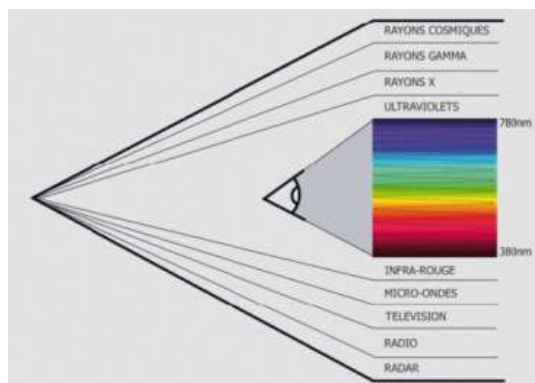




La lumière ?



Définition du petit Larousse.

Lumière n. f. Ensemble des **rayonnements électromagnétiques visibles**, c'est-à-dire susceptibles d'être perçus directement par un **oeil humain** (spectre visible), dont les longueurs d'onde sont comprises entre 400 et 780 nm.

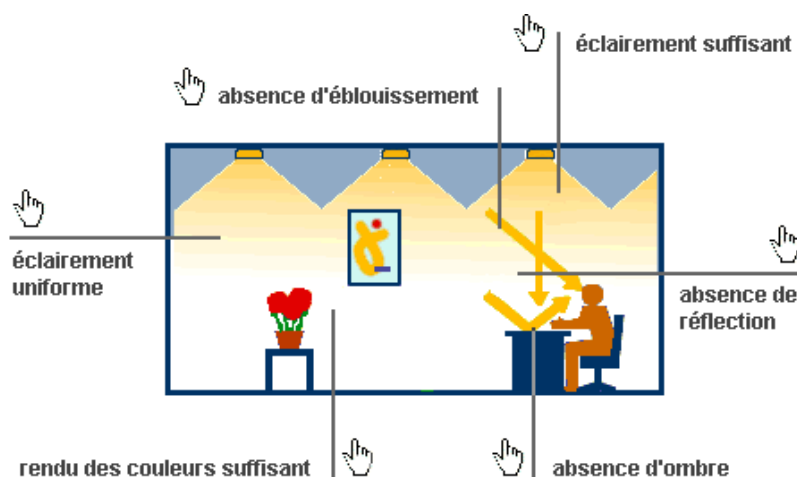
Notre œil ne perçoit qu'une petite partie du rayonnement électromagnétique : C'est le SPECTRE VISIBLE.
Il contient toutes les couleurs de l'arc en ciel.

Le Confort Visuel

Le **confort visuel** est une impression subjective liée à la quantité, à la distribution et à la qualité de la lumière. Les vues sur l'extérieur sont également importantes.

L'environnement visuel nous procure une sensation de confort quand nous pouvons voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable.

Le confort visuel est atteint en vérifiant les critères suivants :

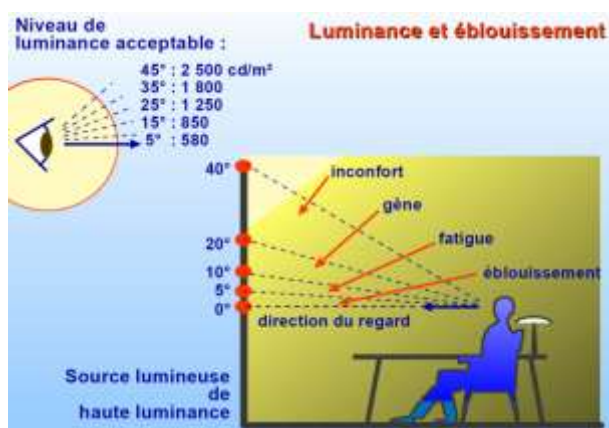




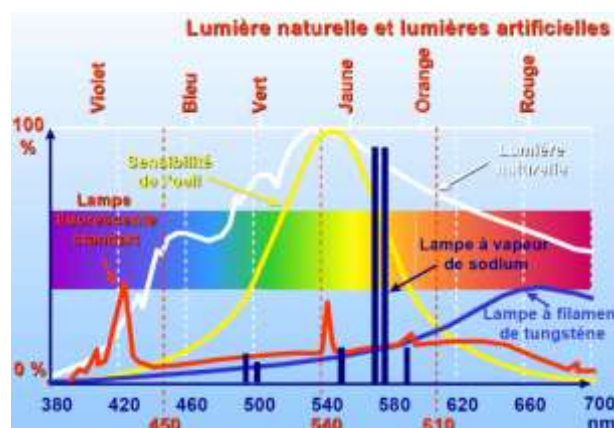
Les principales sources d'inconfort visuel

