

Partie 2 : Ambiance lumineuse « Eclairage » 15 semaines (à raison d'1 séance/semaine)

- **Chapitre 1** Ondes et lumière **4 séances**
 - La lumière
 - Classification des radiations
 - Décomposition de la lumière en couleurs pures
 - Spectre lumineux
 - Les différentes sources lumineuses
- **Chapitre 2** Grandeurs photométriques **6 séances**
 - Notion de l'angle solide
 - Intensité lumineuse
 - Flux lumineux
 - Eclairage
 - Luminance et contraste
 - Efficacité lumineuse
 - Loi de Lambert et lois de la photométrie
 - Exercices
- **Chapitre 3** Caractéristiques des lampes et luminaires **5 séances**
 - Température de couleur, indice de rendu de couleur, loi de Wien
 - Diagramme de KRUTHOFF 'Zone confortable'
 - Les différents types de réflexions
 - Avant-projet d'éclairage intérieur et normalisation NFC-71.121

Mode d'évaluation :

- Évaluation sur examens périodiques
- Examen sur devoirs et interrogations

Extrait des références :

[1] www.priceminister.com

[2] Code du travail : Ambiances physiques du travail

[3] Formation Industriel ENSPM

1. Ondes et lumière

1.1 Ondes électromagnétiques

On appelle radiation électromagnétique la propagation simultanée et en ligne droite d'un champ électrique noté \vec{E} et d'un champ magnétique noté \vec{B} .

Ces champs se déplacent dans une direction \vec{x} et sont caractérisés par une longueur d'onde λ et une fréquence de vibration ν .

En s'éloignant de la source on voit l'amplitude de ses radiations s'amortir à une vitesse dépendant du milieu dans lequel elles se propagent (**figure1.1**).

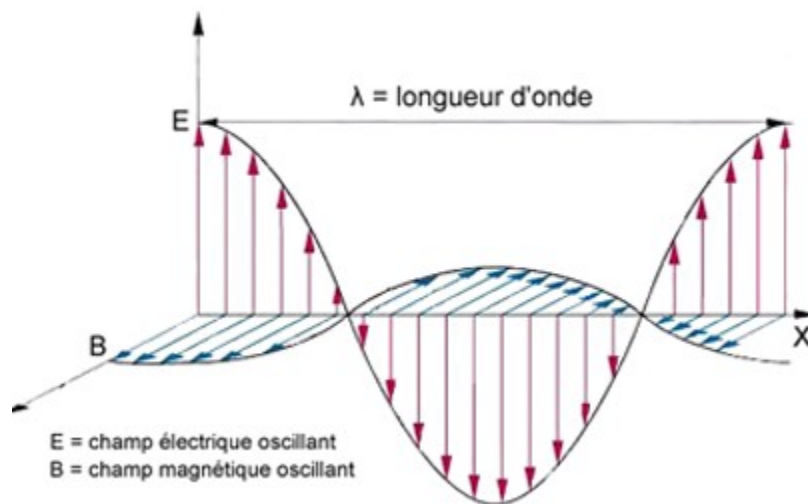


Figure 1.1 : Schéma d'une onde électromagnétique.

L'onde électromagnétique transporte des petits « grains » d'énergie appelés « photons », d'énergie $w=h \cdot \nu$ avec : h : constante de Planck ; $h=6.6 \cdot 10^{-34}$ J/Hz, la longueur d'onde est donnée par : $\lambda = \frac{c}{\nu}$ avec : c : la célérité soit 300.000Km/s ; λ en[m] et ν en [Hz].

1.2 La lumière

Toutes les ondes électromagnétiques procèdent donc des mêmes lois physiques, notamment en ce qui concerne leur propagation, réflexion réfraction, mais leurs effets diffèrent essentiellement selon leurs énergies ; autrement dit leurs longueur d'onde. Il existe

une étroite bande privilégiée comprise entre 380 nm et 780 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) qui est directement perceptible à l'œil humain : C'est la **lumière visible** ou simplement la **lumière**.

1.3 Classification des radiations

Les radiations sont classées en fonction de leur longueur d'onde : Les radiations de la lumière visible ne présentent qu'une très faible partie de l'ensemble des radiations qui nous entourent la **figure 1.2** présent la classification des radiations en fonction de la longueur d'onde.

