

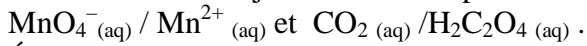


## Evaluation 2

### Exercice 1 : SUIVI SPECTROPHOTOMÉTRIQUE / 7pts

On étudie la réaction d'oxydation de l'acide oxalique  $\text{HOOC-COOH}$  (solution incolore) par l'ion permanganate  $\text{MnO}_4^-$  (aq) en milieu acide (solution de couleur violette).

1. La réaction met en jeu les deux couples suivants:



Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction de ces deux couples, puis l'équation de la réaction entre les ions permanganate et l'acide oxalique.

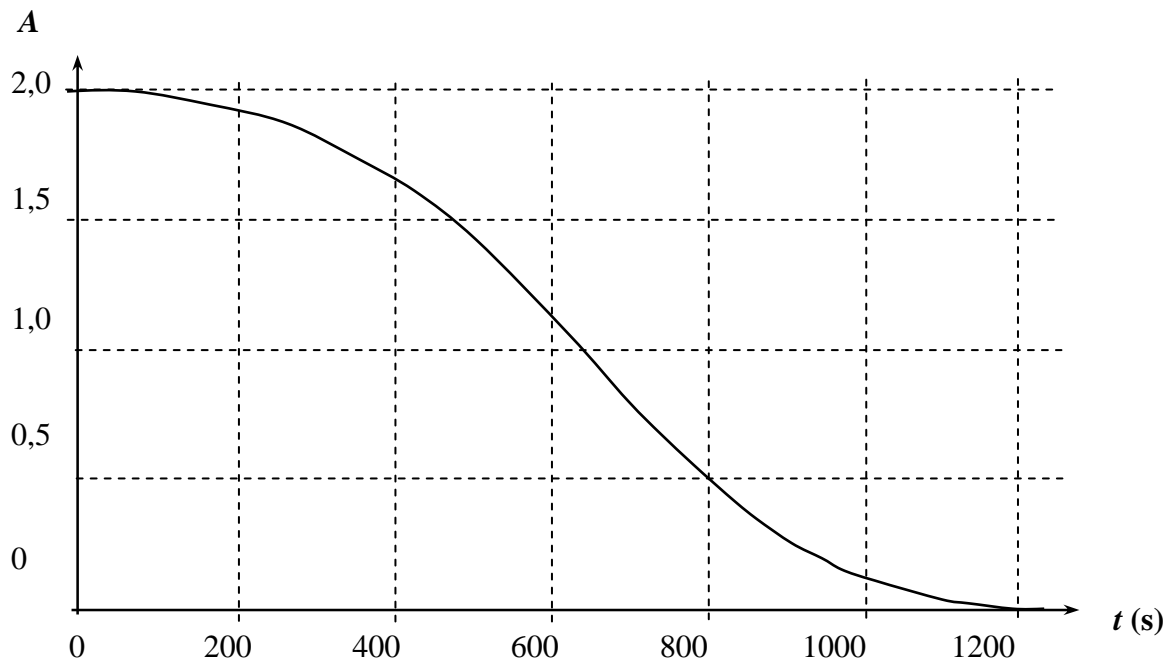
Le suivi de la réaction est réalisé par un enregistrement spectrophotométrique.

La transformation chimique supposée totale étant lente, on peut suivre son évolution par spectrophotométrie. On mesure l'absorbance  $A$  du mélange réactionnel placé dans la cuve du spectrophotomètre.

Dans les conditions de l'expérience, la concentration des ions permanganate est proportionnelle à la valeur de l'absorbance  $A$  mesurée (**courbe 1**). L'avancement maximal est obtenu pour  $20 \mu\text{mol}$ . L'absorbance  $A(t)$  et l'avancement de la réaction  $x(t)$  sont reliés par la relation:

$$x(t) = (2 \times 10^{-5} - A(t) \times 10^{-5}) \text{ mol}.$$

- Définir le temps de demi-réaction.
- Déterminer à partir du graphique la valeur de  $t_{1/2}$ . Justifier le résultat par la construction graphique.
- Définir la vitesse volumique de réaction en fonction de  $A(t)$ .
- Expliquer comment déterminer la vitesse volumique de réaction à partir du graphique  $A=f(t)$ . Indiquer comment évolue cette vitesse volumique de réaction.



