

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

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE.....	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	4
1. Proposition d'un protocole expérimental d'extraction simple (20 minutes conseillées).....	7
2. Mise en œuvre du protocole d'extraction simple (10 minutes conseillées)	7
3. Titrage de l'acide benzoïque restant dans la phase aqueuse (20 minutes conseillées)	8
4. Comparaison entre l'extraction double et l'extraction simple (10 minutes conseillées).....	8

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS

Tâches à réaliser par le candidat	Dans ce sujet, le candidat doit : <ul style="list-style-type: none"> • choisir un solvant permettant de réaliser une extraction liquide-liquide ; • élaborer un protocole expérimental correspondant à cette extraction ; • suivre un protocole expérimental pour réaliser un titrage colorimétrique ; • exploiter les résultats afin de valider une stratégie de synthèse.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	Cette épreuve permet d'évaluer les compétences : <ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) : coefficient 2 • Réaliser (RÉA) : coefficient 3 • Valider (VAL) : coefficient 1
Préparation du poste de travail	<u>Avant le début des épreuves</u> <ul style="list-style-type: none"> • Connecter l'agitateur magnétique au secteur avant l'arrivée du candidat. • Préparer une solution aqueuse saturée d'acide benzoïque et déterminer sa concentration. • Déterminer la concentration d'acide benzoïque dans la phase aqueuse après une extraction simple. • Déterminer la concentration d'acide benzoïque dans la phase aqueuse après une extraction double. • Vérifier que les trois solvants extracteurs sont placés sous la hotte avant la venue des candidats.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<u>Minutage conseillé</u> <ul style="list-style-type: none"> • Proposition d'un protocole expérimental d'extraction simple (20 minutes conseillées) • Mise en œuvre du protocole d'extraction simple (10 minutes conseillées) • Titrage de l'acide benzoïque restant dans la phase aqueuse (20 minutes conseillées) • Comparaison entre l'extraction double et l'extraction simple (10 minutes conseillées) <u>Il est prévu deux appels obligatoires de la part du candidat.</u> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel 1, l'évaluateur vérifie le choix du solvant, le protocole expérimental d'extraction simple et la position des phases. • Lors de l'appel 2, l'évaluateur vérifie le volume versé à l'équivalence. <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
Remarques	Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année. L'évaluateur aura préparé une solution de secours, issue de l'extraction qu'il aura faite de l'acide benzoïque par l'éthanoate d'éthyle.

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AU PERSONNEL 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 calculette type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une pissette d'eau distillée
- un flacon contenant une solution aqueuse saturée d'acide benzoïque préparée, étiqueté « solution aqueuse saturée d'acide benzoïque »
- un flacon contenant une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $2,5 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹, étiqueté « solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $2,5 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹ »
- un flacon contenant une solution alcoolique de bleu de thymol (0,4 g à compléter à 1 L avec de l'éthanol), étiqueté « bleu de thymol »
- une ampoule à décanter avec son bouchon et un support adapté
- quatre bêchers de 100 mL
- une éprouvette graduée de 25 mL
- une éprouvette graduée de 50 mL
- une burette graduée
- une pipette jaugée de 10,0 mL
- une poire à pipeter
- trois pipettes simples en plastique
- un agitateur magnétique et un barreau aimanté
- trois erlenmeyers de 100 mL dont un avec un bouchon
- un flacon en verre étiqueté « poubelle pour récupérer l'ensemble des déchets »
- un entonnoir
- un marqueur pour la verrerie
- des lunettes de sécurité
- des gants

Sous la hotte

- un flacon contenant du dichlorométhane, étiqueté « dichlorométhane »
- un flacon contenant de l'éthanol, étiqueté « éthanol »
- un flacon contenant de l'éthanoate d'éthyle, étiqueté « éthanoate d'éthyle »

Paillasse professeur

Un flacon contenant la phase aqueuse obtenue après l'extraction simple de la solution saturée d'acide benzoïque, pour les candidats n'arrivant pas à réaliser l'extraction simple.

Particularités du sujet, conseils de mise en œuvre

Préparation de la solution aqueuse saturée d'acide benzoïque ($C = 3$ g.L⁻¹) :

- réaliser la dissolution ;
- filtrer pour obtenir une solution limpide et mettre en flacon ;
- placer une étiquette sur le flacon : « solution aqueuse saturée d'acide benzoïque ».

