

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. Proposition d'un protocole (10 minutes conseillées)	6
2. Mise en œuvre du protocole (30 minutes conseillées)	6
3. Choix de l'eau (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 protocole expérimental permettant d'évaluer la dureté de l'eau du robinet ; • mettre en œuvre ce protocole ; • évaluer la dureté de l'eau du robinet filtrée à l'aide de bandelettes test ; • exploiter les résultats obtenus.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) : coefficient 1 • Réaliser (REA) : 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 doivent être connectés avant l'arrivée des candidats. <p><u>Entre les prestations des candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Faire l'appoint des différentes solutions utilisées.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Proposition d'un protocole (10 minutes). • Mise en œuvre du protocole (30 minutes). • Choix de l'eau (20 minutes). <p><u>Il est prévu 2 appels obligatoires de la part du candidat :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • lors de l'appel n°1, l'évaluateur vérifie le protocole expérimental proposé par le candidat ; • lors de l'appel n°2, l'évaluateur vérifie le volume équivalent ainsi que les résultats des calculs. <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> <p>L'encadrement de V_E (fiche III, partie 2) doit être renseigné avant l'arrivée du candidat.</p> <p>En fonction de l'eau du robinet utilisée et de l'efficacité de la cartouche filtrante, les résultats peuvent être très variables.</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 calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- des gants et des lunettes de sécurité
- une burette graduée
- un agitateur magnétique
- un barreau aimanté
- une tige aimantée
- un verre à pied
- un entonnoir
- une pipette jaugée 20,0 mL
- un pipeteur
- deux erlenmeyers 100 mL
- deux béchers 100 mL
- une pissette d'eau distillée
- un flacon contenant 30 mL d'eau du robinet filtrée
- un flacon contenant 100 mL d'une solution d'EDTA à $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- un petit flacon de 10 mL, étiqueté solution tampon $pH=10$
- un petit flacon de solution contenant du NET (NET en poudre à 1% dans une solution de chlorure de sodium)
- des bandelettes test de la dureté de l'eau
- une éprouvette graduée 10 mL
- une pipette compte-gouttes ou pipette plastique
- un marqueur pour la verrerie

Paillasse professeur

- une carafe filtrante et une réserve de flacons contenant 30 mL d'eau du robinet filtrée
- une réserve de petits flacons de 10 mL, étiquetés solution tampon $pH=10$
- une réserve de flacons contenant 100 mL d'une solution d'EDTA à $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- une réserve de bandelettes

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **quatre** 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

Boire chaque jour l'eau du robinet assure à l'organisme un apport bénéfique en calcium et magnésium, minéraux indispensables à notre santé.

Une eau de robinet est dite dure si elle est riche en ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} .

En revanche, une eau trop dure favorise l'entartrage, c'est à dire la formation de dépôt de calcaire $\text{CaCO}_3(\text{s})$. Ce dépôt endommage les appareils électroménagers comme les lave-vaisselle ou les lave-linge et diminue leurs performances. Dans le cas du fer à repasser, le calcaire rend la semelle moins glissante.

Une carafe filtrante peut être utilisée pour obtenir une eau propre à la consommation mais pourrait-on envisager d'utiliser l'eau filtrée de la carafe dans le fer à repasser ?

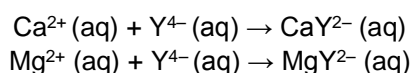
Le but de cette épreuve est de déterminer s'il est préférable d'utiliser l'eau du robinet, telle quelle dans son fer à repasser, ou après l'avoir filtrée dans une carafe.

Document 1 : Titrage par l'EDTA

La minéralisation de l'eau est surtout due aux ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} qu'elle contient. La concentration totale C_T d'ions calcium et magnésium est définie par la relation :

$$C_T = C(\text{Ca}^{2+}) + C(\text{Mg}^{2+})$$

Elle se détermine grâce au titrage d'un volume V_{EAU} d'eau par une solution d'EDTA (éthylènediaminetétraacétate) de concentration C_{EDTA} . En milieu basique, l'EDTA est noté Y^{4-} . Il réagit avec les ions calcium Ca^{2+} et les ions magnésium Mg^{2+} selon les réactions simultanées d'équations :



Pour que ces réactions puissent servir de support à ce titrage, il convient :

- de se placer à pH constant voisin de 10 en ajoutant un volume de solution tampon correspondant à la moitié de volume de solution titrée ;
- d'ajouter un indicateur de fin de réaction, le NET (Noir Ériochrome T). L'équivalence n'est pas directement détectable car les solutions aqueuses contenant les espèces CaY^{2-} et MgY^{2-} sont incolores.

