

# Devoir surveillé n°2 – Durée 1h30

Exercice n°1 : Dans un aquarium (11 points) \_\_\_\_\_ 50 minutes conseillées

## Partie 1 : Régulation du pH

Les cichlidés sont des poissons d'eau douce qui peuvent être maintenus en aquarium dans une eau à 25 °C et de pH compris entre 7,8 et 8,5.

L'aquarium est un environnement confiné où des déchets (urine, excréments, débris végétaux, excès de nourriture) sont constamment libérés et peuvent réagir avec l'eau.

Ainsi la décomposition des déchets produit une base (au sens de Brönsted) : l'ammoniaque  $\text{NH}_3\text{(aq)}$ . La transformation entre l'ammoniaque et l'eau provoque une augmentation de pH de l'eau. De nombreux aquariophiles utilisent un système d'injection de dioxyde de carbone automatisé qui, relié à un pH-mètre, permet de maintenir le pH constant.

### Données :

- Concentration standard :  $c^\circ = 1,0 \text{ mol/L}$

|                            | Hydrogène | Carbone | Oxygène | Azote |
|----------------------------|-----------|---------|---------|-------|
| Z (numéro atomique)        | 1         | 6       | 8       | 7     |
| $\chi$ (électronégativité) | 2,20      | 2,55    | 3,44    | 3,04  |

#### 1) L'ammoniac et l'eau

- L'ion ammonium est l'acide conjugué de l'ammoniaque. Donner sa formule. (0,5 point)
- Écrire l'équation chimique de la transformation acido-basique entre l'ammoniaque et l'eau. (0,5 point)

#### 2) Le dioxyde de carbone et l'eau

Le dioxyde de carbone gazeux injecté dans l'eau se trouve sous forme d'acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_3\text{(aq)}$ . L'acide carbonique réagit avec l'eau et provoque ainsi une diminution de pH.

- Écrire l'équation chimique modélisant la transformation chimique acido-basique entre l'acide carbonique et l'eau. (0,5 point)
- En analysant l'équation, indiquer pourquoi l'acide carbonique diminue le pH de l'eau. (0,5 point)

#### 3) Les couples de l'eau

- Donner les couples de l'eau impliqués dans les questions 1 et 2. (0,5 point)
- Indiquer alors la propriété de l'eau ainsi mise en évidence. (0,5 point)

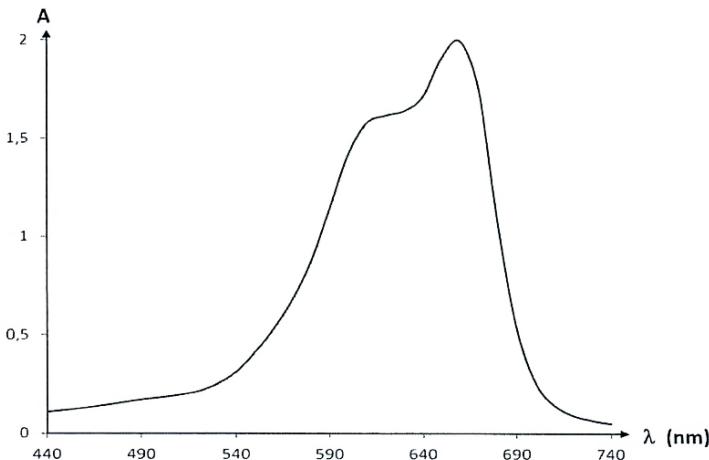
#### 4) Formules de Lewis

- Représenter les formules de Lewis de l'ion ammonium, de l'ammoniaque et de l'acide carbonique. (1,5 point)
- Justifier alors grâce à la formule de Lewis que l'ammoniaque est une base, et l'acide carbonique un acide. (1,5 point)

