

CHOIX DE LA SOURCE D'ÉCLAIRAGE D'UNE PIÈCE



Compétences mises en jeu durant l'activité :

Compétences générales :

- ✓ S'impliquer, être autonome.
- ✓ Elaborer et réaliser un protocole expérimental en toute sécurité.

Compétence(s) spécifique(s) :

- ✓ Relier les unités photométriques à la sensibilité de l'oeil humain.
- ✓ Utiliser un capteur de lumière pour mesurer un flux lumineux.

I. But

- Mesurer et relier les différentes grandeurs photométriques des sources d'éclairage.

II. Situation de départ

(s'approprier)



Un élève de 1STI2D dispose d'une ampoule à incandescence sans luminaire au dessus de son bureau qui l'éclaire assez mal. Sensibilisé aux économies d'énergie, il décide de remplacer cette ampoule par une ampoule fluo-compacte qui lui permettrait de travailler dans de meilleures conditions le soir, en particulier en sciences physiques...

Quelle ampoule choisir
Quelle(s) modification(s)
éventuelle(s) apporter



II. Travail à rendre

(communiquer)



- Rédiger un petit paragraphe présentant votre démarche et vos calculs pour choisir une ampoule convenable ainsi que d'éventuelles solutions supplémentaires pour éclairer convenablement le bureau de cet élève.

III. Documents



(s'approprier)

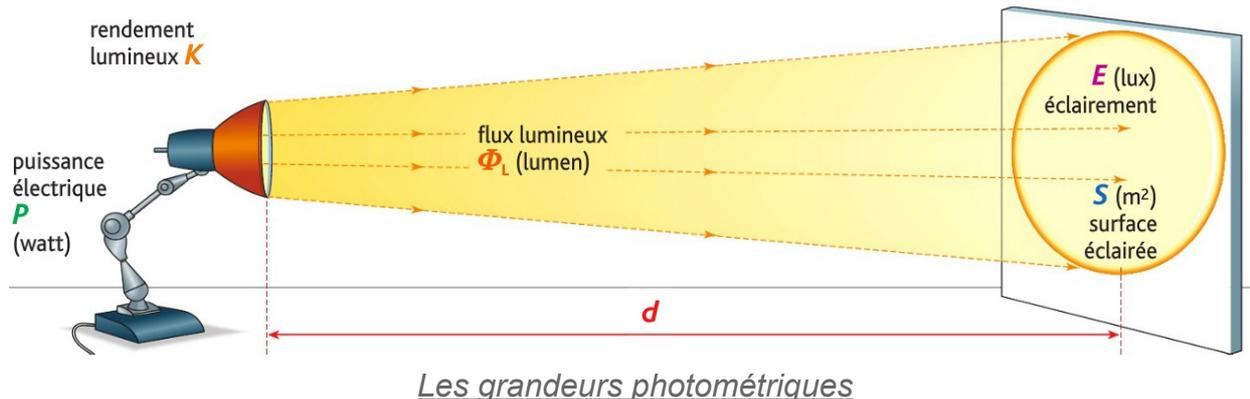
III.1. Doc.1 : La photométrie

La **photométrie** est la science qui étudie le **rayonnement lumineux du point de vue de la perception par l'œil humain**. Elle se distingue de la radiométrie qui mesure les rayonnements électromagnétiques sur l'ensemble du spectre.

Les **grandeurs photométriques** et leurs unités (candela, lumen et lux) sont dites « subjectives » car elles **dépendent de la vision humaine**, tandis que les grandeurs radiométriques sont dites « objectives » puisqu'elles sont indépendantes de la perception humaine.

Les appareils de mesure de grandeurs photométriques, qui ne font pas intervenir directement l'œil en tant qu'élément sensible, sont étalonnés en fonction de l'efficacité lumineuse spectrale, parfois nommée sensibilité relative de l'œil qui permet de pondérer les effets des différents rayonnements en fonction de leur longueur d'onde.

Source : [Wikipedia](#)



Les grandeurs photométriques

Source : Livre de physique chimie de 1STI2D Hachette (Collection Durandea)

A SAVOIR

III.2. Doc.2 : L'éclairage d'une surface

L'éclairage d'une surface correspond au flux lumineux qu'elle reçoit par unité de surface.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

(E en lux (lx)
Φ en lumen (lm)
S en mètre carré (m²)

Il se mesure avec un **luxmètre** muni d'une cellule photoélectrique.

