

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages 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.

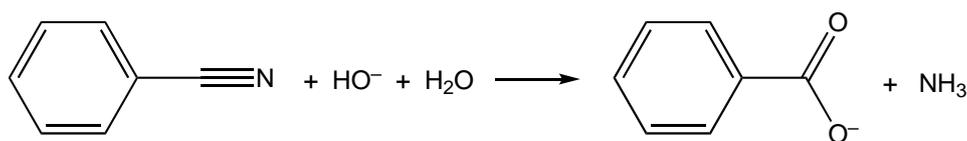
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

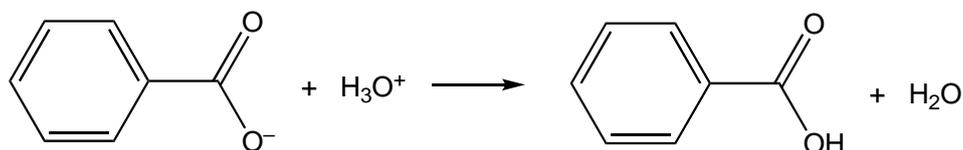
CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

L'acide benzoïque est un conservateur antimicrobien qui peut être présent dans les aliments et les cosmétiques. Il est synthétisé au laboratoire par hydrolyse basique du benzonitrile suivie d'une acidification, selon les réactions :

Étape 1 : hydrolyse basique du benzonitrile



Étape 2 : acidification



acide benzoïque

Afin d'améliorer le rendement de cette synthèse on extrait l'acide benzoïque restant dans la phase aqueuse à l'aide d'un solvant efficace et conforme aux principes de la chimie verte.

Le but de cette épreuve est de déterminer si l'huile de lin est un solvant efficace et conforme aux principes de la chimie verte pour extraire l'acide benzoïque d'une phase aqueuse.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Exemples de solvants

Pour extraire l'acide benzoïque faiblement soluble dans l'eau, on peut envisager d'utiliser différents solvants. Leurs caractéristiques sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

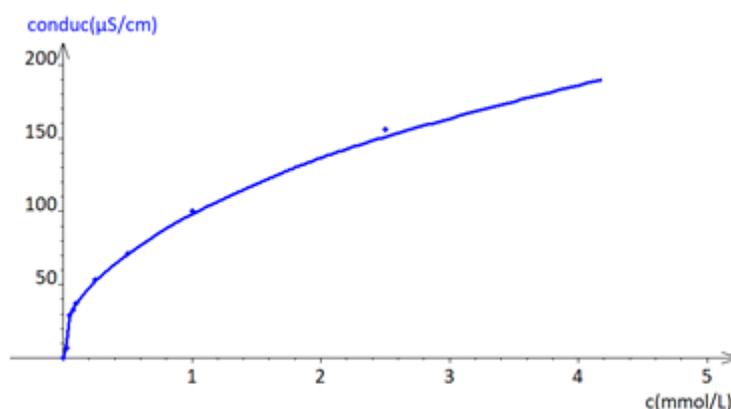
Solvant	Dichlorométhane	Éthanol	Éther diéthylique	Huile de lin
Solubilité de l'acide benzoïque	bonne	bonne	bonne	bonne
Miscibilité dans l'eau	non	oui	non	non
densité	1,3	0,8	0,6	0,9
Pictogramme de sécurité				

Principes de la chimie verte



Source : site mediachimie

Évolution de la conductivité d'une solution en fonction de sa concentration en acide benzoïque



Remarque : Une version numérique de cette courbe est mise à disposition sur le poste informatique.

Deux protocoles d'extraction

L'extraction de l'acide benzoïque peut se faire selon deux méthodes. La première est appelée « extraction simple » ; la seconde est appelée « extraction double ».

Protocole d'extraction simple : en extrayant l'acide benzoïque contenu dans 40 mL de solution S par 40 mL d'huile de lin, on obtient une phase aqueuse que l'on nomme S₁.

