



## Fiche de synthèse n°6.a

# Rayonnement et température

## 1. Ondes électromagnétiques, rappels

### 1.1. Propriétés de l'onde électromagnétique

Une onde électromagnétique est la propagation d'une perturbation non-mécanique du milieu : il s'agit dans ce cas d'un champ électromagnétique oscillant (cette notion est approfondie dans la séquence 8).

Rappelons ses principales propriétés :

- Une onde électromagnétique peut se propager dans tous les milieux : les milieux matériels **et le vide** ;
- **Dans le vide** sa célérité vaut :

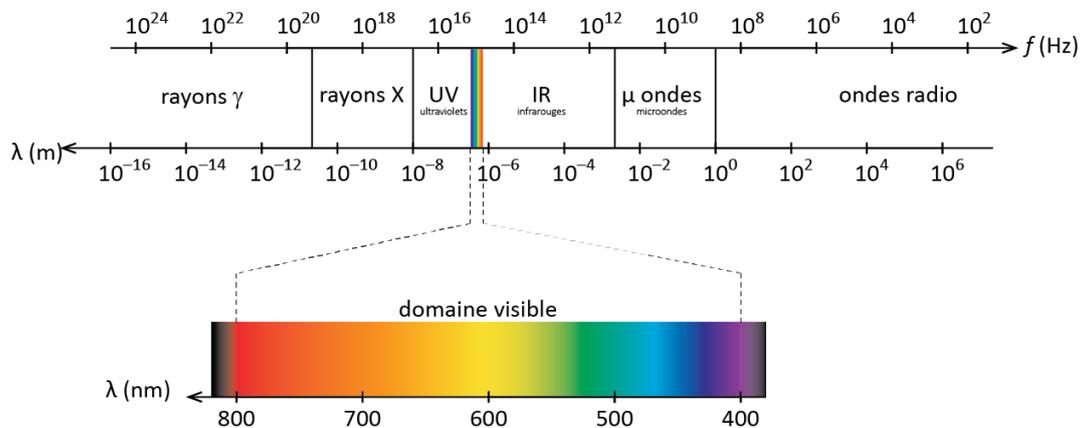
$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

- Dans les milieux matériels sa célérité est inférieure à  $c$ .
- La relation entre fréquence, période, célérité et longueur d'onde est la même que pour toute onde périodique :

$$\lambda = cT = \frac{c}{f}$$

### 1.2. Différentes ondes électromagnétiques

La lumière visible est un cas particulier d'onde électromagnétique. Les principaux domaines d'ondes électromagnétiques sont classés ci-dessous en fonction de leurs fréquences et de leurs longueurs d'onde.



### 1.3. Le modèle quantique des ondes électromagnétiques

#### À propos du mot « quantique »

Quantique signifie « constitué d'entités indivisibles ». Par exemple, les chimistes ont découvert que la matière était quantique, puisque constituée de particules élémentaires indivisibles (ils ont d'abord pensé qu'il s'agissait des atomes avant de comprendre que les atomes eux-mêmes étaient constitués de particules plus petites encore).

#### Le photon

Le modèle quantique énonce que l'énergie transportée par une onde électromagnétique est constituée d'entités indivisibles appelées **les photons**. Un photon est donc un quantum d'énergie lumineuse. Il possède toutes les propriétés de l'onde (période, fréquence, etc.).



## Énergie du photon : la loi de Planck-Einstein

L'énergie transportée par un photon est d'autant plus élevée que la fréquence est élevée. Elle vaut :

$$E = hf$$

- $E$  est une énergie exprimée en joule (J)
- $f$  est une fréquence exprimée en hertz (Hz)
- $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  est la constante de Planck (sa valeur n'est pas à connaître).

## 2. Rayonnement d'un corps

Tout corps émet un rayonnement électromagnétique polychromatique appelé « rayonnement thermique ».

