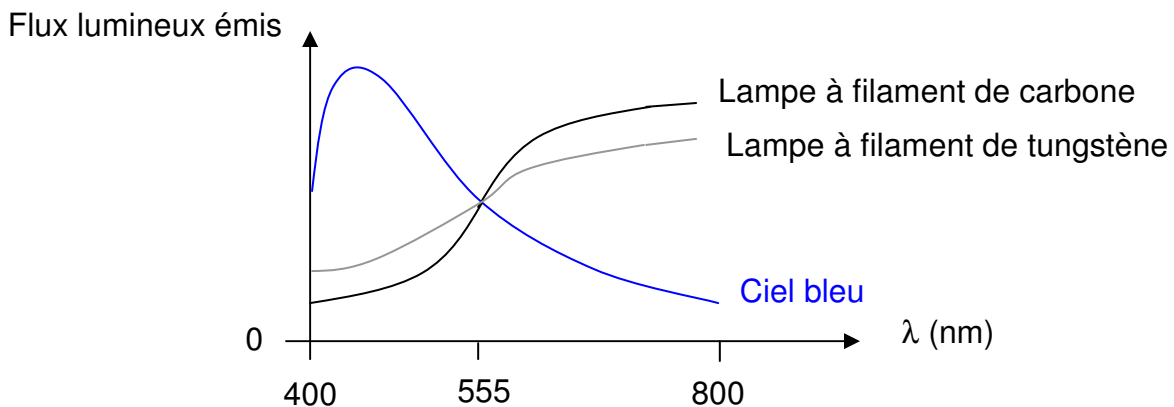


PRINCIPALES GRANDEURS PHOTOMETRIQUES
ordres de grandeur

I) FLUX LUMINEUX Φ :

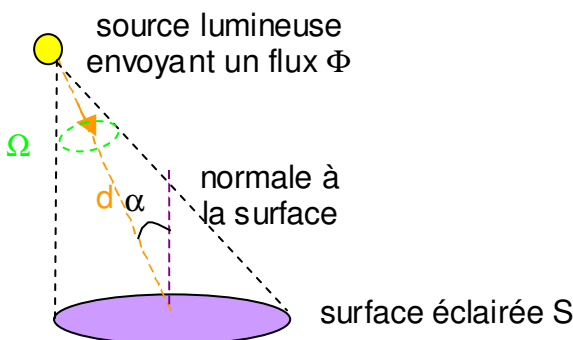
Φ est la puissance rayonnée par une source lumineuse le long des rayons lumineux. Φ est le débit de lumière ou quantité globale de lumière émise par une source dans toutes les directions. Il s'exprime en **lumen (lm)**.

Exemple : une lampe halogène de puissance 2000W émet un flux lumineux de 52000 lm.



II) INTENSITE LUMINEUSE I :

Une source lumineuse a une certaine intensité I dans une direction donnée. L'intensité I est le flux émis Φ par unité d'angle solide Ω . L'unité est **la candela (cd)**.



$$I = \frac{\Phi_{\text{émis}}}{\Omega} \quad \text{avec} \quad \Omega = \frac{S \cos \alpha}{d^2}$$

I en candela (cd)

Pour une sphère : $\Omega = 4\pi$

S : en m^2

d distance entre la source et la surface en m

α angle entre la direction d'émission et la normale à la surface éclairée

Une bougie ordinaire a une intensité lumineuse de 1cd.

III) L'ECLAIREMENT E :

Une surface S placée à une distance d donnée de la source reçoit un **éclairement** E . C'est le flux reçu $\Phi_{\text{reçu}}$ par unité de surface éclairée. Il s'exprime en **lux (lx)**.