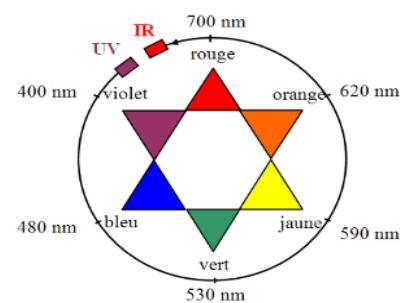
#### 5) Calculer la concentration maximale en ion oxonium pour que l'eau de l'aquarium convienne aux cichlidés. (1 point)

## Partie 2 : Lutte contre les infections

Un aquariophile traite de manière préventive son aquarium contre les infections. Pour cela, il utilise une solution aqueuse antiseptique de bleu de méthylène. Le bleu de méthylène ( $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$ ) est un colorant faiblement biodégradable, de couleur bleue foncée. L'excès de bleu de méthylène est éliminé par des « filtres » à charbon actif.



Spectre d'absorption du bleu de méthylène



Cercle chromatique

Le charbon actif est une poudre noire dont les pores, observables au microscope électronique, permettent notamment de fixer et retenir des molécules organiques. C'est le phénomène d'adsorption.

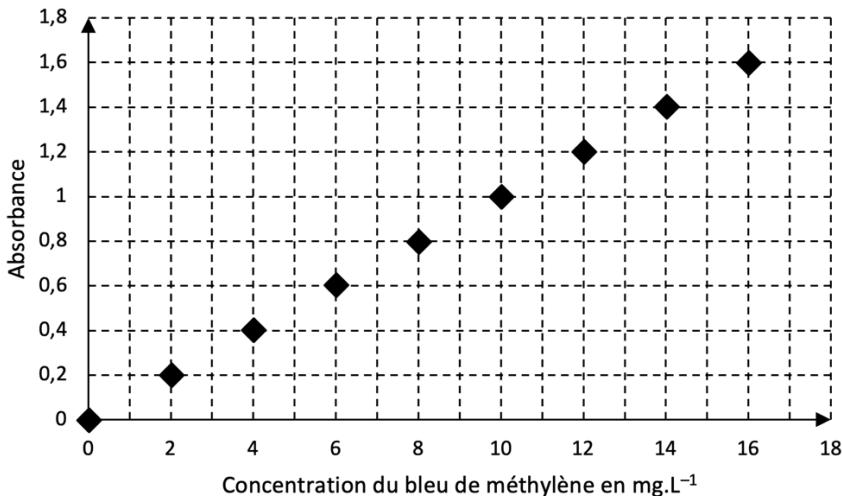
La capacité d'adsorption du charbon actif peut être évaluée à l'aide d'un dosage par étalonnage en suivant le protocole expérimental suivant :

- Tracer la courbe d'étalonnage de l'absorbance pour des solutions étalon de bleu de méthylène ;
- Mesurer l'absorbance d'un échantillon d'eau polluée en bleu de méthylène ;
- Prélever un volume  $V$  de 50,0 mL d'eau polluée et y ajouter 100,0 mg de charbon actif ;
- Agiter le mélange puis filtrer ;
- Mesurer l'absorbance de la solution filtrée après traitement au charbon actif.

## 6) Analyse du protocole

- Indiquer en justifiant la longueur d'onde d'étude lors du dosage par étalonnage. (0,5 point)
- Justifier également que le bleu de méthylène est bien de couleur bleue. (0,5 point)
- Justifier l'intérêt de l'étape de filtration. (0,5 point)

On applique le protocole précédent et on obtient les résultats suivants :



Absorbance en fonction de la concentration en bleu de méthylène

Les valeurs d'absorbance obtenues avant et après traitement de l'eau de l'aquarium pour éliminer l'excès de bleu de méthylène sont  $A_{\text{polluée}} = 1,5$  et  $A_{\text{traitée}} = 0,2$ .

