

Exercice 15 page 97**15**

La designer française Sandra Rey a créé en 2014 la start-up Glowee qui travaille actuellement sur l'implémentation d'un système d'éclairage 100% écologique dans le paysage urbain grâce à la bioluminescence.



La bioluminescence est un terme générique utilisé pour désigner l'émission de lumière par les organismes vivants. C'est au biologiste Raphaël Dubois que l'on doit la première explication de ce phénomène chez le lampyre ou ver luisant commun. Il montra que la lumière émise reposait sur la présence de deux molécules : la luciférase, une enzyme, et la luciférine, son substrat. Sous l'action du dioxygène, la luciférase va catalyser la réaction d'oxydation de la luciférine et produire de l'oxyluciférine qui sera dans un état d'énergie excitée. Ceci provoque alors l'émission d'un photon dont la lumière résultante est jaune-vert.

FIGURE 1 – Présentation de la bioluminescence

1. Expliquer le mécanisme de transition en jeu dans la bioluminescence.
2. Donner un intervalle pour la longueur d'onde des photons émis.
3. En déduire la différence d'énergie entre l'état fondamental de l'oxyluciférine et son état excité après l'oxydation de la luciférine.
4. Expliquer l'impact environnemental d'un tel projet en le comparant aux systèmes existant d'éclairage urbain.

FIGURE 2 – Énoncé des questions sur la bioluminescence

1. Mécanisme de transition en jeu dans la bioluminescence

La bioluminescence repose sur une réaction chimique impliquant la luciférine et l'enzyme luciférase. Lorsque la luciférine est oxydée par l'oxygène en présence de luciférase, un intermédiaire excité est formé : l'oxyluciférine dans un état excité. Cet état instable se désexcite en émettant un photon, produisant ainsi une émission lumineuse.

2. Intervalle pour la longueur d'onde des photons émis

La bioluminescence naturelle émet généralement des photons dans le spectre visible. Pour les organismes marins, la longueur d'onde typique est entre 450 nm et 550 nm, correspondant à une lumière bleu-vert, bien adaptée à la propagation sous l'eau.

3. Calcul de la différence d'énergie entre états

La différence d'énergie entre l'état fondamental et l'état excité peut être estimée par la relation de Planck :

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (1)$$

avec :

- $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ (constante de Planck),
- $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ (vitesse de la lumière),
- $\lambda \approx 500 \text{ nm} = 500 \times 10^{-9} \text{ m}$.

En appliquant ces valeurs :

$$E = \frac{(6.626 \times 10^{-34}) \times (3.00 \times 10^8)}{500 \times 10^{-9}} = 3.97 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (2)$$

Cette énergie correspond à environ 2.48 eV.

4. Impact environnemental du projet

L'éclairage bioluminescent représente une alternative écologique aux éclairages urbains classiques (LED, lampes à incandescence, etc.) car :

- Il ne consomme pas d'électricité, réduisant ainsi l'empreinte carbone.
- Il limite la pollution lumineuse, préservant les écosystèmes nocturnes.
- Son impact sur la biodiversité est moindre par rapport aux sources lumineuses artificielles.

Toutefois, des défis restent à relever, notamment en matière d'intensité lumineuse et de durée de fonctionnement pour rendre cette technologie viable à grande échelle.

Exercice 18 page 97

1. Schématisation du problème

Le schéma du problème est le suivant :

Le projecteur éclaire une surface rectangulaire de 0.2 m de large et 0.4 m de long à une distance de 2 m.

2. Définition de l'IRC et commentaire

L'Indice de Rendu des Couleurs (IRC) est une mesure de la capacité d'une source lumineuse à restituer fidèlement les couleurs des objets qu'elle éclaire, comparé à une source de lumière naturelle. L'IRC est noté sur une échelle de 0 à 100 :

- Un IRC proche de 100 indique une très bonne restitution des couleurs.
- Un IRC inférieur à 80 peut provoquer des distorsions de couleur perceptibles.