$$E = \frac{\Phi_{\text{reçu}}}{\text{Surface}}$$

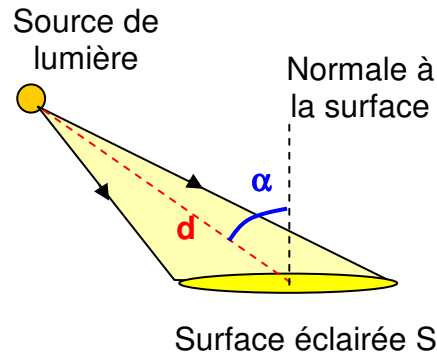
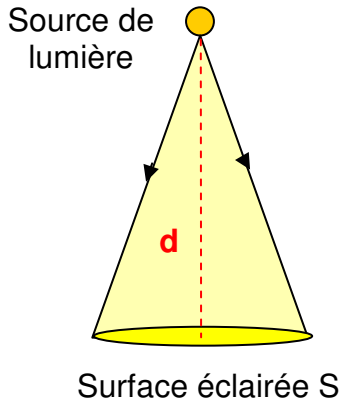
E en lux (lx)

$\Phi_{\text{reçu}}$ en lumen (lm)

S : surface éclairée en m²

Si la direction principale d'émission est parallèle à la normale à la surface :

Si la direction principale d'émission n'est pas parallèle à la normale à la surface :



$$E = \frac{\Phi_{\text{reçu}}}{\text{Surface}} = \frac{I}{d^2}$$

$$E = \frac{\Phi_{\text{reçu}}}{\text{Surface}} = \frac{I \cos \alpha}{d^2}$$

E en lux (lx)

I intensité en candela (cd)

$\Phi_{\text{reçu}}$ en lumen (lm)

S : surface éclairée en m²

d : distance entre la source et la surface en m

α : angle entre la direction principale d'émission et la normale à la surface éclairée

en extérieur : à midi en plein été : 50000 à 100000lx sont reçus ; une rue large temps nuageux : 10000 à 15000lx, éclairage lunaire : 0,1 à 1lx, éclairage public : 20 à 100lx.

en intérieur : sur une table devant une fenêtre avec vue dégagée et par temps clair, mais sans soleil dans la pièce :

à 0,5m : sans voilage : 2500 à 5000lx , avec voilage : 700 à 1500lx

à 1,5m : sans voilage : 700 à 900lx , avec voilage : 300 à 400lx

Sur un plan à 2m au dessous d'une lampe de 75W :

à la verticale de la lampe : 150lx

à 1m de la verticale de la lampe : 100lx

à 2m de la verticale de la lampe : 45lx

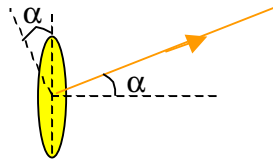
à 4m de la verticale de la lampe : 12lx

Niveaux conseillés par l'association française de l'éclairage :

circulations : 100 à 150lx ; salle à manger sur la table : 200lx ; séjour coin d'écriture ou lecture : 300lx ; couture ou tricot : 500lx ; cuisine éclairage général : 200lx, plan de travail : 300lx ; rangement : 100lx ; salle de bain éclairage général : 100lx, au niveau du miroir : 300lx ; chambre à coucher éclairage général : 150lx, tête de lit pour lecture : 300lx ; table de travail de l'écolier : 300lx ; vitrine, tableau, sculpture : 150lx.

IV) LA LUMINANCE L :

La luminance est l'intensité lumineuse émise I par unité de surface apparente de la source dans une direction α . Elle correspond à la clarté communiquée par une source de lumière à l'oeil. Elle s'exprime en **candelas par mètre carré (cd/m^2)**.



source lumineuse de surface S et d'intensité I
surface apparente dans une direction α

$$L = \frac{I}{\text{surface apparente}}$$

L en cd/m^2

S en m^2

I en candela (cd)

α : angle entre la normale à la surface et une direction d'émission de lumière

soleil au zénith : $1,6 \cdot 10^9 \text{ cd}/\text{m}^2$

ciel : $8000 \text{ cd}/\text{m}^2$

lampe à incandescence claire (filament visible) : $2 \cdot 10^6 \text{ cd}/\text{m}^2$

lampe à incandescence dépolie : $10^5 \text{ cd}/\text{m}^2$

tube fluorescent standard $\varnothing 38$: $8000 \text{ cd}/\text{m}^2$

tube fluorescent haute efficacité $\varnothing 26$: $15000 \text{ cd}/\text{m}^2$

lune : $4000 \text{ cd}/\text{m}^2$

lampe de bureau : $300 \text{ cd}/\text{m}^2$

V) L'EFFICACITE LUMINEUSE D'UNE SOURCE DE LUMIERE :

L'efficacité d'une source est le flux lumineux émis $\Phi_{\text{émis}}$ par unité de puissance de la source en Watt.