Éclairage :

- L'éclairage insuffisant : source de fatigue
- La variation trop rapide de l'intensité d'éclairage
- L'éblouissement : trop fort contraste de luminance dans le champ visuel (doc. 1)
- Un mauvais rendu des couleurs : spectre de la lumière inadapté (doc.2)



Doc.1 : Confort, niveau de luminance acceptable et position de la source



Doc. 2 : Comparaison des spectres de la lumière naturelle et de lumières artificielles

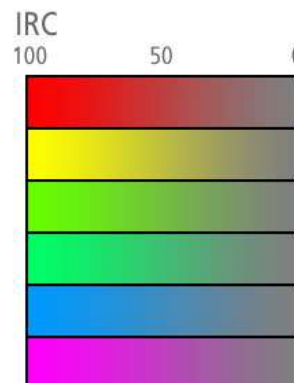


Les 3 critères de la norme NF EN 12464-1

L'indice de rendu des couleurs (IRC ou Ra)

Valeur de l'IRC	Rendu des couleurs
60 < IRC < 80	Médiocre
80 < IRC < 85	Moyen
IRC ≥ 85	Bon

L'IRC indique la capacité d'une source lumineuse à restituer toutes les nuances du spectre visible d'un objet éclairé.
La valeur de référence est 100, une lampe d'un IRC = 100 permet de voir toutes les couleurs du spectre visible.
Un bon IRC est supérieur à 80.



Éblouissement (indice UGR : United glare rating)

L'éblouissement peut être :

- ⇒ **Direct**, quand la source lumineuse est dans le champ visuel ; s'il s'agit d'une source naturelle, le poste de travail doit être protégé du rayonnement solaire gênant.
- ⇒ **Indirect**, lorsque l'éclairement est réfléchi sur des objets, des surfaces et le plan de travail.

La limitation de l'éblouissement est donnée sous la forme d'une valeur limite d'UGR

L'Éclairement du plan utile (E) en lux

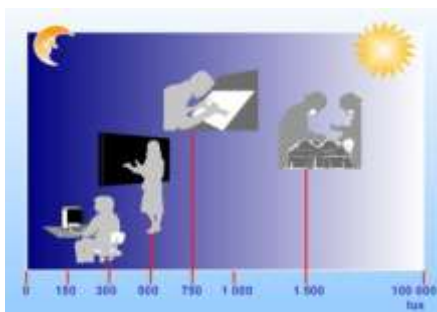
Définition

Il s'agit de la quantité de lumière (naturelle ou artificielle) reçue sur une surface, le plan utile (généralement au niveau du plan de travail à 0.80m du sol).

Appareil de mesure : le luxmètre



Recommandations



Selon l'occupation des locaux, les besoins en lumière ne sont pas les mêmes. Le niveau d'éclairement de référence est donc fixé en fonction de l'activité du local. En effet, lorsque le niveau d'éclairement diminue, les détails des objets et les textes en petits caractères seront plus difficiles à distinguer. Un éclairage trop important est également inconfortable.

Il faut préciser que la plupart du temps ces niveaux d'éclairement sont atteints grâce à l'utilisation d'éclairage artificiel, seul garant de l'uniformité dans le temps de l'éclairement, synonyme de confort visuel « permanent ».

Comment le déterminer ?

Au stade de la conception d'une construction

Son évaluation nécessite la construction d'une maquette réelle ou d'une maquette numérique pour pouvoir être chiffrée.

