

ASPECT PHYSIQUE DE LA LUMIERE ET DE LA COULEUR

1. **Nature de la lumière :** La lumière possède une double nature :

1.1. Nature ondulatoire : la lumière est une onde électromagnétique qui se propage à la vitesse $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ (dans le vide). La longueur d'onde peut s'écrire :

Le domaine visible s'étend du : violet au rouge
($\lambda_V = 400 \text{ nm}$) ($\lambda_R = 750 \text{ nm}$)

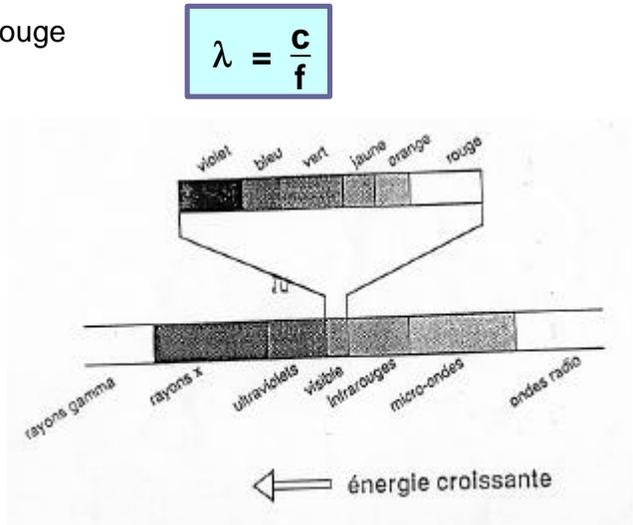
La lumière correspond a un domaine restreint des ondes électromagnétiques.

1.2. Nature corpusculaire :
l'énergie lumineuse est transportée par des PHOTONS. Chaque photon possède les caractéristiques suivantes :

- masse nulle : $m = 0$
- vitesse de déplacement :
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Energie :

$$W = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

avec $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ (Constante de Planck)



2. Composition quantitative d'une lumière colorée.

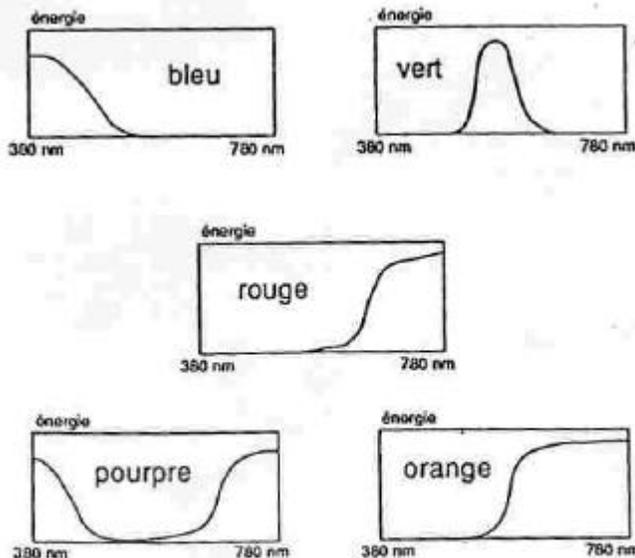


figure III.4 : répartitions spectrales de quelques couleurs courantes

Lorsqu'on analyse la répartition spectrale de différentes sources lumineuses, on constate que l'intensité relative des différentes couleurs n'est pas la même.

En traçant la courbe de l'énergie émise en fonction de la longueur d'onde, on obtient ce qu'on appelle le spectre d'émission de la source.

Une source « blanche » émet un spectre relativement plat .

Une source colorée émet une énergie lumineuse importante pour une longueur d'onde correspondant à cette couleur.

3. **Sources d'éclairage conventionnel :** Deux phénomènes de base :

3.1. Rayonnement thermique du corps noir :

Un **corps noir** est un corps **qui absorbe totalement** toute lumière incidente (il ne réfléchit aucune lumière). Un corps noir porté à la température T émet un rayonnement qui obéit à la loi de STEFAN :

La répartition spectrale obtenue est *continue* et indépendante de la nature du corps émissif.

Exitance :

$$M = \frac{P}{S} = \sigma \cdot T^4$$

Plus la température de la source est élevée, plus l'émission totale est forte et plus le spectre se « déplace » vers le bleu (faibles longueurs d'onde).

On définit alors ce qu'on appelle la **température de couleur** d'une source : La température de couleur correspond à la température à laquelle il faut porter le corps noir pour émettre un rayonnement de même chromaticité (même composition spectrale) que la source .

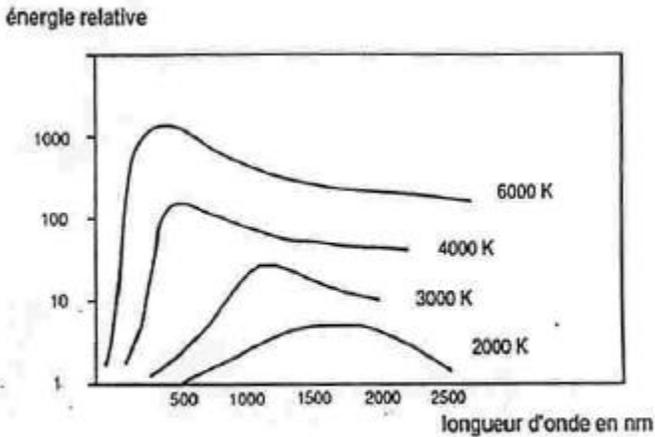


figure III.6 : irradiance spectrale d'un corps noir en fonction de sa température

EXEMPLES :

SOLEIL : La lumière du jour est constituée par la lumière solaire directe et par celle diffusée par l'atmosphère :

Température de couleur : T = 5800 K

Puissance fournie par le soleil (avant absorption par l'atmosphère) :

C = 1350 W.m⁻² (constante solaire)

Lampes à INCANDESCENCE à filamenten tungstène : le SPECTRE EST CONTINU.

