Chapitre 7 : Les systèmes d'éclairage

Table des matières

Chapitre 7 : Les systèmes d'éclairage 1

Généralités sur l'éclairage 2

Notion d'éclairage 2

Lumière et longueur d'onde 2

La lumière du soleil 2

Sensibilité de l'œil et les effets de la lumière sur l'humain 3

Les grandeurs photométriques 4

Le flux lumineux Φ et efficacité lumineuse 4

L'intensité lumineuse I 4

L'éclairement E 6

La luminance L 9

Température de couleur 9

L'indice de rendu de couleurs (IRC) 11

Quelques appareils d'éclairage 11

La lampe à incandescence 11

La lampe à décharge 12

La lampe fluorescente 13

Les lampes à Diode Électroluminescente DEL 13

Tableau comparatif des principales sources d'éclairage 14

Les luminaires 14

Définition 14

Les modes d'éclairage 15

Planification de l'éclairage 17

Généralités sur l'éclairage

Notion d'éclairage

L'éclairage est un domaine très vaste pouvant être réparti dans les trois grands groupes suivants :

- L'éclairage intérieur (résidentiel ou industriel)
- L'éclairage extérieur (décoratif ou fonctionnel).
- L'éclairage public qui est celui des voies de circulation.

Dans ce chapitre, il ne sera traité que de l'éclairage intérieur.

Lumière et longueur d'onde

La lumière est la partie du rayonnement électromagnétique que nos yeux perçoivent. La couleur d'une lumière est caractérisée par sa longueur d'onde λ définie comme suit :

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{7.1}$$

Avec λ en mètre, c est la vitesse de la lumière dans le vide; elle vaut $3 \times 10^8\ m/s$ et f est la fréquence de la lumière en Hz. Une lumière constituée d'une seule longueur d'onde est dite **monochromatique**. La plage des longueurs d'onde de la lumière se situe entre 380 nm et 780 nm. Le jour, nous voyons des couleurs, la nuit cependant uniquement des nuances de gris. La **Figure 7. 1** ci-dessous montre la classification des ondes en fonction de leurs longueurs d'onde.

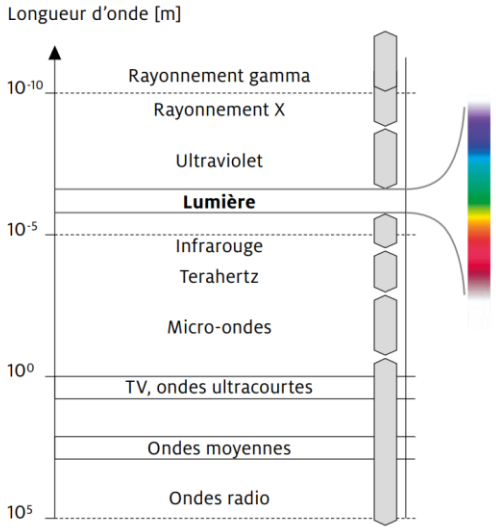

Figure 7. 1. Classification des ondes en fonction de leur longueur d'onde

La lumière du soleil

La lumière du soleil n'est pas monochromatique; elle est composée de plusieurs couleurs allant du violet au rouge. La figure ci-dessous montre le spectre de la lumière du soleil qui est décomposée par un prisme.

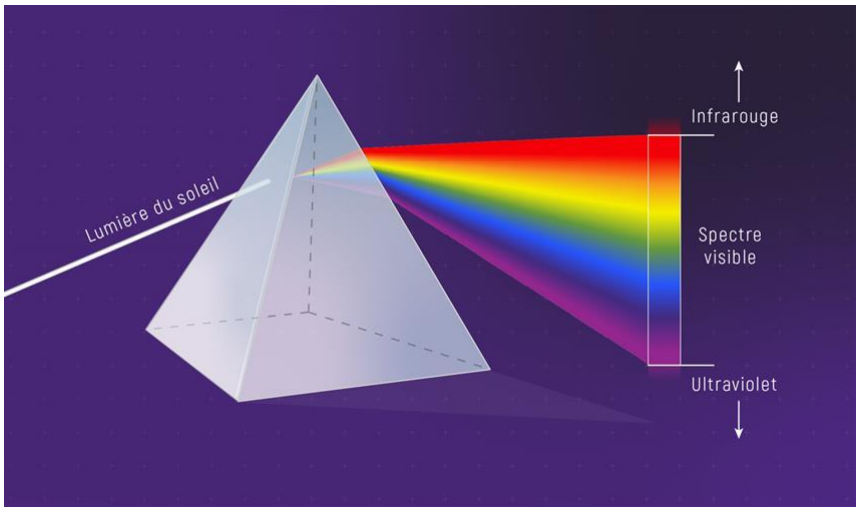

Figure 7. 2. Décomposition de la lumière du soleil (source)

Sensibilité de l'œil et les effets de la lumière sur l'humain

La sensibilité de l'œil varie selon les couleurs et le choix des sources lumineuses dépend de cette sensibilité. On distingue les trois effets ci-dessous :

- La lumière pour les **fonctions visuelles** : éclairage conforme aux normes de la zone de travail, confortable et sans éblouissement.