Protocole d'extraction double : on procède à deux extractions successives de l'acide benzoïque contenu dans 40 mL de solution S.

- Lors de la première extraction, on extrait l'acide benzoïque contenu dans 40 mL de solution S par 20 mL d'huile de lin. On agite, on laisse décanter et on obtient une phase aqueuse que l'on nomme S_{2a}.
- Lors de la seconde extraction, on extrait par 20 mL d'huile de lin, l'acide benzoïque contenu dans toute la phase aqueuse S_{2a} obtenue à l'issue de la première extraction. On agite, on laisse décanter et on obtient une nouvelle phase aqueuse que l'on nomme S_{2b}.

Données utiles :

Pourcentage d'acide benzoïque extrait P_{extrait} est donné par la relation :

$$P_{\text{extrait}} = 1 - \frac{\text{concentration en acide benzoïque de la phase aqueuse}}{\text{concentration en acide benzoïque de la solution S}} = 1 - \frac{C_{\text{aqueux}}}{C_S}$$

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Extraction de l'acide benzoïque (20 minutes conseillées)

Le protocole d'extraction simple a déjà été mis en œuvre afin d'extraire, par 40 mL d'huile de lin, l'acide benzoïque contenu dans 40 mL de solution S. On a obtenu une phase aqueuse, nommée S₁, dont la conductivité σ_1 a été mesurée. La valeur trouvée est : $\sigma_1 = 84 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ Attention valeur expérimentale, votre résultat sera certainement légèrement différent.

Mettre en œuvre le protocole d'extraction double :

Remarque : Afin de pouvoir comparer l'extraction simple avec l'extraction double, il est nécessaire de reproduire après mélange le même type d'agitation. Elle a été fixée à deux fois deux mouvements d'agitation

- Procéder à la première extraction :

Extraire l'acide benzoïque contenu dans 40 mL de solution S par 20 mL d'huile de lin.

Laisser décanter.

Récupérer toute la phase aqueuse, appelée S_{2a}.

Mesurer et noter sa conductivité σ_{2a} . $\sigma_{2a} = 108 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ Attention valeur expérimentale, votre résultat sera certainement légèrement différent.

Reporter la valeur trouvée dans le tableau en page 5 de cette situation d'évaluation.

- Procéder à la seconde extraction :

Extraire par 20 mL d'huile de lin l'acide benzoïque contenu dans toute la phase aqueuse S_{2a} obtenue lors de la première extraction.

Laisser décanter.

La nouvelle phase aqueuse obtenue est nommée S_{2b}.

Mesurer et noter sa conductivité σ_{2b} . $\sigma_{2b} = 61 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ Attention valeur expérimentale, votre résultat sera certainement légèrement différent.

Reporter la valeur trouvée dans le tableau en page 5 de cette situation d'évaluation.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les mesures de conductivité ou en cas de difficulté	

2. Titrage de la solution S (20 minutes conseillées)

Pour déterminer le pourcentage d'acide benzoïque C_6H_5COOH extrait de la solution S, la concentration en acide benzoïque de cette solution S doit être connue. Il est ainsi nécessaire de procéder à son titrage.

Titre un volume $V = 25,0$ mL de solution S par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration en quantité de matière $C_b = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, en présence de rouge de crésol.

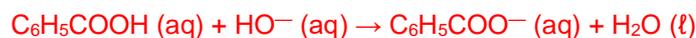
L'équivalence est obtenue pour une coloration violette persistante du milieu réactionnel.

Remarque : Le volume équivalent est compris entre 9 mL et 14 mL.

La réaction support du titrage est : $C_6H_5COOH(aq) + HO^-(aq) \rightarrow C_6H_5COO^-(aq) + H_2O(l)$

Noter le volume V_E versé à l'équivalence : $V_E = 12,0$ mL Attention valeur expérimentale, votre résultat sera certainement légèrement différent.