Matériaux de maquettage

ou logiciel de simulation comportementale (ex : DiaLux)

Dans un bâtiment existant

Il s'agit d'effectuer des relevés de mesures d'éclairement intérieur et extérieur.

matériel : luxmètre



Valeurs préconisées par la norme

Les valeurs sont prescrites dans la norme NF EN 12464-1

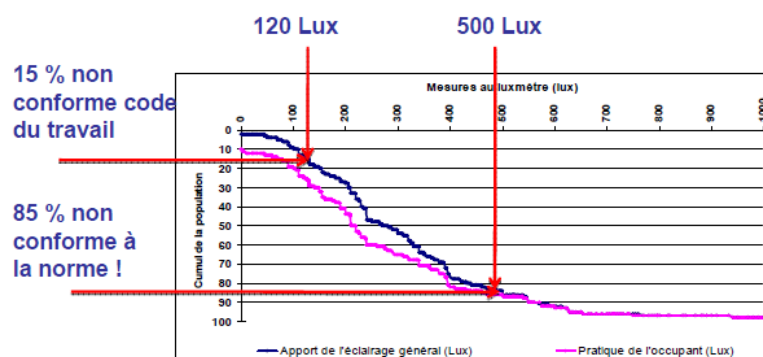
Zones, tâches, activités	Eclairage moyen à maintenir (lux) Valeur minimale	UGR – Valeur maximale	Indice de rendu des couleurs – R _a Valeur minimale
Zone de circulation et couloirs	100	28	40
Escaliers, quai de chargement	150	25	40
Magasins, entrepôts	100	25	60
Magasins de vente, zone de vente	300	22	80
Zone de caisse	500	19	80
Espaces publics, halls d'entrée	100	22	80
Guichets	300	22	80
Restaurants, hôtels	300	22	80
Réception, caisse, concierge	500	22	80
Cuisines	500	22	80
Bâtiments scolaires, salle de classe en primaire et secondaire	500	19	80
Salle de conférences	500	19	80
Salle de dessin industriel	750	16	80
Eclairage des bureaux :			
– classement	300	19	80
– dactylographie, lecture	500	19	80
– poste CAO	500	19	80
– réception	300	22	80
– archives	200	25	80

Indications AFE pour le résidentiel

Secteur	Local	E [lux]
Résidentiel	Séjour	300
	Chambre	200
	Cuisine	500
	Salle de bain	500
	Circulations	100
Scolaire	Salles de classe	500
Bureaux	bureaux	500
Salle de dessin industriel		750

L'éclairage : Etat des lieux

- Conditions d'éclairage médiocres



- Systèmes d'éclairage vétustes : 10 000 000 de lampes à incandescence en 2011
=> seront remplacées par les fluocompactes
- Consommation énergétique et coût économique importants : L'éclairage artificiel correspond à 10% de la consommation électrique globale en France.



Éclairage et La RT 2012

Rappels :

La RT s'applique au tertiaire et au logement :

- Bâtiments neufs,
- Extensions de bâtiments existants.

La RT s'articule sur 3 critères (coefficients) essentiels :

- des valeurs maximales de consommation énergétique (**Cep**) pour le chauffage, la climatisation, la ventilation, la production d'eau chaude des sanitaires, les auxiliaires et l'éclairage.
- Définition du besoin bioclimatique (**Bbio**)
 - Caractérise l'enveloppe du bâtiment (conception bioclimatique)
 - Bbio = impact énergétique du bâti pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage
 - C'est une mesure de l'énergie requise pour assurer :
 - une température correcte en hiver (besoin de chauffer), en été (besoin de rafraîchir)
 - un éclairage intérieur correct tout au long de l'année (besoin d'éclairer)
- La température intérieure conventionnelle (**Tic**)



RT 2012 : L'éclairage devient un des leviers pour réaliser de substantielles économies d'énergie dans les bâtiments