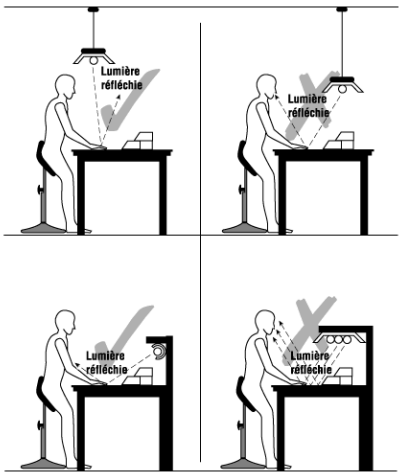

Figure 7. 3. Recommandation du CCHST : Centre Canadien d'hygiène et de sécurité au travail (source)

- La lumière à **effet biologique** : soutiens le rythme circadien et stimule ou détends.

Figure 7. 4. La lumière stimule le cerveau (source)

- La lumière pour la **perception émotionnelle** : dans ce cas, on met en place un éclairage qui souligne l'architecture et peut être créatrice d'ambiances et élément d'aménagement.

Figure 7. 5. Éclairage soulignant l'architecture (source).

Les grandeurs photométriques

La **photométrie** est la science qui étudie le rayonnement lumineux du point de vue de la perception par l'œil humain. La plupart des appareils de mesure en photométrie, qui ne font pas intervenir directement l'œil en tant qu'élément sensible, sont étalonnés en fonction de la courbe de sensibilité relative de l'œil humain. On rappelle que la sensibilité de l'œil varie selon les couleurs.

Le flux lumineux Φ et efficacité lumineuse

Il s'agit de la quantité d'énergie lumineuse rayonnée par seconde (quantité totale de la lumière). Cette grandeur permet ainsi de décrire la quantité de lumière émise par une source lumineuse. Le symbole utilisé pour la source lumineuse est le Φ (phi). L'unité est le **lumen (lm)**. Le flux lumineux est la somme des intensités dans un espace donné.

L'efficacité lumineuse est le quotient du flux lumineux par quantité d'énergie électrique consommée $(\mathrm{lm/W})$. On la note K et on a :

$$K = \frac{\phi}{P} \quad \begin{cases} \phi : \text{flux lumineux en lm} \\ P\text{: puissance en watts (W)} \\ \text{K: intensité lumineuse en } (\mathrm{lm}/W) \end{cases} \tag{7.2}$$

Le flux lumineux sera alors utilisé pour comparer l'efficacité lumineuse de différentes lampes.

L'intensité lumineuse I

Définition

Il s'agit de l'énergie lumineuse rayonnée par seconde dans une **direction donnée**. Son unité est le candela (**cd**).

Exemples :

- Une bougie de **0,8 cd** dans toutes les directions
- Lampe à incandescence de 300 watts de puissance :
  - ✓ **400 cd** dans toutes les directions
  - ✓ **1500 cd** au centre du faisceau avec réflecteur.

La figure ci-dessous la différence entre le flux lumineux (en lm) et l'intensité lumineuse (Cd). Comme on peut le voir, l'intensité lumineuse est la quantité de lumière qu'une source lumineuse émet dans une direction particulière.

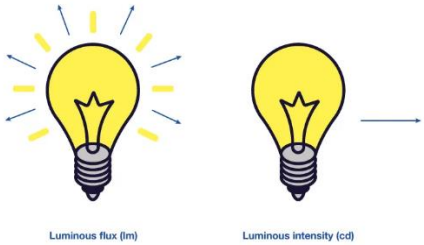

Figure 7. 6. Flux lumineux versus, intensité lumineuse.

Remarque : Le flux lumineux permettra de comprendre la quantité de lumière dans un espace général, tandis que l'intensité lumineuse est le paramètre utilisé pour calculer les niveaux exacts de lumière qui frappe chaque surface. Lorsque la lampe émet de façon uniforme dans toutes les directions, l'intensité lumineuse I est constante.

Les courbes photométriques

Chaque appareil d'éclairage est caractérisé par une courbe photométrique qui représente la répartition des intensités lumineuses émises par l'appareil, pour une lampe émettant un flux total de 1000 lumens. En abscisses figurent les angles en degrés, en ordonnées les intensités lumineuses en candelas. On distinguera les deux cas de figure suivants :

- Lorsque l'appareil d'éclairage est circulaire, une seule courbe est nécessaire.
- Pour des appareils non circulaires comme des tubes fluorescents par exemple, il faut tracer deux courbes sur le même graphique : en trait plein sur le plan longitudinal et en trait pointillé sur le plan transversal.

