

Photométrie : notions de base

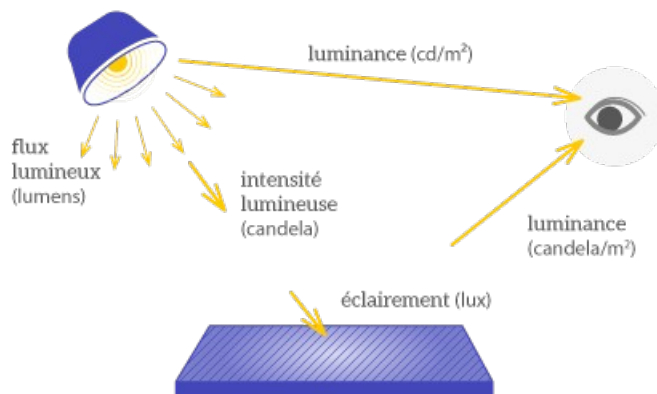
Les grandeurs photométriques sont à la base de toutes les mesures en éclairage et il en existe 4 fondamentales :

- l'**intensité lumineuse (candela)**, qui est une des 7 unités du système international mais qui est peu utilisée seule dans l'éclairage à part pour des luminaires très directifs (voir plutôt la luminance ci-dessous qui reprend cette grandeur)
- le **flux lumineux (lumen)**, qui est notamment utilisé pour exprimer le flux total émis par une source lumineuse
- l'**éclairement (lux)**, qui peut être notamment utilisé pour exprimer la quantité de lumière souhaitée sur une surface dans une pièce
- la **luminance (candela/m²)**, qui porte la notion d'[éblouissement](#) et qui est la seule de ces quatre notions directement appréciable par l'être humain

A cela s'ajoutent d'autres notions comme [l'UGR](#) (méthode unifiée d'évaluation de l'éblouissement) ou [la classe photométrique](#) (répartition du flux lumineux dans l'espace).

Introduction

Voici ci-dessous un résumé de ces différentes grandeurs :



L'intensité lumineuse (candela)

La candéla est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence 540×10^{12} hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est $1/683$ watt par stéradian. En France, elle a remplacé l'ancienne unité d'intensité lumineuse, la bougie.

Cette unité est utilisée pour quantifier la quantité de lumière fournie par une source directive. Elle ne dépend pas de la distance d'observation.

Pour avoir un ordre de grandeur, une candela correspond à peu près à l'éclairement d'une bougie (voir le rapprochement étymologique entre candela et chandelier). Il s'agit d'une des 7 unités de base du système international.

La candela est basée sur une lumière de 555 nm de longueur d'onde (couleur verte), c'est à dire en vision de jour dite photopique (donc correspondant au pic de sensibilité des cônes).

Le flux lumineux (lumen)

Il s'agit du flux lumineux émis dans un angle solide de 1 stéradian par une source ponctuelle uniforme située au sommet de l'angle solide et ayant une intensité lumineuse de 1 candela (1 lm=1 cd x1 sr). Dans la pratique, cette unité est utilisée pour quantifier la quantité de lumière fournie par une source ou un luminaire de manière globale.

Pour mémoire, un angle solide correspond à la notion d'angle plan mais en trois dimensions et le stéradian est l'unité de mesure de l'angle solide.

Exemples et ordres de grandeurs :

- Une bougie émet environ 12 lm (voir le passage des candelas aux lumens avec la formule suivante : un lumen = une candela x 4π pour une source [isotrope](#) et homogène)
- Un [tube fluorescent](#) 14 W produit 1250 lm à 25°C
- Une lampe [halogénure métallique](#) de 2000 W produit environ 200 000 lm
- Un module [LED](#) de 8 W peut produire 1300 lm.

L'éclairement (lux)

Un lux (lx) correspond à l'éclairement d'une surface qui reçoit, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux de 1 lumen par mètre carré. Dans la pratique, cette grandeur est utilisée pour caractériser une quantité de lumière dans un lieu ou sur une surface.

Exemples et ordres de grandeur :

- Lors d'une pleine journée d'été, il peut y avoir 100 000 lx dehors au soleil
- En plein air, sous un ciel bien couvert 5 000 lx
- Par une nuit dégagée de pleine lune 0,25 lx
- La [norme d'éclairage intérieure NF EN 12 464](#) préconise 500 lx dans les bureaux et 150 lx dans les escaliers, voir les [applications par pièce et bâtiment](#).