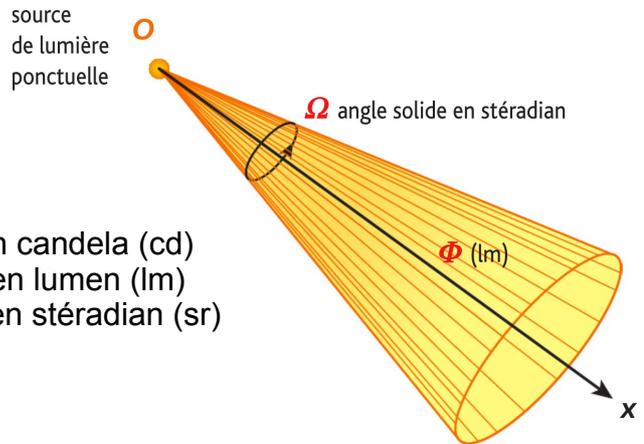
A SAVOIR

III.3. Doc.3 : L'intensité lumineuse

L'intensité lumineuse I représente le flux lumineux émis par une source ponctuelle par unité d'angle solide, dans une direction précise.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

I en candela (cd)
 Φ en lumen (lm)
 Ω en stéradian (sr)



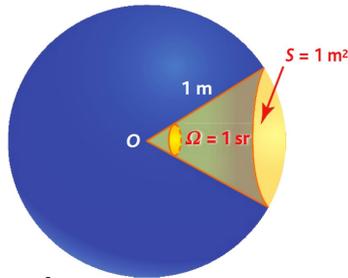
Une bougie standard émet approximativement une intensité lumineuse d'une candela.

Source : Livre de physique chimie de 1STI2D Hachette (Collection Durandeaun)

A SAVOIR

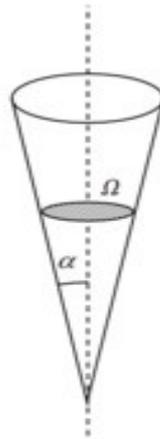
III.4. Doc.4 : L'angle solide

L'angle solide Ω caractérise l'espace occupé par le faisceau de lumière contenu dans le cône de sommet O.



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

Si $S = 1 \text{ m}^2$ et $R = 1 \text{ m}$, $\Omega = 1$ stéradian



$$\Omega = 2\pi(1 - \cos \alpha)$$

Correspondance des angles :

Angle du cône	α	$41,4^\circ$	60°	$75,5^\circ$	90°	180°
Angle solide	Ω	$\pi/2$	π	$3/4 \pi$	2π	4π

III.5. Doc.5 : La relation fondamentale de la photométrie

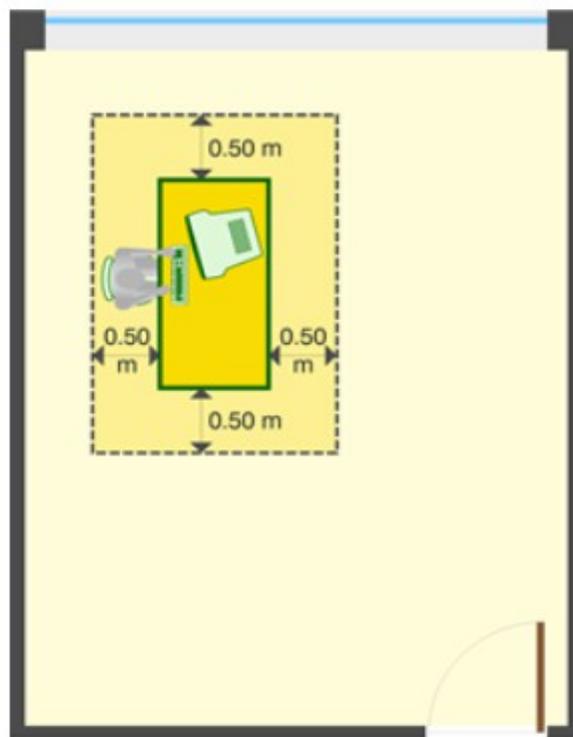
L'éclairage est inversement proportionnel au carré de la distance entre la source et la surface.