### 2.1. Longueur d'onde et température : la loi de Wien

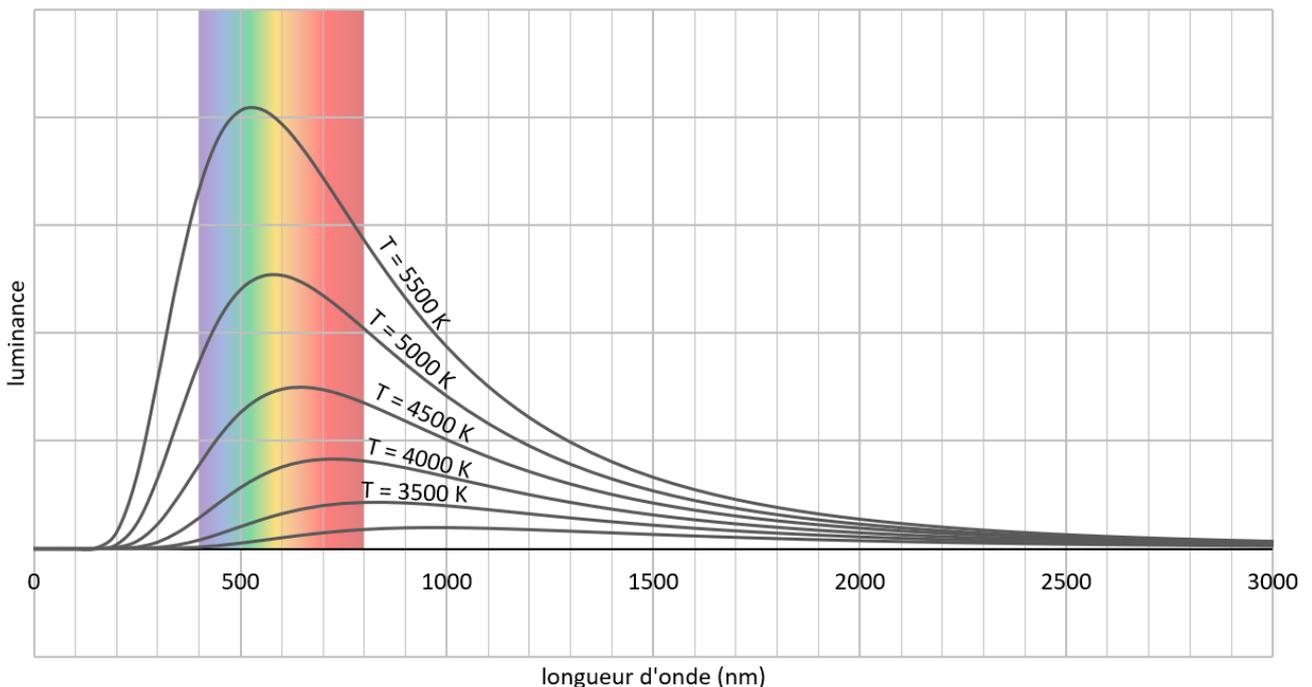
On appelle « maximum d'émission » l'onde électromagnétique majoritairement émise.

La loi de Wien énonce que la longueur d'onde du maximum d'émission est inversement proportionnelle à la température du corps qui émet :

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{\text{constante}}{T}$$

- La constante dépend du corps considéré, notamment de sa couleur et de son état de surface. Pour le corps noir elle vaut :  $2,898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ .
- $T$  est sa température exprimée en kelvin (K).

On appelle « corps noir » un corps qui absorbe et réémet tous les rayonnements qu'il reçoit. Le corps noir est donc totalement opaque et non-réfléchissant. Le diagramme ci-dessous donne le résultat de la loi de Wien pour le corps noir à différentes températures.



spectre du rayonnement émis par le corps noir en fonction de sa température

### 2.2. Puissance du rayonnement émis par un corps : loi de Stefan-Boltzmann

La loi de Stefan-Boltzmann énonce que la puissance du rayonnement émis par un corps :

- est proportionnelle à sa surface extérieure  $S$  ;
- est proportionnelle à sa température puissance 4 ;
- dépend de sa couleur et de son état de surface.



Cette loi s'énonce :

$$\mathcal{P} = S\varepsilon\sigma T^4$$

- $\mathcal{P}$  est la puissance du rayonnement émis.
- $\varepsilon$  est une grandeur sans unité appelée émissivité. Elle est comprise entre 0 et 1. Pour le corps blanc elle vaut 0 et pour le corps noir elle vaut 1.
- $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$  est la constante de Stefan (elle n'est pas à connaître) ;
- $T$  est la température du corps émetteur en K ;
- $S$  est l'aire de sa surface extérieure en  $\text{m}^2$ .