

Mot
clé

TRACEURS CHIMIQUES



► Comment suivre le mouvement des eaux de notre planète ?

Pour compléter leurs connaissances sur le climat, les géologues ont besoin de pouvoir suivre les mouvements des eaux sur la planète. Un indicateur permettant de suivre le mouvement d'une masse d'eau est un traceur. Pour les grandes masses d'eau l'usage est d'utiliser des espèces chimiques radioactives naturellement présentes en solution. Pour le mouvement des petits cours d'eau, les géologues utilisent des **traceurs chimiques** qui y sont ajoutés artificiellement.

DÉFINITIONS

Un **traceur chimique** est une espèce naturellement présente dans un milieu, ou introduite par l'homme, permettant d'étudier les mouvements d'un fluide. Par exemple, la fluorescéine ou la rhodamine sont des traceurs chimiques utilisés pour suivre le trajet de l'eau dans le sol.

Voir
Exercices
4 p 44

Point méthode

Calculer un facteur de dilution

Le facteur de dilution est un nombre, **toujours supérieur à 1**, dont l'utilisation simplifie les calculs de concentration lors de la dilution d'une solution pour obtenir diverses solutions filles. Il relie leur concentration ainsi :

$$C_{\text{mère}} = F \times C_{\text{fille}}$$

Il relie aussi les volumes $V_{\text{mère}}$ de solution prélevée et V_{fille} de solution obtenue grâce à la relation :

$$V_{\text{fille}} = F \times V_{\text{mère}}$$

Choisir de la verrerie pour réaliser une dilution

Pour réaliser une dilution d'un facteur F , il faut chercher si, parmi la verrerie jaugée, il existe des fioles et des pipettes dont le rapport des volumes soit égal à F . Si c'est le cas la solution mère sera prélevée à la pipette et la fille sera préparée dans la fiole.

S'il n'y a pas de tels volumes disponibles, il faut choisir une fiole pour la solution fille et calculer le volume de solution mère à prélever qui sera alors ajouté avec une burette ou une pipette graduée.

Activité expérimentale

1 Traçage d'un cours d'eau à la fluorescéine

OBJECTIF

Comprendre le phénomène de fluorescence et la notion de limite de détection.

1 Étude de la fluorescéine

La fluorescéine est un traceur chimique utilisé en hydrologie permettant de suivre et d'étudier le tracé d'un cours d'eau (Fig. 2). La lumière qu'elle émet lors du phénomène de fluorescence permet, après amplification, de la repérer même si elle a subi une forte dilution.

De la même manière qu'un atome, une molécule est capable d'absorber un photon (radiation lumineuse) lui permettant ainsi de passer d'un niveau d'énergie fondamental E_0 vers un niveau d'énergie excité E_2 .

L'électron redescend ensuite sur le niveau E_1 avec un transfert thermique et, enfin, il retourne au niveau fondamental en émettant un photon (Fig. 1). Celui-ci correspond à la lumière émise par fluorescence. Ce photon se détecte facilement.

La fluorescéine absorbe les radiations lumineuses de longueur d'onde $\lambda_{Amax} = 500 \text{ nm}$. La lumière émise par fluorescence est de longueur d'onde $\lambda_{Emax} = 540 \text{ nm}$.

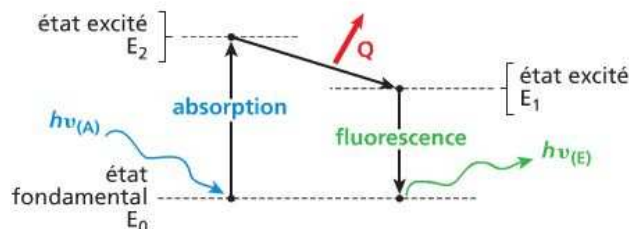


Fig. 1 Interprétation microscopique du phénomène de fluorescence moléculaire.

