

**ÉPREUVE PONCTUELLE N°7**

(Coefficient : 4 - Durée : 3 heures 30)

(Coefficient : 6 pour les candidats n'ayant pas subi le contrôle en cours de formation)

**Lire attentivement l'ensemble du sujet et la totalité des documents**

**Matériel autorisé : calculatrice**

**Rappel** : Au cours de l'épreuve, la calculatrice est autorisée pour réaliser des opérations de calculs, ou bien élaborer une programmation, à partir des données fournies par le sujet.  
Tout autre usage est interdit.

**Les candidats traiteront obligatoirement chaque partie sur des copies séparées.**

**PARTIE CHIMIE**

L'eau est l'élément indispensable de la vie sur terre.

**1- La molécule d'eau**

**1.1** Écrire la formule brute de la molécule d'eau.

**1.2** Représenter la molécule d'eau selon le schéma de Lewis.

**1.3** Cette molécule est électriquement neutre mais présente une charge partielle négative sur l'atome d'oxygène et une charge partielle positive sur chaque atome d'hydrogène. On dit qu'elle constitue un dipôle électrique. On schématise ainsi la molécule d'eau :

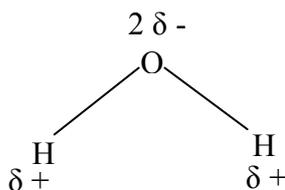


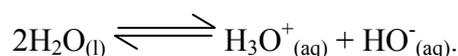
figure 1

Cette propriété permet, entre autres, d'expliquer la solvation des ions dans l'eau.

**1.3.1** On s'intéresse à la solvation des ions phosphate PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> et ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. On schématise ces ions sous la forme de sphères chargées. Représenter, pour chacun de ces ions, le positionnement des molécules d'eau assurant leur solvation.

**1.3.2** Indiquer à quel type de solvant appartient l'eau.

**1.4** L'autoprotolyse de l'eau répond à l'équation de réaction suivante :



Écrire l'expression de la constante caractéristique de cette réaction.

## 2- L'eau de pluie

Les précipitations sont naturellement acides à cause de la présence de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Celui-ci forme avec l'eau un acide faible :  $\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2$  noté par commodité  $\text{H}_2\text{CO}_3$  et appelé acide carbonique.

2.1 On mesure le pH d'une eau de pluie à l'aide d'un pH-mètre :  $\text{pH} = 5,6$ .

Indiquer l'étape préalable nécessaire à toute utilisation du pH-mètre.

2.3 Le pH de l'eau analysée est essentiellement dû à la **première** acidité de l'acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Dans la suite de l'exercice, on considèrera que l'acide carbonique se comporte comme un **monoacide** faible.

2.3.1 Écrire l'équation de la réaction entre l'acide carbonique et l'eau.

2.3.2 Donner les couples acide/base mis en jeu lors de cette réaction.

2.3.3 Écrire l'expression de la constante d'acidité  $K_a$  du couple associé à l'acide carbonique.

2.4 On veut déterminer la concentration **initiale**  $C$  en acide carbonique de l'eau étudiée.

2.4.1 Calculer la concentration en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  de cette eau.

2.4.2 Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans cette eau.

2.4.3 Écrire l'équation de l'électroneutralité.

2.4.4 On peut à priori négliger la concentration en ions hydroxyde  $\text{HO}^-$  devant celle en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Expliquer pourquoi.

2.4.5 À partir des réponses aux questions précédentes et de l'expression de  $K_a$  ( $K_a = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ), calculer la concentration à l'équilibre  $[\text{H}_2\text{CO}_3]_{\text{éq}}$  en acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

2.4.6 À partir de la loi de conservation de la matière, exprimer et calculer la concentration **initiale**  $C$  en acide carbonique.

2.4.7 Comparer les valeurs  $C$  et  $[\text{H}_2\text{CO}_3]_{\text{éq}}$ . Conclure.

## 3- Les pluies acides

Les pluies acides résultent en partie de l'activité humaine, mais aussi de l'activité biologique naturelle. Le dioxyde de soufre  $\text{SO}_{2(\text{g})}$  est un polluant majeur présent dans l'atmosphère responsable du phénomène de pluies acides.

On se propose de doser le dioxyde de soufre  $\text{SO}_{2(\text{g})}$  dissous dans une eau tombée en Pyrénées Atlantiques, par une solution de permanganate de potassium ( $\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{MnO}_4^-_{(\text{aq})}$ ).

