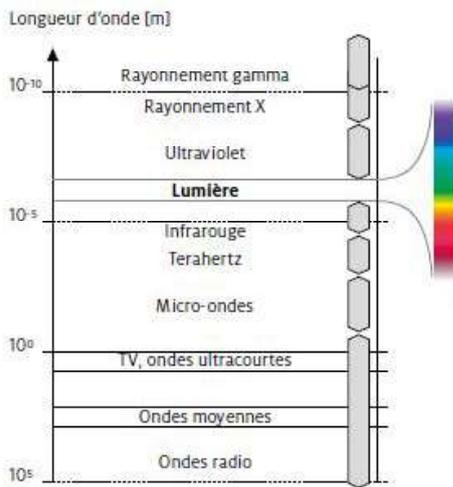


1° LA LUMIÈRE

La lumière est la partie du rayonnement électromagnétique que nos yeux perçoivent. La plage des longueurs d'onde se situe entre 380 et 780 nm. Le jour, nous voyons des couleurs, la nuit par contre uniquement des nuances de gris.

1.1. Qu'est-ce que l'effet melanopique de la lumière ?



La rétine contient des cellules ganglionnaires photosensibles. Elles sont sensibles à la lumière bleue et entraînent l'inhibition de la mélatonine, l'hormone du sommeil, pendant la nuit. La mélatonine permet un sommeil réparateur pendant la nuit. L'inhibition de la mélatonine le matin favorise la vigilance dans la journée. Un bon éclairage aide ainsi à contrôler le rythme circadien et à garantir un cycle de réveil et de sommeil sain.

1.2. Fonction de la lumière

La lumière a un effet triple.

a) La lumière pour les fonctions **visuelles**:

- éclairage conforme aux normes de la zone de travail
- confortable et sans éblouissement

b) La lumière a effet **biologique**:

- soutient le rythme circadien
- stimule ou détend

c) La lumière pour la perception **émotionnelle**:

- un éclairage qui souligne l'architecture
- créatrice d'ambiances et élément d'aménagement



2° LES GRANDEURS PHOTOMETRIQUES DE BASE

Flux lumineux \square intensité lumineuse \square éclairement \square luminance

Ω = angle solide, dans lequel le flux lumineux est émis

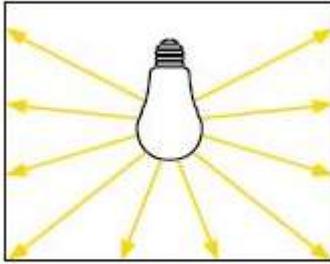
A ou S = surface sur laquelle le flux lumineux tombe (m^2)

$A_L \cos(\epsilon)$ = surfaces vues de la source lumineuse

ρ = facteur de réflexion de la surface

$\Pi = 3,14$

* = pour des surfaces diffuses

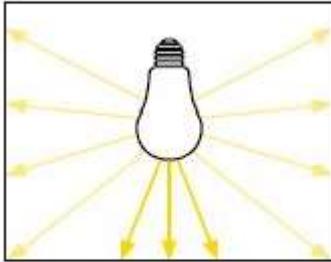


Lumen [lm]

2.1. Flux lumineux (Symbole : Φ -Phi-, Unité de mesure : lm -Lumen-)

Le flux lumineux décrit la quantité de lumière émise par une source lumineuse.

L'efficacité lumineuse est le quotient du flux lumineux par la quantité d'énergie électrique consommée (lm/W). Elle indique la rentabilité d'une source lumineuse.

