

Chapitre 1

Photométrie

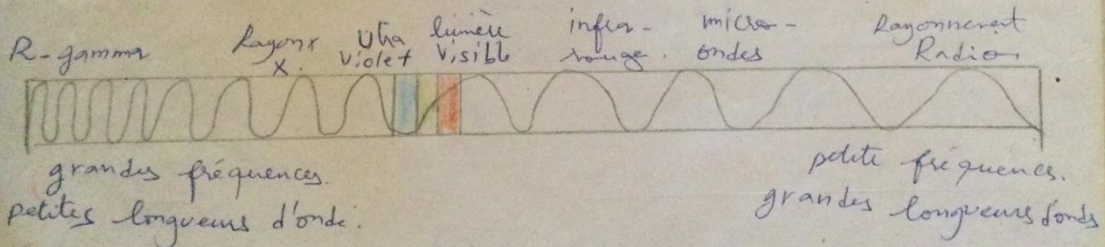
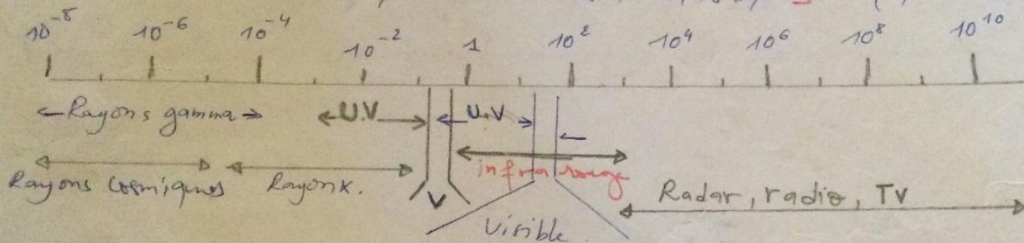
E21 / Master 1

2/ Grandes photométriques:

1.1. Notions générales:

1.1. - La vision: l'œil n'est sensible qu'à une toute petite partie des radiations électromagnétiques. Le visible (la lumière), c'est un spectre électromagnétique dont les longueurs d'ondes ont le pouvoir d'exciter les cellules visuelles de l'œil.

$$[\lambda = 0,38 \mu\text{m} \leq \text{visible} < \lambda = 0,78 \mu\text{m}] \quad (1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m})$$

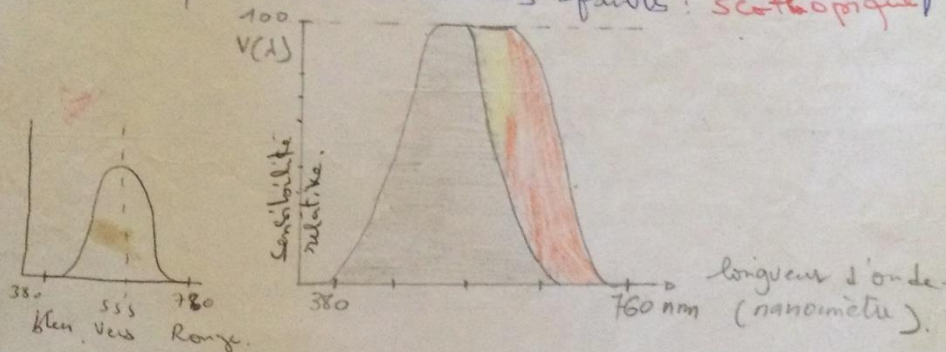


1.2. principes de base: la perception visuelle naît dans l'œil, mais prend forme dans le cerveau:

- l'optique de l'œil permet la formation de l'image rétinienne, et la rétine transforme la lumière reçue en ensemble de stimulations capable d'être traitées par le cerveau.

les cellules de la rétine :

- * les cônes : réaction aux forts éclaircissements, vision de détail et sensibilité à la couleur (rouge, vert, bleu).
- * les bâtonnets : insensibles à la couleur, réactions aux faibles éclaircissements.
- * L'œil n'est pas sensible dans le visible, de la même manière à toutes les longueurs d'ondes. En vision de jour, le maximum de sensibilité se situe à $0,555 \mu\text{m}$ (jaune-vert).
- * En réalité, il existe deux courbes de réponses, l'une pour des éclaircissements forts (dite **photopique**), l'autre pour des éclaircissements faibles : **scotopique**.



