

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

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Le nettoyage et la désinfection des légumes sont des étapes essentielles pour limiter le risque d'intoxication alimentaire, notamment par des micro-organismes. Une des techniques de décontamination des légumes avant leur commercialisation est de les plonger quelques minutes dans un bain contenant de l'eau de Javel puis de les rincer abondamment à l'eau claire.

D'après les recommandations de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (l'ANSES), le bain de décontamination doit contenir environ $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de chlore actif libre sans jamais dépasser la valeur maximale de $80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Des contrôles qualité sont régulièrement effectués dans les bains afin de vérifier leur efficacité et le respect des normes de sécurité.

Le but de cette épreuve est de déterminer si un bain préparé pour décontaminer des légumes est conforme aux recommandations de l'ANSES.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

L'eau de Javel

L'eau de Javel est une solution aqueuse fréquemment utilisée comme désinfectant ou comme décolorant. Elle contient des ions hypochlorite ClO^- (aq), des ions chlorure Cl^- (aq) et des ions sodium Na^+ (aq).

Bain de décontamination de légumes

D'après les recommandations de l'ANSES, pour être efficace, le bain de décontamination doit contenir environ $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de chlore actif (soit une concentration en masse en ion hypochlorite $\text{ClO}^-(\text{aq})$ de $36 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$). Pour ne pas être dangereux pour la santé, la concentration ne doit pas dépasser la valeur maximale de $80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (soit une concentration en masse en ion hypochlorite $\text{ClO}^-(\text{aq})$ de $58 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$).

Un bain de décontamination a été préparé en versant le contenu d'une bouteille d'un litre d'eau de Javel commerciale dans une cuve puis en ajoutant suffisamment d'eau pour obtenir un mélange de 400 litres.

Proposition de protocoles pour le titrage des ions hypochlorite d'une eau de Javel

Protocole n°1

- Dans un erlenmeyer, introduire :
 - un échantillon de volume $V = 10,0 \text{ mL}$ de solution d'eau de Javel commerciale préalablement diluée d'un facteur 10 ;
 - ajouter ensuite environ 5 mL d'acide chlorhydrique à $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Placer le mélange sous agitation pendant environ deux minutes.

La transformation qui se produit lors de cette étape est : $\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$

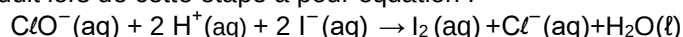
- Réaliser ensuite le titrage du dichlore $\text{Cl}_2(\text{aq})$ par la solution d'iodure de potassium de concentration $C = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions iodure $\text{I}^-(\text{aq})$.

L'équation de réaction associée à cette étape est : $\text{Cl}_2(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$

Protocole n°2

- Dans un erlenmeyer, introduire :
 - un échantillon de volume $V = 10,0 \text{ mL}$ de solution d'eau de Javel commerciale préalablement diluée d'un facteur 10 ;
 - environ 20 mL de la solution d'iodure de potassium de concentration $C = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions iodure $\text{I}^-(\text{aq})$.
- Placer le mélange sous agitation pendant environ deux minutes.
- Ajouter ensuite environ 5 mL d'acide chlorhydrique à $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

La transformation qui se produit lors de cette étape a pour équation :



- Réaliser ensuite le titrage du diiode $\text{I}_2(\text{aq})$ formé par la solution de thiosulfate de sodium de concentration $C' = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$; ajouter deux gouttes d'empois d'amidon (ou iodox ou thiodène) après avoir versé 5 mL de solution de thiosulfate de sodium.

L'équation de réaction associée à cette étape est : $\text{I}_2(\text{aq}) + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq})$

Données

- Masses molaires : $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
- Couleur de quelques espèces en solution aqueuse :

Espèce	$\text{I}^-(\text{aq})$	$\text{I}_2(\text{aq})$	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$	$\text{ClO}^-(\text{aq})$	$\text{H}^+(\text{aq})$	$\text{Cl}^-(\text{aq})$
Couleur	incolore	brun à jaune	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore

- Pour un titrage colorimétrique avec le diiode, il est préférable d'ajouter deux gouttes d'empois d'amidon (ou du iodox ou thiodène) à l'approche de l'équivalence ; le diiode I_2 prendra alors une teinte bleue.
- Pictogrammes de certaines espèces chimiques :

Diode	Dichlore	Acide chlorhydrique	Eau de Javel
			 

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Choix d'un protocole de titrage (10 minutes conseillées)

Les deux propositions de titrage nécessitent une solution d'eau de Javel commerciale préalablement diluée d'un facteur dix. Proposer un protocole permettant de préparer 50,0 mL d'une telle solution à partir d'eau de Javel commerciale.

