

**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. Préparation d'une solution diluée de gel échographique (10 minutes conseillées) .....	6
2. Dosage direct de la trolamine ? (20 minutes conseillées).....	7
3. Titrage du milieu réactionnel (30 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"> <li>• préparer une solution diluée de gel échographique ;</li> <li>• prévoir à partir d'un diagramme de prédominance, si on peut titrer directement la totalité de la triéthanolamine initialement présente dans le gel ;</li> <li>• effectuer un titrage, en milieu basique, de la triéthanolamine par de l'acide chlorhydrique.</li> </ul>
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'approprier (APP) : coefficient <b>2</b></li> <li>• Réaliser (RÉA) : coefficient <b>3</b></li> <li>• Valider (VAL) : coefficient <b>1</b></li> </ul>
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'utilisation de lunettes de protection est nécessaire lors de la manipulation de chacune des solutions.</li> </ul> <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérifier que les flacons contenant chacune des solutions sont correctement remplis.</li> </ul> <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remplir si nécessaire les flacons contenant chacune des solutions.</li> </ul>
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparation d'une solution de gel échographique (<b>10 minutes</b>).</li> <li>• Conditions du dosage (<b>20 minutes</b>).</li> <li>• Titration de la triéthanolamine (<b>30 minutes</b>).</li> </ul> <p><u>Il est prévu <b>2 appels obligatoires</b> et un <b>appel facultatif</b> de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lors de l'<b>appel 1</b>, l'évaluateur vérifie que la solution diluée de gel échographique est correctement préparée.</li> <li>• Lors de l'<b>appel 2</b>, l'évaluateur vérifie que le titrage est correctement mis en œuvre et que les deux volumes équivalents sont mesurables.</li> </ul> <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 et en fonction du gel échographique choisi. En particulier, <b>les intervalles des volumes équivalents (encadrés à la page 8, question 3.1 du sujet) doivent être donnés au candidat</b> en fonction des résultats obtenus avec le gel échographique choisi.</p> <p>Il n'est pas souhaitable de faire réaliser la courbe pH-métrique sur papier millimétré, en raison du nombre important de points à prendre.</p> <p>L'examineur préparera une courbe de titrage à exploiter (version papier ou numérique).</p>

**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 calculette type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une balance électronique
- un agitateur en verre
- une spatule
- un entonnoir à liquide
- une pissette d'eau distillée
- une fiole jaugée de 100,0 mL
- une éprouvette graduée de 100 mL
- une pipette jaugée de 20,0 mL et une poire à pipeter adaptée
- trois béchers de 150 mL
- une sonde pH-métrique étalonnée reliée à une interface d'acquisition ou pH-mètre étalonné
- un ordinateur disposant d'un logiciel de titrage ou un tableur grapheur ou du papier millimétré
- une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_B = 7,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $C_A = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
- une burette graduée de 25,0 mL et son dispositif de titrage
- un pot de yaourt ou verre à pied
- un agitateur magnétique et un turbulent
- une balance électronique
- un flacon de gel échographique contenant de la triéthanolamine
- une paire de lunettes de sécurité et une paire de gants

**Paillasse professeur**

- une solution  $S_0$  de secours
- une solution  $S_1$  de secours

**Documents mis à disposition des candidats**

- une notice d'utilisation du logiciel de titrage ou du tableur grapheur

## III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet 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.

Dans ce sujet, 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**

Lors d'une échographie, le contact entre la sonde et le corps humain n'est pas parfait et la fine couche d'air qui existe entre ceux-ci atténue de façon importante les signaux ultrasonores émis puis reçus par la sonde. Pour remédier à ce problème, l'échographiste applique un gel dont les caractéristiques acoustiques sont proches de celles de la peau.

La triéthanolamine, aussi appelée trolamine, est un composant tensioactif couramment utilisé dans les cosmétiques comme agent émulsifiant. Dans le gel échographique dont on dispose, cette amine permet aussi de réguler le pH à une valeur proche de la neutralité.