- 7) En expliquant la démarche, indiquer quelle est la concentration en bleu de méthylène avant et après traitement dans l'aquarium. (0,5 point)
- 8) Montrer que la masse  $m_a$  de colorant adsorbée par gramme de charbon actif est de 6,5 mg. (1 point)
- 9) Sachant qu'un traitement préventif de l'aquarium, de volume  $V = 200$  L, nécessite 2 mg de bleu de méthylène par litre d'eau, calculer la masse de charbon actif nécessaire afin de réaliser le traitement pour cet aquarium. (1 point)

Exercice n°2 : La conductivité (3,5 points) \_\_\_\_\_ 20 minutes conseillées

On dissout un solide ionique, le chlorure de plomb de formule  $\text{PbCl}_{2(s)}$  dans un volume  $V$  d'eau distillée : la concentration en soluté apporté est  $c$ .

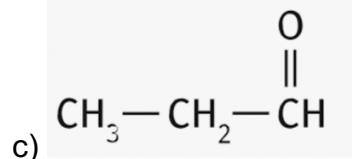
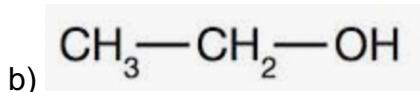
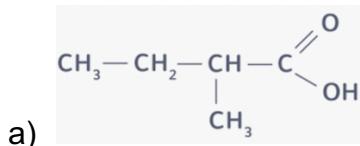
On mesure la conductivité de cette solution  $\sigma = 1040 \text{ mS.m}^{-1}$ .

Données :  $\lambda(\text{Pb}^{2+}) = 1,39 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  et  $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,63 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ,  $c^\circ = 1,0 \text{ mol/L}$

- 1) Exprimer la loi de Kohlrausch avec les ions présents dans cette solution. (1 point)
- 2) Quel est le lien entre les concentrations de chaque ion et  $c$ ? Justifier par l'équation de dissolution. (1 point)
- 3) En utilisant les résultats des questions 1) et 2), calculer la concentration  $c$  de la solution, puis de chacun des ions présents. (1,5 point)

Exercice n°3 : Nomenclature (3 points) \_\_\_\_\_ 10 minutes conseillées

- 1) Nommer les molécules suivantes : (1,5 points)



- 2) Écrire la formule topologique des molécules suivantes : (1,5 points)

a) 2-méthylpentan-3-one      b) 2,3 diméthylbutane      c) 3-éthyl,2méthylhexane

Exercice n°4 : Spectroscopie IR (2,5 points) \_\_\_\_\_ 10 minutes conseillées

Un étudiant a mélangé 3 récipients A, B et C. Il utilise la méthode de spectroscopie IR pour retrouver quelle espèce chimique est dans quel récipient.

