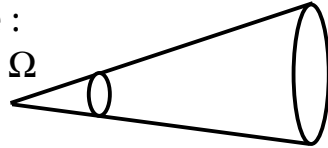


GRANDEURS ET UNITES PHOTOMETRIQUES

1. NOTION D'ANGLE SOLIDE :

1.1. Définition :

Angle solide :



STERADIAN : [sr]

le stéradian est l'angle solide qui, ayant son sommet au centre d'une sphère, découpe sur la surface de cette sphère, une aire égale à celle d'un carré de côté égal au rayon de cette sphère.

$$\text{Angle} = \frac{\text{aire découpée sur une sphère}}{\text{aire du carré de côté égal au rayon}}$$

$$\Omega = \frac{S}{R^2}$$

DIMENSION : sans

1.2. Angle solide élémentaire : Si l'angle est très petit, la surface de la portion de sphère est assimilable à la surface d'un disque dS :

2 CAS à envisager :

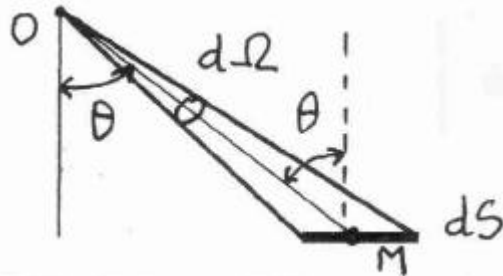
- éclairement perpendiculaire :

$$d\Omega = \frac{dS}{R^2}$$



- éclairement latéral :

$$d\Omega = \frac{dS \cdot \cos \theta}{R^2}$$



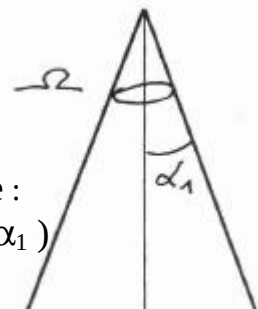
1.3. Calcul de l'angle solide dans tout l'espace autour du point O :

$$\Omega = \int d\Omega = \int \frac{dS}{R^2} = \frac{S_{\text{sphère}}}{R^2} = \frac{4\pi R^2}{R^2} \Rightarrow \Omega_{\text{espace}} = 4\pi \text{ sr}$$

1.4. Propriétés :

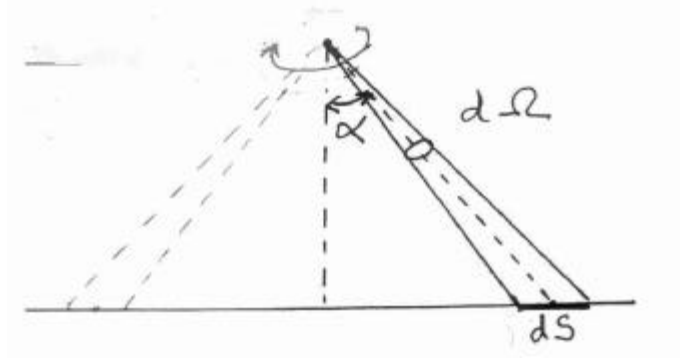
- ANGLE SOLIDE d'un cône de lumière ayant un demi-angle d'ouverture α_1

On démontre que :
 $\Omega = 2\pi (1 - \cos \alpha_1)$



- Angle solide élémentaire de révolution :

$$d\Omega = 2\pi \sin \alpha \, d\alpha$$



2. FLUX DE RAYONNEMENT

2.1. Flux énergétique de rayonnement :

Tout faisceau lumineux transporte de l'énergie rayonnante . On appelle flux énergétique le rapport entre l'énergie transporté et le temps mis pour la transporter. C'est donc une puissance de rayonnement, exprimée en Watt.

$$\Phi_e = \frac{W}{t}$$

Cette énergie est transportée par l'ensemble des radiations monochromatiques .

2.2. Problème de la photométrie :

Tous les paramètres qui définissent les notions liées à la vision des objets sont directement conditionnés par le récepteur qu'est l'oeil humain.

Conséquences :

- o la définition d'une grandeur énergétique ne suffit pas
- o il faut définir une grandeur qui soit basée sur l'étude des **SENSATIONS OCULAIRES**

La difficulté consiste dans le fait que les sensations oculaires dépendent de la couleur, de l'intensité lumineuse (vision nocturne ou diurne) ; de plus elles varient d'un individu à l'autre et sont tributaires de l'état de fatigue .

On définit donc ce qu'on appelle une **VISION PHOTOPIQUE** : c'est la vision diurne d'un observateur moyen normal.