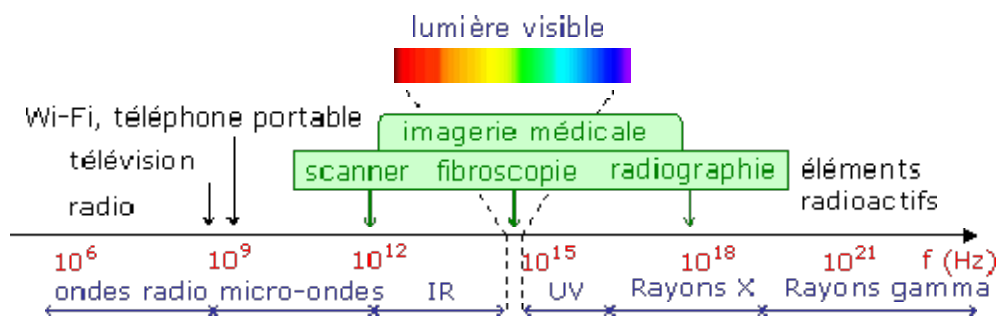


Figure 1.2 : Classification des radiations en fonction de la longueur d'onde.

L'œil humain constitue un capteur d'une très grande finesse de la lumière visible allant de 380-780 nm. C'est le domaine de la vision humaine. L'œil humain présente un maximum de sensibilité vers 560 nm qui est aussi le maximum du spectre solaire provenant sur terre.

1.4 Décomposition de la lumière

Isaak Newton réalisât en 1766, à l'aide d'un simple prisme de cristal, le spectre de la lumière solaire. Il montra ainsi que la lumière blanche étaient composée d'une infinité de radiations monochromatiques dont l'étalement (la diffusion) forme un dégradé de lumières colorées appelé spectre continu de la lumière blanche.

Expérience de Newton:

- On éclaire une fente avec une lumière blanche et on envoie le faisceau obtenu sur la face d'un prisme.

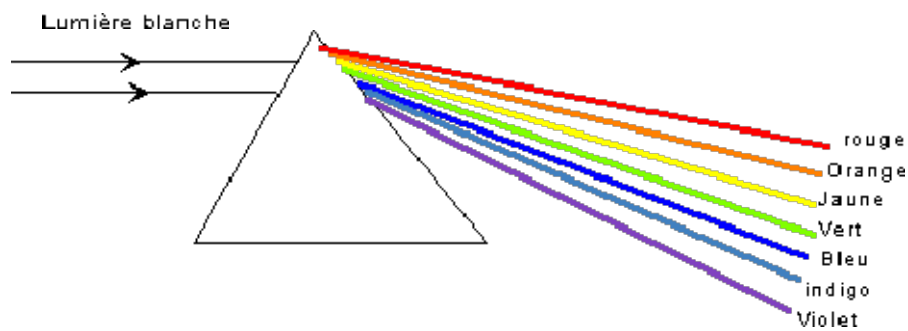


Figure 1.3 : Décomposition de la lumière blanche.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f5/Light_dispersion_conceptual_waves.gif

Observations :

- La lumière est déviée par le prisme.
- De plus le faisceau qui émerge du prisme est étalé et présente les différentes couleurs de l'arc-en-ciel
- (rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo, violet).
- La lumière rouge est moins déviée que la lumière violette.

Conclusion :

- Le prisme dévie et décompose la lumière blanche en lumières colorées du rouge au violet.
- L'ensemble des couleurs obtenues constitue le spectre de la lumière blanche.
- Le spectre est continu du rouge au violet.
- La lumière blanche est constituée de plusieurs couleurs ou radiations : c'est une lumière polychromatique.

1.5 Spectre lumineux

Chaque source lumineuse fournit un ensemble de radiations différentes. Le spectre de la lumière émise est d'une importance primordiale, car il contient toutes les données pour évaluer si la lumière possède les caractéristiques désirées (c'est à dire l'opportune intensité de radiation à chaque longueur d'onde). Chaque radiation véhicule une quantité d'énergie rayonnée par seconde dans toutes les directions (flux énergétique) noté Φ_e telque :



