

BACCALAURÉAT SÉRIE S**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS.....	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	4
1. Traitement par précipitation (20 minutes conseillées)	7
2. Mise en œuvre du traitement par précipitation (20 minutes conseillées)	7
3. Une autre méthode : le traitement par électrolyse (20 minutes conseillées)	7

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • élaborer un protocole de traitement d'un effluent par précipitation ; • mettre en œuvre le protocole ; • effectuer des mesures d'absorbance et réaliser un calcul ; • interpréter les observations et les résultats obtenus.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) : coefficient 2 • Réaliser (RÉA) : coefficient 3 • Valider (VAL) : coefficient 1
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tous les appareils électriques doivent être branchés au secteur avant l'arrivée des candidats. <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • régler la longueur d'onde du spectrophotomètre à 810 nm ; • faire le blanc avec de l'eau distillée ; • préparer un filtre avec une double épaisseur de papier. <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • faire l'appoint des différentes solutions. <p><u>Prévoir aussi :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • quelques tubes à essais de secours notés C avec du filtrat issu du traitement par précipitation.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Traitement par précipitation (20 minutes) • Mise œuvre du traitement par précipitation (20 minutes) • Une autre méthode : le traitement par électrolyse (20 minutes) <p><u>Il est prévu deux appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel n°1, l'évaluateur vérifie la proposition du protocole. • Lors de l'appel facultatif, l'évaluateur vérifie la mise en œuvre du protocole. • Lors de l'appel n°2, l'évaluateur vérifie les résultats expérimentaux. <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La filtration nécessite un double papier filtre. • Il est possible d'utiliser un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde du visible (par exemple à 655 nm, les résultats restent satisfaisants). La liste du matériel dans le sujet élève (fiche III) devra être modifiée en conséquence. • Pour préparer les solutions A et B, on peut utiliser indifféremment du nitrate de cuivre ou du sulfate de cuivre. • L'examineur rappellera au candidat qu'il doit mettre des gants et une paire de lunettes de protection pendant la manipulation de l'hydroxyde de calcium solide $\text{Ca}(\text{OH})_2$. • Toutes les valeurs données dans la correction sont indicatives. Les mesures doivent être refaites avant l'épreuve afin de donner au candidat des résultats adaptés aux solutions et matériels utilisés pendant l'épreuve.

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

Paillasse candidats

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un flacon, noté A, contenant environ 60 mL d'une solution de nitrate de cuivre de concentration en ions cuivre II Cu^{2+} égale à 10 g.L^{-1}
- un flacon, noté B, contenant environ 20 mL d'une solution de nitrate de cuivre de concentration en ions cuivre II Cu^{2+} égale à $1,0 \text{ g.L}^{-1}$
- de l'hydroxyde de calcium solide Ca(OH)_2
- deux tubes à essais sur portoir
- trois béchers de 50 mL
- deux erlenmeyers de 50 mL
- éprouvettes graduées de 100 mL, 25 mL, 10 mL
- compte-gouttes ou pipettes simples
- un agitateur magnétique avec barreau aimanté
- une balance
- un entonnoir à solide
- un spectrophotomètre avec trois cuves ; blanc effectué et longueur d'onde réglée sur 810 nm
- un dispositif de filtration : support, entonnoir, double papier filtre
- une coupelle de pesée
- une spatule
- un chronomètre
- un crayon à verre
- une pissette d'eau distillée
- une paire de gants
- une paire de lunettes de protection
- un chiffon

Paillasse professeur

- quelques tubes à essais de secours notés C avec du filtrat issu du traitement par précipitation

Documents mis à disposition des candidats

- une notice d'utilisation du spectrophotomètre

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Ce sujet comporte **six** feuilles individuelles sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

Le cuivre est un métal couramment utilisé, notamment pour la fabrication de canalisations. C'est également un oligo-élément indispensable pour tous les êtres vivants et en particulier pour l'Homme. Sous la forme d'ions cuivre II (Cu^{2+}), le cuivre est utilisé comme fongicide, pesticide et antibactérien car c'est un poison violent pour les micro-organismes. Cette toxicité pour la faune et la flore impose de diminuer fortement la teneur en ions cuivre II des effluents liquides industriels avant leur rejet dans un cours d'eau ou vers une station d'épuration. Des traitements par précipitation ou par électrolyse peuvent être réalisés.

Le but de cette épreuve est de vérifier l'efficacité des traitements que peut subir un effluent industriel contenant des ions cuivre II Cu^{2+} avant son rejet dans un cours d'eau.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT

Document 1 : Règlementation à propos des rejets de cuivre dans les effluents industriels

L'arrêté du 2 février 1998, relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toutes natures des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation individuelle, dans l'article 32, les seuils de rejets contenant du cuivre.

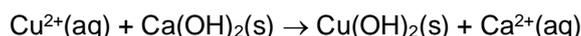
Ainsi, les eaux résiduaires rejetées au milieu naturel doivent respecter, selon le flux journalier maximal autorisé, une valeur limite de concentration en ions cuivre II Cu^{2+} de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ si le rejet dépasse 5 g par jour.