On analyse 10 mL d'eau à l'aide d'une solution de permanganate de potassium de concentration  $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On ajoute quelques millilitres d'acide sulfurique dans l'eau.

- 3.1 Représenter le schéma légendé du dosage.
- 3.2 Écrire les équations des demi-réactions électroniques des couples mis en jeu.
- 3.3 En déduire l'équation de la réaction de dosage.
- 3.4 Expliquer pourquoi l'ajout d'acide est nécessaire.
- 3.5 Comment repère-t-on l'équivalence ?
- 3.6 L'équivalence a lieu pour un volume de permanganate versé  $V_1 = 4,4 \text{ mL}$ .
  - 3.6.1 Établir la relation à l'équivalence.
  - 3.6.2 En déduire la concentration molaire en dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$  de l'eau analysée.
- 3.7 La concentration massique en dioxyde de soufre d'une eau potable ne doit pas dépasser  $0,17 \text{ g.L}^{-1}$ . Sachant que la concentration massique en dioxyde de soufre est donnée par l'expression :

$$\boxed{C_m = 160 \times V_1}$$

$\swarrow$   $\searrow$   
 $\text{g.L}^{-1}$   $\text{L}$

indiquer si l'eau analysée est conforme vis à vis du critère précédent.

Données :

O:  $Z=8$

H:  $Z=1$

$\text{pK}_e=14$

$\text{SO}_4^{2-} / \text{SO}_2$   $E^\circ = 0,17\text{V}$

$\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$   $E^\circ = 1,51\text{V}$

## **PARTIE BIOLOGIE**

1. L'eutrophisation des lacs et des zones côtières est un processus qui dépend de la pollution par l'homme des écosystèmes aquatiques

1.1 Définir l'eutrophisation

1.2. En vous aidant du document 1 expliquer les conséquences de cette eutrophisation sur l'écosystème aquatique présenté.

1.3. A partir du document 2, exposer les impacts de l'eutrophisation sur les réseaux trophiques.

1.4. Préciser les différentes origines de cette pollution.

1.5. Envisager deux solutions permettant d'enrayer cette pollution.

L'accumulation de matières organique et fécale au sein des hydro-systèmes peut favoriser le développement de germes pathogènes.

2. À l'aide du document 3, citer l'agent pathogène de la typhoïde et préciser le type cellulaire auquel il appartient.

3. Dans le document 3, il est dit « après une période d'incubation (...) la maladie débute par une fièvre, des troubles digestifs (...) ». On peut placer ces symptômes dans la réponse inflammatoire.

3.1. Expliquer l'intérêt de la réaction inflammatoire en général, dans la réponse immunitaire.

3.2. Préciser à quel type de réaction immunitaire correspond cette réponse inflammatoire.

4. Les autorités de l'Institut de la Veille Sanitaire préconisent l'utilisation du vaccin Typhim Vi, afin de prévenir la fièvre typhoïde.

4.1. Nommer la substance présente dans le vaccin qui génère la réaction immunitaire et donner ses propriétés.

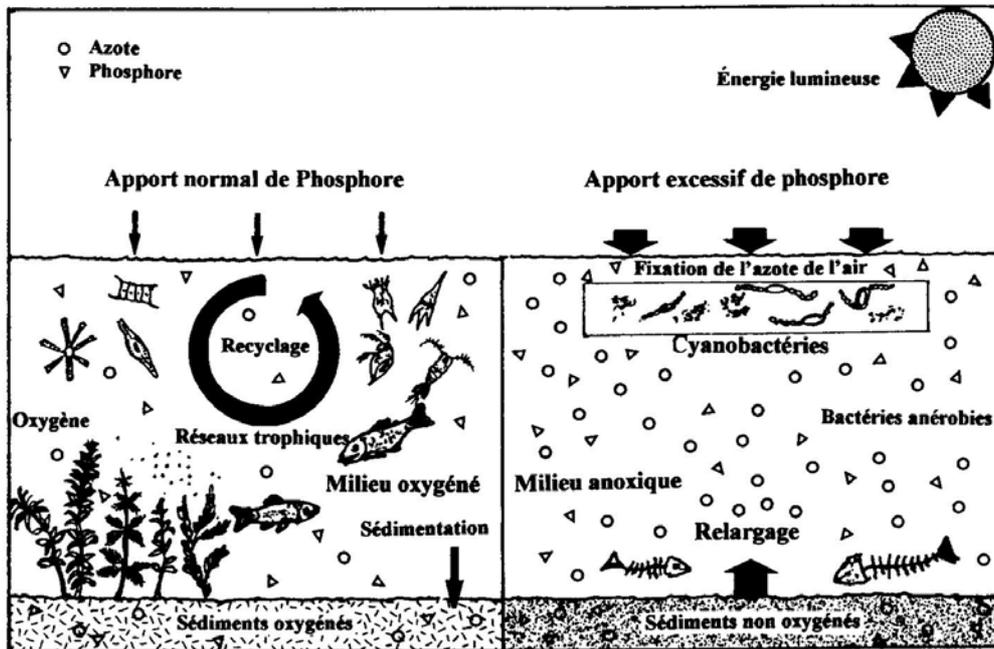
4.2. A l'aide du document 4, préciser le type et la nature de la réponse immunitaire engendrée par ce vaccin. Justifier votre réponse.

