La communication chez les animaux et les végétaux

Bac S 2012 Métropole rattrapage (ancien programme) · Exercice 1 **6,5 points** **Durée conseillée 1 h 25**

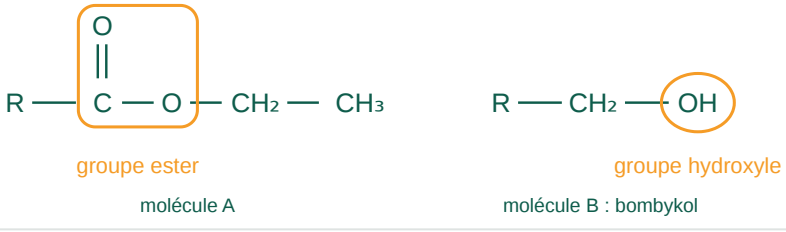
1.1.1 Recopier les formules des molécules A et B, entourer les groupes caractéristiques et les nommer.

Molécule A : le groupe $-COO-$ relié à deux chaînes carbonées est le groupe **ester**.

Molécule B (bombykol) : le groupe $-OH$ porté par un carbone tétragonal est le groupe **hydroxyle** ; B est un alcool (primaire).

A : groupe ester $-COO-$ (famille des esters) ; B : groupe hydroxyle $-OH$ (famille des alcools).

PIÈGE
Entourer seulement $C{=}O$ dans A : le groupe ester comprend le carbone, les deux atomes d'oxygène et leurs liaisons.



1.1.1 · Molécules A et B : groupes caractéristiques entourés

1.1.2 Écrire l'équation de l'hydrolyse basique de la molécule A par une solution d'hydroxyde de sodium.

L'hydrolyse basique (saponification) de l'ester donne l'ion carboxylate et l'alcool :

$$R{-}COO{-}CH_2{-}CH_3 + HO^- \longrightarrow R{-}COO^- + CH_3{-}CH_2{-}OH$$

Les ions Na^+, spectateurs, n'apparaissent pas dans l'équation.

$R{-}COO{-}C_2H_5 + HO^- \longrightarrow R{-}COO^- + C_2H_5OH$

PIÈGE
Écrire l'acide $R{-}COOH$ comme produit : en milieu basique, il est sous forme d'ion carboxylate $R{-}COO^-$.

1.1.3 Citer une propriété caractéristique de cette réaction.

L'hydrolyse basique (saponification) est une réaction **totale** (et lente à température ambiante).

COMPRENDRE
Elle est totale parce que l'ion carboxylate formé ne réagit pas avec l'alcool : la réaction inverse n'a pas lieu, contrairement à l'hydrolyse acide de l'ester.

1.1.4 La synthèse du bombykol pourrait-elle s'effectuer par hydrolyse basique chez le bombyx du mûrier ? Justifier.

L'hydrolyse basique de A donne l'ion carboxylate $R{-}COO^-$ et l'éthanol $CH_3{-}CH_2{-}OH$.

Aucun de ces produits n'est le bombykol $R{-}CH_2{-}OH$: dans le bombykol, l'atome de carbone lié à R porte deux atomes d'hydrogène et un seul atome d'oxygène, alors que dans l'ion carboxylate il est lié à deux atomes d'oxygène.

Non : l'hydrolyse basique de A produit un ion carboxylate et de l'éthanol, pas le bombykol.

COMPRENDRE
Passer du groupe $-COO-$ au groupe $-CH_2{-}OH$ demande de diminuer le nombre de liaisons carbone-oxygène : c'est une réduction, pas une hydrolyse.

1.2.1 Un insecte émet une masse de phéromone C égale à 22,4 ng. Calculer la quantité de matière correspondante, puis le nombre de molécules émises.

Données utiles $m = 22{,}4$ ng ; $M = 224\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$

Quantité de matière : $n = \dfrac{m}{M} = \dfrac{22{,}4 \times 10^{-9}}{224} = 1{,}00 \times 10^{-10}$ mol

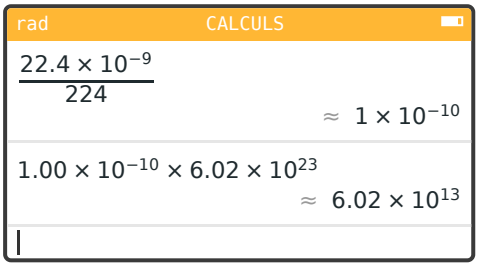
Nombre de molécules : $N = n \times N_A = 1{,}00 \times 10^{-10} \times 6{,}02 \times 10^{23} = 6{,}02 \times 10^{13}$

$n = 1{,}00 \times 10^{-10}$ mol ; $N = 6{,}02 \times 10^{13}$ molécules

PIÈGE
Convertir les nanogrammes en grammes : $1\ \text{ng} = 10^{-9}$ g, et M est en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

COMPRENDRE
Les données ont trois chiffres significatifs ($22{,}4$; 224 ; $6{,}02$) : les résultats en gardent trois.

