

Devoir surveillé n°1 : Durée 80 minutes

Compétences évaluées (1 = non maîtrisée / 2 = en cours d'apprentissage / 3 = maîtrisée)	1	2	3
Utiliser les formules de chimie « classiques »			
Connaître le protocole de dilution (calculs compris)			
Connaître la loi de Beer-Lambert et l'utiliser dans un dosage par étalonnage			
Trouver la couleur d'une solution			
Résoudre un problème			
Valider un résultat numérique			

Exercice n°1 : Eaux gazeuses : (5 points) _____ 20 minutes conseillées

Les eaux pétillantes contiennent différents ions. Parmi ceux-ci, les ions bicarbonate sont responsables de la formation du gaz dioxyde de carbone $\text{CO}_{2(g)}$.

Données : Masses molaires : $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$ $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g/mol}$ $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$
 Volume molaire d'un gaz : $V_m = 24,5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

1) L'eau Quezac

Étiquette de l'eau QUEZAC

Ions	Calcium	Sodium	Fluor	Magnésium	Bicarbonates
Concentration en masse en mg/L	165	100	2,2	79	1 000

- Calculer la masse molaire des ions bicarbonate de formule HCO_3^- . (1 point)
- En s'aidant des données de l'étiquette, calculer la concentration en quantité de matière c en ions bicarbonate de l'eau de Quézac®. (1 point)
- Déterminer la quantité de matière d'ions bicarbonate dans $V = 1,15 \text{ L}$ d'eau de Quézac®. (1 point)
- Calculer la masse d'ions bicarbonate que cela représente. (1 point)

2) L'eau Saint-Yorre

Une bouteille de 1,15 L d'eau Saint-Yorre permet la formation $n_{\text{gaz}} = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ de dioxyde de carbone. Calculer le volume maximal V_{gaz} de dioxyde de carbone produit. (1 point)

Exercice n°2 : Recyclage d'une solution (11 points) _____ 40 minutes conseillées

La bouillie bordelaise peut être utilisée par les jardiniers pour traiter le potager ou les arbres fruitiers contre certaines maladies. Dans le commerce, elle est vendue sous la forme d'une poudre à dissoudre dans de l'eau.

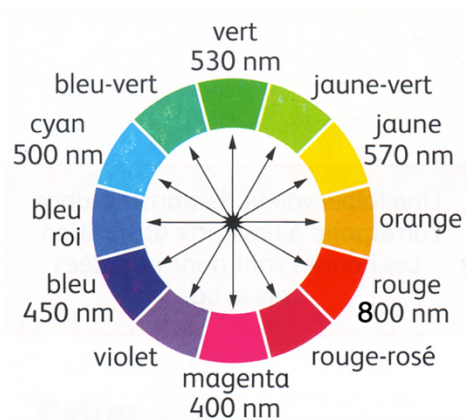
On obtient, par dissolution de cette poudre dans l'eau, une solution contenant des ions cuivre Cu^{2+} à pulvériser sur les végétaux.

Comme tout produit de traitement, cette solution doit être utilisée en respectant des concentrations précises. En effet au-delà d'un certain seuil, le cuivre est toxique pour l'Homme et l'environnement.

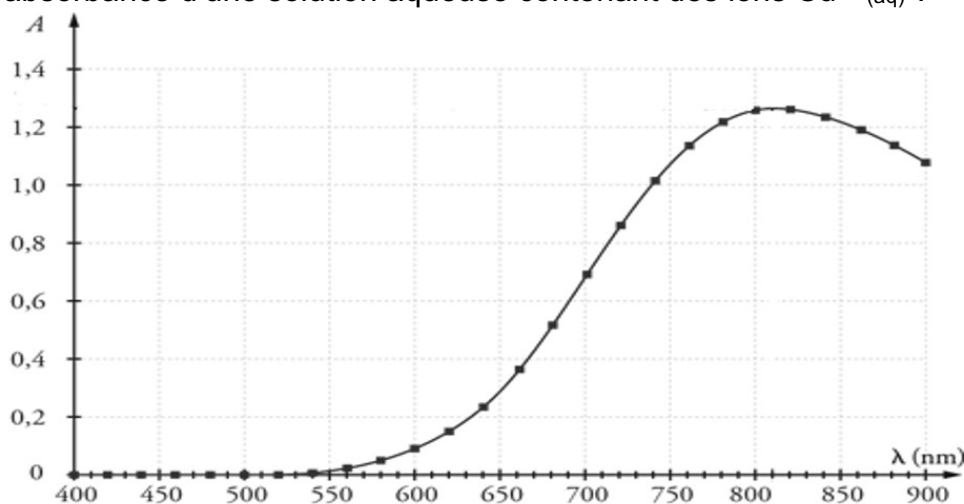
Le but de l'exercice est de déterminer si la solution de bouillie bordelaise notée S, fabriquée en trop grande quantité par un jardinier amateur, peut être jetée à l'évier ou doit être traitée ou recyclée.