4.3. A l'aide du document 4, expliquer le principe de la vaccination.

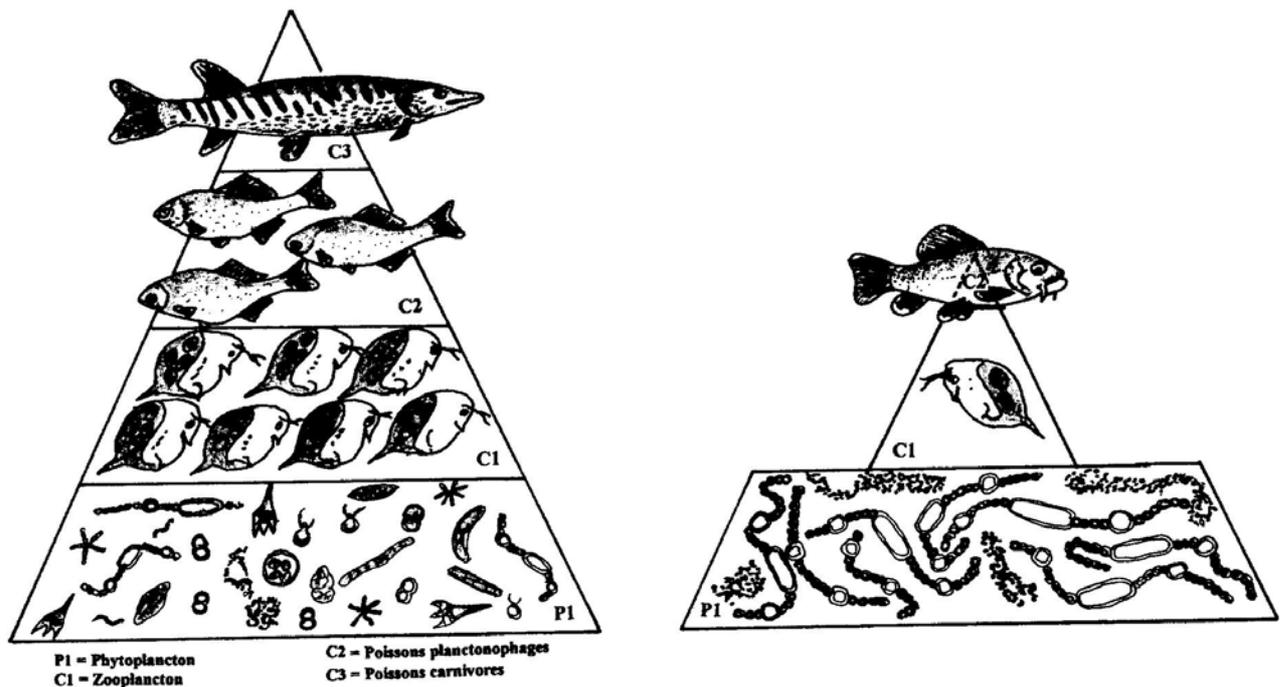
4.4. Schématiser le processus permettant, chez un individu vacciné, la neutralisation de l'agent pathogène de la typhoïde.

Barème :

<b>CHIMIE</b>							
1.	2pts	2.	4,75pts	3.	3,25pts		
<b>BIOLOGIE</b>							
1.	4pts	2.	1pt	3.	1pt	4.	4pts



**Eutrophisation d'origine anthropique d'un lac.**  
 (Inspiré de « la machine infernale » de G Barrouin, la Recherche n° 238).