D'après INERIS - Données technico-économiques sur les substances chimiques en France

Document 2 : La précipitation des ions cuivre II par la chaux

Afin d'éliminer les ions cuivre II de l'effluent à traiter, on peut faire réagir la solution avec de la chaux (hydroxyde de calcium) $\text{Ca(OH)}_2(\text{s})$. On obtient un précipité bleu d'hydroxyde de cuivre $\text{Cu(OH)}_2(\text{s})$ appelé « boue » dans l'effluent. Il est alors nécessaire de séparer la « boue » du filtrat. Dans l'industrie, cette séparation se fait par une filtration sur du sable.

L'équation de précipitation des ions cuivre II s'écrit :



Cette réaction s'effectue en deux temps : l'hydroxyde de calcium se dissout dans la solution puis il réagit avec les ions cuivre II Cu^{2+} . La première étape s'effectuant difficilement, il faut agiter pendant au moins 3 minutes.

La manipulation de l'hydroxyde de calcium solide Ca(OH)_2 nécessite le port des gants et d'une paire de lunettes de protection.

Document 3 : Loi de Beer-Lambert et efficacité de la technique de traitement

Un spectrophotomètre mesure l'absorbance d'une solution pour une lumière monochromatique de longueur d'onde choisie. La loi de Beer-Lambert indique que l'absorbance A est proportionnelle à la concentration C de l'espèce colorée :

$$A = k.C$$

Pour évaluer l'efficacité de la technique de traitement, il est possible de calculer le pourcentage P d'ions cuivre II Cu^{2+} éliminés de l'effluent en utilisant l'une ou l'autre des deux formules suivantes :

$$P = \frac{C_{\text{initiale}} - C_{\text{finale}}}{C_{\text{initiale}}} \times 100 \quad \text{ou bien} \quad P = \frac{A_{\text{initiale}} - A_{\text{finale}}}{A_{\text{initiale}}} \times 100$$

Document 4 : Masses molaires atomiques

$$M(\text{Ca}) = 40 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$$

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculette type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un flacon, noté A, contenant l'effluent à traiter
- un flacon, noté B, contenant l'effluent traité par électrolyse
- de l'hydroxyde de calcium solide Ca(OH)_2
- deux tubes à essais sur portoir
- trois béchers de 50 mL
- deux erlenmeyers de 50 mL
- éprouvettes graduées de 100 mL, 25 mL, 10 mL
- compte-gouttes ou pipettes simples
- un agitateur magnétique avec barreau aimanté
- une balance
- un entonnoir à solide
- un spectrophotomètre avec trois cuves ; blanc effectué et longueur d'onde réglée sur 810 nm
- un dispositif de filtration : support, entonnoir, double papier filtre
- une coupelle de pesée
- une spatule
- un chronomètre
- un crayon à verre
- une pissette d'eau distillée
- une paire de gants
- une paire de lunettes de protection
- un chiffon

TRAVAIL À EFFECTUER

Une usine, qui rejette plus de 5 g de cuivre par jour, doit assurer le traitement d'un effluent dont la concentration massique en ions cuivre II Cu^{2+} en sortie de production et avant traitement est de 10 g.L^{-1} .

1. Traitement par précipitation (20 minutes conseillées)

À l'aide du matériel disponible, proposer un protocole expérimental permettant de traiter par précipitation 20 mL de l'effluent du flacon A en utilisant une quantité de matière de $4,1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ d'hydroxyde de calcium solide, quantité suffisante pour éliminer la totalité des ions cuivre II Cu^{2+} dans le prélèvement.

Il est possible de réaliser la précipitation de l'effluent A grâce à l'hydroxyde de calcium. Pour cela on prélève 20 mL de l'effluent du flacon que l'on verse dans une éprouvette graduée de 25 mL. On y ajoute l'hydroxyde de calcium solide. On agite pendant au moins 3 min pour favoriser la réaction puis on filtre la solution à l'aide d'un entonnoir à solide, d'un papier filtre et d'un erlenmeyer. On récupère le filtrat qui sera alors le Ca^{2+} puisque c'est le seul produit en solution aqueuse. On conserve alors ce filtrat dans un tube à essai noté C.

On manipulera avec une blouse, des lunettes de protection et d'une paire de gant car l'hydroxyde de calcium nécessite cette sécurité.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental ou en cas de difficulté	

2. Mise en œuvre du traitement par précipitation (20 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le protocole expérimental. Conserver l'effluent après traitement dans un tube à essais noté C.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

3. Une autre méthode : le traitement par électrolyse (20 minutes conseillées)

On dispose du flacon A contenant l'effluent en sortie de production et d'un flacon B contenant l'effluent ayant subi un traitement par électrolyse.

Déterminer expérimentalement, à l'aide de mesures d'absorbance et du **document 3**, le pourcentage d'ions cuivre II Cu^{2+} éliminés à l'issue de ce traitement par électrolyse. Noter les valeurs des mesures, le calcul et le résultat obtenu.

.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

Calculer la concentration massique finale en ions cuivre II Cu^{2+} dans l'effluent B après traitement par électrolyse.
L'effluent peut-il être rejeté tel quel ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Comparer l'aspect des deux effluents obtenus à l'issue des traitements par électrolyse (flacon B) et par précipitation (tube à essais C). Juger de l'efficacité des traitements effectués.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Défaire le montage et ranger la pailasse avant de quitter la salle.