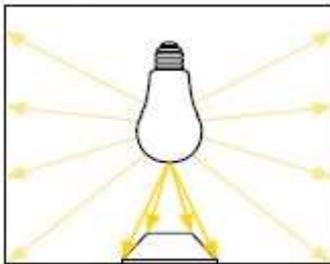


Candela [lm/sr]-[cd]

2.2. Intensité lumineuse (Symbole : I , Unité de mesure : cd -Candela-)

L'intensité lumineuse décrit la quantité de lumière émise dans une direction donnée. Elle est en grande partie déterminée par des éléments de guidage du flux, des réflecteurs par exemple, et est représentée par la courbe photométrique. (C.P.).

$$\text{Intensité lumineuse (cd): } I = \Phi / \Omega$$

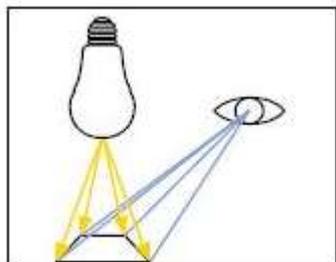


Lux [lm/m^2]-[lx]

2.3 Éclairement (Symbole : E , Unité de mesure : lx -Lux-)

L'éclairement décrit la densité du flux lumineux en un point d'une surface. Vous trouverez des indications sur les valeurs d'éclairement dans les normes correspondantes (EN 12464 « Éclairage des lieux de travail »).

$$\text{Éclairement (lx): } E = \Phi / S$$



[$\text{lm/sr} \cdot \text{m}^2$]-[cd/m^2]

2.4. Luminance (Symbole : L , Unité de mesure : cd/m^2)

La Luminance est la seule grandeur photométrique perçue par l'oeil humain. Ce concept décrit l'impression de luminosité que donne d'un côté une source d'éclairage et de l'autre une surface. Ce faisant, cette impression dépend fortement du facteur de réflexion (couleur et surface).

$$\text{Luminance (cd/m}^2\text{): } L = I / A_L \cos(\epsilon)$$

3° LES CRITERES DE QUALITE DE L ECLAIRAGE

3.1. Le bon éclairage

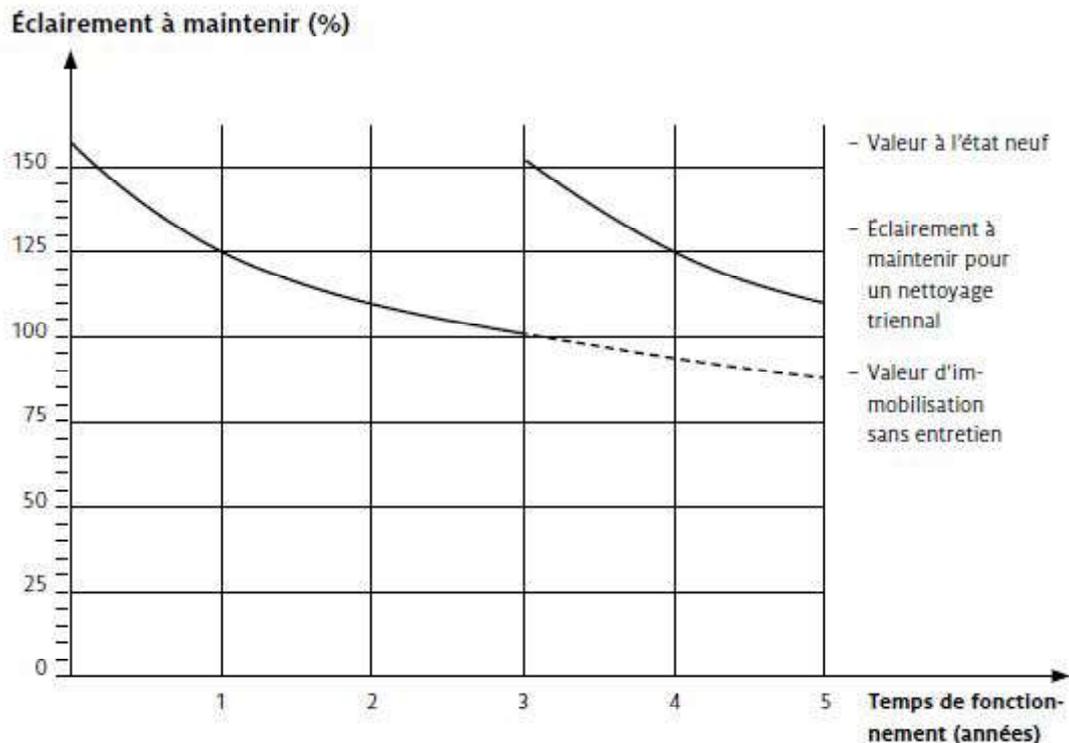
3.1.1. Critères de qualité

- Couleur de lumière adéquate
- Bonne composition des ombres
- Distribution harmonieuse des luminosités
- Efficacité énergétique
- Niveau d'éclairage suffisant
- Limitation de l'éblouissement
- Modification des conditions de luminosité
- Influence individuelle
- Éviter les miroitements et les reflets
- Intégration
- La lumière comme élément d'aménagement
- Rendu des couleurs approprié