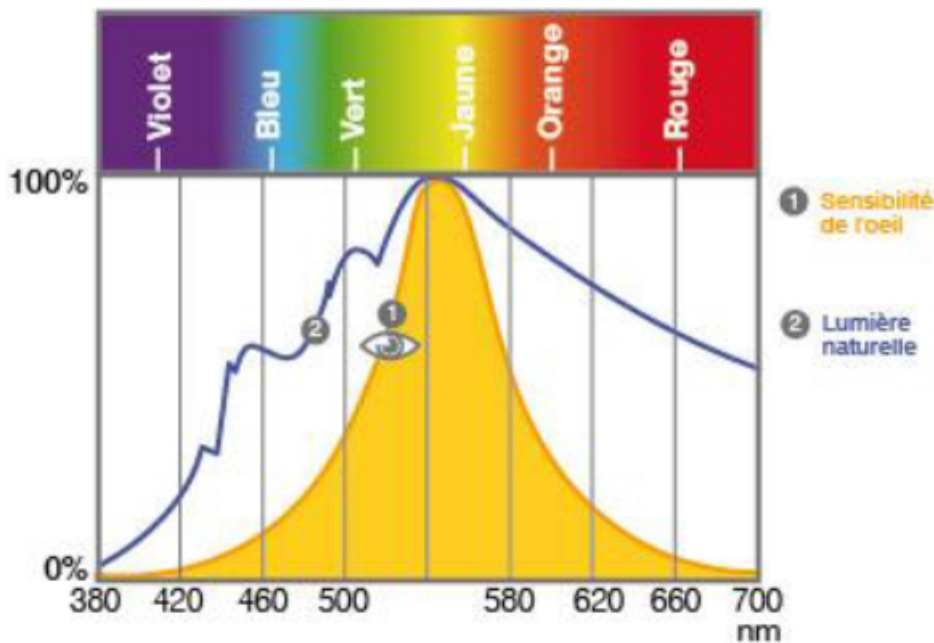
$$\varphi_e = \int_0^{\infty} w(\lambda) \cdot d\lambda$$

Avec : $w(\lambda)$ la répartition spectrale énergétique de la source. Pour la lumière visible comprise entre $\lambda_1=380$ nm et $\lambda_2 =780$ nm la quantité d'énergie rayonnée vaut :

$$\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} w(\lambda) \cdot d\lambda$$

1.5.1 Sensibilité de l'œil

L'œil a une sensibilité qui varie en fonction de la longueur d'onde.



La sensibilité maximum de l'œil se situe, en vision de jour, dans le jaune-vert pour une longueur d'onde de 555 nm. En vision de nuit cette sensibilité maximum se décale vers le bleu.

1.6 Les différentes sources lumineuses

1.6.1 Les sources primaires (directes).

Ce sont des corps qui produisent la lumière qu'ils émettent.

On trouve dans cette catégories dont des corps ayant une température très élevée comme le Soleil, les flammes, des braises incandescentes, le filament d'une lampe à incandescence, etc. Des corps à température ambiante font également partie de cette catégorie et produisent leur lumière grâce à des phénomènes électriques et chimiques comme les vers luisants et certains animaux aquatiques (on parle alors de bioluminescence) ainsi que les écrans de télévision, d'ordinateur ou de téléphone portable.

1.6.2 Les sources secondaires (indirectes) : objets diffusants.

Ce sont des corps qui ne produisent pas de lumière mais qui renvoient la lumière reçue. On dit que ces corps diffusent la lumière.

La diffusion est un phénomène au cours duquel un corps commence par recevoir de la lumière puis renvoie toute ou une partie de cette lumière dans toutes les directions. Un objet diffusant n'est donc une source de lumière que lorsqu'il est lui-même éclairé par une source primaire ou par un autre objet diffusant.

La Lune, éclairée par le Soleil, ainsi que les autres planètes du système solaire sont des objets diffusants tout comme un écran de cinéma éclairé par un projecteur. En fait tous les objets (et les personnes) qui nous entourent sont des objets diffusant car ils diffusent la lumière des lampes ou celle du Soleil.

Remarque:

Il ne faut confondre la diffusion et la réflexion de la lumière. La réflexion ne s'effectue qu'avec certains matériaux et la lumière n'est renvoyée que dans une seule direction.

1.7 Spectres des sources lumineuses

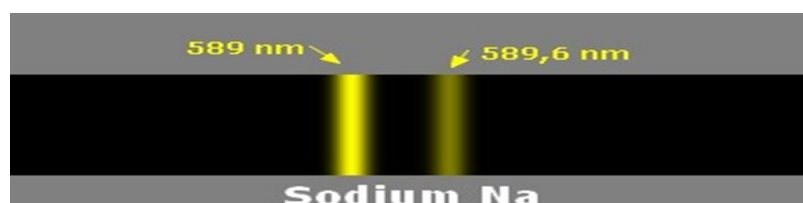
1.7.1 Les sources à spectre continu

Ce sont les sources à incandescence au sens large : c'est-à-dire correspondant à l'émission d'un corps solide chauffé (lampe à halogène).