L'ajout de NET au début du dosage permet de rendre la solution dosée rose-violette avant l'équivalence, et bleue après l'équivalence.

À l'équivalence de ce dosage, pour un volume équivalent V_E de solution titrante ajoutée, on a la relation :

$$C_{\text{EDTA}} \cdot V_E = [C(\text{Ca}^{2+}) + C(\text{Mg}^{2+})] \cdot V_{\text{EAU}}$$

Document 2 : Dureté de l'eau

La dureté D de l'eau constitue l'indicateur de la minéralisation d'une eau. Elle est proportionnelle à la teneur en ions calcium et magnésium et s'exprime en degré français (°f).

Par définition, une dureté $D = 1,0$ °f correspond à une concentration totale d'ions calcium et magnésium $C_T = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.

D (°f)	0,0 à 7,0	7,0 à 15	15 à 25	25 à 42	supérieur à 42
eau	très douce	douce	moyennement dure	dure	très dure
eau assez douce pour être utilisée avec les appareils ménagers			eau trop dure pour être utilisée avec les appareils ménagers		

Document 3 : Résine échangeuse d'ions

La cartouche de filtration de la carafe contient une résine échangeuse d'ions.

La déminéralisation d'une eau du robinet consiste à éliminer les ions calcium Ca^{2+} et les ions magnésium Mg^{2+} de l'eau en les fixant sur des résines échangeuses d'ions.

Si on note D_{initiale} la dureté de l'eau avant filtration et D_{finale} la dureté de l'eau après filtration, le taux d'élimination (en %) des ions est : $\frac{D_{\text{initiale}} - D_{\text{finale}}}{D_{\text{initiale}}} \times 100$.

La cartouche de filtration fonctionne efficacement si le taux d'élimination des ions est supérieur ou égal à 30 %.

Matériel mis à disposition du candidat



- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- des gants et des lunettes de sécurité
- une burette graduée
- un agitateur magnétique
- un barreau aimanté
- une tige aimantée
- un verre à pied
- un entonnoir
- une pipette jaugée 20,0 mL
- un pipetteur
- deux erlenmeyers 100 mL
- deux béchers 100 mL
- une pissette d'eau distillée
- un flacon contenant 30 mL d'eau du robinet filtrée
- un flacon contenant 100 mL d'une solution d'EDTA à $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- un petit flacon de 10 mL, étiqueté solution tampon $\text{pH} = 10$
- un petit flacon de solution contenant du NET
- des bandelettes test dureté de l'eau
- une éprouvette graduée 10 mL
- une pipette compte-gouttes
- un marqueur pour la verrerie

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Proposition d'un protocole** (10 minutes conseillées)

À l'aide du matériel à disposition, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la valeur $D_{initiale}$ de la dureté de 20,0 mL d'eau du robinet.

La dureté est selon le document 3 proportionnel à la teneur en ion calcium et magnésium. Ainsi il nous faut déterminer cette teneur et pour cela nous allons réaliser le titrage par l'EDTA que le document 1 nous propose de la manière suivante:

- Prélever à l'aide d'une pipette jaugée de 20 mL et d'un pipeteur, le volume d'eau du robinet demandée et l'introduire dans un bécher que l'on placera sous une burette et qui constituera la solution à titrée
- Ajouter dans la burette une solution d'EDTA à $5,0 \times 10^{-3}$ mol/L qui sera la solution titrant
- Ajouter dans le bécher la solution tampon, de l'eau distillée pour éviter les projections et l'indicateur de fin de réaction (le NET)
- A l'équivalence on obtiendra un changement de couleur. On pourra alors déterminer la concentration totale en ions calcium et magnésium grâce au volume équivalent déterminée et en déduire la dureté de l'eau du robinet.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental ou en cas de difficulté	

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

Mettre en œuvre le protocole et noter le volume à l'équivalence sachant quemL $< V_E <$ mL.

$V_E =$

Déterminer la valeur $D_{initiale}$ de la dureté de l'eau du robinet.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

Estimer la valeur D_{finale} de la dureté de l'eau du robinet filtrée à l'aide d'une bandelette test. Noter le résultat sous la forme d'un encadrement.

.....

.....

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

3. Choix de l'eau (20 minutes conseillées)

Évaluer le taux d'élimination des ions calcium et magnésium. La cartouche de filtration fonctionne-t-elle de manière efficace ?

.....

.....

.....

.....

Répondre à la problématique de départ en argumentant.

.....

.....

.....

.....

.....

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