3.2. Eclairage: définition

3.2.1. Eclairage à maintenir -Em- :

La valeur en-dessous de laquelle l'éclairage ne doit pas baisser dans la zone de la tâche visuelle.



Valeur à maintenir = facteur de maintenance x valeur à l'état neuf

3.2.2. Zone de la tâche visuelle :

les éclairages sont toujours définis pour des tâches visuelles précises et sont prévus pour la zone dans laquelle elles peuvent avoir lieu.

A défaut de connaître la position exacte, la détermination se fait sur la base de la pièce entière ou d'une zone de travail définie.

La zone de la tâche visuelle peut être horizontale, verticale ou inclinée.

3.2.3. Environnement immédiat de la zone de la tâche visuelle :

là, l'éclairage peut être plus faible que dans la zone de la tâche visuelle (ex. 300 lx contre 500 lx).

3.2.4. Facteur de maintenance :

l'éclairage à maintenir s'obtient en multipliant l'éclairage à neuf par le facteur de maintenance.

Ce dernier peut être déterminé individuellement et tient compte de la réduction du flux due à l'empoussièrement et au vieillissement de l'installation d'éclairage et du local.

3.2.5. Uniformité-U₀-

Pour réaliser des tâches visuelles dans des zones éclairées, la différence de luminosité ne doit pas être trop importante et il existe donc une uniformité minimale

$$U_0 = E_{\min}/E.$$

3.2.6. Facteur de réflexion

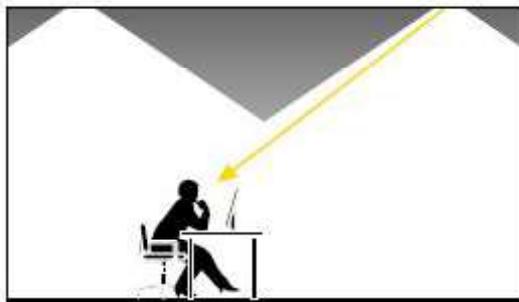
Les facteurs de réflexion des surfaces de la pièce et des objets ne déterminent pas seulement la perception de la pièce, ils influencent également la lumière réfléchie et donc la luminosité de la pièce.

Le tableau des facteurs de réflexion en annexe aide à déterminer le facteur de réflexion.

4° LES CRITERES DE QUALITE DE LECLAIRAGE

4.1. Éblouissement - limitation de l'éblouissement

4.1.1. Eblouissement direct



a) Cause

- Luminaires sans protection contre l'éblouissement
- Surfaces à grande luminosité

b) Effet

- Baisse de la concentration
- Augmentation du taux d'erreurs
- Fatigue

c) Remède

- Luminaires à luminances limitées
- Stores aux fenêtres

4.1.2. Eblouissement indirect



a) Cause

- Surfaces réfléchissantes
- Mauvaise disposition des luminaires
- Mauvaise disposition des postes de travail

b) Effet

- Baisse de la concentration
- Augmentation du taux d'erreurs
- Fatigue

c) Remède

- Adaptation du luminaire au poste de travail
- Éclairage indirect
- Surfaces mates

4.2. Analyse du taux d'éblouissement

L'analyse du taux d'éblouissement peut s'effectuer à l'aide de la méthode UGR pour tous les luminaires disposés de manière régulière dans une pièce, tel que spécifié dans la **norme EN 12464-1** «*Éclairage des lieux de travail intérieurs*». Toutefois, les luminaires LED à points d'éclairage très clairs et perceptibles de façon individuelle revêtent une importance capitale.

