

**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. Analyse des documents et sélection d'un protocole (20 minutes conseillées) .....	6
2. Mise en œuvre du dosage de l'eau de Javel (20 minutes conseillées) .....	6
3. Exploitation des résultats (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"> <li>analyser différents protocoles de titrage et choisir le plus adapté, en argumentant ;</li> <li>réaliser le protocole de titrage ;</li> <li>valider les résultats obtenus et montrer que la notion de titrage indirect a été comprise.</li> </ul>
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<p>Cette épreuve permet d'évaluer les compétences :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>S'approprier (APP) : coefficient <b>2</b> ;</li> <li>Réaliser (RÉA) : coefficient <b>2</b> ;</li> <li>Valider (VAL) : coefficient <b>2</b>.</li> </ul>
Préparation du poste de travail	<p><u>Avant l'arrivée du candidat</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tous les appareils qui doivent être connectés au secteur le sont.</li> <li>Tout le matériel de la liste doit être disposé sur la paillasse du candidat.</li> </ul> <p><u>Prévoir :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>un poste de remplacement ;</li> <li>un erlenmeyer contenant le mélange eau de Javel, iodure de potassium et acide chlorhydrique pour le candidat qui n'aurait pas réussi à préparer ce mélange afin qu'il puisse réaliser l'étape de titrage.</li> </ul>
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse des documents et sélection d'un protocole (<b>20 minutes conseillées</b>)</li> <li>Réalisation du protocole (<b>20 minutes conseillées</b>)</li> <li>Exploitation (<b>20 minutes conseillées</b>)</li> </ul> <p><u>Il est prévu deux appels obligatoires de la part du candidat et un appel facultatif.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lors de l'<b>appel 1</b>, l'examineur vérifie le choix d'un protocole adapté (le n°1). L'évaluateur observe ensuite le candidat en continu lors du titrage.</li> <li>Lors de l'<b>appel 2</b>, l'examineur vérifie l'exploitation des résultats expérimentaux et la validation du choix fait sur le protocole.</li> </ul>
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</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 »
- une pipette jaugée de 10,0 mL
- une pipette jaugée de 20,0 mL
- un dispositif de pipetage
- une éprouvette graduée de 25 mL
- une éprouvette graduée de 10 mL
- quatre béchers de 100 mL
- un agitateur magnétique et un barreau aimanté
- une burette graduée de 25 mL
- un bécher « poubelle »
- un erlenmeyer de 100 mL
- des lunettes et gants
- une pissette d'eau distillée
- une baguette aimantée
- du papier essuie tout
- un flacon contenant 100 mL d'une solution commerciale d'eau de Javel à 2,6 % de chlore actif diluée au dixième, **étiqueté « eau de Javel diluée 10 fois »**
- un flacon contenant 100 mL d'une solution d'iodure de potassium de concentration en soluté apporté  $C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ , **étiqueté « iodure de potassium  $C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  »**
- un flacon contenant 50 mL d'acide chlorhydrique  $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ , **étiqueté « acide chlorhydrique  $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$  »**
- un flacon contenant 100 mL d'une solution de thiosulfate de sodium de concentration en soluté apporté  $C' = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ , **étiqueté « thiosulfate de sodium  $C' = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  »**
- un flacon compte-gouttes contenant de l'empois d'amidon (ou un pilulier contenant du iodex), **étiqueté « empois d'amidon » (ou « iodex »)**, à proposer au candidat en cas de difficulté pour repérer l'équivalence dans la partie « Réalisation du dosage de l'eau de Javel »

**Paillasse professeur**

- un poste de remplacement

**Pour information :**

L'eau de Javel à 2,6 % de chlore actif (c.a.) est l'eau de Javel commerciale en bouteille. L'eau de Javel en berlingot est à 9,6 % de c.a.

Les solutions étant concentrées, le repérage de l'équivalence ne nécessite pas, *a priori*, l'emploi d'empois d'amidon (ou iodex appelé aussi thiodène). On pourra cependant, en cas de besoin, proposer au candidat d'ajouter quelques gouttes d'indicateur coloré juste avant l'équivalence.

Pour l'eau de Javel à 2,6 % de c.a., le pourcentage massique d'hypochlorite de sodium NaClO est de 2,73 % et la densité moyenne de la solution est de 1,037.

Le volume équivalent mesuré pour le dosage (par la solution de thiosulfate de sodium) de l'eau de Javel 2,6 % de chlore actif diluée 10 fois est  $V_{eq} = 7,8 \text{ mL}$ .

On trouve aussi fréquemment de l'eau de Javel à 3,6 % de chlore actif (c.a.). Les résultats seront à adapter au type de solutions d'eau de Javel proposées.

## 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**

En voyage, 80 % des maladies contractées ont pour cause une eau contaminée. Il est donc essentiel de traiter l'eau disponible avant utilisation afin de la rendre potable.

Différentes méthodes peuvent être utilisées, sous réserve que l'eau à traiter soit claire, sans impuretés à l'œil nu : l'ébullition, la microfiltration ou la **chloration** (pastilles désinfectantes à base de chlore).