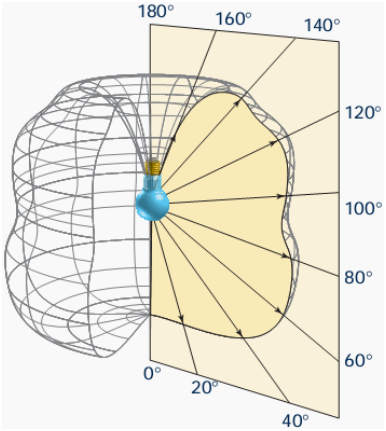

Figure 7. 7. Exemple de graphe de l'intensité lumineuse pour une source circulaire (source)

Pour calculer l'intensité lumineuse, on peut utiliser l'**angle solide** qui est une grandeur géométrique permettant de décrire et de mesurer un cône.

$$\phi = I \times \Omega \quad \begin{cases} \phi : \text{flux lumineux en lm} \\ I : \text{intensité lumineuse en cd} \\ \Omega : \text{angle solide en stéradian (sr)} \end{cases} \tag{7.3}$$

L'angle solide est symbolisé par Ω et son unité est le **stéradian (sr)**.

Soit dS une petite surface vue depuis le point O comme montré sur la **Figure 7. 8**.

- Le cône élémentaire $d\Omega$ a un demi-angle au sommet α (plan de coupe diamétral).
- La normale forme un angle θ avec le rayon moyen provenant de O.
- θ est appelé angle d'inclinaison ou d'obliquité.

- $dS\cos\theta$ est la surface apparente vue depuis le point O (comme dans une sphère vue de loin).

On évalue le cône élémentaire sous lequel dS est vue depuis le sommet O comme suit :

$$\mathrm{d}\Omega = \frac{dS\cos\theta}{D^2} \tag{7.4}$$

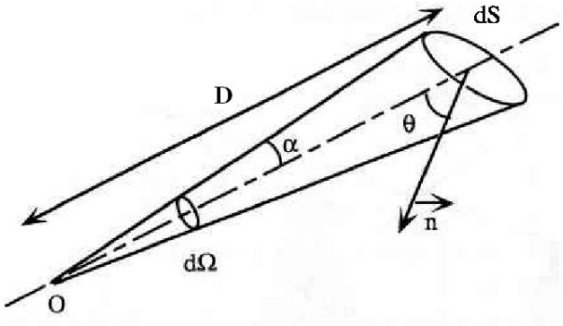

Figure 7. 8. Calcul de l'angle solide (source)

L'angle solide sous lequel, on voit, du centre de la sphère, une calotte sphérique de surface S dont le diamètre apparent s'étend sur un angle de $2\,\theta$ est alors défini comme suit :

$$\Omega(\alpha) = 2\pi(1-\cos\alpha) \tag{7.5}$$

On définit alors les cas particuliers suivants :

- Pour un demi-espace $\alpha = \frac{\pi}{2}$

$$\Omega_{1/2} = 2\pi\ sr \tag{7.6}$$

- Pour un espace entier $\alpha = \pi$

$$\Omega_{\text{espace}} = 4\pi\ sr \tag{7.7}$$

- Pour un cône très étroit : $\cos\alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$

$$\Omega(\alpha) = \pi\alpha^2\ sr \tag{7.8}$$

Exemple d'application 1 : Une lampe fluorescente de puissance $P = 10\,W$ a une intensité lumineuse $I = 35$ cd. Calculez le flux lumineux et l'efficacité lumineuse de la lampe sachant qu'elle émet dans toutes les directions.

Solution de l'exemple 1

$$P = 10\,W\ ;\ \ I = 35\,cd$$

Flux lumineux

La source émettant dans toutes les directions alors on aura :

$$\phi = I \times \Omega_{\text{espace}} = 35 \times\ 4\pi = \boxed{439{,}822\ \text{lm}}$$

Efficacité lumineuse

$$K = \frac{\phi}{P} = \frac{439{,}822}{10} \approx \boxed{44\ \text{lm}/W}$$

L'éclairement E

Définition

Quantité de lumière (flux lumineux) reçue sur une surface :

$$E = \frac{\phi}{S} \quad \begin{cases} \phi : \text{flux lumineux en lm} \\ S : \text{surface en } m^2 \\ E : \text{Éclairement en lux (lx)} \end{cases} \tag{7.9}$$

L'unité est le **Lux (lx)** et l'éclairement se mesure avec un **luxmètre**. L'éclairement se mesure aussi en fc (Foot-candle) avec :

$$1 \text{ fc} \approx 10{,}764 \text{ lx} \tag{7.10}$$

Pour estimer le niveau moyen d'éclairement d'une installation, on effectue des mesures à différents points du local pour ainsi établir la moyenne du niveau d'éclairement. Avec ces valeurs de référence et à l'aide d'un luxmètre (image ci-dessous), il est facilement possible d'évaluer le niveau moyen d'éclairement d'une installation existante. Il suffit de mesurer ce niveau à différents points du local pour ainsi établir la moyenne du niveau d'éclairement.

