

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## ÉVALUATION

**CLASSE :** Première

**VOIE :**  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT :** physique-chimie

**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 2 h

**CALCULATRICE AUTORISÉE :**  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

**Nombre total de pages :** 7

### PARTIE A

#### La Bétadine® (10 points)

La Bétadine® 10% est un antiseptique proposé sous forme de solution, utilisé en application locale pour le traitement des plaies et des brûlures superficielles. Ses propriétés antiseptiques sont dues à son principe actif : le diiode de formule  $I_2$ . C'est aussi le diiode qui lui donne sa couleur jaune-orange.

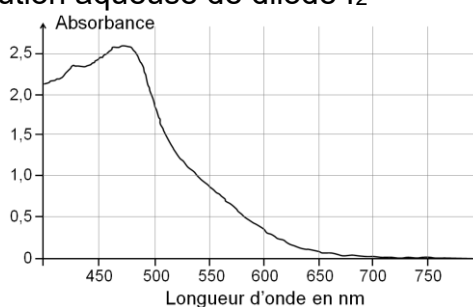
Les molécules de diiode présentes dans la Bétadine® 10% sont liées à un polymère, la polyvidone et forment avec lui une espèce appelée polyvidone iodée.

Sur le flacon de Bétadine® 10% est indiqué : « polyvidone iodée : 10 g pour 100 mL ».

L'objectif de cet exercice est de vérifier cette indication et d'un des modes d'action bactéricide de la Bétadine® 10%.

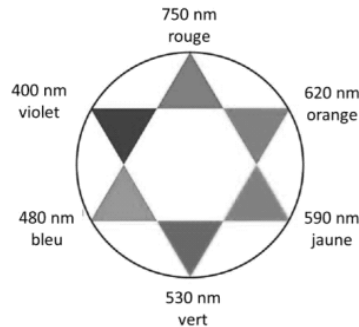
#### Données

- Masse molaire atomique de l'iode :  $M(I) = 126,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masse molaire de la « polyvidone iodée » :  $M = 2362,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de diiode  $I_2$





## Cercle chromatique



### 1. Dosage du diiode contenu dans la Bétadine® par spectrophotométrie

Un volume de 250,0 mL de solution dite « mère »  $S_0$  est préparé par dissolution de diiode dans l'eau, pour obtenir une concentration en quantité de matière de diiode  $C_0 = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

1.1. Déterminer la masse de diiode solide qu'il faut dissoudre pour obtenir 250,0 mL de solution « mère » à la concentration souhaitée ?

La préparation de la gamme de solutions permettant d'obtenir le graphe d'étalonnage, se fait par dilution à partir de la solution aqueuse de diiode  $S_0$  de concentration  $C_0 = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Nom de la solution	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$
Concentration (en $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	0,10	0,20	0,40	0,50	0,60	0,80	1,0

1.2. À partir de la liste des matériels et produits proposée ci-après, indiquer la verrerie nécessaire et le protocole pour préparer la solution  $S_3$ . Justifier ce choix par un calcul.

- Pipettes jaugées de 5,0 ; 10,0 ; 15,0 ; 20,0 et 25,0 mL.
- Fioles jaugées de 50,0 ; 100,0 et 250,0 mL.
- Trois béchers.
- Solution « mère » de diiode  $S_0$
- Eau distillée.

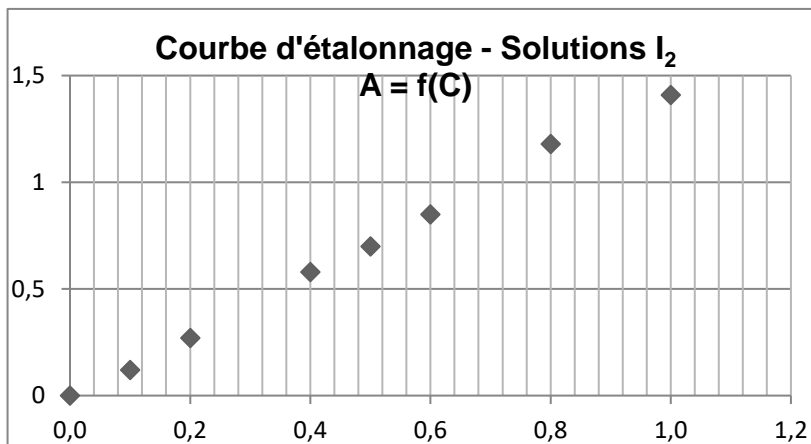
1.3. Choix de la longueur d'onde de travail

1.3.1. Dissous en solution aqueuse, le diiode donne à la solution une coloration jaune-orange. Expliquer cette coloration.