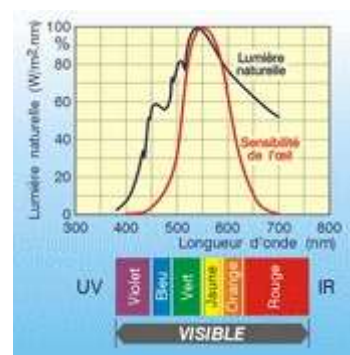
	LOGEMENT NEUF	TERTIAIRE NEUF
Objectifs de l'éclairage		Assurer au personnel des conditions de travail adaptées à la tâche à effectuer : <ul style="list-style-type: none">• faciliter l'exécution d'une tâche• assurer le bien-être• éliminer les risques d'accident à la source.
Exigences en termes d'éclairage	<ul style="list-style-type: none">• Niveau d'éclairement intérieur : Eint, fixé en fonction des pièces (autour de 200 lux)	La norme européenne d'éclairage intérieur NF EN 12 464-1 définit trois exigences principales d'éclairage sur les lieux de travail : <ul style="list-style-type: none">• Eint moyen (500 lux – variable selon l'activité)• Qualité de la lumière : IRC >80• Limitation de l'éblouissement : UGR <19
« Leviers »	L'éclairage intelligent	
	Exploiter au mieux le potentiel de l'éclairage naturel :	
	<ul style="list-style-type: none">• Caractéristiques des baies• Orientation des baies• Les baies représentent 1/6 de la surface au sol.	<ul style="list-style-type: none">• apports solaires• coefficient de réflexion des parois (valorisation des parois claires)• protections solaires
	Système de gestion de l'éclairage :	
	Sans objet	<ul style="list-style-type: none">• Détection de présence / programmation,• régulation en fonction de la lumière du jour et des besoins locaux :<ul style="list-style-type: none">- contrôle séparé de l'éclairage des zones proches des baies- interrupteurs à détection de seuil d'éclairement
Economie réalisée	Sources lumineuses éco efficaces :	
	Se tourner vers un éclairage artificiel éco-efficace : <ul style="list-style-type: none">• Lampe à bon rendement	<ul style="list-style-type: none">• Rendement de la source lumineuse• Performance du luminaire• Performance du ballast

Système	Economie réalisée
Régulation en fonction de la lumière du jour + Détection de présence	55 %
Détection de présence	35 %
Régulation en fonction de la lumière du jour	20 %



L'éclairage naturel

L'éclairage naturel peut procurer un meilleur confort visuel que l'éclairage artificiel, et ce avec des niveaux d'éclairement inférieur. En effet, **l'œil humain est naturellement adapté à la lumière naturelle** — — →



La qualité de la lumière naturelle est meilleure que celle de la lumière artificielle, **elle offre un meilleur rendu des couleurs**. La lumière naturelle permet également de conserver **un contact avec l'extérieur** et présente un intérêt pour les **économies d'énergie** (lumière « gratuite »).

Il est donc nécessaire de fixer un objectif pour l'éclairement naturel dès l'élaboration du cahier des charges du projet (des valeurs optimales de chacun de ces indicateurs décrits ci-après peuvent être mises en recommandation).

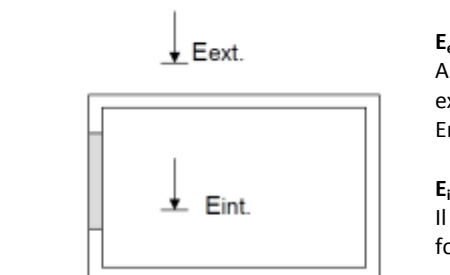
Cependant, un éclairage naturel mal conçu peut présenter des conséquences négatives en termes d'éblouissement, il peut accroître la chaleur, en été. L'influence des caractéristiques acoustiques des vitrages est également un élément à prendre en compte.



Le facteur de lumière du jour (FJ ou FLJ) :

C'est le rapport entre le niveau d'éclairement (en lux) reçu en un point de référence à l'intérieur du local (E_{int}) et un point à l'extérieur en un site dégagé, par ciel couvert (E_{ext}).

$$FJ = \frac{E_{int}}{E_{ext}} \times 100$$



E_{ext} : Quelques chiffres indicatifs...

Au cours d'une journée moyennement couverte, l'éclairement extérieur varie de 5 000 à 20 000 lux.

