

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 ÉVALUATEURSET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	4
1. Schéma du dispositif expérimental (10 minutes conseillées)	6
2. Mise en œuvre du protocole expérimental (30 minutes conseillées).....	7
3. Détermination de la pureté de l'allantoïne synthétisée (20 minutes conseillées)	7

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> proposer un schéma expérimental décrivant le titrage conductimétrique d'une solution préparée à partir d'un solide contenant de l'allantoïne, préalablement synthétisée au laboratoire ; mettre en œuvre le protocole de dosage ; exploiter les résultats obtenus afin d'évaluer le degré de pureté du solide en allantoïne.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> Analyser (ANA) : coefficient 1 Réaliser (RÉA) : coefficient 3 Valider (VAL) : coefficient 2
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Tous les appareils qui doivent être connectés au secteur le sont avant l'arrivée du candidat. <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Placer environ 3 g d'allantoïne sur une coupelle pour chaque candidat. Étalonner le conductimètre. Ouvrir le tableur-grapheur sur chaque poste. <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Vérifier qu'aucune sauvegarde n'a été effectuée et vider la corbeille. Prévoir de synthétiser au laboratoire de l'allantoïne brute à l'aide du protocole fourni dans l'énoncé destiné au candidat (<i>d'après Olympiades Nationales de la Chimie 2003</i>) et de fournir de l'eau chaude aux candidats lors du début de la manipulation. Il est aussi possible d'utiliser de l'allantoïne commerciale.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Schéma du dispositif expérimental (10 minutes). Mise en œuvre du protocole expérimental (30 minutes). Détermination de la pureté de l'allantoïne synthétisée (20 minutes). <p>Il est prévu deux appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat.</p> <ul style="list-style-type: none"> Lors de l'appel 1, l'examineur vérifie le schéma expérimental proposé par le candidat. Lors de l'appel 2, l'examineur vérifie la courbe représentant la conductivité σ en fonction du volume de base ajouté. Lors de l'appel facultatif, l'évaluateur vérifie l'étude des 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>

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURSET 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 »
- une coupelle avec environ 3 g d'allantoïne brute issue d'une synthèse recouverte d'un film protecteur
- eau distillée chaude
- une pissette d'eau distillée
- un flacon étiqueté « solution aqueuse d'hydroxyde de sodium » contenant 100 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$
- une paire de gants
- une paire de lunettes
- un bécher de 500 mL
- deux béchers de 100 mL
- une éprouvette graduée de 500 mL
- un agitateur magnétique
- un barreau aimanté
- une spatule et une coupelle de pesée
- une burette graduée de 25,0 mL
- un conductimètre étalonné
- un entonnoir
- un support pour électrode
- un ordinateur avec un tableur-grapheur installé relié à une imprimante afin que le candidat puisse utiliser une version papier de sa courbe
- une balance

Paillasse professeur

- un flacon contenant de l'allantoïne brute ou de l'allantoïne commerciale qui a été hydratée
- une clé USB contenant :
 - un tableau des valeurs de σ pour les candidats ne parvenant pas à réaliser les mesures ;
 - une courbe représentant les variations de σ en fonction du volume ajouté, pour les candidats ne parvenant pas à la visualiser.

Documents mis à disposition des candidats

- les valeurs de la solubilité de l'allantoïne dans l'eau à différentes températures ;
- des notices d'utilisation simplifiées du conductimètre et du tableur-grapheur.

Remarques

- Prévoir une solution aqueuse d'allantoïne de secours, par dissolution de 1,0 g de solide issu de la synthèse dans 300 mL d'eau distillée chaude.
- Sécher sommairement de l'allantoïne obtenue par synthèse, afin que la principale impureté soit de l'eau.
- La masse d'allantoïne hydratée doit être suffisamment grande pour couvrir les besoins de tous les candidats.
- Il est possible d'utiliser de l'allantoïne commerciale puis de rajouter de l'eau avec un brumisateur par exemple. Un séchage grossier permet d'obtenir un produit suffisamment hydraté pour l'épreuve.

Protocole de synthèse de l'allantoïne

Placer un gros barreau aimanté dans un erlenmeyer rodé de 100 mL puis, à l'aide d'un entonnoir à solide, ajouter 13,6 g d'urée et 10,0 mL de solution aqueuse d'acide glyoxylique à 50 % en masse. Agiter jusqu'à obtention d'une solution limpide. Introduire lentement, sous agitation magnétique, 1,5 mL d'acide sulfurique concentré. Adapter un réfrigérant ascendant. Placer l'erlenmeyer dans un bain-marie. Maintenir l'agitation et chauffer à ébullition de l'eau pendant une heure. Le milieu réactionnel se trouble avec l'apparition d'un précipité blanchâtre au bout de 15 à 20 minutes. Refroidir ensuite dans la glace pendant quelques minutes. Récupérer le solide sous vide à l'aide d'un filtre Büchner. Rincer avec suffisamment d'eau glacée pour que les eaux de rinçage soient neutres. Sécher entre deux feuilles de papier essuie tout. On obtient environ 8,6 g de solide.