Figure 7. 9. Luxmètre MTP 1014 (source)

Éclairement en un point pour une source émettant dans toutes les directions

Lorsqu'une source émet de façon uniforme dans toutes les directions, l'intensité lumineuse est constante et pour évaluer l'éclairement en un point situé à une distance h de la source, on considère une petite surface dS situé autour du point et un cône de lumière d'angle solide élémentaire $d\Omega$. L'éclairement sera alors défini autour à partir du flux élémentaire dF comme suit :

$$E = \frac{d\phi}{dS} = \frac{I\, d\Omega}{dS} = \frac{I\, dS}{dS.\ h^2} \quad \Rightarrow \quad E = \frac{I}{h^2} \tag{7.10}$$

Remarque : l'éclairement est inversement proportionnel au carré de la distance qui sépare la source du point de mesure. Cette formule est connue sous le nom de **Loi de l'inverse du carré**.

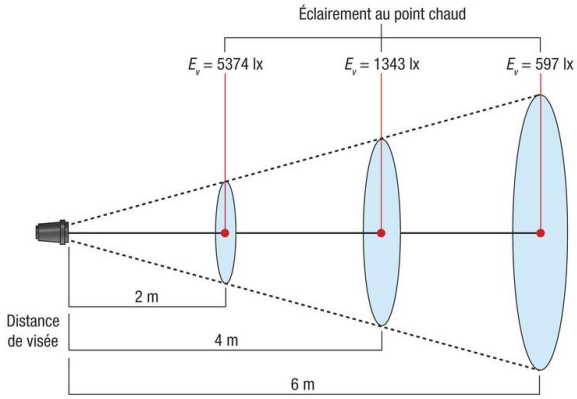

Figure 7. 10. L'éclairement est inversement proportionnel au carré de la distance avec la source ponctuelle (source)

L'éclairement doit être conforme à un niveau minimum défini d'après l'activité. Le tableau ci-dessous représente quelques valeurs moyennes du niveau d'éclairement à atteindre selon le type de local.

Local et activité	Eclairement moyen
Hall d'entrée et couloirs	
Hall d'entrée Couloir et circulation Escalier	100 lx 50 - 100 lx 100 lx
Sanitaires	
Eclairage ambiant Eclairage du miroir et du lavabo Toilettes	200 lx 300 - 500 lx 100 lx
Cuisine	
Eclairage ambiant Eclairage du plan de travail	200 - 300 lx 300 - 500 lx
Living – Salon	
Zone de repos (fauteuil, etc.) Lecture	50 - 200 lx 300 lx
Salle à manger	
Eclairage général Eclairage de la table	100 lx 100 - 300 lx
Chambre	
Eclairage général Zone de lecture (tête de lit)	100 - 200 lx 300 lx
Débarras, buanderies, caves, garage, etc.	
Eclairage général Zone de travail (repassage, bricolage, etc.)	50 - 100 lx 300 lx

Figure 7. 11. Éclairement recommandé selon le type de local (source)

Exemple d'application 2 : une ampoule électrique de puissance $60\ W$ et d'efficacité lumineuse $K = 14\ \mathrm{lm}/W$ est suspendue à une hauteur $h_1 = 3\ m$ au-dessus d'une table et envoie toute la lumière émise dans toutes les directions.

1. Quel est l'éclairement de la table juste sous l'ampoule
2. À quelle hauteur h_2 devrait-on mettre l'ampoule pour doubler l'éclairement de la table ?

Solution de l'exemple 2

$$P = 60\ W\ ;\ K = 14\ \mathrm{lm}/W$$

On peut déterminer le flux lumineux en utilisant la relation (7.2); ce qui donne :

$$K = \frac{\phi}{P} \quad \Rightarrow \phi = K \times P = 14 \times 60 = 840\ \mathrm{lm}$$

1. **Calcul de l'éclairement si $h = 3\ m$**

La source émettant dans toutes les directions de l'espace, l'intensité lumineuse est constante et en considérant la relation (7.7), on obtient :

$$I = \frac{\phi}{4\pi}$$

Finalement, avec la relation (7.10), on obtient :

$$E = \frac{\phi}{4\pi . h_1^2} = \frac{840}{4\pi \times 3^2} = \boxed{7{,}42\ \mathrm{lux}}$$

2. **Calcul de la distance h_2 permettant de doubler l'éclairement**

L'éclairement est inversement proportionnel au carré de la distance; on peut alors écrire que :

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{h_2^2}{h_1^2} \Rightarrow h_2^2 = \frac{E_1 . h_1^2}{E_2} \quad \Rightarrow \quad h_2 = h_1 \sqrt{\frac{E_1}{E_2}} \Rightarrow \quad h_2 = 3 \times \sqrt{\frac{E_1}{2E_1}} = \frac{3}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{2} = \boxed{\mathbf{2,12\ m}}$$