2.1. Le flux lumineux :

le flux lumineux Φ d'une source est l'évaluation selon la sensibilité de l'œil, de la quantité de lumière rayonnée dans tout l'espace de cette source. il s'exprime en **lumen (lm)**



2.2. d'efficacité lumineuse : d'efficacité lumineuse η d'une source, est le quotient de son flux

lumineux Φ par sa puissance P , elle s'exprime en lm/W . $\boxed{\eta = \frac{\Phi}{P} (\text{lm/W})}$

Sources lumineuses	$\eta (\text{lm/W})$
- Rayt solaire Direct	52 à 97
Ciel Clair (sans soleil)	125 à 155
Ciel clair (avec soleil)	105 à 115
Ciel couvert	110 à 140

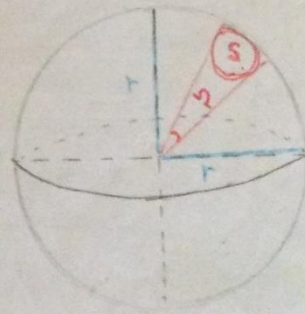
2.3. L'intensité lumineuse: L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée, elle se mesure en candela (cd)

$$\boxed{I = \Phi / \Omega (\text{cd})}$$

* L'angle solide:

L'angle solide d'un cône est le rapport de la surface (S) découpée sur une surface sphérique (ayant son centre au sommet de ce cône) au carré du rayon de la sphère, il s'exprime en stéradians (sr).

$$\boxed{\Omega = S / r^2 (\text{sr})}$$

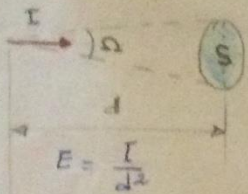
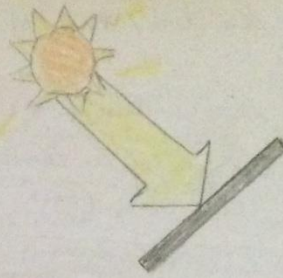


* Le stéradian est donc l'angle solide qui découpe une surface égale à 1m^2 sur une sphère d'un mètre de rayon. L'ensemble des angles solides dans une sphère représente.

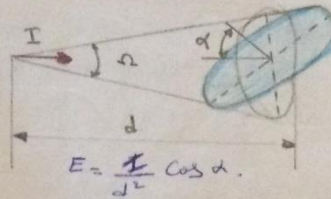
$$\boxed{1 \text{ candela} = 1 \text{ lumen} / \text{stéradian}}$$

2.4. d'éclairement :

d'éclairement (E) d'une surface, est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface, son unité est le lux, équivalent à 1 lm/m^2 . $E = \Phi / S \text{ (lx)}$

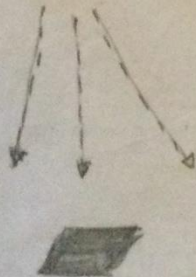


Eclairement d'une surface perpendiculaire aux rayons lumineux



Eclairement d'une surface non perpendiculaire aux rayons lumineux

Source lumineuse	Eclairement (lx)
Pleine lune	0,2
Ciel couvert	5000 à 20000
Ciel clair (sans soleil)	7000 à 24000
Plein soleil d'été	100 000.



0,2 Lux



5000 - 20 000 Lux



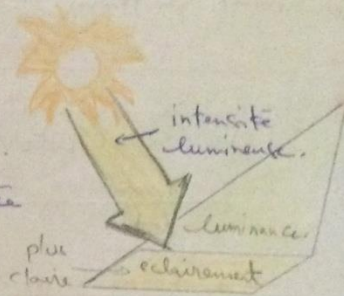
100 000 Lux.

(4)

2.5. La luminance:

La luminance (L) d'une source est le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source. La luminance s'exprime en candélas par mètre carré (cd/m^2)

$$L = I / S_{\text{apparente}}$$



* Remarque: la luminance est la seule grandeur photométrique réellement perçue par l'œil humain.

* Loi de Lambert:

La loi de Lambert est valable pour des surfaces réfléchissantes de façon diffuse dans l'espace, elle exprime le lien entre l'éclairement d'une surface et la luminance provoquée par cet éclairement, ainsi lorsqu'une surface réfléchit de façon identique dans tout l'hémisphère visible, on a la relation:

Environnement	luminance (cd/m^2)
paysage nocturne (limite de la visibilité)	10^{-3}
Paysage par pleine lune	10^{-2} à 10^{-1}
Papier noir mat éclairé par 100 Lux	1,5
Pavés intérieurs éclairés	25 à 250
Papier blanc mat éclairé par 100 lux.	30
Paysage par ciel couvert	300 à 5000
Paysage " " clair	500 à 25000
Lune	2500
Papier blanc au soleil	≈ 25000
Soleil	$1,5 \cdot 10^9$

* relation entre la luminance et l'éclairement: une surface recevant un éclairement, réfléchit de la lumière et présente une luminance:

$$L = \frac{\rho \cdot E}{\pi}$$

L : luminance apparente de la surface en cd/m^2

ρ : facteur de réflexion,

E : éclairement reçu en lx. / $\pi = 3,14$.