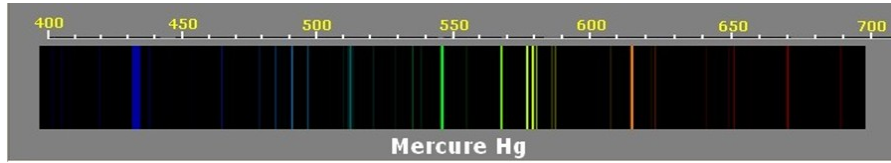
1.7.2 Les sources à spectre discontinu

Correspondant essentiellement aux lampes à décharge dans un gaz ionisé, le spectre lumineux présente de nombreux trous, dans lesquels aucune énergie lumineuse n'est émise, ce spectre étant constitué de raies monochromatiques caractéristiques du gaz employé. Exemple les lampes au sodium utilisées dans l'éclairage routier émettent un doublet de raies dans le jaune (589 et 589,6 nm).





Spectre de la lumière émise par une lampe à vapeur de sodium



Spectre de la lumière émise par une lampe à vapeur de mercure

1.7.3 Les sources à spectre mixte

Ces sources combinent les deux types d'émission, cela correspond à la situation des « néons » une décharge lumineuse dans un gaz suivie de la fluorescence du revêtement interne du tube qui transforme ainsi les ultraviolets émis en lumière visible.

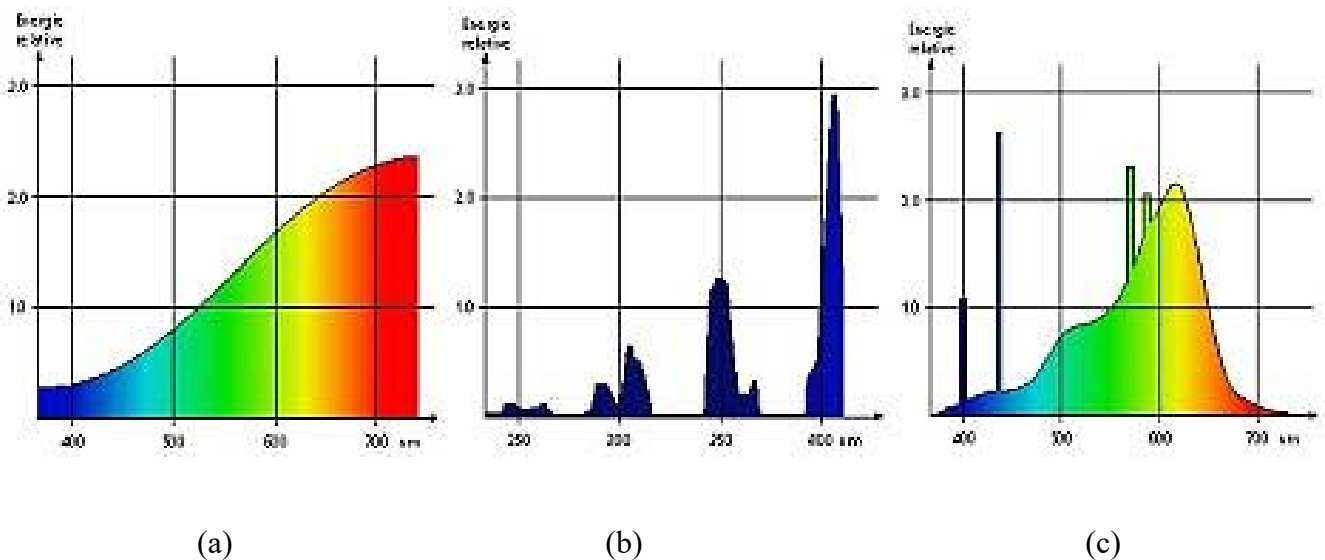


Figure 1.4 : Répartition énergétique de l'émission lumineuse

- (a)- Spectre continu, émis par une ampoule halogène
- (b)- Spectre discontinu d'une lampe aux vapeurs de mercure, émettant dans les UV
- (c)- Spectre combiné d'un tube fluorescent de type "Warm white"