III. 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'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

L'allantoïne est un composé chimique d'origine naturelle (végétale ou animale). On la trouve en particulier dans l'urine de veau, la bave d'escargot ou les racines de la grande consoude – une plante vivace. Connue pour ses propriétés adoucissantes, apaisantes et cicatrisantes, l'allantoïne est très utilisée dans les industries pharmaceutiques et cosmétologiques pour la fabrication de pommades et de crèmes. Elle peut être obtenue par synthèse au laboratoire, en faisant réagir de l'urée et de l'acide glyoxylique.

Le but de cette épreuve est d'effectuer un contrôle qualité d'un échantillon d'allantoïne brute, obtenu après une synthèse réalisée au laboratoire. On déterminera pour cela son degré de pureté, c'est-à-dire le pourcentage en masse d'allantoïne dans l'échantillon.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Données sur l'allantoïne**

L'allantoïne est un monoacide qui sera noté HA, de masse molaire moléculaire $M = 158,12 \text{ g.mol}^{-1}$.
Le titrage de l'allantoïne peut être réalisé par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$).

L'équation support du titrage s'écrit : $\text{HA}(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{A}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$

- solubilité de l'allantoïne dans l'eau bouillante : 150 g.L^{-1}
- solubilité de l'allantoïne dans l'eau à 75°C : 40 g.L^{-1}
- solubilité de l'allantoïne dans l'eau froide : 5 g.L^{-1}
- température de fusion de l'allantoïne : 230°C