Elle s'exprime en **lumen par watt (lm/W)**. (c'est équivalent au rendement de la source)

$$\text{efficacité} = \frac{\Phi_{\text{émis}}}{\text{puissance de la source}}$$

efficacité en lm/W

$\Phi_{\text{émis}}$ en lumen (lm)

puissance en Watt (W)

Dans le cas d'une lampe à incandescence à filament de tungstène qui consomme une puissance électrique de 100W, le flux lumineux dans le domaine du visible n'est que de 1380lm, le reste invisible étant perçu uniquement sous forme thermique. On dit qu'une telle lampe a une efficacité de 13,8 lm/W .

Surface d'une sphère : $S = 4\pi R^2$.

Exercice n°1 :

Le filament d'une ampoule de 60W présente une intensité de 66,5cd. Calculer le flux émis par l'ampoule et son efficacité. (l'angle solide pour une sphère vaut 4π) (rép : 836 lm ; $13,9 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$)

Exercice n°2 :

Calculer l'éclairement E d'une surface située à 120cm d'une lampe dont l'intensité est égale à 72cd :

- lorsque la surface est normale au flux (rép : 50 lux)

- lorsque la normale à la surface fait un angle de 30° avec les rayons lumineux. (rép : 43,3 lux)

Exercice n°3 :

Une cellule photoélectrique indique que l'éclairement dû à la lumière du soleil est égal à 10^5 lx . Trouver l'intensité lumineuse du soleil sachant que $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ le sépare de la Terre. La surface de la cellule photoélectrique est normale au flux. (rép : $2,25 \cdot 10^{27} \text{ cd}$)

Exercice n°4 : Trouver l'intensité d'une lampe de 200W dont l'efficacité est 18 lm/W . (rép : 286 cd)

Exercice n°5 : Quelle est l'éclairement produit par une source de 200cd à 5m de la source ? Chaque élément de surface est normal au flux. (rép : 8 lux)

Exercice n°6 : Trouver le flux lumineux qui traverse une surface sphérique dont le rayon est égal à 4m lorsqu'une source de 800cd est placée au centre de la sphère. (rép : 10053 lm)

Exercice n°7 : Une lampe de 40W a une efficacité de 11 lm/W . A quelle distance de la lampe l'éclairement est-il égal à 2 lx ? (rép : 4,18m)

Exercice n°8 :

Une ampoule en verre présente une surface efficace (apparente) de 50 cm^2 . Elle produit un éclairement de 8 lx à une distance de 5m. Trouver le flux lumineux qui émerge de la lampe et la luminance de l'ampoule. Chaque élément de surface éclairée est normal au flux. (rép : 2513 lm ; $4 \cdot 10^4 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$)

Exercice n°9 (BTS)

Une salle rectangulaire de dimensions au sol $7 \text{ m} \times 9 \text{ m}$ doit présenter un éclairement moyen de 600 lux .

a) Calculer le flux reçu par la surface. Sachant que le flux reçu ne représente que 80% du flux total émis par les sources de lumière, calculer le flux total émis. (rép : 47250 lm)

b) On dispose de deux types de lampes : lampes standard : 150W et 2000 lumens ; tubes fluorescents : 65W et 3200 lumens. Quelle est l'efficacité lumineuse des deux types de lampes ? Quel est le nombre de lampes nécessaires ? Quel est le nombre de tubes nécessaires ? Quelle est la solution la plus économique du point de vue de la consommation en énergie électrique facturée ? (rép : $13,33 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$; $49,23 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$; 24 lampes ; 15 tubes....)

