

**BACCALAURÉAT SÉRIE S**

**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE  
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Ce sujet fait partie de la banque nationale de sujets dans laquelle les sujets d'une session sont tirés au sort.

**Ce sujet est soumis à la clause de STRICTE ET TOTALE CONFIDENTIALITÉ.**

**Il ne peut faire l'objet d'AUCUNE DIFFUSION, y compris après la tenue de la session du baccalauréat.**

**SECONDE PARTIE  
ÉNONCÉ ET ÉVALUATION**

**Sommaire**

|   |    |
|---|----|
| IIIb. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT .....  | 2  |
| 1. Schématisation de l'expérience à mettre en œuvre (15 minutes conseillées)..... | 4  |
| 2. Mise en œuvre du cuivrage d'une tige de graphite (20 minutes conseillées)..... | 4  |
| 3. Masses de cuivre déposé (15 minutes conseillées) .....                         | 5  |
| 4. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées) .....                      | 6  |
| IV. REPÈRES POUR L'ÉVALUATION .....   | 7  |
| 1. Schématisation de l'expérience à mettre en œuvre (15 minutes conseillées)..... | 8  |
| 2. Mise en œuvre du cuivrage d'une tige de graphite (20 minutes conseillées)..... | 9  |
| 3. Masses de cuivre déposé (15 minutes conseillées) .....                         | 10 |
| 4. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées) .....                      | 11 |
| V. GRILLE D'ÉVALUATION .....  | 12 |

IIIb. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| NOM :             | Prénom :           |
| Centre d'examen : | N° d'inscription : |

Ce sujet comporte **cinq** 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'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche. L'examinateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile. L'utilisation de la calculatrice est autorisée.

**CONTEXTE DU SUJET**

Certaines pièces automobiles, comme les pare-chocs ou les poignées de portière, sont réalisées en fibre de carbone. Par souci d'esthétisme, ces pièces sont parfois chromées afin de leur donner un aspect brillant.

Un chromage de bonne qualité ne peut se faire que sur une surface lisse (sans rayure ni piqûre) et parfaitement adhérente pour que la protection contre la corrosion soit efficace. Pour assurer cette adhérence, on procède en général à un **cuvrage préalable** du matériau.



*Le but de cette épreuve est de mettre en œuvre le recouvrement d'un objet par un métal et de comparer la masse réellement déposée à la masse attendue.*

**DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : Protocole de dépôt d'un métal sur un support conducteur**

Le chromage est une technique qui consiste à réaliser l'électrodéposition de chrome métallique (Cr) à la surface d'un objet, par le passage d'un courant électrique dans une solution dans laquelle l'objet est immergé.

- L'objet à chromer est relié à la borne négative d'un générateur électrique qui délivre une tension continue.
- La borne positive du générateur électrique est reliée à une électrode de chrome métallique.
- Ce circuit électrique est alors complété par un dispositif permettant de mesurer l'intensité du courant.
- Pour fermer le circuit électrique, les deux électrodes sont placées dans un récipient (bêcher par exemple) contenant une solution d'ions chrome (III)  $\text{Cr}^{3+}$ .
- Plus la concentration en ions chrome (III) est élevée, plus le dépôt est efficace.
- Une agitation en continu sera nécessaire pour assurer l'homogénéité.

Lorsque le courant électrique circule, un dépôt de chrome métallique (Cr) se forme à la surface de l'objet à chromer selon la demi-équation électronique :  $\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- = \text{Cr}(\text{s})$ .

**Document 2 : Détermination de la masse de métal déposé**

Pour vérifier l'efficacité de l'électrodéposition réalisée, on compare la masse  $m$  de métal réellement déposé et la masse théorique  $m_{\text{th}}$  attendue. Dans le cas du cuivre (Cu), cette masse théorique a pour expression :  $m_{\text{th}} = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M_{\text{Cu}}}{2 \cdot F}$ , avec  $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

L'intensité  $I$  du courant électrique est exprimée en ampère (A).  
La durée  $\Delta t$  de l'électrodéposition est exprimée en secondes (s).

**Document 3 : Mesure de l'intensité du courant dans un circuit**

Afin de mesurer l'intensité du courant dans un circuit, on utilise un multimètre en fonction ampèremètre, qu'on place en série dans le circuit.