Établir l'expression de la concentration C_S en quantité de matière d'acide benzoïque de la solution S en fonction de C_b , V_E et V :



A l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_{C_6H_5COOH}^i}{1} = \frac{n_{HO^-}^{eq}}{1}$$

$$C_S \times V = C_b \times V_E$$

$$C_S = \frac{C_b \times V_E}{V}$$

En déduire la valeur de la concentration C_S en quantité de matière d'acide benzoïque de la solution S :

$$C_S = \frac{1,00 \times 10^{-2} \times 12,0}{25,0}$$

$$C_S = 4,80 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

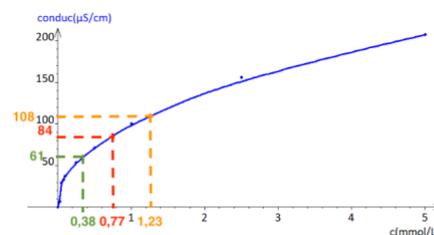
$$C_S = 4,80 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} \dots\dots\dots$$

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

3. Solvant efficace et écoresponsable ? (20 minutes conseillées)

3.1 Concentrations en acide benzoïque

À partir de la courbe affichée sur l'écran de votre ordinateur, déterminer la concentration en acide benzoïque présent dans les phases aqueuses S_{2a} et S_{2b}, et compléter le tableau ci-après.



Pour remplir la ligne des concentrations, on utilise le graphique Page 2
Pour remplir la ligne des pourcentages, on utilise la formule fournie :

$$P_{\text{extrait}} = 1 - \frac{\text{concentration en acide benzoïque de la phase aqueuse}}{\text{concentration en acide benzoïque de la solution } S} = 1 - \frac{C_{\text{aqueux}}}{C_S}$$

Tableau récapitulatif des résultats expérimentaux

	solution initiale	extraction simple	extraction double	
	solution S	phase aqueuse S ₁	phase aqueuse S _{2a}	phase aqueuse S _{2b}
Conductivité (µS·cm ⁻¹)		84 <i>A renseigner par l'évaluateur</i>	108	61
Concentration en quantité de matière d'acide benzoïque C (mmol·L ⁻¹)	4,80 <i>On reporte la valeur trouvée</i>	0,77 <i>A renseigner par l'évaluateur</i>	1,23	0,38
Pourcentage d'acide benzoïque extrait		$P = 1 - \frac{0,77}{4,8}$ $= 0,84 = 84\%$ <i>A renseigner par l'évaluateur</i>	$P = 1 - \frac{1,23}{4,8}$ $= 0,74 = 74\%$	$P = 1 - \frac{0,38}{4,8}$ $= 0,92 = 92\%$

D'après la valeur des pourcentages d'acide benzoïque extrait, l'extraction double est-elle plus efficace que l'extraction simple ? Justifier.

Lorsqu'on fait une extraction double, on obtient un pourcentage d'acide benzoïque extrait plus élevé (92%) qu'avec une extraction simple (84%). Ainsi, L'extraction double est plus efficace que l'extraction simple.

3.2 Intérêt de l'huile de lin

On se pose la question de l'intérêt du choix de l'huile de lin pour extraire l'acide benzoïque contenu dans une phase aqueuse.

Appeler l'évaluateur pour lui expliquer oralement les avantages de l'huile de lin par rapport au dichlorométhane et à l'éther diéthylique pour extraire l'acide benzoïque d'une phase aqueuse.

Avantages de l'huile de lin par rapport au dichlorométhane et à l'éther diéthylique pour extraire l'acide benzoïque d'une phase aqueuse :

- N'est pas cancérigène contrairement au dichlorométhane
- N'est pas toxique contrairement au dichlorométhane et à l'éther diéthylique
- L'huile de lin respecte les règles de la chimie verte.

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour présenter oralement l'intérêt d'utiliser l'huile de lin	

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