***Le but de cette épreuve est d'effectuer un contrôle qualité en déterminant le pourcentage massique de triéthanolamine présent dans un gel échographique.***

**DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : À propos de la trolamine (triéthanolamine)**

La triéthanolamine, couramment appelée « trolamine », est une substance chimique organique qui est à la fois une amine tertiaire et un trialcool.

- Formule topologique :

- Masse molaire : 149,2 g·mol<sup>-1</sup>

-  $pK_a$  (ion triéthanolammonium / triéthanolamine) =  $pK_a$  (C<sub>6</sub>H<sub>16</sub>O<sub>3</sub>N<sup>+</sup> / C<sub>6</sub>H<sub>15</sub>O<sub>3</sub>N) = 7,8  
La triéthanolamine est donc qualifiée de base faible.

- Diagramme de prédominance du couple ion triéthanolammonium / triéthanolamine :

**Document 2 (en anglais) : Extrait de la fiche de données du gel échographique utilisé**

This product formulation contains no ingredients at their given percentages that are considered hazardous to your health.

	INGREDIENTS QUANTITY ( w / w % *)		FUNCTION
<b>Carbomer</b>	0.2 – 1.0	Polymer	
<b>TriEthanol Amine</b>	0.2 – 1.0	Neutralization agent	
<b>MonoPropylene Glycol</b>	0.5 – 2.0	Solvent	
<b>Benzyl Alcohol (and) Methylchloroisothiazolinone (and) Methylisothiazolinone</b>	0.1 – 0.3	Preservative	
<b>Deionized water</b>	Q.S. 100 **	Solvent	

$$* w / w \% = \frac{m (\text{espèce chimique})}{m (\text{solution})} \times 100$$

w / w % signifie pourcentage massique

\*\* Q.S. : Quantité Suffisante

On considère pour l'étude que la triéthanolamine est la seule base faible dans ce gel.

**Document 3 : Exploitation du titrage**

Exemple d'allure de courbe de titrage d'un mélange d'une base forte et d'une base faible par un acide fort :

Lorsque le  $pK_a$  de la base faible est éloigné de la valeur 14, l'acide fort réagit d'abord avec la base forte puis, lorsqu'elle est entièrement consommée, il réagit avec la base faible.

L'exploitation du titrage permet d'établir la relation :  $n_{(\text{base faible})} = n_{(\text{acide fort ayant dosé la base faible})}$   
 $= C_A \cdot (V_{\text{éq}2} - V_{\text{éq}1})$

**Matériel mis à disposition du candidat**

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une balance électronique
- un agitateur en verre
- une spatule
- un entonnoir à liquide
- une pissette d'eau distillée
- une fiole jaugée de 100,0 mL
- une éprouvette graduée de 100 mL
- une pipette jaugée de 20,0 mL et une poire à pipeter adaptée
- trois béchers de 150 mL
- une sonde pH-métrique étalonnée reliée à une interface d'acquisition ou un pH-mètre étalonné
- un ordinateur disposant d'un logiciel de titrage ou un tableur grapheur ou du papier millimétré
- une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_B = 7,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $C_A = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
- une burette graduée de 25,0 mL et son dispositif de titrage
- un pot de yaourt ou verre à pied
- un agitateur magnétique et un turbulent
- une balance électronique
- un flacon de gel échographique
- une paire de lunettes de sécurité et une paire de gants
- une notice d'utilisation du logiciel de titrage ou du tableur grapheur

**TRAVAIL À EFFECTUER**

1. Préparation d'une solution diluée de gel échographique (10 minutes conseillées)

Introduire une masse de gel échographique comprise entre 8,2 et 8,4 g dans un bécher de 150 mL.  
Noter la valeur précise de cette masse  $m = 8,2g$

Utiliser la totalité de ce prélèvement pour préparer 100 mL d'une solution aqueuse qu'on appellera  $S_0$ .  
Mesurer ensuite le  $pH$  de la solution  $S_0$  et noter sa valeur :  $pH(S_0) = \text{mesurer à l'aide du pH-mètre}$

APPEL n°1		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter la préparation de la solution ou en cas de difficulté</b>	

## 2. Dosage direct de la trolamine ? (20 minutes conseillées)

2.1. À partir des informations du document 1 et du  $pH$  mesuré dans la partie 1, indiquer, pour le couple ion triéthanolammonium / triéthanolamine, l'espèce qui prédomine dans la solution  $S_0$ . Cette espèce est-elle très majoritaire par rapport à l'autre ?

