

Bac Métropole 2021 EXERCICE 1 L'AQUARIUM RÉCIFAL (10 points)
CORRECTION © <http://labolycee.org>

Depuis décembre 2019, le Parc Zoologique de Paris accueille un requin bambou. Il vit dans un aquarium qui cherche à reproduire l'environnement naturel de cette espèce.

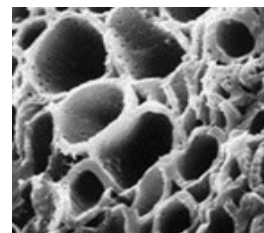


Aquarium récifal MHN- F.-G. Grandin

Cet aquarium, dit récifal, est un bac marin destiné à héberger un écosystème très riche : coraux, crustacés et nombreux poissons tous originaires des eaux peu profondes des côtes de Madagascar. Cet écosystème est complexe et fragile. Plusieurs paramètres sont à contrôler pour maintenir l'équilibre du milieu et assurer le bien-être des différentes espèces vivantes qui y cohabitent.

1. Prévention des 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 ($C_{16}H_{18}N_3S$) est un colorant faiblement biodégradable, de couleur bleue foncée. L'excès de bleu de méthylène est éliminé par des « filtres » à charbon actif.



Vue au microscope électronique des pores d'un grain de charbon actif

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, à $\lambda = 650$ nm, 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.

1.1. Justifier l'intérêt de l'étape de filtration.

(0,5 pt) Le charbon actif se présente sous la forme d'une poudre noire qui pourrait absorber une partie de la lumière et donc fausser le dosage par mesure d'absorbance.

Pour les questions suivantes, le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

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

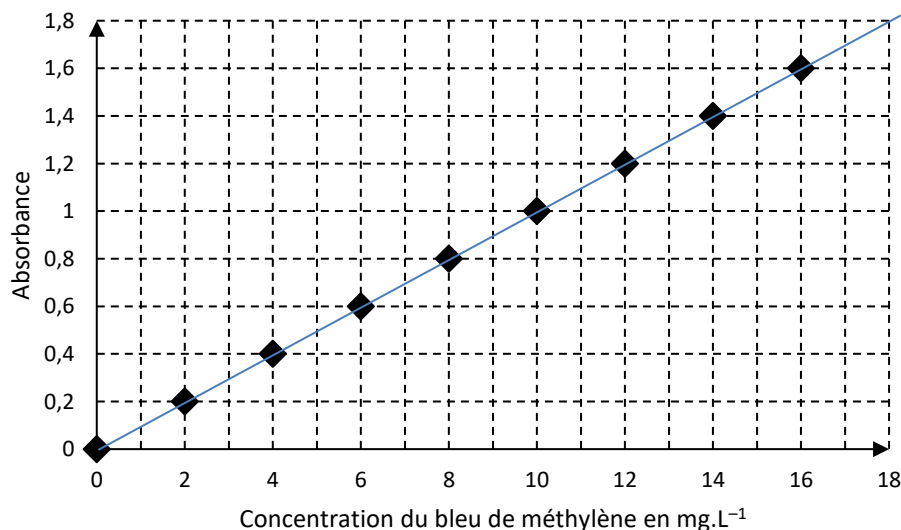


Figure 3. Absorbance en fonction de la concentration en bleu de méthylène, à $\lambda = 650$ nm

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 $A_{\text{traitée}} = 0,2$.

1.2. Montrer que la masse m_a de colorant adsorbée par gramme de charbon actif est voisine de 7 mg.

(1 pt) Sur la figure 3, on trace la droite moyenne passant au plus près de tous les points.

On lit la concentration avant traitement 15 mg.L^{-1} et après traitement 2 mg.L^{-1} .

Pour $100,0 \text{ mg} = 0,1000 \text{ g}$ de charbon actif, la concentration en masse a diminué de 13 mg.L^{-1} .

On cherche la masse de bleu de méthylène ainsi adsorbée.

$$m = c_m \cdot V$$

$$m = 13 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-3} = 6,5 \times 10^{-4} \text{ g}$$

Pour un gramme de charbon actif, la masse adsorbée serait 10 fois plus grande, soit $6,5 \times 10^{-3} \text{ g}$ ce qui correspond effectivement à environ 7 mg.

1.3. Sachant qu'un traitement préventif de l'aquarium, de volume $V = 8\,000 \text{ L}$, nécessite 1 à 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 récifal. Commenter.

(0,5 pt) Masse maximale de bleu de méthylène à éliminer $m = 8000 \times 2 = 16\,000 \text{ mg} = 16 \text{ g}$

1 g de charbon actif permet d'éliminer 7 mg de bleu de méthylène.

m_c g ? est nécessaire pour éliminer 16000 mg.

$$\text{Par proportionnalité } m_c = \frac{16000}{7} = 2,3 \times 10^3 \text{ g} = 2,3 \text{ kg.}$$

Cette masse semble assez élevée, mais on peut imaginer que le charbon soit stocké dans un filtre et cette masse correspond à un aquarium de gros volume.