LOIS de WIEN :

$$\lambda_m = \frac{A}{T} \quad \text{avec } A = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m.K} \quad M_e \lambda_m = B \cdot T^5 \quad \text{avec } B = 1,29 \cdot 10^{-5} \text{ m.K}$$

- Le filament est en tungstène
- La température de couleur Tc = 2850 K environ
- L'atmosphère à l'intérieur de l'ampoule est inerte : krypton ou xénon

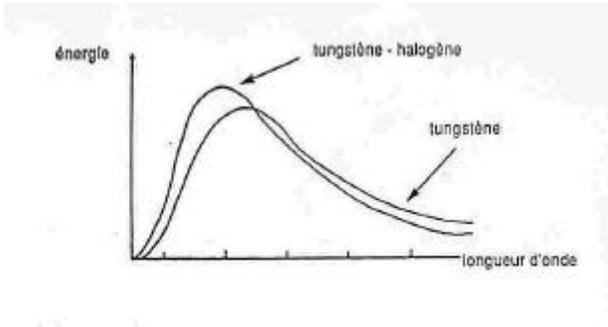


figure III.9 : spectre d'émission de lampes tungstène et tungstène-halogène

Lampes à HALOGENES : l'halogène présent dans cette lampe à incandescence a pour rôle de :

- reconstituer le filament : la durée de vie est ainsi augmentée
- déplacer le spectre vers le bleu : on peut augmenter la température du filament ce qui donnera une lumière plus blanche (de meilleure qualité)
- Température de couleur Tc = 3200 K environ

3.2. Phénomène de transition électronique :

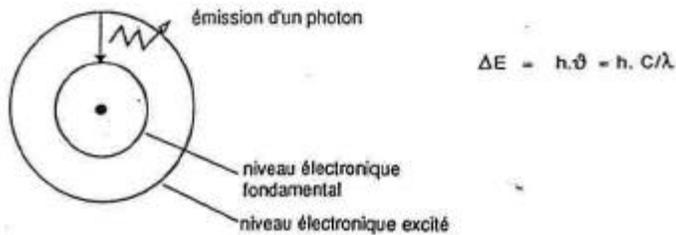


figure III.5 : émission d'un photon au cours de la désexcitation d'un atome (transition électronique niveau excité => niveau fondamental)

Atome excité : en fournissant de l'énergie à un atome (par décharge électrique entre 2 électrodes) on peut faire passer un ou plusieurs électrons à des niveaux d'énergie supérieure.

Emission de lumière : quand les électrons reviennent à un niveau inférieur, cela se traduit par une émission d'énergie sous forme de raies lumineuses : on obtient un SPECTRE de RAIES.

Chaque raie obtenue correspond à une transition électronique

La nature de l'émission lumineuse (composition spectrale) est directement liée à la nature du gaz utilisé dans le tube

EXEMPLES :

LAMPE A DECHARGE :

lampe à vapeur de sodium, lampe à vapeur de mercure, ..

TUBE FLUORESCENT :

des poudres fluorescentes ajoutées permettent d'obtenir un fond continu au spectre de raies : cela contribue à améliorer la qualité de la lumière

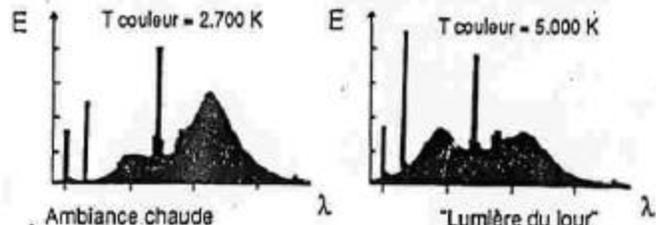


figure III.10 : spectre d'émission de tubes "néon"

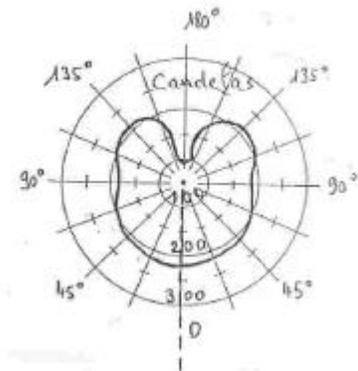
4. Courbes photométriques

L'intensité lumineuse émise par une source est liée à :

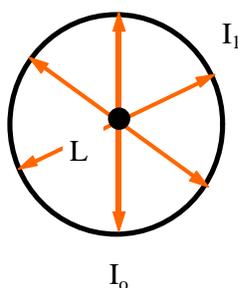
- la nature de la source
- la direction dans laquelle la lumière est émise

Dans la plupart des cas, les sources lumineuses ne distribuent pas la lumière avec une intensité constante dans toutes les directions de l'espace.

L'intensité lumineuse se lit sur une courbe photométrique ou sur une courbe dite « *indicatrice de l'intensité lumineuse I* »



Pour les calculs on distingue deux cas de figure :



I est une constante :

$$I_1 = I_0$$

La surface indicatrice d'intensité lumineuse est une sphère où la lampe est au centre de la sphère.

I n'est pas une constante :

$$I_1 = I_0 \cos \theta$$

La surface indicatrice d'intensité lumineuse est une sphère passant par la lampe et où le centre de la sphère est à la verticale sous la lampe.