Espèce 1 : éthanol

Espèce 2 : éthanal

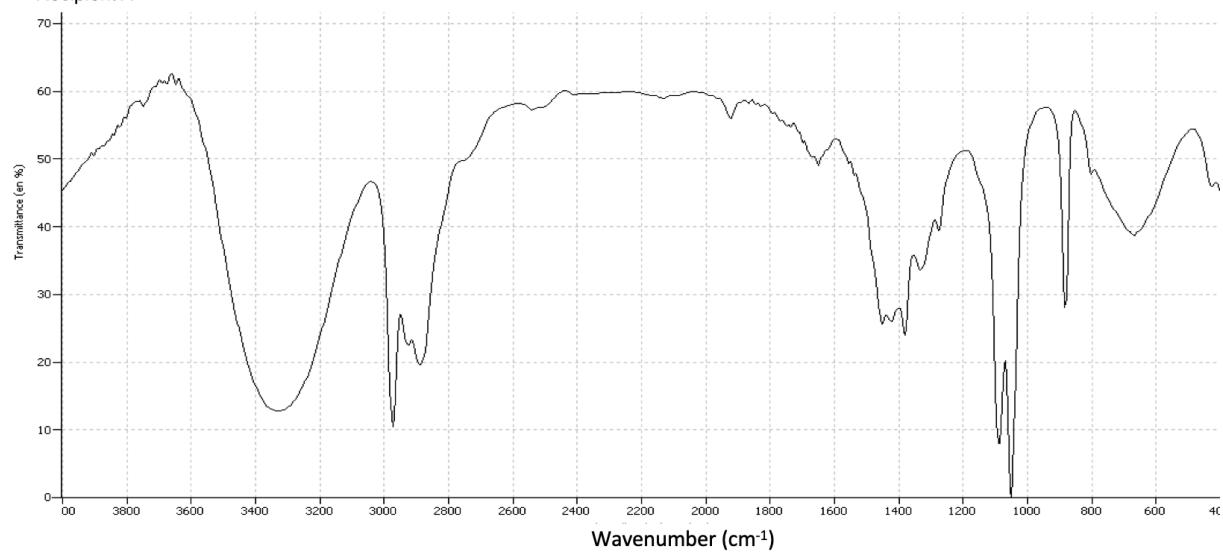
Espèce 3 : acide éthanoïque

Retrouver quel récipient correspond à quelle espèce en justifiant clairement.

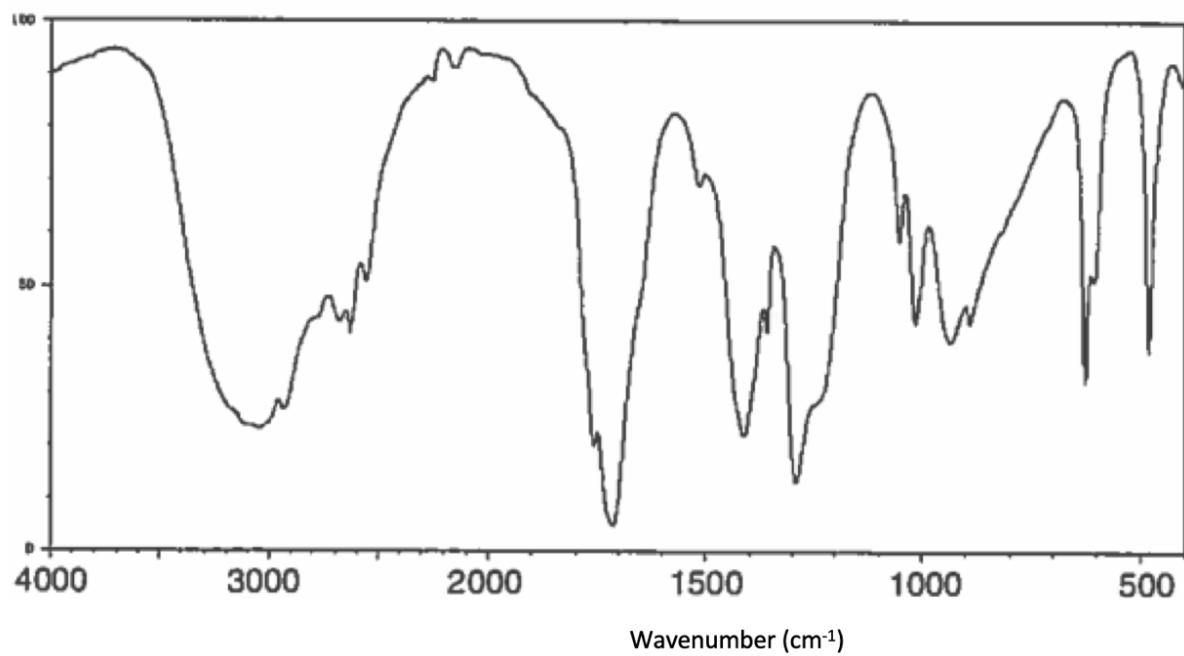
Données : Bandes d'absorption en spectroscopie IR :

| Liaison                            | C-C         | C=O         | O-H (acide carboxylique) | C-H         | O-H (alcool) |
|------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------|
| Nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ ) | 1000 - 1250 | 1700 - 1800 | 2500 - 3200              | 2800 - 3000 | 3200 - 3700  |

Récipient A



Récipient B



Récipient C