La luminance L

La **luminance** représente l'intensité lumineuse produite (ou réfléchie) par une surface et vue d'une direction donnée. Elle caractérise la sensation visuelle d'éblouissement d'une lampe ou d'un luminaire, mais aussi de tout objet susceptible de renvoyer la lumière qu'il reçoit. La sensation visuelle de luminosité sera d'autant plus grande que l'intensité lumineuse est importante et que la surface apparente d'émission est faible.

$$L = \frac{I}{S} \qquad \begin{cases} I : \text{Intensité lumineuse en cd} \\ S : \text{surface en } m^2 \\ \text{L: Luminance en candelas par } m^2 \ (\text{cd/m}^2) \end{cases} \tag{7.11}$$

Température de couleur

Elle caractérise l'ambiance lumineuse (chaude, intermédiaire ou froide) que les appareils d'éclairage peuvent offrir. Plus la température de couleur exprimée en Kelvin (K) est élevée, plus l'ambiance obtenue est froide. Une classification de la température de couleur est montrée ci-dessous :

Température apparente	Température de couleur
Chaude (blanc, rosé)	< 3000 °K
Intermédiaire (blanc)	3300 à 5500 °K
Froide (blanc, bleuté)	> 5500 °K

Figure 7. 12. Classification de la température de couleur (source)

Un exemple de spectre correspondant est montré ci-dessous :

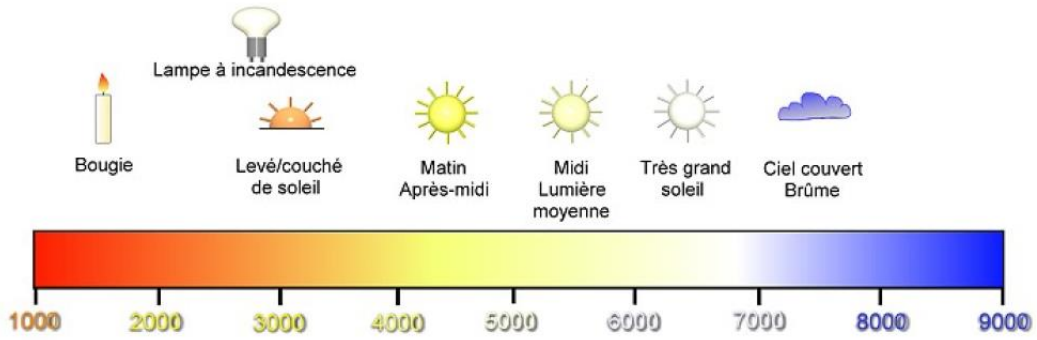

Figure 7. 13. Spectre de la température de couleur (source)

De façon générale, pour choisir la température de couleur en fonction du niveau d'éclairement tout en respectant le confort visuel, on utilise le **diagramme de Kruithof**.

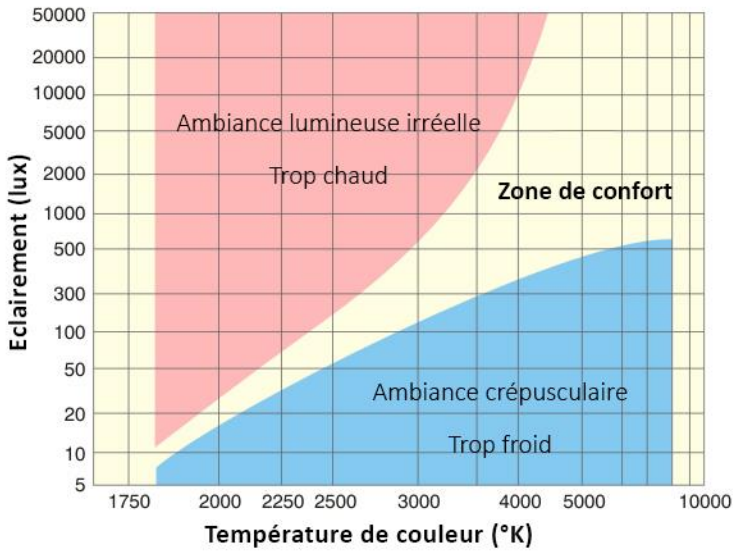

Figure 7. 14. Diagramme de Kruithof (choix de la température de couleur) Source

Exemple d'application 3 : On désire obtenir un éclairement de 500 lux. En utilisant le diagramme de Kruithof montré sur la **Figure 7. 14** déterminer quelle température de couleur maxi et mini pourra-t-on utiliser.

Solution de l'exemple 3

On trace la ligne horizontale d'équation $y = 500\ \text{lux}$ et on détermine les points d'intersection sur les limites de la zone de confort.