Le facteur de dilution est défini par :

$$F = \frac{V_1}{V_0} = \frac{C_0}{C_1}$$

$$F \times V_0 = V_1$$

$$V_0 = \frac{V_1}{F} = \frac{50,0}{10} = 5,0 \text{ mL}$$

À l'aide de la pipette jaugée, prélever précisément 5,0 mL de la solution mère.

Introduire ce volume de la solution mère dans une fiole jaugée de 50,0 mL.

Ajouter de l'eau distillée dans la fiole jaugée jusqu'au trait de jauge.

Homogénéiser la solution.

En s'appuyant sur les informations mises à disposition, choisir le protocole approprié pour effectuer le titrage des ions hypochlorite ClO^- (aq) dans la solution d'eau de Javel commerciale diluée. Justifier précisément ce choix.

Le protocole de titrage n°1 produit du dichlore (première étape) et du diiode (deuxième étape)

Le protocole de titrage n°2 produit du diiode (première étape).

A l'aide des pictogrammes, nous apprenons que le dichlore est une espèce chimique toxique et que le diiode est une espèce nocive.

Pour plus de sécurité nous choisissons le protocole de titrage n°2.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole de dilution de l'eau de Javel commerciale et le protocole de titrage choisi ou en cas de difficulté	

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

Mettre en œuvre le protocole permettant d'obtenir 50,0 mL de solution d'eau de Javel commerciale diluée d'un facteur dix. **A faire expérimentalement.**

En utilisant le matériel et les produits mis à disposition et à partir du protocole choisi, effectuer le titrage des ions hypochlorite ClO^- (aq) dans la solution d'eau de Javel commerciale diluée 10 fois, tout en prenant les mesures de sécurité adaptées. **A faire expérimentalement. Lors de mon expérience : $V_E = 7,7 \text{ mL}$.**

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter la valeur du volume de solution titrante versé à l'équivalence obtenu ou en cas de difficulté.	

3. Exploitation des résultats (20 minutes conseillées)

D'après les équations de réaction, on peut montrer que la concentration en quantité de matière en ions hypochlorite dans la solution d'eau de Javel diluée, notée $[\text{ClO}^- \text{ (aq)}]$, est donnée par la relation :

$$[\text{ClO}^-(\text{aq})] = \frac{C' \cdot V_E}{2 \cdot V}$$

avec V_E désigne le volume de solution titrante versé à l'équivalence et V le volume de solution d'eau de Javel diluée titrée.

Calculer $[\text{ClO}^-(\text{aq})]$ puis la concentration C en quantité de matière en ions hypochlorite dans l'eau de Javel commerciale.

$$[\text{ClO}^-(\text{aq})] = \frac{C' \cdot V_E}{2 \cdot V} = \frac{0,10 \times 7,7}{2 \times 10,0} = 3,9 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C = 10 \times [\text{ClO}^-(\text{aq})] = 10 \times 3,9 \times 10^{-2} = 3,9 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Le bain préparé avec l'eau de Javel commerciale sera-t-il efficace pour décontaminer des légumes ? Respecte-t-il les normes de sécurité ?

D'après les recommandations de l'ANSES, pour être efficace, le bain de décontamination doit contenir environ $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de chlore actif (soit une concentration en masse en ion hypochlorite $\text{ClO}^-(\text{aq})$ de $36 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$). Pour ne pas être dangereux pour la santé, la concentration ne doit pas dépasser la valeur maximale de $80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (soit une concentration en masse en ion hypochlorite $\text{ClO}^-(\text{aq})$ de $58 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$).

Calculons la concentration en masse en ion hypochlorite dans l'eau de Javel commerciale :

$$C_m = C \times M$$

$$C_{m\text{Javel}} = 3,9 \times 10^{-1} \times (35,5 + 16,0) = 20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Un bain de décontamination a été préparé en versant le contenu d'une bouteille d'un litre d'eau de Javel commerciale dans une cuve puis en ajoutant suffisamment d'eau pour obtenir un mélange de 400 litres. Soit une dilution d'un facteur 400.

Calculons la concentration en masse en ion hypochlorite dans l'eau le bain de décontamination :

$$C_{mbain} = \frac{C_{m\text{Javel}}}{400} = \frac{20}{400} = 5,0 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

La concentration en masse en ion hypochlorite dans l'eau le bain de décontamination est supérieure à $36 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ pour que le bain décontamination soit efficace et inférieure à $58 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ pour ne pas être dangereux pour la santé.

Ainsi, le bain préparé avec l'eau de Javel commerciale sera efficace pour décontaminer des légumes et il respecte les normes de sécurité.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

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