En plein été à midi il peut atteindre 100 000 lux

E_{int} : Préconisation...

Il faut un éclairement compris entre 100 et 750 lux selon la fonction du local

Il caractérise l'apport de lumière naturelle dans une pièce. Il est lié à un ensemble d'indicateurs :

- la quantité des surfaces vitrées : **indice d'ouverture**,
- le pourcentage de surface transparente,
- les caractéristiques des vitrages : **facteur de transmission lumineux**,
- la profondeur de la pièce en façade : **indice de profondeur**,
- le facteur de réflexion des parois de la pièce.

Quelques Valeurs :

CONSTATATIONS

Facteur de lumière du jour	Moins de 1%	de 1% à 2%	de 2% à 4%	de 4% à 7%	de 7% à 12%	Plus de 12%
	Très Faible	Faible	Modéré	Moyen	Elevé	Très Elevé
Zone considérée	Zone éloignée des fenêtres (distance supérieure à 3 fois la hauteur de la fenêtre).			Zone à proximité des fenêtres ou sous des lanternaux.		
Impression de clarté	Sombre à peu éclairé		Peu éclairé à Clair		Clair à très clair	
Remarques	Convient aux zones de circulation, stockage etc.		Convient aux locaux de travail		Attention aux éblouissements	
Impression visuelle	Cette zone-----semble être séparée-----de cette zone					
Ambiance	Le local semble être refermé sur lui-même			Le local s'ouvre vers l'extérieur		

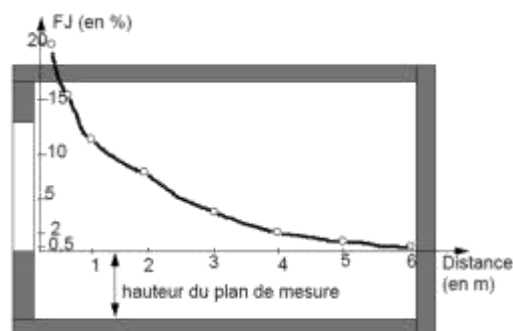
PRECONISATIONS

Selon l'ADEME, les facteurs de lumière du jour moyen préconisés par type de local sont:

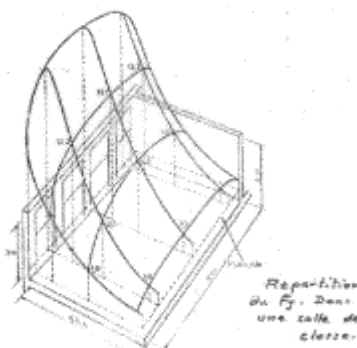
Secteur	Local	FLJ (%)	
		nord	sud
Résidentiel	Séjour	1,5%	
	Chambre	1%	
	Cuisine	2%	
Scolaire	Salles de classe	2,5%	2%
bureaux	bureaux	2,5%	2%

Variation de l'éclairement naturel dans un local

La lumière du jour n'est répartie de manière homogène dans un local. En effet, dès lors que l'on s'éloigne des ouvertures l'éclairement naturel décroît rapidement, il en est donc de même pour le facteur de lumière du jour.



Allure de la décroissance du facteur de lumière du jour dans un local éclairé par une seule baie verticale



Lien avec l'éclairage artificiel

Plus le FLJ est élevé, plus le temps d'utilisation des locaux sans lumière artificielle est long, limitant ainsi la consommation d'énergie électrique.



Document Ressources :

Le confort visuel, les paramètres

Baccalauréat STI2D :
Spécialité Architecture et Construction

L'indice d'ouverture

C'est le rapport entre la surface de baies et la surface du local.

$$I_o = \frac{\text{Surfaces baies}}{\text{Surface local}} \times \% St \times tl$$

Cet indice est corrigé en fonction du facteur de transmission lumineux du vitrage et du pourcentage de surface transparente.

Selon l'ADEME, les indices d'ouverture préconisés par type de local sont:

Secteur	Local	Indice d'ouverture %
Résidentiel	Séjour	20%
	Chambre	16%
	Cuisine	25%
Scolaire	Salles de classe	30%
bureaux	bureaux	30%

Le pourcentage de surfaces transparentes %St



C'est le rapport entre la surface transparente (vitrée) et la surface totale de la baie.

