

Cours Technologie (de l'hygiène) du travail

Prof. J. Malchaire

ECLAIRAGE

A. Définitions

1. Rayonnement électromagnétique

- longueur d'onde λ :
 - Ultra violet: < 400 nm
 - Visible: 400 à 750nm (du violet au rouge)
 - Infra rouge: > 750 nm
- vitesse de la lumière C: 3 108 m/s
- fréquence: $f = c / \lambda$

2. Une lampe:

- émet un certain flux lumineux F (lumens)
- dans différentes directions: Intensité I (lumens/stéradian ou candelas).

3. La quantité de lumière

- tombant sur une surface = Eclairage E (lumens/m² ou lux)
- facteur de réflexion r fonction de l'angle et de la couleur
- réfléchi par cette surface = Luminance L (cd/m² ou nits).
 - $L = E r / \pi$

4. Le contraste entre 2 surfaces s'exprime par $C = (L_2 - L_1) / L_1$ ou, plus simplement, par le rapport des luminances des 2 surfaces L1 et L2 (avec L1 la luminance la plus élevée)

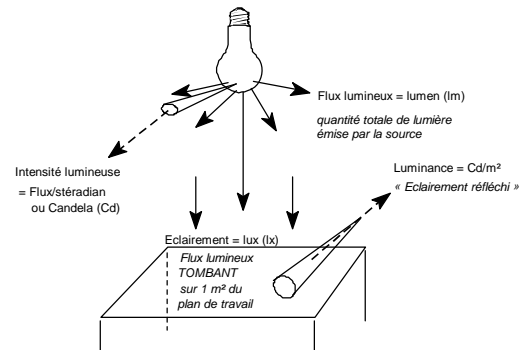
- si $L_1 / L_2 < 3$ la situation est idéale
- < 10 la situation est acceptable
- > 10 la situation est à améliorer

5. La température de couleur indique la qualité chromatique de l'éclairage (température à laquelle le corps noir émet un rayonnement ayant un aspect chromatique proche de celui de la lumière)

- 2700°K: lumière blanche, très chaude (rouge)
- 3000°K: lumière blanche, chaude (rougeâtre)
- 4000°K: lumière blanche, fraîche (blanche)
- >5000°K: lumière blanche, proche de la lumière de jour, dite froide (bleuâtre)

6. Le rendu des couleurs (de 0 à 100) exprime la qualité d'une lumière à rendre les couleurs de la même façon que la lumière du jour (degré d'accord entre l'aspect chromatique d'un objet éclairé par la source et celui du même objet éclairé par un illuminant de référence)

- Ra = 91-100 excellent
- Ra = 81-90 bon
- Ra = 51-80 moyen
- Ra = < 51 médiocre



B. Eclairages souhaitables

Valeurs d'éclairage minimal recommandées par le R.G.P.T. (en lux)

En pratique, la plage d'éclairage idéale s'étend de 1 à 2 fois l'éclairage minimal.

C. Types de lampes

1. Définitions: L'efficacité lumineuse est le rapport entre le flux de lumière et la puissance électrique consommée.

2. Lampes à incandescence:

- durée de vie: 1000 heures
- efficacité lumineuse: 10 lm/W

- température de couleur: 2600°K
- indice de rendu des couleurs: Ra 100

Nature du travail	Niveau minimal d'éclairage	Exemples de travaux correspondants
Perception générale	2	Gares de triage
	10	Chantiers de triage, cours et passages extérieurs
	20	Sites extérieurs de postes de transformation électrique, quais de chargement
	50	Sites intérieurs : couloirs, escaliers, lieux de passages, chambres froides
Perception légère des détails	100	Travaux grossiers et intermittents à l'établi ou à la machine; inspection et comptage de pièces en stock; montage de grosses machines
Perception modérée des détails	200	Assemblage mécanique et vérification de pièces moyennes
Perception assez poussée des détails	300	Travaux de bureau de toute nature
Perception poussée des détails	500	Travaux de dessin; montage et vérification de petites pièces
Perception très poussée des détails	700	Montage et vérification de pièces de précision; fabrication d'outils et de matrices; lecture d'instruments de mesures
Perception extrêmement poussée des détails	1000	Horlogerie; imprimerie

3. Lampes fluorescentes:
 - durée de vie: 10000 heures
 - efficacité lumineuse: 40-80 lm/W
 - température de couleur: variable: 3000 à 5000°K
 - indice de rendu des couleurs: variable: Ra 50-80
 - les allumages fréquents réduisent fortement la durée de vie
4. Lampes halogènes:
 - durée de vie: 2000 heures
 - efficacité lumineuse: 15-25 lm/W
 - température de couleur: 2900 °K
 - indice de rendu des couleurs: Ra 100
 - les allumages fréquents réduisent fortement la durée de vie
5. Lampes à décharge Sodium Basse, haute pression, mercure

D. Types de luminaires

- Classes BZ

E. Recommandations générales

1. Assurer les éclairages minimaux recommandés
 - éclairage naturel: avantages et inconvénients
 - éclairage artificiel: voir tables
2. Diffusion optimale
 - direct: éblouissements, ombres, contrastes
 - indirect: pas de contrastes mais plus cher
 - direct et indirect: augmente la vision des reliefs
3. Uniformité
 - éclairages général, zonal, ponctuel
 - espacement fonction divergence du luminaire (BZ)

4. Eblouissement

- absolu ou d'adaptation ou relatif
- direct:
 - sortir du cône de 90° pour éviter la vision directe des sources lumineuses.
 - écrans clairs pour les luminaires
- indirect: préférer des surfaces mates pour éviter les reflets
- contraste:
 - Entre la surface de travail, la zone aux alentours et à l'avant et l'environnement général, respecter les rapports de luminance:
 - 1 (centre) : 3 (zone) : 10 (fond) au maximum.
 - surfaces claires au centre
 - contraste plus élevé augmente concentration et performance mais aussi inconfort et fatigue
 - contraste plus faible diminue concentration et performance mais aussi inconfort et fatigue
 - calcul de $L = E r / \pi$: exemple $E = 400$ lux, $r = 0.3$, $L = 38$ nits

5. Couleurs: favoriser une clarté adéquate du lieu de travail

- facteurs de réflexion
 - plafond: 80 - 90%
 - parois: 50 - 75%
 - mobilier: 25 - 45%
 - sol: 20 - 25%
- effets psychologiques

	distance	température	humeur
▪ bleu	+	-	-
▪ orange	--	++	+
▪ brun	--	0	+
- utilisation
 - sécurité: avec discernement
 - fonction de la tâche: monotonie, concentration

6. Identité au spectre solaire

- chantier: lampe au sodium monochromatique
- résidence: 3300°K
- industrie: ... 5300°K
- étalage (comparaison des couleurs): >5300°K

7. Rendu des couleurs

- magasins, bureaux, imprimerie, peinture ...: > à 80
- bâtiments industriels: 60 à 80
- industrie lourde: 40 à 60
- éclairage extérieur: peut être < à 40

8. Entretien régulier

- nettoyage des luminaires
- remplacement systématique des lampes défectueuses