La **chloration** est un moyen simple et efficace pour désinfecter l'eau afin de la rendre potable en éliminant à faible coût la plupart des microbes, bactéries, virus et germes. Elle consiste à introduire des produits chlorés comme **l'eau de Javel** dans de l'eau pour tuer les micro-organismes qu'elle contient.

L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) recommande que 3,0 mg d'ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$  (aq) soient ajoutés par litre d'eau pour une désinfection satisfaisante.

***Le but de cette épreuve est de déterminer le volume d'eau de Javel commerciale à introduire dans un réservoir de 100 litres d'eau afin d'obtenir une désinfection satisfaisante.***

**DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : Proposition de protocoles pour le titrage de l'eau de Javel**





Protocole 1	Protocole 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>dans un erlenmeyer, introduire :               <ul style="list-style-type: none"> <li><math>V = 10,0</math> mL de la solution d'eau de Javel commerciale déjà diluée 10 fois ;</li> <li>environ 20 mL de la solution d'iodure de potassium de concentration <math>C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}</math> en ions iodure <math>\text{I}^{-}(\text{aq})</math>.</li> </ul> </li> <li>placer le mélange sous agitation pendant environ deux minutes.</li> <li>ajouter ensuite environ 5 mL d'acide chlorhydrique à <math>1,0 \text{ mol.L}^{-1}</math>.</li> </ul> <p>La transformation qui se produit lors de cette étape est :</p> $\text{ClO}^{-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>réaliser ensuite le titrage du diiode formé par la solution de thiosulfate de sodium de concentration <math>C' = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}</math> en ions thiosulfate <math>\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})</math> ; ajouter deux gouttes d'empois d'amidon ( ou iodex) après avoir versé 5 mL de thiosulfate de sodium.</li> </ul> <p>L'équation de réaction associée à cette étape est :</p> $\text{I}_2(\text{aq}) + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq})$	<ul style="list-style-type: none"> <li>dans un erlenmeyer, introduire :               <ul style="list-style-type: none"> <li><math>V = 10,0</math> mL de la solution d'eau de Javel commerciale déjà diluée 10 fois ;</li> <li>ajouter ensuite environ 5 mL d'acide chlorhydrique à <math>1,0 \text{ mol.L}^{-1}</math>.</li> </ul> </li> <li>placer le mélange sous agitation pendant environ deux minutes.</li> </ul> <p>La transformation qui se produit lors de cette étape est :</p> $\text{Cl}^{-}(\text{aq}) + \text{ClO}^{-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^{+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>réaliser ensuite le titrage du dichlore par la solution d'iodure de potassium de concentration <math>C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}</math> en ions iodure <math>\text{I}^{-}(\text{aq})</math>.</li> </ul> <p>L'équation de réaction associée à cette étape est :</p> $\text{ClO}^{-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$

**Document 2 : Autres données**

- masse molaire de l'oxygène :  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- masse molaire du chlore :  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- 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 en solution aqueuse	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 iodex) à l'approche de l'équivalence ; le diiode  $\text{I}_2$  prendra alors une teinte bleue ;
- identification des dangers relatifs à certaines espèces chimiques :

Diiodure	Dichlore	Acide chlorhydrique	Eau de Javel
			

**Matériel mis à disposition du candidat**

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une pipette jaugée de 10,0 mL
- une pipette jaugée de 20,0 mL
- un dispositif de pipetage
- une éprouvette graduée de 25 mL
- une éprouvette graduée de 10 mL
- quatre béchers de 100 mL
- un agitateur magnétique + un barreau aimanté
- une burette graduée de 25 mL
- un bécher « poubelle »
- un erlenmeyer de 100 mL
- des lunettes et des gants
- une pissette d'eau distillée
- une baguette aimantée
- du papier essuie tout
- une solution commerciale d'eau de Javel diluée 10 fois
- une solution d'iodure de potassium ( $K^+(aq) + I^-(aq)$ ) de concentration  $C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  en ions iodure  $I^-(aq)$
- une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$
- une solution de thiosulfate de sodium ( $2 Na^+(aq) + S_2O_3^{2-}(aq)$ ) de concentration  $C' = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  en ions thiosulfate  $S_2O_3^{2-}(aq)$
- un flacon compte-gouttes contenant de l'empois d'amidon (ou iodex)

**TRAVAIL À EFFECTUER****1. Analyse des documents et sélection d'un protocole (20 minutes conseillées)**

En s'appuyant sur les documents 1 et 2, choisir le protocole approprié pour effectuer le dosage de l'eau de Javel. Justifier précisément ce choix.

.....

.....

.....

.....

.....

**APPEL n°1**

**Appeler le professeur pour lui présenter le protocole choisi  
ou en cas de difficulté**

**2. Mise en œuvre du dosage de l'eau de Javel (20 minutes conseillées)**

En utilisant le matériel mis à disposition et à partir du protocole choisi, effectuer le dosage de l'eau de Javel, tout en prenant les mesures de sécurité adaptées.

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

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

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

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

où  $V_{\text{éq}}$  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 molaire  $C$  en ions hypochlorite dans l'eau de Javel commerciale.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Déterminer alors le volume d'eau de Javel commerciale à introduire dans le réservoir de 100 litres pour désinfecter l'eau qu'il contient.

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

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

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