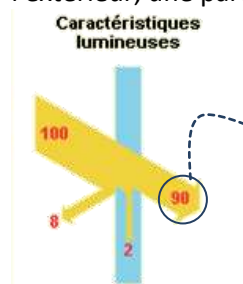
Les menuiseries représentent un obstacle au passage de la lumière naturelle.

⇒ Les menuiseries « simples » assurent un meilleur éclairage.

Le facteur de transmission lumineuse tl:

C'est le pourcentage de lumière transmis par une paroi.

Lorsque la lumière visible du soleil est interceptée par une paroi, une partie de la lumière est réfléchiée vers l'extérieur, une partie est absorbée par les matériaux, une partie est transmise à l'intérieur.



Exemple: Simple vitrage clair

La transmission lumineuse d'un simple vitrage clair = 0,9.

L'emploi de vitrages clairs permet de maximiser les apports de lumière naturelle en toutes circonstances.

L'indice de profondeur

C'est le rapport de la profondeur du local sur la hauteur utile sous linteau (= différence de hauteur entre le plan utile généralement situé à 0.80m et le linteau).

$$I_p = \frac{\text{profondeur du local}}{(\text{hauteur sous linteau} - \text{hauteur du plan utile})}$$

Selon l'ADEME, les indices de profondeur préconisés par type de local sont:

Secteur	Local	Indice de profondeur (%)
Résidentiel	Séjour	<3.0
	Chambre	<2.6
	Cuisine	<2.6
Scolaire	Salles de classe	<3.5
bureaux	bureaux	<2.6

Zone d'influence d'une ouverture en façade
Fenêtre haute Fenêtre à mi-hauteur Fenêtre basse



La partie haute des vitrages permet d'éclairer le fond de la pièce.

Influence du vitrage en allège



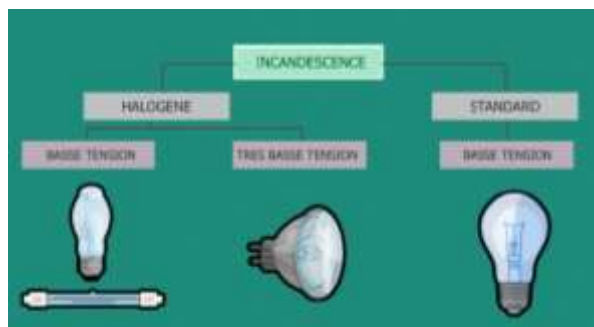
Augmente le champ de vision vers le bas
Favorise la continuité entre espaces intérieur et extérieur.
Ne contribue pas de manière significative à l'éclairage du plan de travail.
Augmente les apports thermiques.



L'éclairage artificiel

Les sources lumineuses : les types de lampes

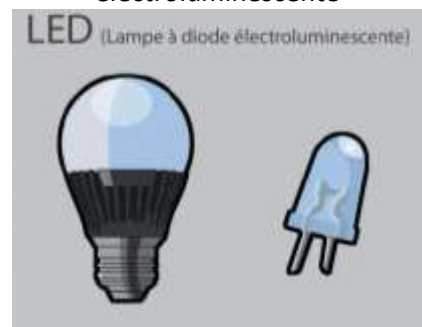
Lampes à incandescence



lampes fluocompactes -
basse consommation



Lampe à diode
électroluminescente



L'éclairement (E)

Voir page 3

$$E = F / S$$

L'indice de rendu des couleurs (IRC ou Ra):

Voir page 3

Flux lumineux (F) en Lumen (lm)



La quantité d'énergie émise par une source (lampe, soleil) sous forme de rayonnement visible dans toutes les directions par unité de temps.

$$F = E \times S$$

Consommation électrique en Watt [W.h]

C'est une **quantité d'énergie consommée** : Kilo-Watt-heure (kWh) signifie "1000 watts pendant une heure".