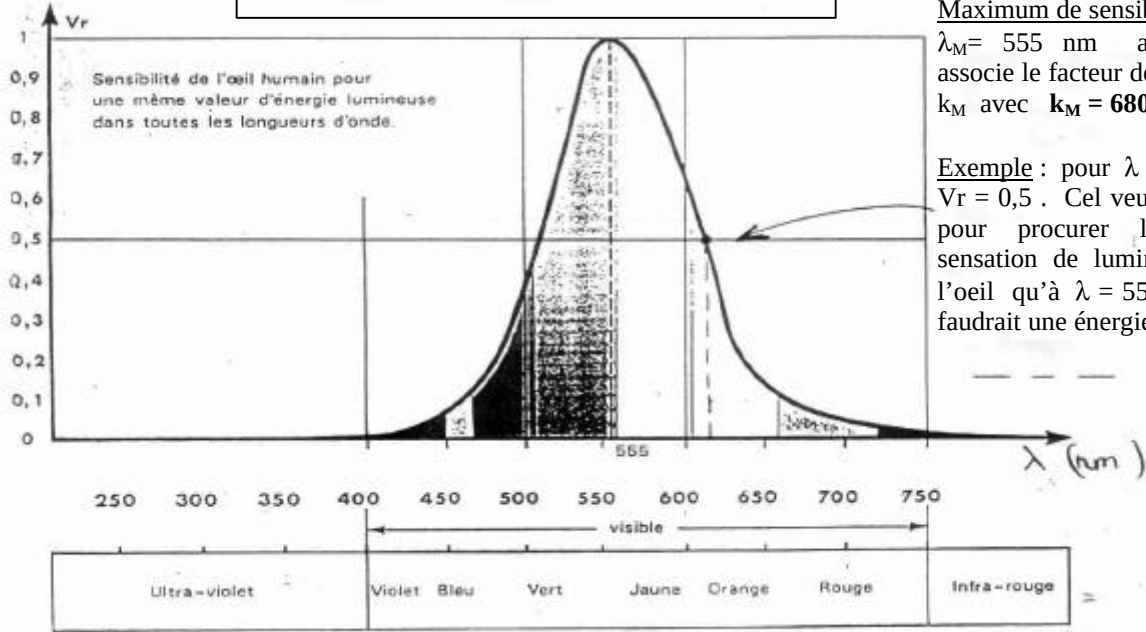
2.3. Flux lumineux ou flux visuel : F ou ϕ_v : Unité SI : le LUMEN [lm]

Cette grandeur F tient compte de la sensation de luminosité sur l'oeil et de la sensation de couleur :

$$F = k \cdot \Phi_e$$

k représente le facteur de visibilité de l'oeil
 unité SI : $\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$

COURBE DE VISIBILITE RELATIVE



3. GRANDEURS PHOTOMETRIQUES :

3.1. Intensité lumineuse : notée I

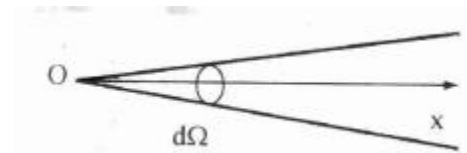
C'est la quantité de lumière émise par une source pendant chaque seconde, dans une direction donnée et par unité d'angle solide.

UNITE SI : le CANDELLA [cd]

3.2. Flux lumineux F : UNITE SI : le LUMEN [lm]

c'est un débit d'énergie rayonnante

$$dF = I \cdot d\Omega$$



Si l'intensité lumineuse de la source est constante, alors : $F = I \Omega$

Une source lumineuse est caractérisée par son **efficacité lumineuse** k , exprimée en lm.W^{-1} . P représente la puissance de la lampe en Watt

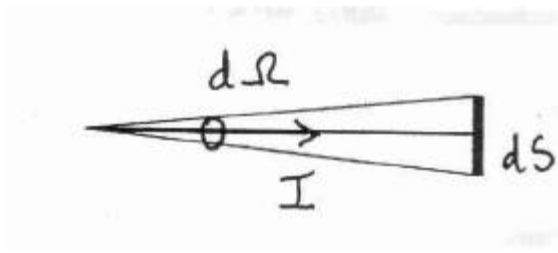
$$k = \frac{F}{P}$$

3.3. Eclairement d'une surface :

$$E = \frac{dF}{dS}$$

UNITE SI : le LUX [lux]

Cas 1 : La direction d'émission de la lumière est perpendiculaire à la surface éclairée