Variation de l'éclairement E en fonction de la distance d $E = \frac{I}{d^2}$ (E en lux ; I en candela , d en m)

En fonction de ces définitions, il apparaît que **l'éclairement au sol varie comme l'inverse du carré de la distance à la source**. C'est à dire que pour une source donnée, l'éclairement est :

- quatre fois plus important pour une hauteur de suspension de 3 m que de 6 m
- neuf fois plus important pour une hauteur de suspension de 3 m que de 9 m.

La luminance (candela/m²)

Une candela par mètre carré correspond à la luminance d'une source dont l'intensité lumineuse est 1 candela et l'aire 1 mètre carré. Cette grandeur est la seule perceptible par l'homme et est très utilisée pour mesurer l'[éblouissement](#), voir la notion d'[UGR](#).

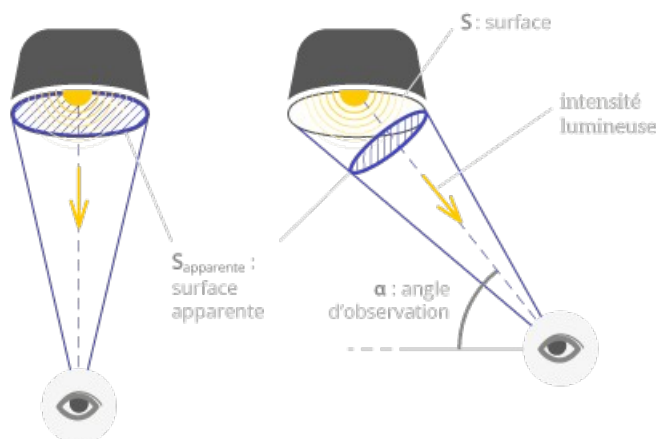
Dans la pratique, la quantité de lumière qui arrive dans la direction de l'observateur est divisée par la surface apparente de la source dans la direction donnée.

La luminance ne dépend pas de la distance d'observation.

Surface apparente

La surface apparente de la source dépend de la position de l'observateur : en effet, suivant l'angle entre l'observateur et le luminaire, la surface perçue n'est pas la même, voir les schémas ci-dessous. Pour une surface S , la surface apparente en fonction de l'angle d'observation/élévation α est

$$S_{\text{apparente}} = S \times \sin(\alpha).$$



luminaire vu de côté :
la surface apparente diminue,
et généralement le flux dans
cette direction aussi.

Exemples et ordres de grandeur :

- La surface du soleil produit environ 1 650 000 000 cd/m²
- La [norme d'éclairage intérieure NF EN 12 464](#) préconise une luminance des luminaires inférieure ou égale à 1000 cd/m² pour des [angles d'élévation](#) supérieurs à 65° dans le cas d'écran de bonne et moyenne qualité
- Un [tube ou une lampe fluorescente](#) produit une luminance de plusieurs dizaines de milliers de candela/m²
- Une lampe [halogène](#) ou une [lampe à décharge haute pression](#) (sodium haute pression ou halogénure métallique) produit une luminance de plusieurs centaines de milliers de cd/m²
- Une [LED](#) peut produire plusieurs millions de cd/m² (d'où l'importance d'avoir une optique appropriée).

Synthèse

Voici une synthèse de ces grandeurs :

Grandeur	Unité	Définition	Abréviation	Utilisation
Intensité lumineuse	Candela	Flux lumineux par angle solide	Cd	Mesure du flux émis par une source ou un luminaire dans une direction. Est particulièrement approprié pour les sources ou luminaires directs.
Flux lumineux	Lumen	Flux lumineux total	Lm	Mesure du flux total émis par une source ou un luminaire.
Eclairement lumineux	Lux	Flux lumineux par surface (Lm/m ²)	Lx	Mesure du flux sur une surface (au sol, sur un bureau...) Utilisé notamment pour préciser les valeurs exigées dans les différentes pièces d'un bâtiment , voir norme d'éclairage intérieur
Luminance lumineuse	Candela par m ²	Flux lumineux par angle solide divisé par la surface apparente de la source	Cd/m ²	Seule grandeur perceptible par l'œil. L' UGR est calculé à partir de cette grandeur fondamentale pour évaluer l'éblouissement