Il est souhaitable de titrer la solution aqueuse saturée par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $2,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ pour vérifier que la quantité de matière présente dans 10,0 mL est proche de $2,4 \times 10^{-4}$ mol (sinon adapter le document 3 de la fiche III)

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'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examinateur 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

Lors de l'élaboration d'un protocole d'une synthèse organique, il convient de choisir les conditions opératoires aboutissant au meilleur rendement possible. Les aspects liés à la sécurité, au coût et à la protection de l'environnement doivent être aussi pris en compte.

On s'intéresse ici à un procédé fréquemment utilisé dans les laboratoires : l'extraction liquide-liquide. L'extraction liquide-liquide utilise deux solvants non miscibles. Elle permet de transférer des espèces chimiques d'un solvant initial vers un solvant extracteur, dans lequel elles sont davantage solubles.

On dispose d'une solution aqueuse saturée d'acide benzoïque. On souhaite extraire l'acide benzoïque de la phase aqueuse à l'aide d'un solvant extracteur approprié.

Deux types d'extraction sont possibles :

- Une extraction simple : on introduit dans un récipient adapté 40 mL de la solution aqueuse saturée en acide benzoïque et on ajoute 20 mL de solvant extracteur. On réalise l'extraction liquide-liquide en récupérant la phase aqueuse dans un erlenmeyer et la phase organique dans un second erlenmeyer, ensuite bouché.
- Une extraction double : on répète l'opération d'extraction. On extrait une première fois 40 mL de la solution aqueuse saturée en acide benzoïque avec 10 mL de solvant extracteur. On récupère la phase aqueuse et on recommence l'extraction avec 10 mL de solvant extracteur.

Le but de l'épreuve est de montrer l'intérêt de l'extraction double par rapport à l'extraction simple.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Solubilité de l'acide benzoïque dans divers solvants**

	Eau	Dichlorométhane	Éthanol	Éthanoate d'éthyle		
densité	1,00	1,33	0,789	0,920		
miscibilité avec l'eau	oui	non	oui	non		
solubilité de l'acide benzoïque	faible	grande	grande	grande		
pictogrammes de sécurité	-					

Document 2 : Titrage de l'acide benzoïque restant dans la solution aqueuse après l'extraction simple

Avant l'extraction simple, la quantité de matière $n_{A \text{ initial}}$ d'acide benzoïque présente dans 10,0 mL de solution aqueuse est égale à $2,4 \times 10^{-4}$ mol.

Pour évaluer la quantité de matière $n_{A \text{ restant } 1}$ d'acide benzoïque restant dans la phase aqueuse après extraction simple, on procède à un dosage par titrage.

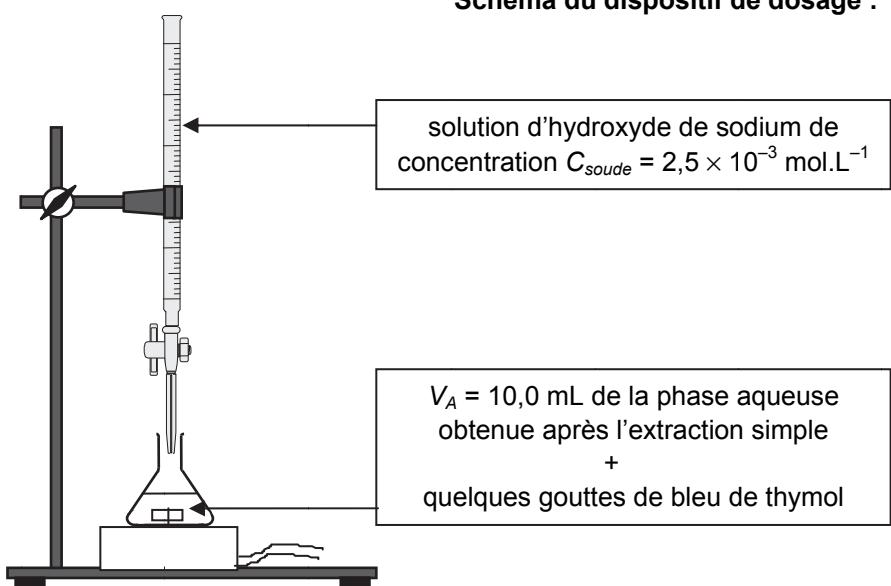
Pour cela, on dose un volume $V_A = 10,0$ mL de la phase aqueuse contenant des traces d'acide benzoïque par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration $C_{\text{soude}} = 2,5 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹. On ajoute quelques gouttes de bleu de thymol dans le mélange réactionnel.