- Calculer l'énergie absorbée E_A par une molécule lors de son excitation.
- Calculer l'énergie E_E émise par fluorescence.
- En déduire l'énergie thermique Q libérée par $m = 1,0 \text{ kg}$ de solution aqueuse de concentration $c = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ de fluorescéine.
- Calculer la variation de température ΔT produite par la dissipation de l'énergie thermique Q

sachant que $Q = m \cdot c_m \cdot \Delta T$. La capacité calorifique de l'eau est $c_m = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

2 Détection de la fluorescéine lors du traçage d'un cours d'eau

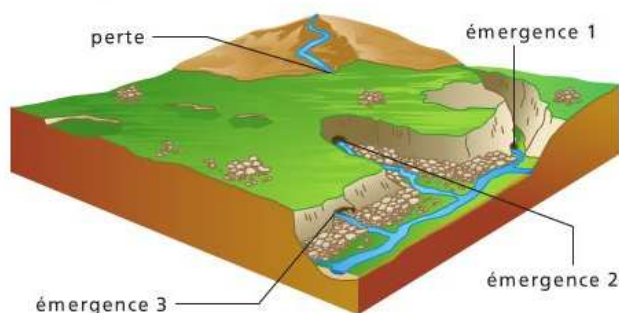


Fig. 2 Terrain montrant une perte et plusieurs émergences.

Lorsqu'un cours d'eau disparaît sous terre (perte), il est important de déterminer les points d'eau (émergences) qui sont reliés à la source initiale pour cartographier

les eaux souterraines (Fig. 2). Pour cela, les hydrologues introduisent de la fluorescéine dans la perte et vérifient sa présence ou non aux différentes émergences. Sur le terrain le débit d'eau est tel que le traceur chimique se trouve dilué. Pour détecter la fluorescéine malgré tout, l'eau traverse des échantillons de charbon actif qui sont analysés en laboratoire.

PROTOCOLE

Concentration limite de la fluorescéine

- À partir d'une solution de fluorescéine de concentration $c_0 = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$, procéder à 4 dilutions successives de facteur de dilution 4. **Méthode p. 15**
- Conserver chaque solution dans un bécher numéroté de 1 à 4 de la plus concentrée à la plus diluée.
- Introduire dans des tubes à essais, numérotés de 1 à 4, 2 mL de chaque solution pour créer une échelle de teintes.
- Passer le tube à essai 1 sous lampe UV et observer la fluorescence.

Analyse du charbon actif

- Dans un papier filtre plissé, introduire une spatule de charbon actif. Filtrer le contenu du bécher n°4, contenant la solution la plus diluée.
- Introduire, dans un tube à essai noté F_1 , 2 mL du filtrat.
- Ajuster l'entonnoir et le papier filtre usagé au dessus d'un tube à essai noté F_2 .
- Rincer le charbon actif en versant, à l'aide d'un compte gouttes, 3 mL d'une solution alcoolique d'hydroxyde de potassium à $0,3 \text{ mol.L}^{-1}$.
- Comparer ce second filtrat à la solution initiale.
- Passer le filtrat F_2 sous lampe à UV et observer.

- Déduire de l'expérience la concentration limite de perception visuelle de la fluorescéine.
- Préciser où se trouve la fluorescéine avant et après la première filtration.
- Justifier l'utilisation d'une solution alcoolique pour laver le charbon actif.
- Comparer la coloration du filtrat et celle de la solution initiale.

Données :

Solvant	Eau	Éthanol absolu
Solubilité de la fluorescéine	Assez soluble	Très soluble

Matériel

Prof :

- Solution de fluorescéine à $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ (1000mL)
376,2 g/mol , il faudrait mettre 0,038 g de fluorescéine pour 1 L de solution (impossible).
Faire une solution à 0,38g/L et diluer 10 fois.
- Eau distillée
- Lampe UV
- Charbon actif + spatule
- Solution alcoolique d'hydroxyde de potassium à 0,3 mol/L (10 mL par groupes)
- 1 petit becher + un compte gouttes

Eleves : (8 groupes)

Matériel à déposer sur la paillasse élève si possible

- Pipettes de 10mL et 25mL
- Pipettes 2 mL
- Propipettes
- Pissettes
- 2 fioles de 100 mL
- Agitateur en verre
- Pince pour prendre les tubes à essais
- 8 tubes à essais avec porte tubes
- 7 petits becher
- Un crayon feutre pour écrire sur les bechers
- Papier filtre
- Entonnoir pour filtration avec support.