**TRAVAIL À EFFECTUER**

**1. Schématisation de l'expérience à mettre en œuvre (15 minutes conseillées)**

Le recouvrement d'un objet par un métal a souvent lieu par électrodéposition. Le document 1 explique ce procédé ainsi que sa mise en œuvre dans le cas du chromage.

L'objet à chromer devant être préalablement cuivré, **seule l'électrodéposition de cuivre sera étudiée.**

Proposer un schéma de montage (suffisamment légendé) pour déposer du **cuivre** métallique sur une **tige de graphite**, à partir du matériel mis à votre disposition.

| APPEL n°1  |   |   |
|--|---|---|
|  | <b>Appeler le professeur pour la vérification du schéma<br/>ou en cas de difficulté</b> |  |

**2. Mise en œuvre du cuivrage d'une tige de graphite (20 minutes conseillées)**

On souhaite réaliser le cuivrage pendant une durée  $\Delta t = 10$  minutes en imposant une intensité du courant  $I$  de l'ordre de 0,5 à 1,0 A.

Réaliser le montage de cuivrage de la tige de graphite, conformément au schéma validé ci-dessus.

**Ne pas mettre en route le générateur avant vérification du montage par l'examineur.**

| APPEL n°2  |  |   |
|--|--|---|
|  | <b>Appeler le professeur pour la vérification du montage et le démarrage<br/>de la procédure de cuivrage<br/>ou en cas de difficulté</b> |  |





IV. REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

| Niveau   | ANA, REA, VAL, APP  | ANA, REA, VAL, APP   | COM   |
|----------|---|--|---|
|          | Coefficient 1   | Coefficient 2 ou 3   | Coefficient 1   |
| <b>A</b> | Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions de l'examinateur, concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même.  | Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions de l'examinateur, concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même, <b>ou bien grâce à une ou deux questions ouvertes</b> de l'examinateur concernant des difficultés <b>non identifiées</b> par le candidat <b>mais résolues</b> par celui-ci, après y avoir réfléchi. | Le candidat a réalisé une communication cohérente, complète et avec un vocabulaire scientifique adapté.                                       |
| <b>B</b> | Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet <b>grâce à une ou deux questions ouvertes</b> de l'examinateur concernant des difficultés ou erreurs <b>non identifiées</b> par le candidat <b>mais résolues</b> par celui-ci, après y avoir réfléchi.   | Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet <b>grâce à plus de deux questions ouvertes</b> de l'examinateur concernant des difficultés ou erreurs <b>non identifiées</b> par le candidat <b>mais résolues</b> par celui-ci, après y avoir réfléchi <b>ou bien avec l'apport d'une seule solution partielle</b> .  | Le candidat a réalisé une communication cohérente, incomplète, mais il l'a exprimée pour l'essentiel avec un vocabulaire scientifique adapté. |
| <b>C</b> | <b>Dans le cas où il n'y a qu'une seule tâche demandée</b> , le candidat reste bloqué dans son avancement, malgré les questions posées par l'examinateur. <b>Des solutions partielles</b> sont apportées au candidat, lui permettant finalement d'achever seul le travail demandé.<br><b>Ou bien, plusieurs tâches distinctes sont demandées pour évaluer la compétence et au moins une tâche est menée à bien par le candidat</b> , les autres solutions totales étant données.  |  | Le candidat a réalisé une communication manquant de cohérence, incomplète ou bien avec un vocabulaire scientifique non adapté.                |
| <b>D</b> | <b>Dans le cas où il n'y a qu'une seule tâche demandée</b> , le candidat a été incapable de la réaliser malgré les solutions partielles apportées par l'examinateur. <b>Ou bien, le candidat a été incapable de réaliser au moins une des tâches demandées malgré l'apport d'une ou de plusieurs solutions totales quand plusieurs tâches sont demandées pour évaluer la compétence</b> . Cette situation conduit l'examinateur à fournir une solution complète correspondant à l'ensemble de la tâche ( <b>ou des tâches</b> ): par exemple un protocole à réaliser ou des valeurs à exploiter pour permettre l'évaluation des autres compétences du sujet. <b>La ou les solutions totales ne sont pas fournies lorsque la compétence est évaluée en fin d'épreuve</b> . |  | Le candidat a réalisé une communication incohérente ou bien la communication est absente.   |

Le candidat est en situation d'évaluation, l'examinateur ne doit pas fournir d'explicitation des erreurs ni de la démarche à conduire. Ses interventions sont précises, elles servent de relance pour faire réagir le candidat ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.  
Les erreurs détectées par l'évaluateur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ou d'un apport de solution si ces erreurs conduisent le candidat à une impasse.