Exercice n°10 :

Une lampe de type inconnu placée à 90 cm d'un capteur d'un luxmètre donne le même éclairement qu'une lampe normalisée de 32cd placée à 60 cm. Calculer l'intensité lumineuse de la lampe testée. ($\alpha=0$) (rép : 72cd)

Exercice n°11 :

a) Une source ponctuelle isotrope a une intensité de 200cd. Quel est le flux lumineux émis par cette source (angle solide : $\Omega=4\pi$) ? (rép : 2513 lm)

b) Quel est le flux qui frappe une surface de 2 cm^2 d'une table située à 80cm juste en-dessous de la source précédente ? Quel est l'éclairement en ce point de la table ? ($312,5 \text{ lux}$; $6,25 \cdot 10^{-2} \text{ lm}$)

Exercice n°12 :

Sachant que pour éclairer un plan de travail, il faut un éclairement lumineux de 500 lx et que la lampe de bureau est située à 30cm à la verticale de ce dernier, quelle puissance électrique devra avoir une lampe à incandescence, une lampe à halogène et une lampe fluocompacte respectivement d'efficacité lumineuse 14 lm/W , 20 lm/W et 81 lm/W ?

(rép : 40,4W ; 28,3W ; 7W)

Exercice n°13 :

Le filament d'une ampoule de 100W présente une intensité de 90cd. Calculer le flux émis par l'ampoule et son efficacité. (l'angle solide pour une sphère vaut 4π) **(réponse : 1131 lm ; 11,3 lm/W)**

Exercice n°14 :

Calculer l'éclairement E d'une surface située à 50cm d'une lampe dont l'intensité est égale à 80cd lorsque la normale à la surface fait un angle de 60° avec les rayons lumineux. **(réponse : 160 lx)**

Exercice n°15 : **(réponse : $2,28 \cdot 10^{27}$ cd)**

Une cellule photoélectrique indique que l'éclairement dû à la lumière du soleil est égal à 10^5 lx. Trouver l'intensité lumineuse du soleil sachant que $1,5 \cdot 10^{11}$ m le sépare de la Terre : la normale à la surface fait un angle de 10° avec les rayons lumineux.

Exercice n°16 : Trouver l'intensité d'une lampe de 150W dont l'efficacité est 12 lm/W. **(réponse : 143 cd)**

Exercice n°17 : **(réponse : 1 lx)**

Quelle est l'éclairement produit par une source de 100cd à 10m de la source ? Chaque élément de surface est normal au flux.

Exercice n°18 :

Trouver le flux lumineux qui traverse une surface sphérique dont le rayon est égal à 120cm et l'éclairement est de 140 lx lorsqu'une source d'intensité I est placée au centre de la sphère. **(réponse : 2533 lm)**

Exercice n°19 :

Une lampe de 100W a une efficacité de 20 lm/W. A quelle distance de la lampe l'éclairement est-il égal à 30 lx ? **(réponse : 2,3 m)**

Exercice n°13 :

Le filament d'une ampoule de 100W présente une intensité de 90cd. Calculer le flux émis par l'ampoule et son efficacité. (l'angle solide pour une sphère vaut 4π) **(réponse : 1131 lm ; 11,3 lm/W)**

Exercice n°14 :

Calculer l'éclairement E d'une surface située à 50cm d'une lampe dont l'intensité est égale à 80cd lorsque la normale à la surface fait un angle de 60° avec les rayons lumineux. **(réponse : 160 lx)**

Exercice n°15 : **(réponse : $2,28 \cdot 10^{27}$ cd)**

Une cellule photoélectrique indique que l'éclairement dû à la lumière du soleil est égal à 10^5 lx. Trouver l'intensité lumineuse du soleil sachant que $1,5 \cdot 10^{11}$ m le sépare de la Terre : la normale à la surface fait un angle de 10° avec les rayons lumineux.

Exercice n°16 : Trouver l'intensité d'une lampe de 150W dont l'efficacité est 12 lm/W. **(réponse : 143 cd)**

Exercice n°17 : **(réponse : 1 lx)**

Quelle est l'éclairement produit par une source de 100cd à 10m de la source ? Chaque élément de surface est normal au flux.

Exercice n°18 :

Trouver le flux lumineux qui traverse une surface sphérique dont le rayon est égal à 120cm et l'éclairement est de 140 lx lorsqu'une source d'intensité I est placée au centre de la sphère. **(réponse : 2533 lm)**

Exercice n°19 :

Une lampe de 100W a une efficacité de 20 lm/W. A quelle distance de la lampe l'éclairement est-il égal à 30 lx ? **(réponse : 2,3 m)**