À LA CALCULATRICE



1.2.2 Un congénère proche reçoit au moins une molécule sur un milliard émises. Peut-il détecter la phéromone ? Justifier.

Données utiles $N = 6{,}02 \times 10^{13}$ (1.2.1) ; seuil de détection : 10 molécules

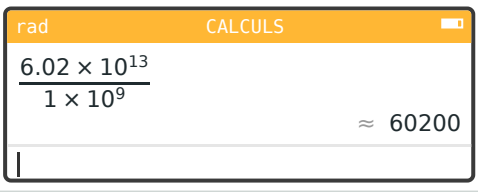
Nombre de molécules reçues : $N' = \dfrac{N}{10^9} = \dfrac{6{,}02 \times 10^{13}}{10^9} = 6{,}02 \times 10^4$ molécules.

$6{,}02 \times 10^4$ est très supérieur aux 10 molécules nécessaires à la détection.

$N' = 6{,}02 \times 10^4 > 10$: le congénère détecte la phéromone.

MÉTHODE
Pour justifier oui ou non, comparer explicitement deux nombres de même nature : ici le nombre de molécules reçues et le seuil de 10 molécules.

À LA CALCULATRICE



1.2.3 a. Formule semi-développée et nom de l'acide carboxylique utilisé pour synthétiser C par estérification. b. Comment augmenter la vitesse de cette réaction ? c. Réactif remplaçant l'acide pour un meilleur rendement : nom et formule.

a. La phéromone C est un ester $CH_3-COO-(CH_2)_6-CH=CH-CH=CH-CH_2-CH_3$. La partie CH_3-CO^- provient de l'acide, la partie $-O-(CH_2)_6-CH=CH-CH=CH-CH_2-CH_3$ de l'alcool.

$$CH_3-COOH$$

L'acide est l'**acide éthanoïque** (acide acétique).

b. On augmente la vitesse en **chauffant** le mélange (chauffage à reflux) et en ajoutant un **catalyseur**, par exemple quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

c. On remplace l'acide éthanoïque par l'**anhydride éthanoïque** : la réaction avec l'alcool est alors totale.

$$CH_3-CO-O-CO-CH_3$$

a. acide éthanoïque CH_3-COOH ; b. chauffage et catalyseur (H_2SO_4) ; c. anhydride éthanoïque $CH_3-CO-O-CO-CH_3$

PIÈGE
Se tromper de côté : dans l'ester, le côté $C=O$ vient de l'acide. Ici l'acide n'a que deux atomes de carbone.

COMPRENDRE
Chauffage et catalyseur accélèrent la réaction sans changer le rendement : l'estérification reste limitée. Seul le changement de réactif (anhydride) rend la transformation totale.

2.1 Donner la définition d'une onde mécanique.

Une onde mécanique est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel, sans transport de matière mais avec transport d'énergie.

2.2 Citer les mots du texte associés à « milieu matériel » et à « sans transport de matière ».

« Milieu matériel » : « les particules d'air ambiant », « se propage dans l'air ».

« Sans transport de matière » : « se propage ensuite de proche en proche », « de particule en particule » : chaque particule d'air vibre sur place et transmet la perturbation à sa voisine.

milieu matériel : « particules d'air ambiant » ; sans transport de matière : « de proche en proche », « de particule en particule ».

2.3 Donner la définition du terme « longitudinale » pour une onde.

Une onde est longitudinale lorsque la direction de la perturbation (déplacement des points du milieu) est **parallèle** à la direction de propagation de l'onde.

COMPRENDRE
Pour une onde transversale, la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation (corde, surface de l'eau). Le son dans l'air est longitudinal : compressions et dilatations le long de la propagation.

2.4 Exprimer le retard Δt de l'écho sur un papillon situé à la distance d en fonction de d et v, puis vérifier que $\Delta t = 10{,}0$ ms.

Données utiles $v = 340\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; $d = 1{,}70$ m

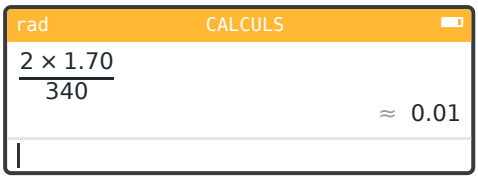
Le signal fait l'aller jusqu'au papillon puis le retour : il parcourt la distance $2d$ à la célérité v.

$$\Delta t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 1{,}70}{340} = 1{,}00 \times 10^{-2}\ \text{s}$$

$\Delta t = 10{,}0$ ms, valeur attendue : 10,0 ms

PIÈGE
Oublier le facteur 2 de l'aller-retour donne 5,00 ms.