1. Schématisation de l'expérience à mettre en œuvre (15 minutes conseillées)

La compétence **ANALYSER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence **ANALYSER** est affectée d'un fort coefficient. La compétence **ANALYSER** est mobilisée et évaluée dans cette partie (appel n°1) et dans la troisième partie (appel n°3). L'examinateur attend que les différentes tâches de ces parties soient réalisées avant d'associer un niveau à la compétence **ANALYSER**.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence **ANALYSER** dans cette partie est le suivant :

- proposer un dispositif expérimental.

Pour évaluer cette compétence, l'évaluateur vérifie d'abord **en continu** que les réponses données par le candidat sont cohérentes. Lors de l'**appel n°1**, l'évaluateur évalue globalement ce que lui présente le candidat.

Il attend de la part de celui-ci qu'il propose un schéma expérimental (cuivrage) conforme à celui proposé dans le document 1 (chromage).

Le candidat devra impérativement préciser sur son schéma :

- le nom des deux électrodes (cuivre et graphite) ;
- les polarités du générateur ;
- le contenu de la solution (ions  $\text{Cu}^{2+}$ , les ions sulfate ne sont pas exigibles) ;
- la concentration de la solution qui doit être la plus élevée ;
- l'ampèremètre et les bornes « A » et « COM » ;
- l'agitation nécessaire à l'homogénéisation de la solution.

Exemples de solutions partielles pour le protocole d'électrolyse

Solution partielle 1

Une concentration élevée en soluté est préférable pour un dépôt plus efficace.

Solution partielle 2

La solution doit être homogénéisée pendant toute la durée du processus : il faut donc ajouter un agitateur magnétique au dispositif.

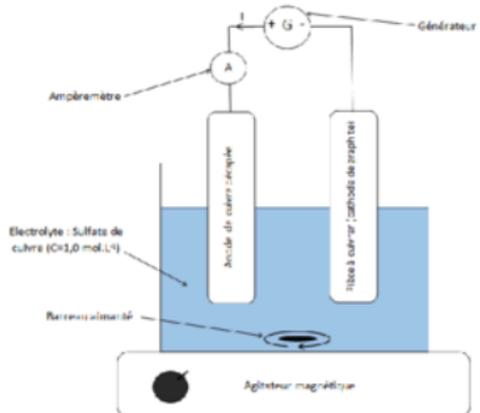
Solution partielle 3

On désire mesurer l'intensité du courant dans le circuit pendant le processus : le circuit doit donc comporter un ampèremètre.

Exemple de solution totale pour le protocole d'électrolyse, à destination de l'examinateur

Solution totale

L'examinateur donne le schéma du montage.



**2. Mise en œuvre du cuivrage d'une tige de graphite (20 minutes conseillées)**

La compétence **RÉALISER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence **RÉALISER** est affectée d'un fort coefficient. La compétence **RÉALISER** est mobilisée et évaluée dans cette partie (appel n°2) et dans la troisième partie. L'examineur attend que les différentes tâches de ces parties soient réalisées avant d'associer un niveau à la compétence **RÉALISER**.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence **RÉALISER** sont les suivants :

- réaliser un montage électrique en suivant un schéma en utilisant le matériel de manière adaptée ;
- respecter les règles de sécurité.

L'examineur vérifie lors de l'**appel n°2** que le candidat a été capable :

- d'effectuer correctement les branchements ;
- de régler rapidement l'intensité du courant tout en déclenchant le chronomètre ;
- de régler l'agitation ;
- d'arrêter l'électrolyse au bout de 10 min ;
- de sécher et de peser l'électrode.

**Exemples de solutions partielles pour la réalisation de l'électrolyse**

**Solution partielle 1**

L'électrode de graphite doit être reliée au pôle négatif du générateur et l'électrode de cuivre doit être reliée au pôle positif du générateur.

**Solution partielle 2**

L'ampèremètre doit être branché correctement (branchement en série, utilisation des bornes « A » et « COM »).