**Impact de l'eutrophisation sur les chaînes trophiques :**  
 A - Aspect normal des réseaux dans un lac dans les conditions naturelles ;  
 B - Réseaux trophiques modifiés par l'eutrophisation d'origine anthropique. (D'après J Dévaux).

La fièvre typhoïde est une infection provoquée par un bacille gram négatif de la famille des enterobactéries, *Salmonella enterica* sérotype Typhi.  
Cette infection est à point de départ intestinal avec migration secondaire vers la circulation sanguine par le biais du réseau lymphatique

C'est une pathologie de transmission oro-fécale dont le réservoir est constitué par des sujets malades ou des porteurs sains chroniques, avec excrétion intermittente possible du germe dans les selles, et donc potentiellement contagieuses.

Le réservoir de *Salmonella Typhi* est humain. La transmission peut être inter humaine par contact direct avec une personne infectée, ou d'origine alimentaire par consommation d'aliments contaminés lors de leur préparation par une personne malade ou par consommation d'aliments (coquillages, fruits de mer, légumes crus) contaminés par de l'eau souillée par des matières fécales.

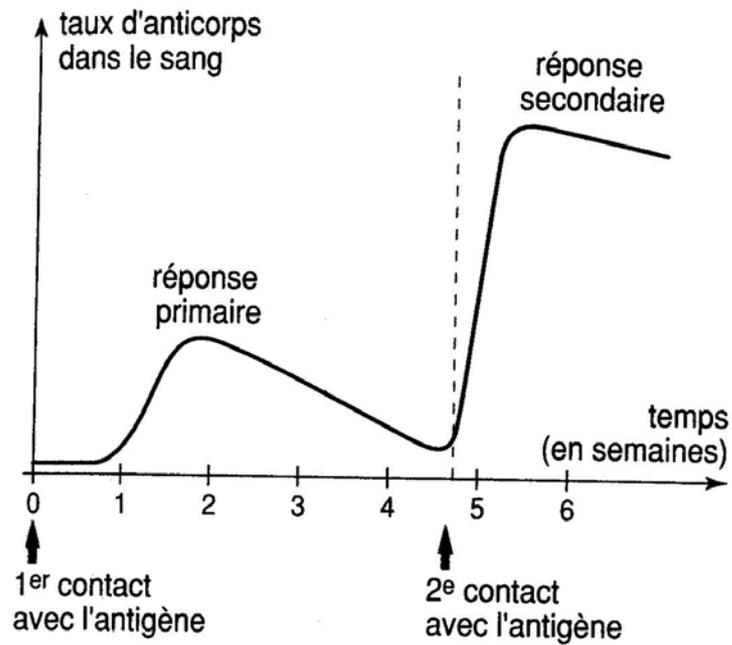
Après une période d'incubation variant de une à trois semaines, la maladie débute par une fièvre élevée, des céphalées, des insomnies, des troubles digestifs, des nausées et des crampes abdominales avec constipations ou diarrhées; des complications peuvent ensuite apparaître.

On peut diagnostiquer la fièvre typhoïde par la réaction de WIDAL et FELIX consistant en une recherche d'anticorps sériques anti-*Salmonella*. Ce test sérologique est souvent d'interprétation difficile et de plus tardif car il nécessite 2 prélèvements à 15 jours d'intervalle.

Véritable fléau épidémiologique cette maladie très contagieuse, à transmission oro-fécale se rencontre surtout dans des zones à conditions d'hygiène précaire.  
Elle a aujourd'hui, sauf exception, pratiquement disparu des pays industrialisés et de toute une partie du monde grâce à des conditions d'hygiène rigoureuse et une vaccination efficace.  
Cependant, même si la maladie a reculé, elle reste toujours présente, frappant principalement les pays en voie de développement (en Asie, en Afrique ou en Amérique Latine) qui n'ont pas toujours à leur disposition les moyens médicaux et économiques appropriés

Afin de limiter son développement, il est important de respecter les mesures d'hygiène classiques (lavage des mains, faire bouillir l'eau, ne manger que des aliments cuits) et par ailleurs de réaliser une vaccination.  
La protection est assurée 15 jours après la vaccination et un rappel est nécessaire tous les trois ans.

*Direction générale de la santé et Institut de Veille Sanitaire*



**Evolution du taux d'anticorps spécifiques à la suite de deux injections successives du vaccin**

(Bordas SVT, Tle S Tavernier Lizeaux 2002)