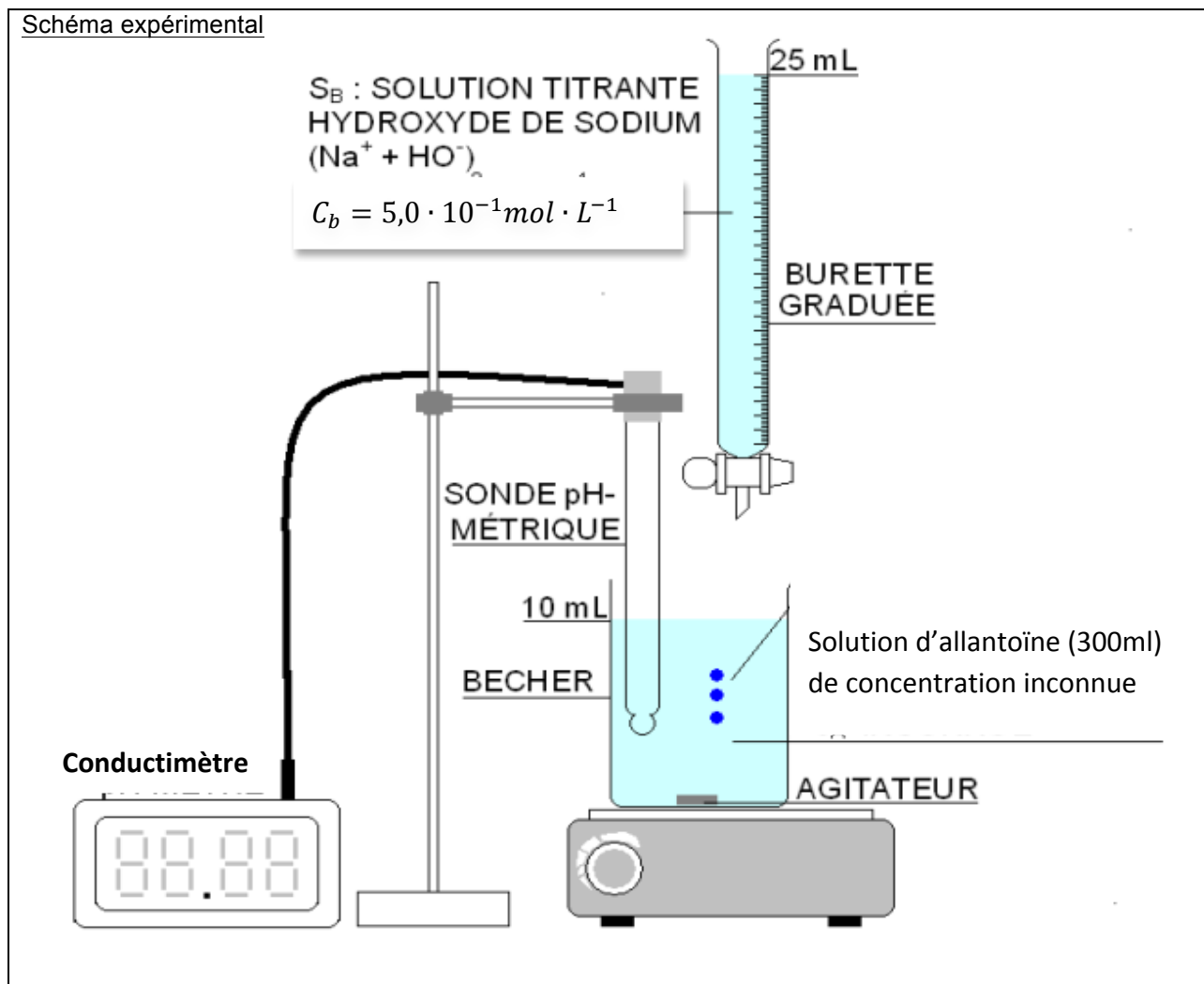
Matériel mis à disposition

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une coupelle avec environ 3 g d'allantoïne brute issue d'une synthèse recouverte d'un film protecteur
- eau distillée chaude
- une pissette d'eau distillée
- un flacon étiqueté « solution aqueuse d'hydroxyde de sodium » contenant 100 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$
- une paire de gants
- une paire de lunettes
- un bécher de 500 mL
- deux béchers de 100 mL
- une éprouvette graduée de 500 mL
- un agitateur magnétique
- un barreau aimanté
- une spatule et une coupelle de pesée
- une burette graduée de 25,0 mL
- un conductimètre étalonné
- un entonnoir
- un support pour électrode
- un ordinateur, relié à une imprimante, avec un tableur-grapheur installé
- une balance

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Schéma du dispositif expérimental (10 minutes conseillées)**

Proposer le schéma d'un dispositif expérimental, détaillé et légendé, permettant d'effectuer le titrage conductimétrique de 300 mL d'une solution d'allantoïne en utilisant la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium mise à disposition.

La solution d'allantoïne sera préparée, par la suite, par dissolution de 1,0 g de solide issu de la synthèse réalisée au laboratoire dans 300 mL d'eau.



APPEL n°1



Appeler le professeur pour lui présenter le schéma expérimental
ou en cas de difficulté



2. Mise en œuvre du protocole expérimental (30 minutes conseillées)



Préparer une solution aqueuse d'allantoïne par dissolution de 1,0 g de solide issu de la synthèse dans 300 mL d'eau distillée chaude.

Pour préparer la solution : mesurée 300mL d'eau distillée chaude avec une éprouvette graduée de 500mL. Puis, pesée avec une coupelle de pesée, 1g d'allantoïne préalablement récupéré avec une spatule. Placer ensuite les 300 mL d'eau dans un bécher de 500 mL et utiliser l'agitateur magnétique pour dissoudre les 1g d'allantoïne qu'on incorporera dans la solution au fur et à mesure.

Mettre en œuvre le dispositif schématisé précédemment pour titrer la solution aqueuse d'allantoïne préparée.

Effectuer des mesures de la conductivité de la solution aqueuse d'allantoïne après chaque ajout de 1,0 mL de solution titrante.

Tracer, à l'aide de l'outil informatique, le graphique représentant la conductivité de la solution en fonction du volume de solution titrante versé.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter la courbe représentant σ en fonction du volume de base ajouté ou en cas de difficulté	

3. Détermination de la pureté de l'allantoïne synthétisée (20 minutes conseillées)

On veut déterminer le degré de pureté en allantoïne dans le solide obtenu après la synthèse effectuée au laboratoire. Pour cela, à partir des résultats expérimentaux, déterminer tout d'abord la valeur du volume équivalent $V_{\text{ég}}$.

Point d'intersection entre les deux portions linéaire de la courbe obtenue

En déduire la valeur de la masse $m(\text{HA})$ d'allantoïne présente dans l'échantillon dosé sachant qu'elle est donnée par la relation : $m(\text{HA}) = C_b \cdot V_{\text{ég}} \cdot M$.

Application de la formule

Évaluer enfin la pureté de l'allantoïne synthétisée, en estimant la valeur du pourcentage en masse d'allantoïne dans l'échantillon.

On calcule le pourcentage de masse d'allantoïne par la relation :

$$mp(\text{HA}) = \frac{m(\text{HA})_{\text{trouvée}}}{m(\text{HA})_{\text{introduite initialement}}} * 100$$

(On trouve -100%)

À la lumière des résultats obtenus, pourrait-on commercialiser directement cette allantoïne brute issue de la synthèse au laboratoire ? Justifier la réponse et proposer éventuellement une méthode pour rendre commercialisable l'allantoïne obtenue.

Cette allantoïne synthétisée en laboratoire n'est pas 100% pure. On ne peut donc pas la commercialiser. Cependant, en supposant que cette allantoïne soit hydratée, on pourrait faire chauffer l'allantoïne aux alentours de 100°C pour que l'eau qu'elle contient s'évapore. En effet, la température de fusion de l'allantoïne est nettement supérieure à la température de fusion de l'eau. Il nous resterait ainsi une allantoïne pure et commercialisable.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

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