4.2. Des luminaires pour les postes de travail à écran classiques

La norme prévoit que la luminance des luminaires supérieure à l'angle d'élévation de 65° soit inférieure à **3000 ou a 1500 cd/m²**.

4.3. La méthode UGR

Pour analyser le taux d'éblouissement (psychologique), on applique la méthode **UGR** normalisée (*Unified Glare Rating*). La valeur **UGR** se calcule avec une formule. Elle tient compte de tous les luminaires de l'installation qui participent à la sensation d'éblouissement. Les valeurs **UGR** pour les luminaires sont calculées à l'aide d'une méthode de tableaux selon la norme **CIE 117**.

Les tableaux **UGR** sont disponibles pour chaque luminaire dans la fiche de données photométriques correspondante :

Sélection d'un produit --> Photométrie --> Sélection de l'agencement.

Les valeurs servent à classer le niveau d'éblouissement. La comparaison des différentes valeurs ne permet pas de tirer de conclusions.

Exemple: 18,5 est <19 (niveau) mais n'est pas mieux que 19,0 (niveau d'éblouissement identique <19).

4.3.1. Valeurs limites (UGRL) à ne pas dépasser :

- <16 Dessin technique
- <19 Lire, écrire, écoles, réunions, travail sur ordinateur
- <22 Industrie et artisanat
- <25 Travaux grossiers dans l'industrie
- <28 Quais, halles

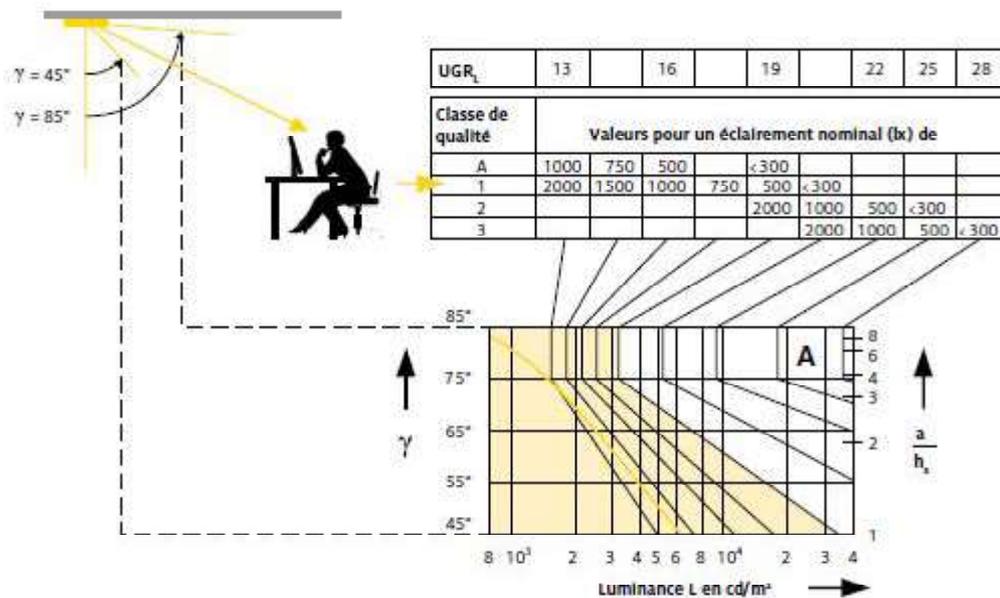
Les valeurs **UGR** pour les activités et tâches visuelles sont établies dans la **norme EN 12464**

4.4. Méthode des courbes

La **méthode des courbes** limites de luminance évalue la luminance moyenne d'un luminaire dans un angle d'élévation de **45° à 85°**.

Pour les bureaux, **UGR=19** est la valeur maximale autorisée ce qui correspond à une courbe limite de luminance dans la classe de qualité visuelle 1 pour 500 lx.

La méthode des courbes limites a été appliquée dans l'ancienne norme DIN 5035 pour évaluer l'éblouissement.