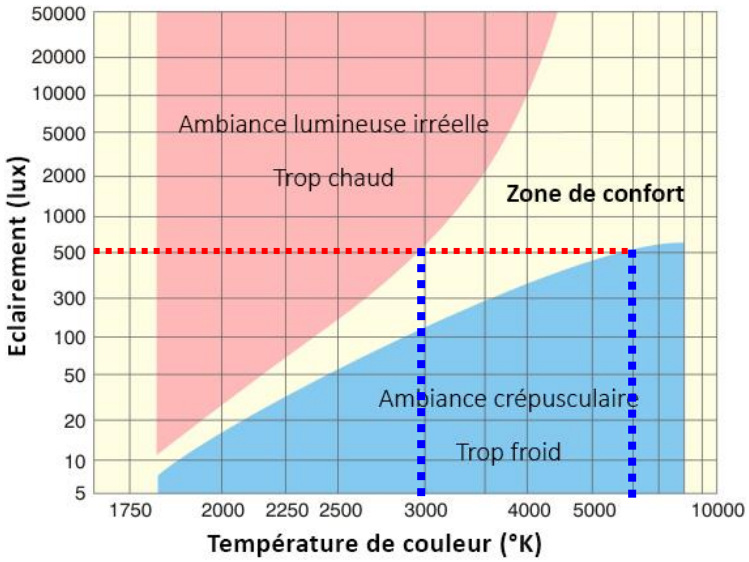

Figure 7. 15. Diagramme de Kruithof : résolution de l'exemple d'application 3.

On obtient alors approximativement :

$$\boxed{\begin{cases} T_{\min} \approx 3000\ K \\ T_{\max} \approx 6000\ K \end{cases}}$$

L'indice de rendu de couleurs (IRC)

L'IRC indique la capacité d'une lampe à restituer toutes les nuances du spectre visible (couleurs) d'un objet éclairé. L'IRC est d'autant meilleur qu'il se rapproche de 100. Le tableau ci-dessous montre une classification de l'IRC.

Rendu des couleurs	IRC
Médiocre	60 < IRC < 80
Moyen	80 < IRC < 85
Bon	IRC > 85

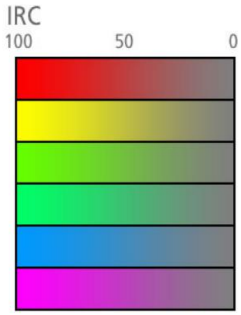

Figure 7. 16. Indice de rendu des couleurs (source)

Quelques appareils d'éclairage

La lampe à incandescence

Principe et constitution générale

La lumière est due à une élévation de température du filament (en tungstène) sous l'effet du courant électrique qui le parcourt. Les filaments de tungstène ont une température de fusion élevée (3655 K). On réalise un double spiralage du filament afin d'améliorer l'efficacité lumineuse. Pour éviter la détérioration du filament, on le place à l'abri de l'oxygène dans une ampoule contenant un gaz inerte (argon, krypton).

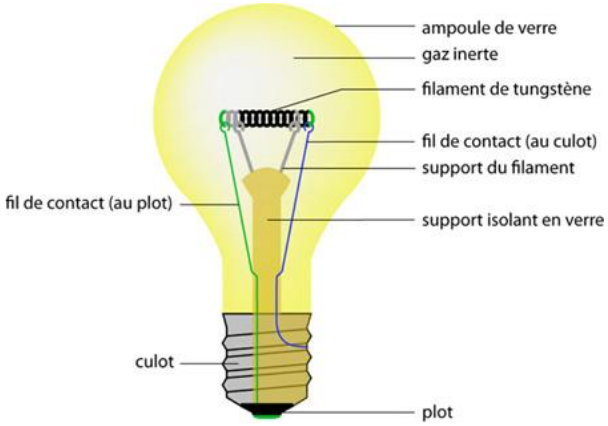

Figure 7. 17. Principales parties d'une lampe à incandescence (source)

Principales caractéristiques des lampes à incandescence

- Efficacité lumineuse faible.
- Excellent indice de rendu des couleurs IRC proche de 100.
- Basse température de couleur (ambiance chaude).
- Encombrement réduit.
- Allumage instantané
- Faible prix d'achat.
- Ces lampes conviennent pour l'éclairage des locaux d'habitation, mais sont d'une exploitation couteuse du fait de leur faible efficacité.

Lampe à Iode

La lampe a Iode est une variante de la précédente. Les lampes à iodes ont une meilleure efficacité, un flux lumineux constant, ne noircissent pas et durent deux fois plus longtemps que les lampes à incandescence.

Figure 7. 18. Quelques lampes à iodes (source)

La lampe à décharge

Pour réaliser cette lampe, il est placé aux extrémités d'un tube fluorescent, un gaz inerte ou des vapeurs de métal sous pression, on applique une différence de potentiel. Des électrons émis par la cathode seront projetés à la rencontre des électrons périphériques des électrons de gaz et de métal. Lorsque ces électrons rejoignent progressivement leurs orbites initiales, ils libèrent de l'énergie acquise lors des collisions sous la forme des photons de lumière.