À LA CALCULATRICE



2.5 Choisir, sans calcul, la durée $\Delta t''$ de l'aller-retour à 0 °C parmi 9,60 ms ; 9,80 ms ; 10,3 ms.

La célérité est une fonction croissante de la température : à 0 °C, elle est plus faible qu'à 20 °C, donc $v'' < 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Pour la même distance $2d$, $\Delta t'' = \dfrac{2d}{v''}$ est donc plus grand qu'à 20 °C : $\Delta t'' > 10{,}0$ ms. (On vérifie la tendance : à 30 °C, v plus grande donne $\Delta t' = 9{,}71$ ms $< 10{,}0$ ms.)

$\Delta t'' = 10{,}3$ ms

MÉTHODE
« Justifier sans calcul » : raisonner sur le sens de variation. Δt est inversement proportionnel à v : quand v diminue, Δt augmente.

2.6 Donner la relation entre f, λ et v, puis calculer la longueur d'onde du signal à 20 °C.

Données utiles $f = 200$ kHz ; $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

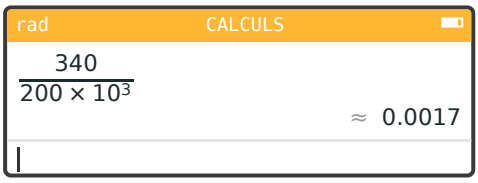
Relation : $v = \lambda \times f$, donc $\lambda = \dfrac{v}{f}$.

$$\lambda = \frac{340}{200 \times 10^3} = 1{,}70 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$\lambda = 1{,}70 \times 10^{-3}$ m $= 1{,}70$ mm

PIÈGE
Laisser f en kHz : on obtiendrait 1,70 m, mille fois trop.

À LA CALCULATRICE



3.1.1 Que peut-on déduire des expériences de diffraction sur la nature de la lumière ?

La diffraction est un phénomène caractéristique des ondes : la lumière a un comportement **ondulatoire**.

3.1.2 Citer le matériel nécessaire pour réaliser une expérience de diffraction de la lumière.

Une source de lumière monochromatique (laser), un obstacle de petite dimension (fente fine, fil fin ou petit trou) et un écran.

COMPRENDRE
La diffraction n'est bien visible que si la dimension de l'ouverture ou de l'obstacle est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde, voire plus petite.

3.2 Parmi les propositions a, b, c sur la propagation des ondes lumineuses (eau, air, vide), donner celle(s) qui est (sont) exacte(s).

La lumière est une onde électromagnétique : elle se propage dans les milieux transparents (eau, air) et n'a pas besoin de milieu matériel, elle se propage aussi dans le vide.

Les trois propositions a, b et c sont exactes.

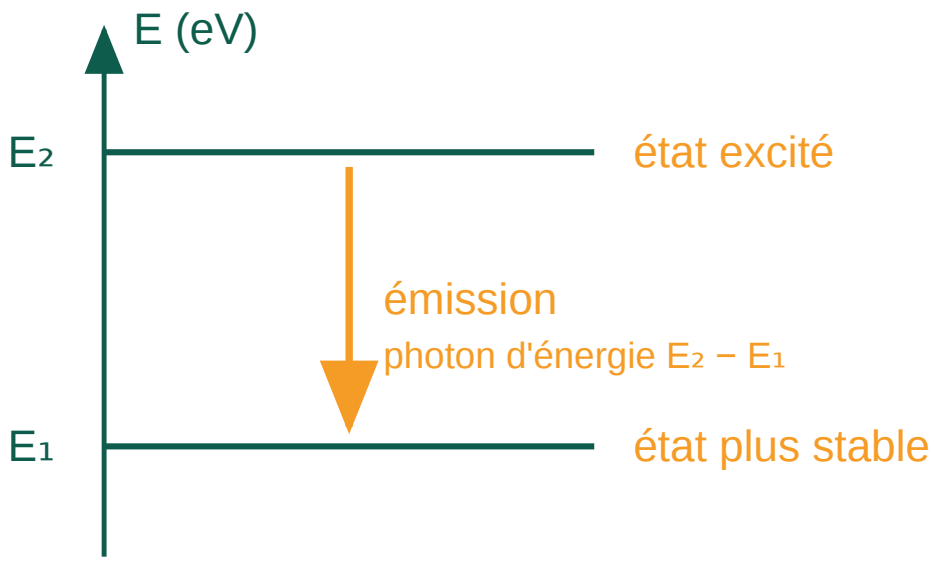
PIÈGE
Confondre avec le son : une onde mécanique ne se propage pas dans le vide, une onde électromagnétique si.

