

# Ondes électromagnétiques et spectre

Durée : 55 min

Barème : / 20 points

Barème : 1 point par question, soit 4 points par exercice

Unités : réponse sans unité = 0,5 point retiré

## 1 Le spectre électromagnétique (exploitation d'un tableau)

/ 4 pts

- a. 950 nm : infrarouge ; 12 cm : micro-ondes ; 0,05 nm : rayons X ; 320 nm : ultraviolet ; 589 nm : visible (jaune).
- b. Ce sont toutes des ondes électromagnétiques : même vitesse  $c = 300\,000\text{ km/s}$  dans le vide, où elles se propagent sans support. Le son est une onde mécanique : il a besoin de matière et ne se propage pas dans le vide.
- c. Les rayons X :  $f = c / \lambda$ , donc la fréquence est la plus grande pour la longueur d'onde la plus petite.
- d. Traverser un obstacle ne dépend pas de la puissance. Le danger vient de l'énergie transportée, qui croît avec la fréquence : les rayons X (haute fréquence) sont ionisants, les ondes radio (basse fréquence) ne le sont pas.

**Repère** — un seul classement à retenir, radio  $\rightarrow$  micro-ondes  $\rightarrow$  IR  $\rightarrow$  visible  $\rightarrow$  UV  $\rightarrow$  X  $\rightarrow$  gamma : la longueur d'onde diminue, la fréquence et l'énergie augmentent.

## 2 Le prisme (démarche expérimentale)

/ 4 pts

- a. Une bande continue de couleurs, du rouge au violet : le spectre. C'est la dispersion : la lumière blanche est polychromatique, mélange de toutes les couleurs.
- b. Le violet, car il est le plus ralenti dans le verre, donc le plus réfracté. Avec le laser : un seul point rouge, dévié mais non étalé (lumière monochromatique).
- c. Une seule tache jaune : le filtre absorbe toutes les autres couleurs et ne laisse passer que le jaune.
- d.  $650\text{ nm} = 6,5 \times 10^{-7}\text{ m}$  ;  $f = 3,00 \times 10^8 / 6,5 \times 10^{-7} \approx 4,6 \times 10^{14}\text{ Hz}$ . Le bleu (450 nm) a une fréquence plus élevée ( $6,7 \times 10^{14}\text{ Hz}$ ), donc plus d'énergie.

**Le point clé** — un prisme ne colore pas la lumière : il sépare des couleurs déjà présentes ; un filtre, lui, en retire.

## 3 Distances dans l'espace (calculs)

/ 4 pts

- a.  $t = 1,496 \times 10^8 / 3 \times 10^5 \approx 499\text{ s} \approx 8\text{ min } 19\text{ s}$ .
- b.  $1\text{ al} = 3 \times 10^5 \times 3,156 \times 10^7 \approx 9,47 \times 10^{12}\text{ km}$  (environ 9 500 milliards de km).
- c.  $8,6 \times 9,47 \times 10^{12} \approx 8,1 \times 10^{13}\text{ km}$ . Cette lumière est partie il y a 8,6 ans.
- d.  $t = 2,4 \times 10^{10} / 3 \times 10^5 = 80\,000\text{ s} \approx 22\text{ h } 13\text{ min}$ . Ondes radio et lumière sont des ondes électromagnétiques : même vitesse  $c$  dans le vide.

**Erreur fréquente** — mélanger km et m, ou minutes et secondes : avec  $c = 300\,000\text{ km/s}$  on prend des distances en km et on obtient des secondes.

## 4 Ultraviolets et protection solaire (lecture d'un tableau)

/ 4 pts

- a.  $300\text{ nm} = 3,0 \times 10^{-7}\text{ m}$  ;  $f = 3,00 \times 10^8 / 3,0 \times 10^{-7} = 1,0 \times 10^{15}\text{ Hz}$ .
- b.  $15 \times 30 = 450\text{ min} = 7\text{ h } 30$  en théorie. En pratique la crème est éliminée par la sueur, l'eau et les frottements, et on n'en met jamais la quantité prévue : la protection réelle est bien plus faible.
- c. À 13 h le Soleil est plus haut : ses rayons traversent moins d'atmosphère (moins d'absorption par l'ozone) et frappent le sol plus verticalement, donc plus d'UV par  $\text{m}^2$ .
- d. L'énergie d'un rayonnement augmente avec sa fréquence. Les IR (basse fréquence) ne font qu'agiter les molécules : ils chauffent. Les UV (haute fréquence) ont assez d'énergie pour casser des molécules de la peau (ADN) : brûlure, vieillissement, cancer.

**Attention** — chaleur ressentie et danger ne vont pas ensemble : un rayonnement invisible et « froid » comme l'UV est plus dangereux que l'infrarouge qui brûle la peau au soleil.

## 5 Vrai ou faux argumenté, et prise d'initiative

/ 4 pts

- a. Faux : la lumière (onde électromagnétique) se propage dans le vide, mais le son (onde mécanique) a besoin d'un milieu matériel.
- b. Faux : le rouge ( $\approx 700 \text{ nm}$ ) a une longueur d'onde plus grande que le bleu ( $\approx 450 \text{ nm}$ ), donc une fréquence plus petite ( $f = c / \lambda$ ).
- c. Il n'a pas converti en mètres :  $12,5 \text{ cm} = 0,125 \text{ m}$ .  $f = 3 \times 10^8 / 0,125 = 2,4 \times 10^9 \text{ Hz} = 2,4 \text{ GHz}$ .
- d.  $d = 340 \times 6 = 2\,040 \text{ m}$ . Lumière :  $t = 2\,040 / 3 \times 10^8 \approx 6,8 \times 10^{-6} \text{ s}$ , soit 7 millièmes de seconde : négligeable devant 6 s, l'hypothèse est justifiée.

**Astuce** — à l'échelle terrestre, la lumière est « instantanée » ; ce n'est plus vrai pour la Lune (1,3 s), le Soleil (8 min) ou Mars (jusqu'à 22 min).