5° ÉBLOUISSEMENT - LIMITATION DE L'ÉBLOUISSEMENT

5.1. Éclairages des plafonds et murs



Des plafonds et murs non éclairés créent une impression désagréable. Des surfaces claires par contre assurent une ambiance très agréable.

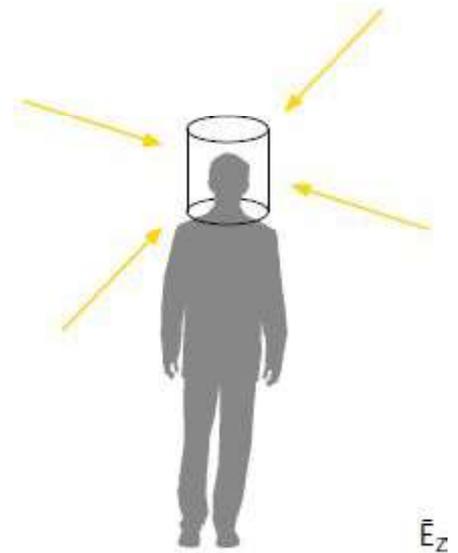
C'est pourquoi la **norme EN 12464** prescrit un éclairage de minimum **30 lx** ou **50 lx** au plafond et de minimum **50 lx** ou **75 lx** dans les bureaux, salles de cours, hôpitaux aux murs. Ces valeurs devraient d'ailleurs être largement dépassées et comporter minimum **175 lx** aux murs.

5.2. Eclairage des pièces

Pour faciliter l'identification des personnes et des objets dans une pièce, l'**éclairage cylindrique** E_z et le **modelling** doivent répondre à des exigences fondamentales.

Dans les salles de communication par exemple, E_z devrait être d'au moins **150 lx**.

Le **modelling** est le rapport entre l'éclairage cylindrique et horizontal en un point et devrait se situer **entre 0,3 et 0,6**.



5.3. Rappel Couleur de la lumière

L'ambiance d'une pièce est non seulement déterminée par la couleur de surfaces, mais également par la couleur de la lumière !

Pour les couleurs des sources lumineuses et les variations de la couleur de la lumière. (*voir chapitre Technologie des lampes*).

6° MESURE DE L ECLAIREMENT

L'**éclairage moyen** est la valeur arithmétique moyenne des éclairagements ponctuels mesurés avec un **luxmètre** dans des conditions précises et selon un maillage défini.

6.1. Appareils de mesure :

dénomination et précision

- **L** : précision maximale, limite d'erreur 3 %
- **A** : grande précision, limite d'erreur 5 %
- **B** : précision moyenne, limite d'erreur 10 %

6.2. Conditions de mesure

- Éviter la lumière parasite/lumière du jour (la mesurer séparément et la soustraire)
- Contrôler la tension réseau et la température ambiante
- Utiliser des lampes neuves ayant subi une période de rodage (de 100 h pour les lampes à décharge)

6.3. Maillage et hauteur de mesure

Les **normes EN 12464** (éclairage des lieux de travail intérieurs) et **EN 12193** (éclairage des installations sportives) comportent une grille de mesure qui facilite le contrôle d'installation d'éclairage.

Les recommandations suivantes s'appliquent pour la hauteur des niveaux de mesure :

- Lieux de travail = 0,75 m,
- Centres sportifs (sol) = 0,03 m
- Voies de circulation, escaliers, parkings (sol) = 0,03 m
- Éclairage cylindrique = 1,2 m
- Maillage de mesure : rectangles égaux
- Le maillage de mesure n'est pas égal au quadrillage de disposition des luminaires

Taille du champ de mesure	Espacement
1 m	0,2 m
5 m	0,6 m
10 m	1 m
50 m	3 m
100 m	5 m

7° ECLAIRAGE EXTERIEUR

Pour l'éclairage de places et de parcs, de bâtiments et de façades, il faut prendre en compte les aspects suivants :

- Éclairage ciblé des surfaces à visualiser, que ce soit à l'horizontale ou à la verticale
- Création d'une perception de la pièce en trois dimensions par la gradation de la luminosité et l'ombrage
 - Répartition équilibrée de la luminosité
 - Prévention des contrastes clairs/obscur trop prononcés
 - Diminution de l'effet d'éblouissement pour les habitants et les passants
 - Choix d'une couleur de lumière et d'un rendu des couleurs adaptés
 - Pas de lumière diffusée inutilisée
 - Pour l'éclairage de surfaces horizontales : Pas d'émission de lumière dans la partie supérieure
- L'obscurité doit être respectée pendant la nuit.