$$E = \frac{I}{d^2}$$

E en lux (lx)
I en candela (cd)
d en mètre (m)

A SAVOIR

III.6. Doc.6 : Norme d'éclairage d'un bureau



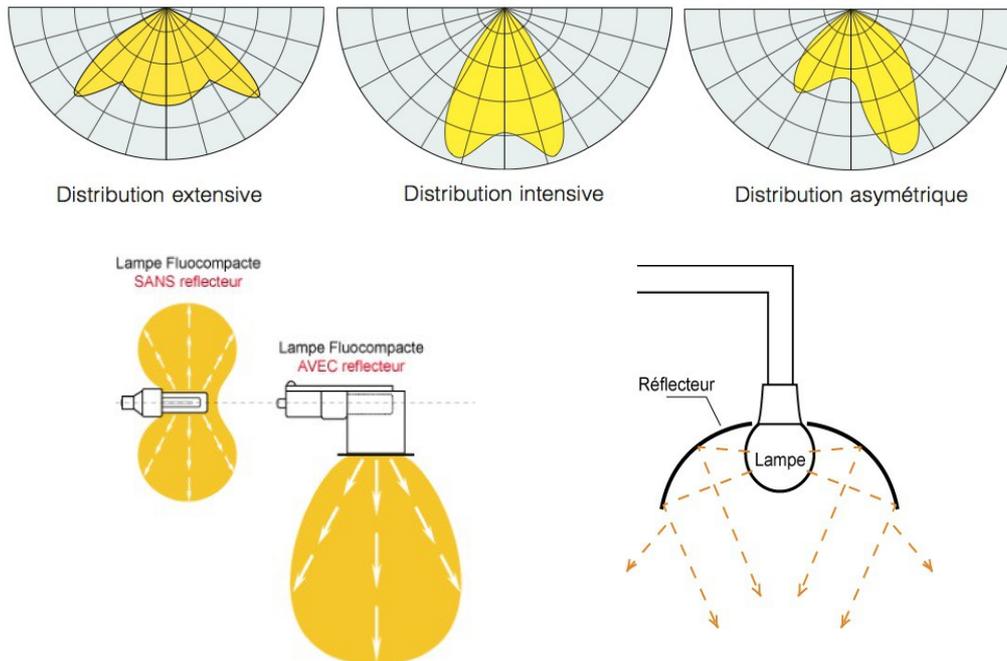
- Zone 500 lux (zone de travail)
- Zone 300 lux (zone environnante immédiate)
- Zone 100 lux (zone de fond)

III.7. Doc.7 : Utilisation d'un luminaire

Même si la fonction principale du luminaire est de répartir au mieux la lumière dans le local, il constitue lui-même un frein à la diffusion lumineuse. En effet, tout luminaire absorbe une partie plus ou moins importante du rayonnement lumineux de la source qu'il contient. C'est la qualité des éléments de l'optique qui détermine la quantité de lumière absorbée et donc perdue. Pour cette raison, la caractéristique optique principale d'un luminaire est son rendement lumineux.

$$\eta = \frac{\Phi_{\text{luminaire}}}{\Phi_{\text{lampe}}}$$

Un des rôles des luminaires étant de distribuer dans l'espace la lumière émise par la source, il est nécessaire de décrire comment cette distribution s'opère. Pour les gammes professionnelles de luminaires, la distribution lumineuse est spécifiée, dans les catalogues techniques, au moyen d'un diagramme polaire reprenant les distributions perpendiculaire et parallèle à l'axe principal du luminaire.



Sources : <http://www.cstc.be/> et <http://www.fdeclairage.com>

III.8. Doc.8 : Matériel disponible

- 1 ampoule fluo-compacte + support
- 1 luxmètre
- 1 potence
- 1 mètre ruban
- 1 ordinateur **ou** des feuilles de papier millimétré

IV. Etude préliminaire



1. Comment varie l'éclairement d'une surface en fonction de la distance à laquelle cette surface se trouve de la source d'éclairage ?
2. Déterminer l'expression (égalité) du flux lumineux Φ d'une source d'éclairage ponctuelle en fonction de l'intensité lumineuse I de cette source d'éclairage et de l'angle solide Ω qu'occupe ce flux lumineux.
3. En déduire la relation (égalité) entre le flux lumineux Φ d'une source d'éclairage ponctuelle émettant de la lumière dans toutes les directions et son intensité lumineuse I .