Réaction support du titrage acido-basique : $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$.

Le volume à l'équivalence V_E est déterminé par le changement de couleur du bleu de thymol (jaune à bleu).

La détermination du volume à l'équivalence permet de calculer la quantité de matière d'acide benzoïque restant dans le volume prélevé : $n_{A \text{ restant } 1} = C_{\text{soude}} \cdot V_E$.

Schéma du dispositif de dosage :



Document 3 : Résultats du titrage après une extraction double

On titre un volume $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de la phase aqueuse résultant de l'extraction double avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_{\text{soude}} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le changement de couleur du bleu de thymol a lieu pour un volume équivalent d'hydroxyde de sodium versé $V_{E2} = 4,1 \text{ mL}$.

	avant l'extraction	après une extraction double
quantité de matière d'acide benzoïque présente dans 10,0 mL de solution aqueuse	$n_{A \text{ initial}} = 2,4 \times 10^{-4} \text{ mol}$	$n_{A \text{ restant } 2} = 1,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$

Document 4 : Rendement d'une extraction

Le rendement R de l'extraction est défini comme le quotient de la quantité de matière d'acide benzoïque extrait $n_{A \text{ extrait}}$ par la quantité de matière totale d'acide benzoïque présent initialement $n_{A \text{ initial}}$.

$$R = \frac{n_{A \text{ extrait}}}{n_{A \text{ initial}}} = \frac{n_{A \text{ initial}} - n_{A \text{ restant}}}{n_{A \text{ initial}}}$$

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculette type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une pissette d'eau distillée
- un flacon contenant une solution aqueuse saturée d'acide benzoïque
- un flacon contenant une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $2,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- un flacon contenant une solution alcoolique de bleu de thymol
- une ampoule à décanter avec son bouchon et un support adapté
- quatre bêchers de 100 mL
- une éprouvette graduée de 25 mL
- une éprouvette graduée de 50 mL
- une burette graduée
- une pipette jaugée de 10,0 mL
- une poire à pipeter
- trois pipettes simples en plastique
- un agitateur magnétique et un barreau aimanté
- trois erlenmeyers de 100 mL dont un avec un bouchon
- un flacon en verre étiqueté « poubelle pour récupérer l'ensemble des déchets »
- un entonnoir
- un marqueur pour la verrerie
- des lunettes de sécurité
- des gants
- sous la hotte :
 - un flacon contenant du dichlorométhane
 - un flacon contenant de l'éthanol
 - un flacon contenant de l'éthanoate d'éthyle

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Proposition d'un protocole expérimental d'extraction simple (20 minutes conseillées)

Choisir, en le justifiant, le solvant permettant l'extraction de l'acide benzoïque de la solution saturée. Proposer ensuite un protocole expérimental permettant l'extraction simple de l'acide benzoïque. Indiquer, en la justifiant, la position des phases.

APPEL n°1		
	<p>Appeler le professeur pour lui présenter les réponses et le protocole ou en cas de difficulté</p>	

2. Mise en œuvre du protocole d'extraction simple (10 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le protocole proposé précédemment.

3. Titrage de l'acide benzoïque restant dans la phase aqueuse (20 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le titrage de l'acide benzoïque restant dans la phase aqueuse présenté dans le **document 2**.

APPEL n°2		
	<p>Appeler le professeur après avoir repéré l'équivalence ou en cas de difficulté</p>	

Noter le volume équivalent versé :

$$V_{E1} = \dots$$

4. Comparaison entre l'extraction double et l'extraction simple (10 minutes conseillées)

Calculer les rendements des extractions simple et double. Conclure quant à l'intérêt de l'extraction double par rapport à l'extraction simple.

Remettre la paillasse dans l'état où elle était en début d'épreuve avant de quitter la salle.