**Exemple de solution totale pour la réalisation de l'électrolyse, à destination de l'examineur**

**Solution totale**

L'examineur fournit au candidat une électrode de graphite préalablement cuivrée dans les mêmes conditions que celles décrites dans le sujet. L'examineur indiquera la durée  $\Delta t$  du processus, ainsi que la valeur de l'intensité  $I$  du courant électrique. L'électrode devra être pesée avant le cuivrage (masse à indiquer au candidat).

**3. Masses de cuivre déposé (15 minutes conseillées)**

Les compétences **RÉALISER** et **ANALYSER** sont mobilisées et évaluées dans cette partie.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence **ANALYSER** est affectée d'un fort coefficient. La compétence **ANALYSER** est mobilisée et évaluée dans cette partie (appel n°3) et dans la première partie (appel n°1). L'examinateur attend que les différentes tâches de ces parties soient réalisées avant d'associer un niveau à la compétence **ANALYSER**.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence **ANALYSER** dans cette partie est le suivant :

- proposer un protocole expérimental.

Pour évaluer cette compétence, l'évaluateur vérifie d'abord **en continu** que les réponses données par le candidat sont cohérentes. Lors de l'**appel n°3**, l'évaluateur évalue globalement ce que lui présente le candidat.

Il attend de la part de celui-ci qu'il propose :

- de sécher l'électrode avec le sèche-cheveux ;
- de peser l'électrode ;
- de soustraire la masse initiale de l'électrode.

**Exemple de solution totale pour le protocole de détermination de la masse****Solution totale**

Sécher l'électrode avec le sèche-cheveux, peser l'électrode et soustraire la masse initiale de l'électrode.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence **RÉALISER** est affectée d'un fort coefficient. La compétence **RÉALISER** est mobilisée et évaluée dans cette partie et dans la première partie (appel n°2). L'examinateur attend que les différentes tâches de ces parties soient réalisées avant d'associer un niveau à la compétence **RÉALISER**.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence **RÉALISER** sont les suivants :

- utiliser le matériel de manière adaptée ;
- effectuer un calcul simple.

Le candidat doit être capable :

- d'utiliser les valeurs réellement mesurées de  $I$  et de  $\Delta t$  en respectant les unités SI ;
- d'utiliser un nombre de chiffres significatifs adapté ;
- de sécher et de peser l'électrode ;
- de soustraire la masse initiale de l'électrode.

**Exemple de solution partielle pour la détermination de la masse****Solution partielle**

Il faut soustraire la masse initiale.

**Exemple de solution totale pour la détermination de la masse, à destination de l'examinateur****Solution totale**

L'examinateur détermine la masse à la place du candidat.

4. **Exploitation des résultats** (10 minutes conseillées)

La compétence **VALIDER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence **VALIDER** est le suivant :

- analyser des résultats de façon critique.

Le candidat doit être capable :

- d'analyser les sources d'erreurs.

Un écart relatif inférieur à 15 % (soit  $m_{Cu}$  devra être compris dans l'intervalle [0,17 g ; 0,23 g] pour une intensité  $I = 1,0$  A par exemple) sera considéré comme acceptable.

**Aucun calcul d'incertitude n'est exigible.**

La solution totale correspondant à la dernière compétence évaluée, est donnée à titre d'information à l'évaluateur et ne doit pas être fournie au candidat.

**Exemples de solutions partielles pour la compétence VALIDER**

**Solution partielle 1**

$\Delta t$  doit être exprimé en seconde.

**Solution partielle 2**

L'intensité doit être exprimée en ampère.

**Exemple de solution totale pour la compétence VALIDER**

La solution totale correspondant à la dernière compétence évaluée est donnée à l'évaluateur à titre d'information et ne doit pas être fournie au candidat.

**Solution totale**

- si  $m_{Cu} < m_{th}$  : perte lors du séchage de l'électrode de graphite, mauvaise adhérence du cuivre sur le graphite lors de l'électrodéposition, diminution de l'intensité  $I$  au cours du processus,...
- si  $m_{Cu} > m_{th}$  : séchage partiel de l'électrode de graphite, augmentation de l'intensité  $I$  au cours du processus,...
- si  $m_{Cu} = m_{th}$  : constance de l'intensité  $I$  du courant, bon séchage de l'électrode, bonne adhérence du cuivre sur l'électrode de graphite, une erreur ou une imprécision compensée par une autre...