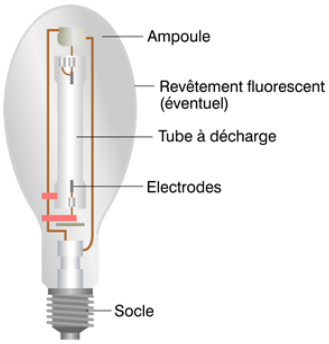

Figure 7. 19. Principales parties d'une lampe à décharge (source)

La lampe fluorescente

Principe et constitution générale

Il s'agit des lampes à décharge constituées d'un tube de verre dont la paroi interne est recouverte d'une mince couche d'une substance photoluminescente. Chaque extrémité contient une faible quantité de mercure dans un gaz rare. La décharge électrique dans la vapeur de mercure à basse pression produit un rayonnement ultra-violet transformé en lumière visible par la substance photoluminescente.

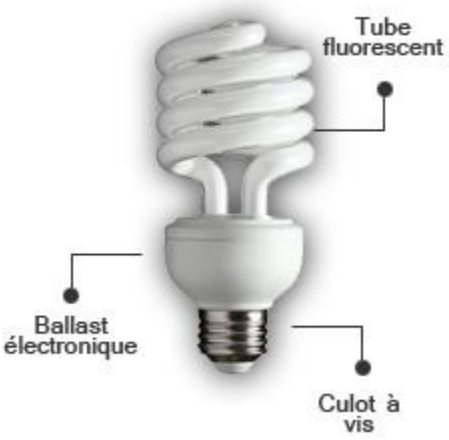

Figure 7. 20. Principales parties d'une lampe fluorescente (source)

Quelques caractéristiques des lampes fluorescentes.

Il en existe une grande diversité notamment les tubes fluorescents ce qui permet leur adaptation à toutes les applications ainsi qu'un éclairage d'excellente qualité. Quelques principales caractéristiques sont :

- La température de couleur 2800 K en blanc confort (lumière chaude) à 6300 K en lumière du jour.
- Un IRC compris entre 52 et 97
- Efficacité lumineuse K entre 40 et $95\ \mathrm{lm}/W$.

Les lampes à Diode Électroluminescente DEL

L'électroluminescence est l'émission de lumière produite lorsqu'un courant continu à basse tension traverse un dispositif à semi-conducteurs contenant un cristal et une jonction p-n. Le dispositif électroluminescent le plus courant est la diode

électroluminescente ou DEL. Lorsque la diode est polarisée dans le sens passant, de la lumière est émise. Cette lumière est monochromatique et dépend des matériaux utilisés. Les DEL sont typiquement utilisées dans les endroits exposés tels que la signalisation, l'éclairage décoratif et festif, l'affichage de produits de consommation, et dans les applications automobiles.

Figure 7. 21. DEL de 1450 lm

Tableau comparatif des principales sources d'éclairage

	Technologie	Utilisation	Avantages	Inconvénients
	Incandescence Standard	Usage domestique Eclairage localisé décoratif	Branchement direct sans appareillage intermédiaire Prix d'achat peu élévé Facile à recycler Allumage instantané Bon rendu des couleurs	Efficacité lumineuse faible Consommation électrique importante Forte dissipation de chaleur Faible durée de vie
	Incandescence halogène	Éclairage ponctuel et intensif	Branchement direct Allumage instantané Excellent rendu des couleurs Facile à recycler	Efficacité lumineuse moyenne Forte dissipation de chaleur Consommation électrique importante
	Tube fluorescent	Magasins, bureaux, ateliers Extérieurs	Efficacité lumineuse élevée Rendu des couleurs moyen	Puissance lumineuse unitaire faible Sensible aux températures extrêmes Difficile à recycler
	Lampe fluo-compacte	Usage domestique Bureaux Remplace les lampes à incandescence	Bonne efficacité lumineuse Bon rendu des couleurs sensensibles aux nombre de commutations	Investissement initial élevé par rapport aux lampes à incandescence Difficile à recycler
	LED	Signalisation (feux tricolores, éclairage de secours) Hall	Insensibles aux nombre de commutations Faible consommation d'énergie Basse température.	Prix relativement élevé Rendu des couleurs moyen Gamme de puissance réduite

Figure 7. 22. Comparaison des différentes lampes (source)

Les luminaires

Définition

Les luminaires sont des appareils d'éclairage avec les fonctions suivantes :

- La répartition du flux lumineux émis par la source.
- L'équilibrage des luminances des lampes afin d'éviter l'éblouissement.

- La protection des sources lumineuses.

Les principaux luminaires que sont (réflecteurs et projecteurs, les abat-jours, etc.) modifient les courbes photométriques des lampes afin de mieux répartir la lumière. Les luminaires peuvent être encastrés, semi-encastrés et même suspendus.

Figure 7. 23. Exemple de luminaire suspendu (source)

Les modes d'éclairage

On distinguera un éclairage direct, d'un éclairage indirect et de l'éclairage mixte. Ces divers éclairages disposent chacun des caractéristiques qui leur sont propres, ainsi que **davantage spécifiques** en fonction des besoins.

