

**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 **quatre** 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 collège » est autorisé.

**CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION**

Un jardinier a pour mission de rendre le gazon d'un parcours de golf plus dense, plus vert et plus vigoureux.

Pour cela, il tient à vérifier les pourcentages en masse d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) présents dans l'engrais qu'il vient d'acheter, essentiel à l'obtention d'un beau gazon.



***Le but de cette épreuve est de vérifier le pourcentage en azote présent dans l'engrais.***

## INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

### L'engrais du jardinier

#### **Descriptif :**

L'engrais universel à action rapide apporte un "coup de fouet" destiné à accélérer la croissance des végétaux. Il est également bien adapté à l'entretien des cultures lors de la période végétative grâce à sa composition équilibrée.

**Composition en pourcentage massique :** N.P.K 12.12.17

12% d'azote (N) apporté sous forme ammoniacale ( $\text{NH}_4^+$ ), 12% d'anhydride phosphorique ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), 17% d'oxyde de potassium ( $\text{K}_2\text{O}$ )

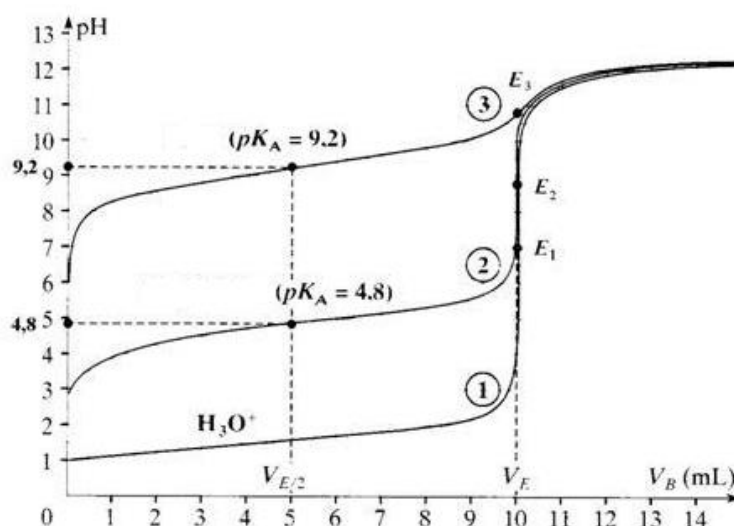
Source : Engrais universel, Truffaut®

### Influence sur la force de l'acide sur l'allure de la courbe de titrage pH-métrique

Comparons trois solutions d'acides de concentrations identiques : deux solutions d'acides faibles de  $pK_A$  différents et une solution d'acide fort. Lorsque ces trois solutions d'acides sont dosées par la même solution d'hydroxyde de sodium, **on observe que le saut de pH est d'autant plus marqué que l'acide est plus fort.**

Ce saut de  $pH$  devient difficilement détectable pour un acide très faible ( $pK_A > 9$ ).

On obtient par exemple le type de courbe suivant :



### Données utiles

Masses molaires atomiques :  $M(N) = 14,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(H) = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

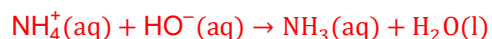
Ion	Conductivités ioniques molaires à 25°C (en $\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ )
$\text{HO}^-$	19,8
$\text{NH}_4^+$	7,35
$\text{SO}_4^{2-}$	16,0
$\text{Na}^+$	5,01
$\text{H}_3\text{O}^+$	35

Couple	$pK_A$
$\text{NH}_4^+(\text{aq}) / \text{NH}_3(\text{aq})$	9,20
$\text{H}_2\text{O}(\ell) / \text{HO}^-(\text{aq})$	14,0

## TRAVAIL À EFFECTUER

### 1. Choix d'une méthode de suivi (20 minutes conseillées)

1.1 Écrire l'équation de la réaction support du dosage des ions ammonium par la solution d'hydroxyde de sodium.



1.2 À l'aide des documents et de l'application Dozzaqueux, choisir une méthode de suivi adaptée pour le dosage des ions ammonium dans la solution d'engrais. On prendra les concentrations suivantes pour la modélisation :



$$[\text{NH}_4^+] = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ et } [\text{HO}^-] = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

D'après le sujet : « le saut de  $pH$  devient difficilement détectable pour un acide très faible ( $pK_A > 9$ ). »

Le couple  $\text{NH}_4^+(\text{aq}) / \text{NH}_3(\text{aq})$  à un  $pK_A = 9,20$ .