Consommation annuelle d'une lampe en Watt.heure [W.h]

Pour connaître l'énergie que consomme un dispositif électrique sur toute une année, il suffit de multiplier sa puissance (en watts) par le nombre d'heures de fonctionnement.

Efficacité lumineuse (η ou η) en [lm/W]

Quantité de lumière produite par rapport à l'électricité consommée (*lumen par watt*) avant que la source soit placée dans le luminaire.

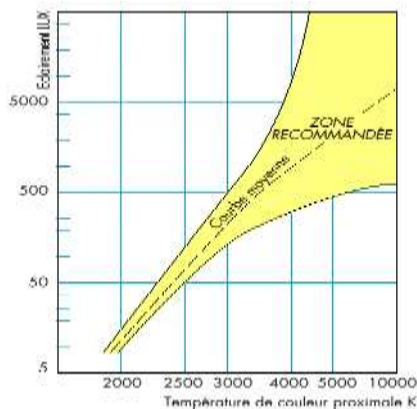
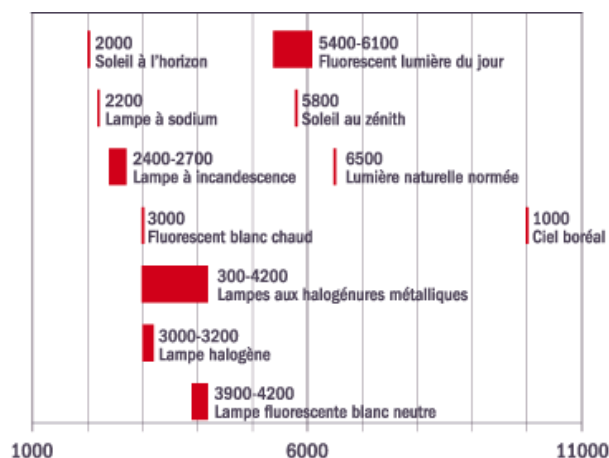
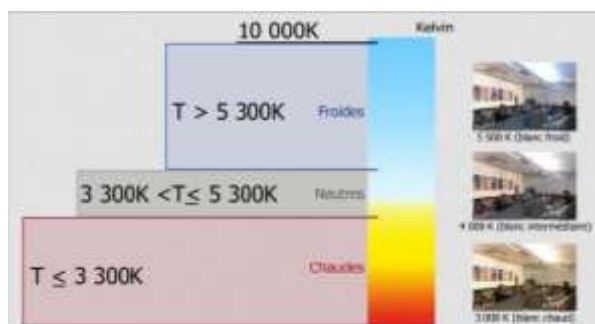
$$\eta = \frac{\text{flux lumineux fourni}}{\text{puissance électrique absorbée}} \quad [\text{lm/W}]$$

Sur l'étiquette-énergie, les lampes les plus efficaces sont classées A, les moins efficaces sont classées G : **A B C D E F G**



Température de couleur d'une source lumineuse en Kelvin [K]

Elle caractérise la couleur apparente de la lumière émise par une source.



La couleur de la lumière doit être adaptée au niveau d'éclairement. Le diagramme de Kruithof (ci-contre) donne les valeurs recommandées de la température de couleur en fonction de l'éclairement. Cette zone correspond à la **zone de confort**.

Sinon, l'impression visuelle peut correspondre à une ambiance lumineuse irréaliste, trop chaude ou à une ambiance lumineuse, de type crépusculaire, trop froide.

Les luminaires

Les luminaires jouent plusieurs rôles dans la fonction éclairage :

- support pour l'alimentation électrique et pour la lampe,
- protection de l'utilisateur contre le rayonnement direct,
- orientation / concentration du flux lumineux produit par la source,
- et bien entendu, un rôle esthétique.

Intensité lumineuse (I) en candela [Cd]



Mesure de l'importance du flux lumineux émis dans une direction donnée par une source ponctuelle.

Luminance (L) en candela/m² [Cd/m²]



Mesure de l'aspect lumineux d'une surface éclairée ou d'une source, dans une direction donnée et dont dépend la sensation visuelle de luminosité.
L'appareil de mesure : luminance mètre.