**Courbe 1. Absorbance en fonction du temps:  $A = f(t)$**

**VALLÉE D'ASPE.** Le portrait de la personne non identifiée découverte en août 2004 se précise

## Ossements d'Etsaut : c'est un homme

■ Dans le cadre de l'enquête diligentée par la brigade des recherches d'Oloron après la découverte d'ossements humains, le 11 août 2004, dans les gorges de Sescoue, en contrebas du GR 10, à Etsaut, la gendarmerie est désormais en mesure de donner un signalement précis de la victime. Les examens pratiqués ont mis en évidence qu'il s'agissait d'un homme âgé au décès de 33 à 43 ans et dont la taille se situerait entre 1 m 66 et 1 m 74. Il chaussait du 42 et son maxillaire inférieur témoigne de soins dentaires par la présence d'amalgames.

Par ailleurs, des objets découverts près de ces ossements pourraient faciliter l'identification. Il y avait notamment une paire de chaussures de randonnée de marque Hitec (commercialisées à

### I - Étude du carbone 14

Dans la nature le carbone existe sous forme de deux noyaux isotopes,  $^{12}_6\text{C}$  et  $^{14}_6\text{C}$ .

Dans la haute atmosphère, un neutron formé par l'action de rayons cosmiques bombarde un noyau d'azote 14 ( $^{14}_7\text{N}$ ) qui se transforme en carbone 14 ( $^{14}_6\text{C}$ ) radioactif  $\beta^-$  avec émission d'une autre particule.

1. Écrire l'équation de la désintégration  $\beta^-$  du carbone 14. Indiquer les lois de conservation utilisées pour écrire cette équation.
2. Le temps de demi-vie  $t_{1/2}$  du carbone 14 est de 5570 ans. Qu'appelle-t-on temps de demi-vie ?
3. On appelle  $N_0$  le nombre de noyaux radioactifs dans un échantillon à un instant pris comme origine des temps.

a) Exprimer en fonction de  $N_0$  le nombre de noyaux  $N$  de carbone 14 restant aux instants  $t_{1/2}$ ,  $2 t_{1/2}$ ,  $3 t_{1/2}$ ,  $4 t_{1/2}$  et  $5 t_{1/2}$ .

b) Reporter sur une feuille de papier millimétré le nombre  $N$  de noyaux radioactifs aux instants précédents.

Tracer sommairement l'allure de la courbe traduisant l'évolution du nombre de noyaux radioactifs en fonction du temps.

Échelle : en abscisse  $t_{1/2}$  est représenté par 2 cm ; en ordonnée  $N_0$  est représenté par 10 cm.

4. L'équation correspondant à la représentation graphique est de la forme :  $N(t) = N_0 e^{-\lambda \cdot t}$

a) **Établir** la relation entre le temps de demi-vie et la constante radioactive  $\lambda$ .

b) Calculer la valeur de la constante radioactive.

### II - Application à la datation :

Tant que la matière est vivante, les échanges de l'organisme animal ou végétal impliquant le dioxyde de carbone atmosphérique font que le rapport  $N(^{14}_6\text{C}) / N(^{12}_6\text{C})$  est constant.

A la mort de l'être vivant, la fin de ces échanges entraîne la décroissance de ce rapport.

Les résultats de l'analyse de 2 ossements trouvés au même endroit (Gorges de Sescoue) par la méthode du carbone 14 sont consignés dans le tableau suivant :

Nature des échantillons sélectionnés	$N / N_0$
Ossements 1	$1,64 \times 10^{-2}$
Ossements 2	$1,87 \times 10^{-2}$

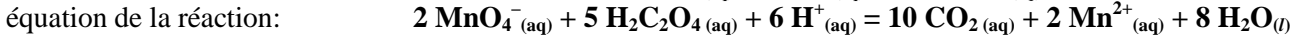
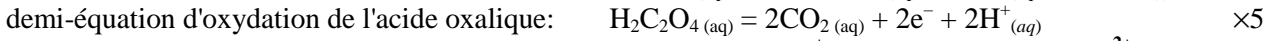
1. A partir du résultat concernant les ossements 1, calculer l'âge de ses ossements.
2. Les ossements peuvent-ils venir de la même personne ?