Appel du professeur

V. Vérification expérimentale de la relation fondamentale de la photométrie

V.1. Manipulations



- A l'aide du matériel disponible, élaborer et noter un protocole expérimental permettant de vérifier la relation fondamentale de la photométrie du **Doc.5**.



Faire un schéma annoté (au crayon papier) et des phrases explicatives.

Appel du professeur

- Une fois validé par votre professeur, réaliser votre protocole.
- Faire le schéma de la manipulation s'il diffère de votre protocole établi précédemment et noter vos observations et vos résultats.

Appel du professeur

V.2. Exploitation des résultats



- Si vous disposez d'un ordinateur, lancer le logiciel tableur-grapheur Latis-Pro et entrer vos valeurs expérimentales dans le tableur en créant deux nouvelles variables.



Comment créer une nouvelle variable dans Latis-Pro ?

- Cliquer sur l'icône  dans la barre d'outil de la fenêtre principale pour faire apparaître le tableau.
- Cliquer sur « Variables » puis sélectionner « Nouvelle ».
- Compléter la fenêtre qui s'est ouverte en nommant la variable et en précisant son unité puis valider en cliquant sur « OK ».

- Créer une nouvelle grandeur égale à l'inverse de la distance au carré entre l'ampoule et la cellule photoélectrique du luxmètre : $\text{invd2} = \frac{1}{d^2}$.



Comment créer une nouvelle variable à partir d'une variable existante dans Latis-Pro ?

- Cliquer sur « Traitements » puis sélectionner « Feuille de Calculs » dans la barre de menu principale.
 - Entrer l'expression (égalité) de la nouvelle variable : $\text{invd2} = 1/d^2$ puis cliquer sur « Calcul » et sélectionner « Exécuter ».
- Tracer la courbe représentant l'évolution de l'éclairage E en fonction de l'inverse de la distance au carré $1/d^2$ entre l'ampoule et la cellule photoélectrique du luxmètre.



Comment tracer une courbe dans Latis-Pro ?

- Cliquer sur l'icône  dans la fenêtre Paramètres.
 - Sélectionner une variable et la glisser sur l'axe souhaité dans la fenêtre graphique.
- Modéliser cette courbe par une fonction mathématique adéquate.



Comment modéliser une courbe par une fonction mathématique dans Latis-Pro ?

- Cliquer sur l'icône  dans la barre d'outil de la fenêtre principale.
 - Glisser la courbe à modéliser dans la fenêtre qui s'est ouverte.
 - Cliquer sur « Choisir un modèle » et choisir le modèle de courbe adéquat.
 - Cliquer sur « Calculer le modèle » puis sur la double flèche à côté.
- Noter la valeur du coefficient directeur du modèle obtenu.

Appel du professeur

- **Si vous ne disposez pas d'un ordinateur**, calculer pour chaque distance d entre l'ampoule et la cellule photoélectrique du luxmètre la valeur égale à $1/d^2$ correspondante.
- Tracer sur une feuille de papier millimétré la courbe représentant l'éclairement E en fonction de l'inverse de la distance au carré $1/d^2$ entre l'ampoule et la cellule photoélectrique du luxmètre.
- Déterminer le coefficient directeur de cette courbe.

Appel du professeur

- La courbe obtenue **sur l'ordinateur ou sur la feuille de papier millimétré** est-elle en accord avec la relation fondamentale de la photométrie du **Doc.5** ? Commenter.
- En déduire l'intensité I de l'ampoule utilisée.
- Calculer le flux lumineux correspondant en admettant que la lumière est émise dans toutes les directions ($\Omega = 4\pi$).
- Comparer votre résultat à la valeur indiquée sur l'emballage de l'ampoule utilisée. Commenter.

Appel du professeur

VI. Conclusion



- L'ampoule utilisée précédemment éclairerait-elle correctement le bureau de la situation de départ ?
- Comment faire pour augmenter l'éclairement sans modifier l'ampoule ?
- Quel(s) autre(s) critère(s) important(s) l'ampoule choisie doit-elle respecter pour travailler dans de bonnes conditions ?

Appel du professeur