Éclairage direct

La lumière est envoyée directement sur la surface à éclairer. C'est le moyen le plus économique, mais il faut cependant éviter l'éblouissement.

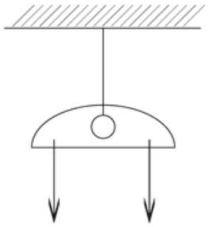

Figure 7. 24. Éclairage direct

Le principal avantage de l'éclairage direct est qu'il apporte une lumière pour travailler sur une zone précise (comme une table, un bureau, un plan de travail, etc.). Il est généralement réalisé à l'aide de spots équipés d'une bonne optique et qui sont encastrés dans le plafond. Cet éclairage a un **rôle d'efficacité**. Il permet d'avoir de la lumière régulièrement répartie et de pouvoir réaliser des activités de précision (lecture, cuisine, maquillage, etc.), en évitant la fatigue oculaire. Pour réaliser l'éclairage direct, on peut utiliser des spots encastrés ou des luminaires suspendus avec des lampes directionnelles.

Figure 7. 25. Exemple de spot encastré (source)

Éclairage indirect

La lumière est dans ce cas envoyée directement vers le plafond. C'est un moyen très couteux, mais reposant.

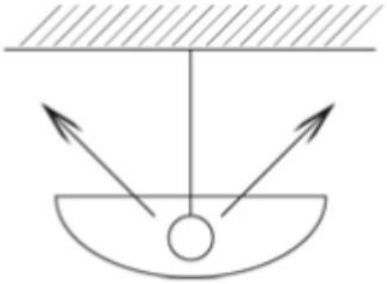

Figure 7. 26. Éclairage indirect

Le principal avantage de ce mode d'éclairage est de pouvoir **créer une ambiance**, avec une lumière atténuée et plus douce, en attirant l'œil sur un objet ou une zone en particulier. L'éclairage indirect a un **rôle plutôt décoratif** et apportera beaucoup de luminosité dans vos pièces. Les figures ci-dessous montrent quelques exemples d'éclairage indirect.

Éclairage du plafond

Éclairage indirect par des spots encastrés implantés en lèche mur

Figure 7. 27. Exemple d'éclairage indirect (source)

Éclairage semi-direct

Une partie de la lumière (10 % à 40 %) est dirigée vers le plafond qui s'il est réfléchissant améliore l'ambiance lumineuse.

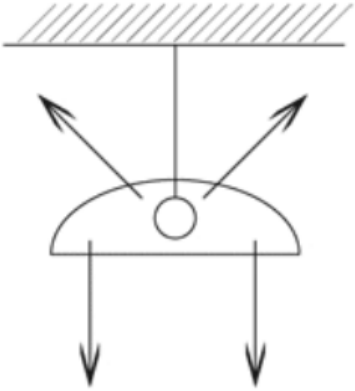

Figure 7. 28. Principe de l'éclairage semi-direct (source)

Quelques exemples d'éclairage semi-direct sont montrés ci-dessous.

Utilisation de luminaires techniques

Spots encastrés implantés en lèche mur

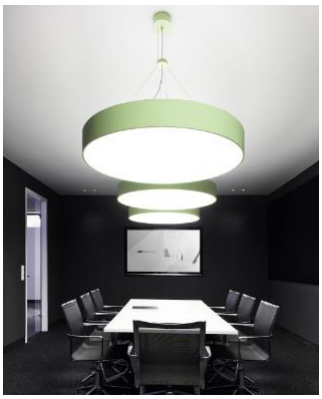

Figure 7. 29. Exemple d'éclairage semi-direct (source)

Éclairage semi-indirect

La majeure partie de la lumière (60 % à 90 %) est dirigée vers le plafond réfléchissant, cela permet de diminuer les ombres et d'offrir une impression agréable.

Éclairage mixte

C'est le compromis entre l'éclairage direct et indirect avec les avantages et les inconvénients des deux systèmes.

Planification de l'éclairage

On définit quatre types d'éclairage pour les installations résidentielles

- Ambiance
- Travail
- Accentuation et mise en valeur
- Décoration

Comme vue précédemment, ce sont les luminaires qui permettent de fournir ces différents types d'éclairage. Toutefois, dans la planification de l'éclairage, il faut tenir compte des aspects suivants :

- L'élément humain,
- L'architecture,
- L'artistique

Pour les normes et recommandations, consulter LASSTSAS (Association Paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur affaires sociales) : Éclairage, recommandation et normes.
http://asstsas.qc.ca/dossiers-thematiques/eclairage-reglementation-et-normes#:~:text=La%20norme%20NF%20X35%2D103,aux%20caract%C3%A9ristiques%20psychophysiologiques%20des%20travailleurs.

Fin du cours ici, la suite dans le cours 8