Un suivi  $pH$ -métrique est difficilement envisageable. On le remarque sur la simulation dans l'application Dozzaqueux.

La réaction fait intervenir des ions, on utilisera un suivi conductimétrique.

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

1.3 Proposer un protocole mettant en œuvre la méthode de dosage choisie. Le protocole peut être proposé sous forme d'un schéma légendé.

Prélever 10 mL de la solution issue de la dissolution de l'engrais contenant les ions ammonium

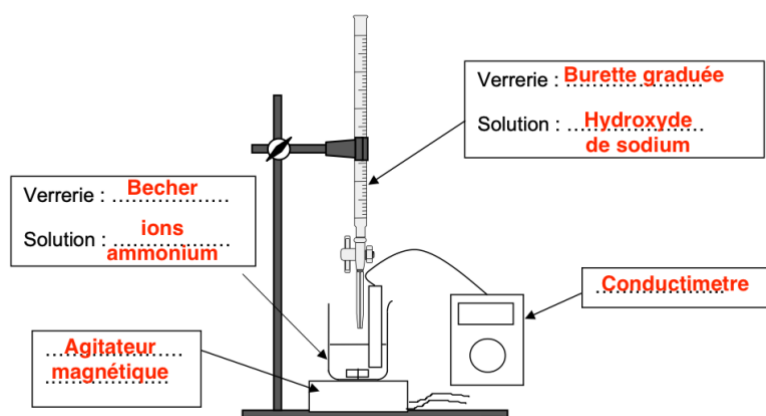
Ajouter progressivement la solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $[\text{HO}^-] = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  par paliers de 0,5 mL.



Relever la conductivité pour chaque ajout de solution d'hydroxyde de sodium.

Tracer la courbe  $\sigma = f(V(\text{HO}^-))$ .

Déterminer le volume équivalent  $V_E$  correspondant au changement de pente de la courbe.

Calculer la concentration en  $\text{NH}_4^+$  dans la solution d'engrais.





APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental ou en cas de difficulté</b>	

**2. Dosage des ions ammonium dans la solution d'engrais** (20 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le protocole proposé à la question précédente et noter le volume à l'équivalence.

$V_E$  = Valeur expérimentale .....

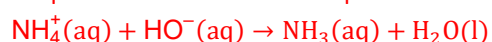
APPEL n°3		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté</b>	

**3. Exploitation des résultats** (20 minutes conseillées)

La solution d'engrais dosée a été fabriquée en dissolvant 1,5 g d'engrais pour obtenir 1,00 L de solution.

Les résultats du dosage sont-ils compatibles avec les indications du fabricant ? Commenter.

L'équivalence est atteinte lorsque les réactifs sont introduits dans des proportions stœchiométriques.



A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{NH}_4^+}^i}{1} = \frac{n_{\text{HO}^-}^{\text{eq}}}{1}$$

$$\frac{m_{\text{NH}_4^+}}{M_{\text{NH}_4^+}} = [\text{HO}^-] \times V_{\text{Eq}}$$

$$m_{\text{NH}_4^+} = [\text{HO}^-] \times V_{\text{Eq}} \times M_{\text{NH}_4^+}$$

$$m_{\text{NH}_4^+} = 1,00 \times 10^{-2} \times \text{Valeur expérimentale trouvée à la question précédente} \times (14,0 + 4 \times 1,0)$$

La masse trouvée est celle dans la prélèvement dosé (dans mon exemple 10,0 mL)



$m_{\text{NH}_4^+}$ = valeur trouvée	10,0 mL
m	1,00 L

$$m = \frac{m_{\text{NH}_4^+} \times 1,00}{10,0 \times 10^{-3}}$$

On calcule le pourcentage :

$$P = \frac{m}{m_{\text{engrais}}} \times 100 = \frac{\text{Valeur trouvée au dessus}}{1,5} \times 100$$

On compare la valeur trouvée au 12% d'azote (N) apporté sous forme ammoniacale ( $\text{NH}_4^+$ ) annoncé dans le sujet.

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

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