1.3.2. À quelle longueur d'onde faut-il régler le spectrophotomètre pour réaliser les mesures d'absorbance des solutions étalon ? Justifier.

1.4. Utilisation de la loi de Beer-Lambert

La loi de Beer-Lambert énonce que pour une longueur d'onde donnée, l'absorbance  $A$  d'une solution est proportionnelle à sa concentration  $C$ , si celle-ci n'est pas trop élevée. À partir des mesures d'absorbance des différentes solutions étalon préparées, on obtient la courbe d'étalonnage suivante :



1.4.1. Montrer qu'il n'est pas possible, à partir de cette courbe, de déterminer la concentration de la solution commerciale pour confirmer l'indication fournie par le fabricant. Justifier.

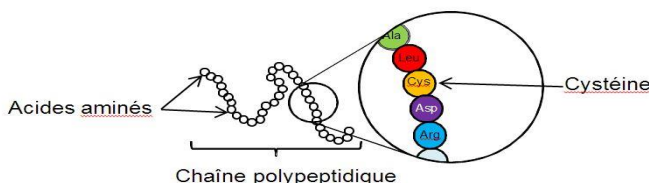
La solution commerciale de Bétadine® doit donc être diluée. La solution proposée est de la diluer 200 fois. Le spectrophotomètre indique une absorbance A de la solution diluée.

1.4.2. Prévoir la valeur de l'absorbance A, qui confirmerait l'indication portée sur le flacon de Bétadine® 10%. Justifier.

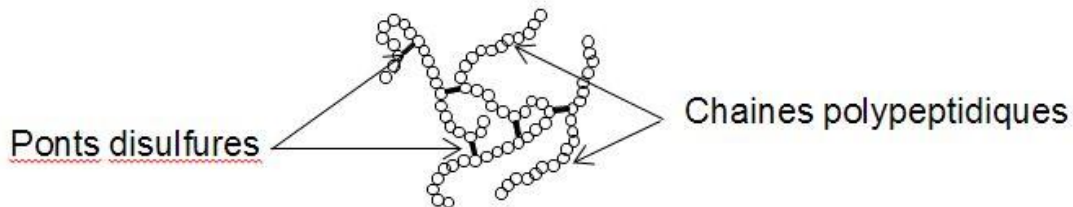
## 2. Action bactéricide de la Bétadine®

Une bactérie est un être unicellulaire dont la taille varie de 1 à 10 µm. Elle contient 70% d'eau. Rapporté à son poids sec, une bactérie est constituée à 55% de protéines [...]. Les protéines sont des macromolécules biologiques présentes dans toutes les cellules vivantes. Elles sont constituées d'enchaînements d'acides aminés liés entre eux par des liaisons peptidiques. Parmi les acides aminés présents dans ces enchaînements, certains sont susceptibles de réagir avec le diiode libéré progressivement par la polyvidone iodée. L'un d'entre eux est la cystéine, notée Cys sur l'illustration ci-dessous.

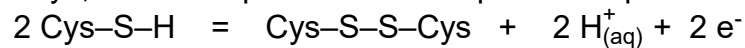
Les symboles Ala, Leu, Asp... sont relatifs à d'autres acides aminés, qui ne sont pas étudiés dans cet exercice.



La réaction entre le diiode et la cystéine entraîne la formation de liaisons chimiques appelées « ponts disulfures » entre deux parties différentes d'une même protéine ou entre deux protéines différentes. Les protéines forment alors des agrégats qui entraînent la mort de la bactérie.



La cystéine forme un couple oxydant-réducteur avec la cystine. En notant la cystéine Cys-S-H et la cystine Cys-S-S-Cys, la demi-équation électronique du couple s'écrit :



- 2.1. Nommer l'oxydant du couple oxydant-réducteur formé par la cystéine et la cystine ? Justifier.
- 2.2. Écrire la demi-équation électronique du couple diiode/ion iodure noté  $\text{I}_{2(\text{aq})}/\text{I}^{-}_{(\text{aq})}$ .
- 2.3. Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction modélisant la transformation chimique entre le diiode  $\text{I}_2$  et la cystéine notée Cys-S-H.
- 2.4. L'action bactéricide de la Bétadine® présentée ici, est-elle la conséquence d'une oxydation ou d'une réduction des protéines ? Justifier.

## PARTIE B

### Plongée en eau douce (10 points)

La plongée en eau douce peut se pratiquer dans les lacs, les étangs, les anciennes carrières, les rivières et même les piscines. Ce sport permet de découvrir une faune et une flore aquatiques typiques de ces milieux.