## Correction de l'évaluation 2

### Exercice 1

1. Réaction d'oxydoréduction



2. Le temps de demi-réaction est le temps nécessaire pour que l'avancement soit de moitié :

$$x = \frac{X_{\text{max}}}{2} = 10 \mu\text{mol} \text{ ce qui correspond à } A(t) = 1$$

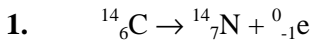
3. Par lecture graphique, on relève  $t_{1/2} = 640 \text{ s}$

4. Par définition :  $v(t) = d \frac{x(t)/V}{dt}$  et comme  $x(t) = (2 \times 10^{-5} - A(t) \times 10^{-5}) \text{ mol}$  on a  $v(t) = - \frac{10^{-5}}{V} \cdot \frac{dA}{dt}$

5. Pour déterminer la vitesse, on utilise la formule précédente. Le terme  $dA/dt$  correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe. Dans ce cas, la vitesse qui est lente au début augmente pour passer par un maximum (620s) puis diminue pour arriver à une valeur nulle à la fin de la réaction.

### Exercice 2

#### I. Étude du carbone 14 :

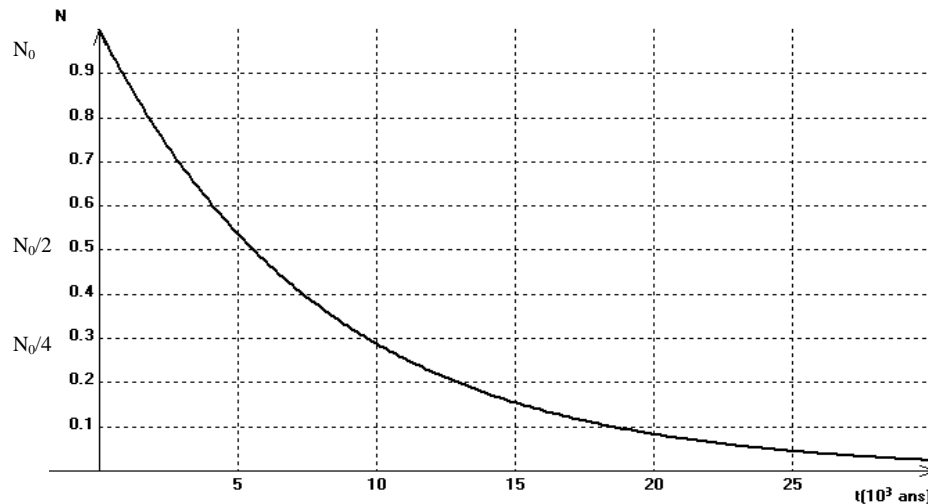


On utilise la loi de conservation de la charge (Z) et de la conservation du nombre de nucléons (A).

2. Temps de demi-vie : durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs initialement présents se sont désintégrés.

3.a.  $N(t_{1/2}) = N_0/2 \quad N(2t_{1/2}) = N_0/4 \quad N(3t_{1/2}) = N_0/8 \quad N(4t_{1/2}) = N_0/16 \quad N(5t_{1/2}) = N_0/32$

3.b.



4.a.  $N(t_{1/2}) = N_0/2 = N_0 e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$

soit  $1/2 = e^{-\lambda \cdot t_{1/2}} \quad \ln(1/2) = \ln(e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}) \quad \ln 1 - \ln 2 = -\lambda \cdot t_{1/2} \quad t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

4.b.  $\lambda = \ln 2 / t_{1/2} = \frac{\ln 2}{(5570 \times 3600 \times 24 \times 365,25)} = 3,943 \cdot 10^{-12} \text{ s}^{-1}$  ou  $\lambda = \frac{\ln 2}{5570} = 1,244 \cdot 10^{-4} \text{ an}^{-1}$

#### II. Application à la datation :

1.  $N / N_0 = e^{-\lambda \cdot t} \quad \ln(N/N_0) = -\lambda \cdot t \quad t = -\ln(N/N_0) / \lambda$

Pour les ossements 1  $t_1 = - \frac{\ln \frac{N}{N_0}}{\frac{\ln 2}{t_{1/2}}} = - \left( \ln \frac{N}{N_0} \right) \times \frac{t_{1/2}}{\ln 2} = - (\ln 1,64 \times 10^{-2}) \times \frac{5570}{\ln 2} = 33,0 \cdot 10^3 \text{ ans}$

2. Pour les ossements 2 on obtient, par un calcul analogue un âge  $t_2 = 32,0 \cdot 10^3 \text{ ans}$

Les ossements ne sont pas les mêmes !