Pour limiter les perturbations, la norme EN 12464-2 définit l'éclairement lumineux et la luminance pour l'extérieur spécifiés

8° CARACTERISTIQUES DANS LE CATALOGUE TECHNIQUE DE L ECLAIRAGE

Proposée pour chaque luminaire dans le catalogue électronique, la **fiche de données des luminaires** fournit des données essentielles pour planifier correctement une installation avec des luminaires

- 1) Désignation et référence des luminaires
- 2) Texte de présentation
- 3) Illustration et dimensions
- 4) Distribution lumineuse (**LVK : courbe de distribution lumineuse**)

- Les intensités lumineuses sont indiquées en **cd/klm (1 klm = 1000 lm)**. La courbe polaire tient compte du rendement des luminaires η . Pour déterminer l'intensité lumineuse absolue, il faut tenir compte du flux lumineux des luminaires pour les luminaires LED et du flux lumineux des ampoules pour les luminaires à sources de lumière classiques.

- Le rendement des luminaires η atteint **100 %** pour les luminaires LED, car le degré d'efficacité est déjà pris en compte dans le flux lumineux des luminaires.

9° PRINCIPES GÉNÉRAUX

Les 5 critères d'une étude de l'éclairage ou Aide à la structuration du projet de solution lumière:

- Exigences à remplir par l'éclairage
- Choix des lampes, des luminaires et de la gestion de l'éclairage
- Calcul du nombre de luminaires
- Disposition des luminaires et commande de l'éclairage
- Analyse des résultats

La saisie des exigences permet d'élaborer par la suite une solution lumière soigneusement conçue, basée sur les critères de qualité de l'éclairage (chapitre 3°) et les exigences spécifiques au projet.

10°LOGICIEL

10.1. Outils de conception en ligne QuickCalc

Avec un calcul approximatif de l'éclairage selon l'effet produit, QuickCalc détermine rapidement le nombre de luminaires nécessaire pour obtenir un éclairement donné ou inversement : l'éclairement nécessaire pour un nombre de luminaires donné.

Vous trouverez QuickCalc pour le produit donné sous :

zumtobel.com/fr-fr/produits.html



The screenshot shows the ZUMTOBEL QuickCalc interface. At the top, there's a navigation bar with 'ZUMTOBEL' and a search bar. Below that, a 'CONFIGURER PRODUIT' button is visible. The main area is divided into several sections:

- Produit:** MLS EH 30W LED100 MIDL LDE TEL
- Flux:** 2645 lm
- Longueur de ligne:** 0,08 m
- Niveau de grad:** 100 %
- IRL:** 2,19 m
- Pièce:**
 - Long./Largeur/hauteur: 6,00 m / 5,00 m / 3,00 m
 - Pour côté: 0,75 m
 - Facteur de réflexion: 0,87
 - Degré de réflexion: 70/50/20
 - Plafond/Murs/Sol %
- Résultat:**
 - Eclairement: 547 lx
 - Nombre de luminaire: 12
 - Rayons: 6
 - Colonnes: 2
 - Puissance connectée à 100%: 11,70W/m² à 100% / 2,14W/m² à 100%
- Description:** (Empty text box)
- Téléchargements:**
 - Diagramme produit
 - Image
 - Download
 - Structure
 - Caractéristiques techniques
 - Procedura LDT
 - Procedura IRL
 - Transfer vers QuickCalc
 - Transfer vers TRAVE
 - Transfer vers IRLite
 - Fiche technique
 - Fiche d'installation
 - Fiche données
 - Simulation de confort CE
 - Donnée CAO 3D
 - Fichier CAO 3D
 - 3D 3D Fichier Point
 - Installation
 - Download
 - Notice de montage