#### 1. Pression et profondeur

Un plongeur débutant ressent souvent une douleur intense au niveau des tympans lors des plongées. Le tympan est une membrane qui sépare l'oreille moyenne du milieu extérieur. Il est assimilable à un disque de surface  $S = 6,0 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ .

Une légère différence entre la pression extérieure et celle de l'air dans l'oreille moyenne suffit à provoquer des douleurs qui peuvent aller jusqu'à l'inflammation du tympan : c'est le barotraumatisme auriculaire. Celui-ci peut se déclarer dès lors que la différence entre la force pressante exercée par un fluide extérieur et celle exercée par l'air intérieur sur le tympan excède une valeur de l'ordre de 2 N. Pour l'éviter, il est possible d'effectuer la manœuvre de Valsalva : elle consiste à expirer tout en se pinçant les narines afin de rééquilibrer les pressions de part et d'autre du tympan.

Un plongeur souhaite vérifier au laboratoire l'influence de la profondeur sur la pression lors d'une séance de travaux pratiques. Pour cela, il utilise un manomètre associé à un tuyau en plastique pour mesurer la valeur de la pression, un mètre ruban pour mesurer celle de la profondeur et un long tube de plexiglas.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Il remplit le tube de plexiglas avec de l'eau et y plonge le tuyau en plastique. Il relève la pression  $P$  en fonction de la profondeur d'immersion  $h$  de l'extrémité du tuyau.

Le plongeur obtient les résultats suivants :

$h(\text{cm})$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$P(\text{hPa})$	1012	1023	1032	1042	1052	1062	1072	1082	1091

### Données :

- la loi fondamentale de la statique des fluides est donnée par la relation :

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

où  $A$  et  $B$  sont deux points d'un fluide au repos, d'altitudes respectives  $z_A$  et  $z_B$  (en mètre), où règnent les pressions respectives  $P_A$  et  $P_B$  (en pascal) ;

- masse volumique de l'eau :  $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  ;
- intensité de la pesanteur :  $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

- 1.1. Expliquer qualitativement le lien entre la pression et le comportement microscopique des entités qui constituent le fluide.
- 1.2. En utilisant une étude graphique, tester la loi fondamentale de la statique des fluides à partir des mesures consignées dans le tableau ci-dessus.
- 1.3. On considère que la loi fondamentale de la statique des fluides est vérifiée à 10 mètres de profondeur.

Estimer la valeur de la force pressante exercée par l'eau sur la surface du tympan d'un plongeur à cette profondeur.

On considère que le plongeur effectue la descente de la surface de l'eau jusqu'à 10 m de profondeur sans réaliser la manœuvre de Valsalva. Risque-t-il un barotraumatisme auriculaire ? Une réponse détaillée est attendue.

## 2. Le sens électrique chez les poissons

### Les poissons électriques

On appelle poisson électrique les poissons capables d'utiliser un courant électrique pour s'orienter, pour se protéger ou pour communiquer. La majorité de ces poissons vivent dans les eaux turbides ou ont une activité nocturne. Ils génèrent un champ électrostatique autour de leur corps. Un objet placé à proximité modifie la valeur de l'intensité locale du champ électrostatique. Par la suite, des récepteurs électriques situés dans la peau détectent le champ électrostatique et les modifications subies, ce qui permet au poisson de percevoir les caractéristiques de son environnement, détecter des proies et communiquer avec des



congénères. Quelques espèces sont capables de produire des décharges électriques de forte intensité, comme les anguilles électriques, les torpilles ou les silures électriques. Elles s'en servent pour se protéger contre des prédateurs, ou pour assommer des proies avant de les consommer.

Source : article « Poisson électrique » de Wikipédia en français.  
([http://fr.wikipedia.org/wiki/Poisson\\_%C3%A9lectrique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Poisson_%C3%A9lectrique)).

## Force et champ électrostatiques

Un objet possédant une charge électrique  $q_B$  placée dans un champ électrostatique  $\vec{E}$ , engendré par une charge électrique  $q_A$ , subit une action mécanique modélisée par une force électrostatique :

$$\vec{F} = q_B \times \vec{E}.$$

La force électrostatique est donnée par la loi de Coulomb :

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_R\epsilon_0} \times \frac{q_A \times q_B}{r^2} \vec{u}$$

avec  $\vec{u}$ , vecteur unitaire de même direction que la droite reliant les deux charges et orienté de A vers B,  $\epsilon_R$  et  $\epsilon_0$  deux constantes appelées permittivités diélectriques,  $q_A$  et  $q_B$  les charges,  $r$  la distance entre les deux charges.