Dans cet exercice, le projecteur possède un IRC de 90, ce qui est une valeur élevée. Cela signifie que la lumière émise est de bonne qualité en termes de fidélité des couleurs.

3. Calcul du flux lumineux reçu par l'écran

Le flux lumineux Φ est donné par la relation entre l'éclairement E et la surface S éclairée :

$$\Phi = E \times S \quad (3)$$

Données :

- Eclairement à 2 m : $500 \text{ lux} = 500 \text{ lm/m}^2$
- Surface éclairée :

$$S = 0.2 \times 0.4 = 0.08 \text{ m}^2 \quad (4)$$

Calcul du flux lumineux :

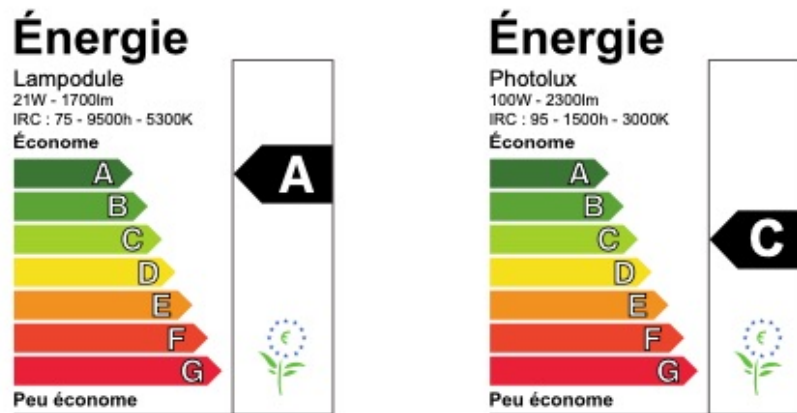
$$\Phi = 500 \times 0.08 = 40 \text{ lm} \quad (5)$$

Ainsi, le flux lumineux reçu par l'écran est de 40 lumens.

Exercice 20 page 97

20

En comparant les deux étiquettes d'ampoules ci-dessous, répondre aux questions suivantes.



1. Quelle ampoule produit le plus grand flux de lumière ?
2. Quelle ampoule possède le meilleur rendement énergétique ?
3. Quelle ampoule donne le meilleur rendu des couleurs ?
4. Quelle ampoule émet la teinte la plus chaude ?

FIGURE 3 – Comparaison des étiquettes d'ampoules

1. Quelle ampoule produit le plus grand flux de lumière ?

Le flux lumineux est donné en lumens (lm). D'après les étiquettes :

- L'ampoule Lampodule produit 1700 lm.
- L'ampoule Photolux produit 2300 lm.

L'ampoule **Photolux** produit donc le plus grand flux lumineux.

2. Quelle ampoule possède le meilleur rendement énergétique ?

Le rendement énergétique peut être estimé par le rapport $\frac{\Phi}{P}$ où Φ est le flux lumineux et P la puissance consommée :

— Lampodule : $\frac{1700}{21} \approx 81 \text{ lm/W}$

— Photolux : $\frac{2300}{100} = 23 \text{ lm/W}$

L'ampoule **Lampodule** a donc le meilleur rendement énergétique.

3. Quelle ampoule donne le meilleur rendu des couleurs ?

L'Indice de Rendu des Couleurs (IRC) est un indicateur de la fidélité des couleurs sous une source lumineuse :

— Lampodule : IRC = 75

— Photolux : IRC = 95

L'ampoule **Photolux** donne le meilleur rendu des couleurs.

4. Quelle ampoule émet la teinte la plus chaude ?

La température de couleur est donnée en Kelvin (K). Plus cette valeur est basse, plus la lumière est chaude (teinte jaunâtre) :

— Lampodule : 5300K (plus froid)

— Photolux : 3000K (plus chaud)

L'ampoule **Photolux** émet donc la teinte la plus chaude.