09</p>	DANGER POUR L'ENVIRONNEMENT Ces produits ont des effets NÉFASTES pour l'environnement ou le milieu aquatique. Leur toxicité peut être aiguë ou chronique. Ne pas le jeter à l'égout.
 <p>SGH05</p>	DANGER DE CORROSION Ces produits peuvent ATTAQUER LES MÉTAUX par contact. RONGER LA PEAU / LES YEUX par contact avec la peau / les yeux ou projection.		

À l'aide des documents 1 à 3 et du matériel disponible, proposer un protocole par écrit permettant de préparer un volume $V = 50,0 \text{ mL}$ de la solution souhaitée. On indiquera clairement les calculs réalisés avant de décrire les étapes du protocole.
Après vérification et validation par le professeur, réaliser le protocole.

II. Détermination expérimentale de la concentration en quantité de matière de la solution

Document 4 : Absorbance d'une solution colorée – Loi de Beer-Lambert

- Une solution est colorée si elle **absorbe** une partie des radiations du spectre de la lumière blanche (comme un filtre coloré). La couleur de la solution correspond aux radiations non absorbées par celle-ci.
- Pour une longueur d'onde λ donnée, on caractérise "le pouvoir d'absorption" d'une solution colorée par une grandeur appelée **absorbance**, notée **A**. C'est une grandeur sans unité, dont la valeur est généralement comprise entre 0 et 2. Pour une longueur d'onde λ donnée, l'**absorbance A d'une solution est d'autant plus grande que la radiation de longueur d'onde λ est absorbée.**
- L'absorbance **A** d'une solution colorée, à une longueur d'onde λ donnée, peut être mesurée avec un **spectrophotomètre** ou un colorimètre. L'appareil est composé d'une source de lumière blanche et d'un monochromateur qui permet de sélectionner une radiation de longueur d'onde λ . Le faisceau de lumière monochromatique obtenu traverse alors la solution colorée étudiée. L'appareil mesure l'intensité I_0 de la radiation incidente et l'intensité I de la radiation transmise. Il calcule alors l'absorbance de la solution, qui est liée au rapport entre l'intensité de la lumière transmise et l'intensité de la lumière incidente (soit I/I_0).



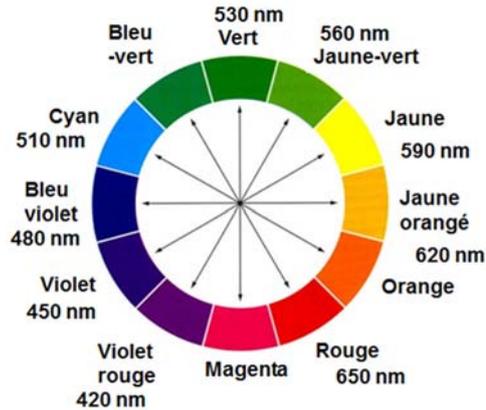
- Pour une longueur d'onde donnée, l'**absorbance A d'une solution est proportionnelle à sa concentration C**. Mathématiquement, on peut écrire :

$$A = k \times C \quad (k \text{ est une constante})$$

C'est la **loi de Beer-Lambert**.

Document 5 : Cercle chromatique

Deux couleurs **opposées** sur le cercle chromatique sont appelées **couleurs complémentaires**.



Document 6 : Utilisation du colorimètre

1- Il faut dans un premier temps choisir la longueur de la radiation incidente (radiation envoyée sur la solution) qui doit correspondre à une radiation fortement absorbée par la solution.

→ Tourner la molette jusqu'à atteindre la valeur souhaitée pour la longueur d'onde puis valider en appuyant sur le centre de la molette.

2- Dans un deuxième temps, on règle le « zéro » d'absorbance pour mesurer uniquement l'absorbance de l'espèce colorée et non celle de la cuve, ni celle du solvant.

→ En prenant soin de tenir la cuve par ses faces striées, la remplir de solvant (ici l'eau distillée).

→ Placer la cuve dans le colorimètre en veillant à ce que la radiation traverse la cuve par les parties non striées.

→ Avec la molette, sélectionner le mode « absorbance » puis valider.

→ Sélectionner et valider le mode « étalonnage ».

3- Enfin on mesure l'absorbance de la solution étudiée.

→ En utilisant de préférence la même cuve, la remplir de solution à analyser.

→ Placer la cuve dans le colorimètre et relever la valeur de l'absorbance.



1) À l'aide des documents 4 à 6 et du matériel à disposition, proposer un protocole permettant de trouver expérimentalement la valeur de la concentration en quantité de matière de la solution préparée.

Après accord par le professeur, réaliser ce protocole et noter les résultats permettant d'arriver à la valeur expérimentale notée C_{exp} de cette concentration.

2) Comparer la valeur trouvée expérimentalement C_{exp} à la valeur attendue notée $C_{attendue}$ du document 1. Proposer des raisons permettant d'expliquer cet écart.

3) Comment améliorer le protocole de préparation de la solution souhaitée ?

4) Montrer que « une solution de sulfate de cuivre dilué à environ 2,0 %, correspond à une concentration en quantité de matière en sulfate de cuivre de $0,080 \text{ mol.L}^{-1}$ ».

Données :

- « solution à x % » signifie que 100 g de solution contient x g de soluté.

- Densité de la solution : on considère $d = 1,0$