Valeurs des permittivités diélectriques :

- permittivité diélectrique du vide :  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$ ;
- permittivité diélectrique relative de l'air par rapport au vide :  $\epsilon_R = 1,00$  ;
- permittivité diélectrique relative de l'eau par rapport au vide :  $\epsilon_R = 78,5$ .

## Effets des champs électrostatiques sur la santé

Les champs électrostatiques peuvent provoquer des **réactions cutanées**. En effet, ils induisent au niveau de la peau des personnes exposées une modification de la répartition des charges électriques. Cette modification est perceptible surtout au niveau des poils et des cheveux (seuil de perception :  $10 \text{ kV.m}^{-1}$ , seuil de sensations désagréables :  $25 \text{ kV.m}^{-1}$ ).

Source : <http://www.inrs.fr/risques/champs-electromagnetiques/effets-sante.html>

Un plongeur se trouve à 2,0 m d'une anguille électrique. En première approximation, on modélise une partie de l'anguille par un point placé en A et de charge unique  $q_A = 4,4 \times 10^{-12} \text{ C}$ .

**2.1.** Montrer que l'expression du champ électrostatique  $\vec{E}$  créé au point B par une charge  $q_A$  est donnée par la relation :



$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_R\epsilon_0} \times \frac{q_A}{r^2} \vec{u}$$

- 2.2. L'intensité du champ électrostatique décroît très vite avec la distance. En outre, les valeurs des champs électrostatiques créées par les poissons sont souvent faibles car l'eau, par rapport à l'air, divise par environ 80 l'amplitude du champ électrostatique. Justifier ces deux affirmations.
- 2.3. Dans le cadre de cette modélisation, calculer la valeur du champ électrostatique ressenti par le plongeur. Ce champ est-il perceptible par le plongeur ? Justifier.
- 2.4. Le champ électrostatique créé par un poisson électrique peut être assimilé à celui d'un ensemble composé de deux charges électriques de signes opposés.

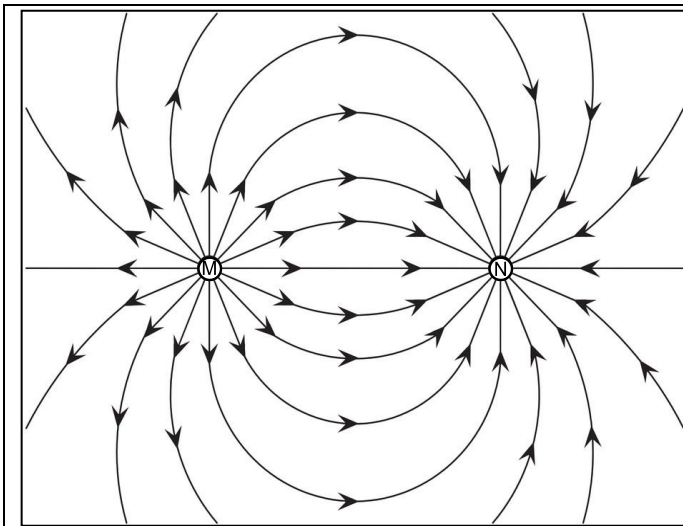


Figure 3.a.

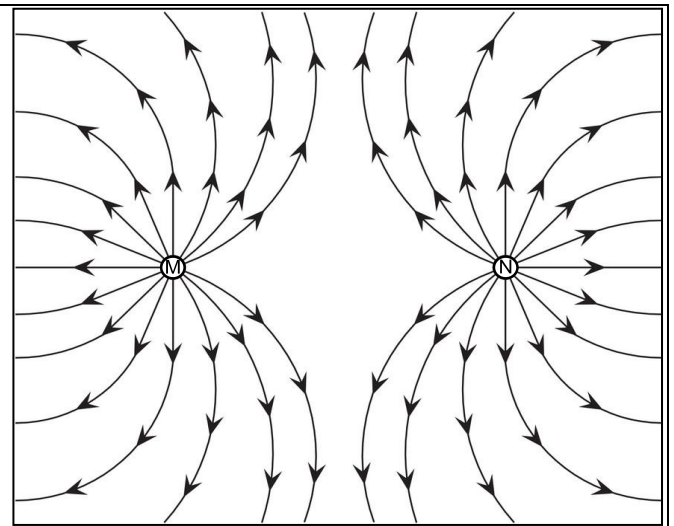


Figure 3.b.

Lignes de champ électrostatique créé par un ensemble de deux charges électriques placées aux points M et N.

Pour chaque figure, donner le signe des charges placées aux points M et N.

Parmi les deux figures proposées, laquelle correspond au modèle du poisson électrique ?