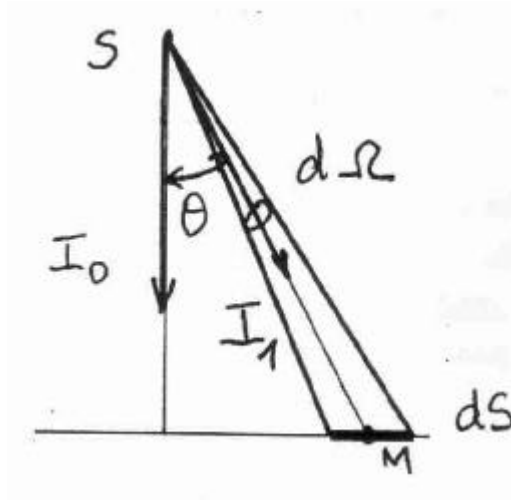


$$E = \frac{dF}{dS}$$

avec $dF = I d\Omega$ et $d\Omega = \frac{dS}{h^2}$

$$E = \frac{I \cdot dS}{h^2 \cdot dS} \Rightarrow E = \frac{I}{h^2}$$

Cas 2 : La direction d'émission de la lumière est inclinée par rapport à la surface éclairée



$$E = \frac{dF}{dS}$$

avec $dF = I d\Omega$ et $d\Omega = \frac{dS \cdot \cos \theta}{SM^2}$

$$E = \frac{I \cdot dS \cdot \cos \theta}{SM^2 \cdot dS} \Rightarrow E = \frac{I \cdot \cos \theta}{SM^2}$$

Le résultat final dépend de la nature de la source :

* soit $I = \text{Constante}$ dans toutes les directions de l'espace : $I = I_0$

* soit I n'est pas constant et $I = I_0 \cos \theta$

3.4. Luminance d'une source :

Des sources d'intensité lumineuse identique dans la même direction peuvent apparaître avec des luminosités différentes. Elles peuvent apparaître plus ou moins brillantes.

On définit ainsi la luminance d'une source :

UNITE SI : $[\text{cd.m}^{-2}]$

S_{app} représente la surface apparente de la source .

$$L = \frac{I}{S_{\text{app}}}$$

4. TRANSMISSION DE LA LUMIERE :

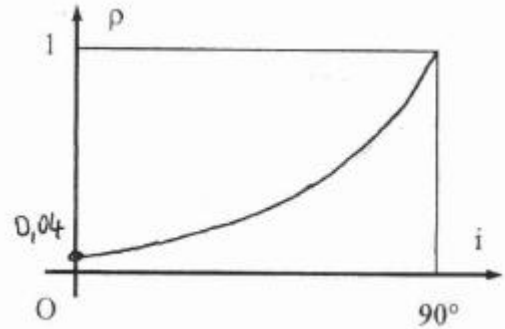
4.1. Réflexion :

Toute surface renvoie une partie de la lumière qu'elle reçoit . La réflexion se fait soit dans une direction privilégiée (surface polie), soit de façon diffuse ou semi-diffuse (revêtement mat ou plus ou moins brillant). On définit ce qu'on appelle le pouvoir réflecteur d'une surface :

$$\rho = \frac{F_{\text{ref}}}{F_{\text{inc}}}$$

Le pouvoir réflecteur dépend de l'angle d'incidence. On démontre que, pour un milieu transparent d'indice de réfraction n et pour une incidence $i = 0$ nulle, ρ peut se mettre sous la forme :

$$\rho = \frac{(n - 1)^2}{(n + 1)^2}$$



$$M = \frac{P}{S}$$

4.2. Exitance énergétique d'une surface :

Unité SI : M en $W.m^{-2}$

On démontre que, pour une surface qui reçoit un éclairement E (exprimé en lux) et dont le pouvoir réflecteur vaut ρ , l'exitance énergétique peut se mettre sous la forme :

$$M = \rho \cdot E$$

4.3. Absorption de la lumière par un milieu :

Pour une surface transparente la transmission d'un rayon se fait sans modification .

Pour des surfaces translucides la transmission d'un rayon lumineux se fait avec diffusion plus ou moins importante (exemple : verre dépoli)

LOI de BEER-LAMBERT :

- Forme dérivée :

$$\frac{dF}{F} = - k \cdot dx$$

- Forme intégrée :

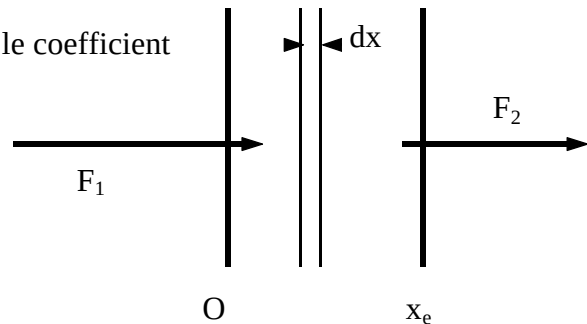
$$\int_{F_1}^{F_2} \frac{dF}{F} = \int_0^{x_e} - k \cdot dx$$

$$\ln F_2 - \ln F_1 = - k \cdot x_e$$

$$\Rightarrow \ln \frac{F_2}{F_1} = - k \cdot x_e$$

$\Rightarrow$

k représente le coefficient d'absorption



$$F_2 = F_1 \exp(-k \cdot x_e)$$

4.4. Facteur de transmission d'un système :

$$T = \frac{F_2}{F_1}$$

La lumière arrivant sur le système subit la réflexion et l'absorption.