Données :

- L'espèce ionique $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ est responsable de la couleur de la solution aqueuse.
- Concentration en masse maximale d'ions Cu^{2+} pour rejet à l'évier : $C_m = 0,5 \text{ mg/L}$ d'eau déversée.
- Masse molaire atomique du cuivre : $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Cercle chromatique :



- Spectre d'absorbance d'une solution aqueuse contenant des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$:



- 1) À l'aide des données, déterminer la couleur de l'espèce ionique $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ en solution aqueuse. Justifier. (1,5 point)

On souhaite déterminer la concentration en quantité de matière d'ions cuivre $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ de la solution de bouillie bordelaise S, par un dosage spectrophotométrique. On réalise pour cela une gamme de solutions étalons et des mesures d'absorbance à la longueur d'onde 810 nm.

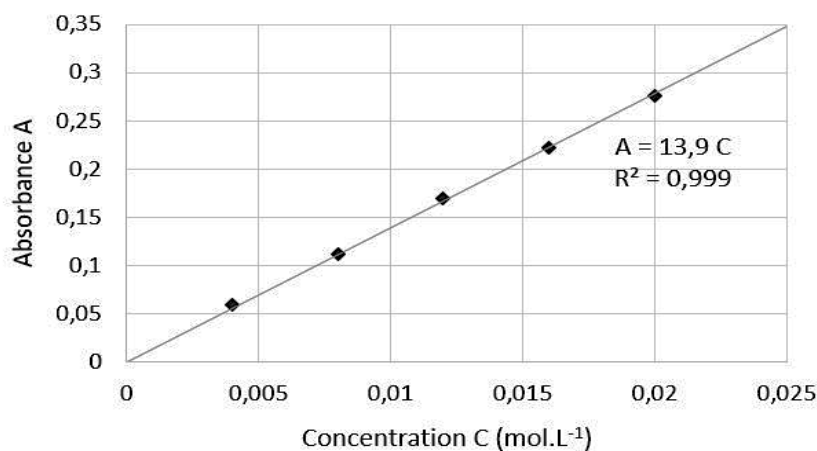
- 2) [cours] Qu'est-ce que des solutions étalons ? (0,5 point)
- 3) [cours] Pourquoi fait-on les mesures d'absorbance à 810 nm ? (0,5 point)

On dispose d'une solution mère de sulfate de cuivre S_0 de concentration en quantité de matière d'ions cuivre $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ égale à $C_0 = 0,040 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. À partir de cette solution S_0 on prépare différentes solutions. Le volume de chaque solution fille obtenue est égal à $V_F = 10,0 \text{ mL}$.

- 4) Détailler le calcul pour trouver la valeur manquante dans le tableau ci-dessous (solution S_1). (1 point)
- 5) Écrire le protocole de dilution de la préparation de la solution S_4 à partir de S_0 . (1,5 point)

Solution fille S_i	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Concentration en quantité de matière C_i (mol.L ⁻¹)	0,020	0,016	0,012	0,008	0,004
Volume V_0 de solution S_0 à prélever (mL)		4,0	3,0	2,0	1,0

On mesure l'absorbance A des différentes solutions préparées et on trace le graphique suivant :



- 6) Rappeler l'expression de la loi de Beer-Lambert en indiquant le nom des grandeurs et les unités associées. (2 points)
- 7) Déterminer par une justification claire si les résultats expérimentaux obtenus sont en accord avec cette loi. (1,5 points)

Afin de déterminer la concentration de la bouillie bordelaise préparée par le jardinier, **on dilue 20 fois la solution S avant de l'analyser avec le spectrophotomètre**. On mesure une absorbance $A' = 0,120$ pour la solution diluée S' .

- 8) Déterminer la concentration $C_{S'}$ de la solution diluée S' , puis celle de la solution S . (1,5 points)
- 9) Déterminer en justifiant si le jardinier peut rejeter son excédent de solution S à l'évier ou s'il doit le faire recycler. (1 point)

Exercice n°3 : Biologique ou non (4 points) _____ 20 minutes conseillées

Un agriculteur cultive la pomme de terre en agriculture biologique (document 2). Pour traiter un hectare de plants, il souhaite utiliser de la bouillie bordelaise.

Donnée : $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$

Document 1 : La bouillie bordelaise

C'est un mélange de solides qui contient 20 % en masse d'élément cuivre. Pour pulvériser un hectare de pomme de terre, on doit préparer 100 L d'une solution de bouillie bordelaise de concentration en élément cuivre $c = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. L'élément cuivre s'y trouve sous la forme d'ions cuivre (II) $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$. Pour être efficace, la pulvérisation doit se faire plusieurs fois par an.

Document 2 : Utilisation du cuivre en agriculture biologique

Pour être conforme au label « AGRICULTURE BIOLOGIQUE », il ne faut pas dépasser 6 kg d'élément cuivre par hectare et par an.



Combien de traitements par an peut réaliser l'agriculteur pour rester en agriculture biologique ?
Détailler le raisonnement.