*Si le  $pH < 7,8$  alors l'ion triéthanolammonium prédomine*

*Si le  $pH > 7,8$  alors la triéthanolamine prédomine*

Émettre une hypothèse pour justifier le fait qu'il n'est-il pas possible de doser toute la trolamine initialement présente dans le gel par une solution d'acide chlorhydrique. Justifier la réponse. Aucun calcul n'est attendu.

*La trolamine est une base faible et l'acide chlorhydrique est un acide fort. Or d'après le document 2 le gel ne contient pas que de la trolamine mais elle contient aussi d'autres espèces chimiques qui sont elles des bases fortes. Nous pouvons donc dire que l'acide a réagi d'abord avec les bases fortes du gel puis avec la base faible (trolamine). Nous pouvons donc supposer que les bases fortes présentes dans le gel ne réagissent pas avec l'acide ainsi la trolamine ne pourra pas réagir, si la base forte n'est pas complètement consommée (voir document 3)*

APPEL FACULTATIF		
	<b>Appeler le professeur en cas de difficulté</b>	

2.2. Ajouter précisément 20,0 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (base forte) de concentration molaire  $C_B = 7,5 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  à la solution  $S_0$  on obtient ainsi une solution  $S_1$ .

Mesurer ensuite le  $pH$  de la solution  $S_1$  et noter sa valeur :  $pH(S_1) = \text{mesurer avec le pH-mètre}$

Indiquer pourquoi, après cette étape, un titrage de cette solution  $S_1$  par une solution d'acide chlorhydrique permettra de déterminer la quantité de toute la trolamine initialement présente dans le gel.

*Dans ses conditions, on sait que l'hydroxyde de sodium que l'on a ajouté réagit avec l'acide chlorhydrique, il pourra donc être totalement consommé puis l'acide pourra réagir ensuite avec la trolamine*

## 3. Titrage du milieu réactionnel (30 minutes conseillées)

3.1. Effectuer le suivi pH-métrique du titrage de la solution  $S_1$  par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $C_A = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .

*il faut mesurer les pH de chacune des solutions (ajouter l'acide petit à petit), mettre ces valeurs soit dans un tableau grapheur soit faire un graphe avec du papier millimétré. Regarder la zone du saut de pH*

On s'attend à un volume équivalent pour le 1<sup>er</sup> saut entre ..... mL et ..... mL

et pour le 2<sup>ème</sup> saut entre ..... mL et ..... mL

*méthode des tangentes pour trouver  $V_{eq1}$  et  $V_{eq2}$*

$V_{eq1} = \dots\dots\dots$        $V_{eq2} = \dots\dots\dots$

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

3.2. A partir des informations du document 2 et des résultats expérimentaux obtenus, déterminer le pourcentage massique de triéthanolamine dans le gel utilisé.  
Ce résultat est-il en accord avec les données du fabricant ? Proposer une hypothèse sur les causes de l'écart éventuellement constaté.

On pose  $V_{eq1} = 5,0 \text{ mL}$  et  $V_{eq2} = 12,0 \text{ mL}$

On cherche  $n(\text{trolamine})$ :

$$n = 0,10 \left( (12,0 \cdot 10^{-3}) - (5,0 \cdot 10^{-3}) \right)$$

$$n = 7,0 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{donc } m(\text{trolamine}) = n \cdot M$$

$$m = 7,0 \cdot 10^{-4} \cdot 149,2$$

$$m = 0,1 \text{ g} = 100 \text{ mg}$$

$$w/w\% = 0,1/8,2 \cdot 100 = 1,2$$

Enfin faire un écart type avec les données du fabricant. Hypothèse: Il peut avoir une erreur dans la manipulation par exemple, la méthode peut être approximative (crayon trop épais ou parallèle par forcément bien faite...)

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