3.3.1 Reproduire et compléter le diagramme énergétique (état excité, état plus stable) et représenter par une flèche la transition correspondant à l'émission de lumière.

Le niveau E_2, le plus haut, est l'état excité ; le niveau E_1 est l'état plus stable.

Lors de l'émission, l'atome passe de E_2 à E_1 et cède l'énergie $E_2 - E_1$ sous forme d'un photon : la flèche va de E_2 vers E_1.

Flèche verticale descendante de E_2 (état excité) vers E_1 (état plus stable).



3.3.1 · Diagramme complété : émission d'un photon

3.3.2 Avec $\Delta E = E_2 - E_1 = 2{,}5$ eV, donner l'expression de la longueur d'onde λ de la radiation émise et la calculer.

Données utiles $\Delta E = 2{,}5$ eV ; $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ J · s ; $c = 3{,}0 \times 10^{8}$ m · s^{-1} ; 1 eV $= 1{,}6 \times 10^{-19}$ J

Le photon émis emporte l'énergie $\Delta E = h\nu = \dfrac{hc}{\lambda}$, donc $\lambda = \dfrac{hc}{\Delta E}$.

Conversion : $\Delta E = 2{,}5 \times 1{,}6 \times 10^{-19} = 4{,}0 \times 10^{-19}$ J.

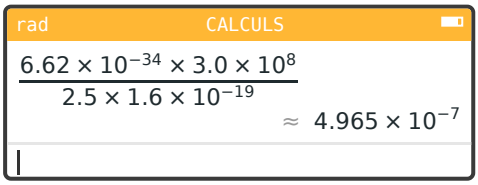
$$\lambda = \frac{6{,}62 \times 10^{-34} \times 3{,}0 \times 10^{8}}{4{,}0 \times 10^{-19}} = \frac{20 \times 10^{-26}}{4{,}0 \times 10^{-19}} = 5{,}0 \times 10^{-7}\ \text{m}$$

$\lambda = 5{,}0 \times 10^{-7}$ m $= 500$ nm

PIÈGE
Laisser ΔE en eV dans la formule : h est en J · s , l'énergie doit être en joules.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme c et ΔE. La radiation de 500 nm appartient au domaine visible (400 nm à 800 nm) : il y a bien luminescence.

À LA CALCULATRICE

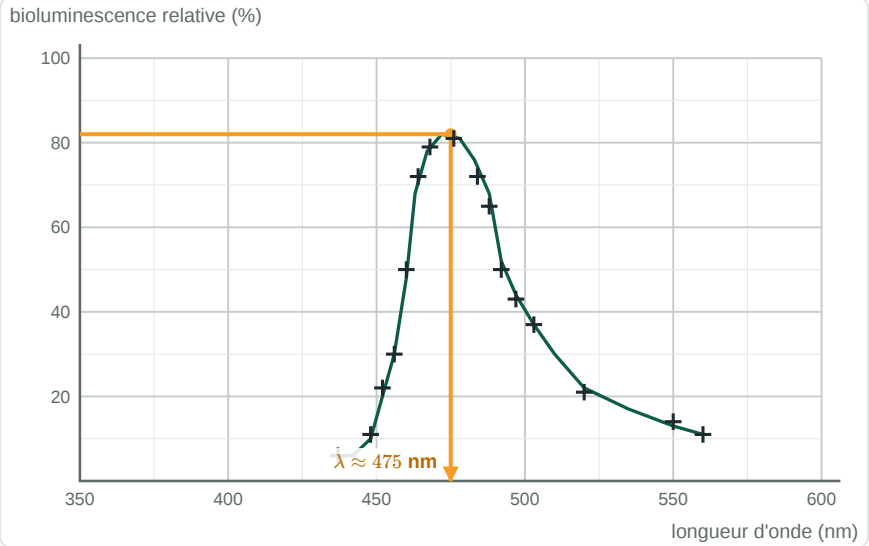


3.4 À l'aide du spectre d'émission (figure 2), indiquer si la couleur majoritairement perçue est plutôt violet, rouge ou bleu-vert.

Le maximum de la bioluminescence relative (environ 82 %) est obtenu pour $\lambda \approx 475$ nm. L'émission est concentrée entre 450 nm et 520 nm environ, domaine du bleu et du vert ; il n'y a pas d'émission dans le violet (vers 400 nm) ni dans le rouge (au-delà de 600 nm).

La lumière perçue est plutôt **bleu-vert** (maximum vers 475 nm).

COMPRENDRE
Ce résultat est cohérent avec la question 3.3.2 : une transition de 2,5 eV donne environ 500 nm, dans le bleu-vert.



3.4 · Figure 2 du sujet, avec la lecture du maximum d'émission