

# **Eclairage et santé : Influence des éclairages naturel et artificiel sur la santé**

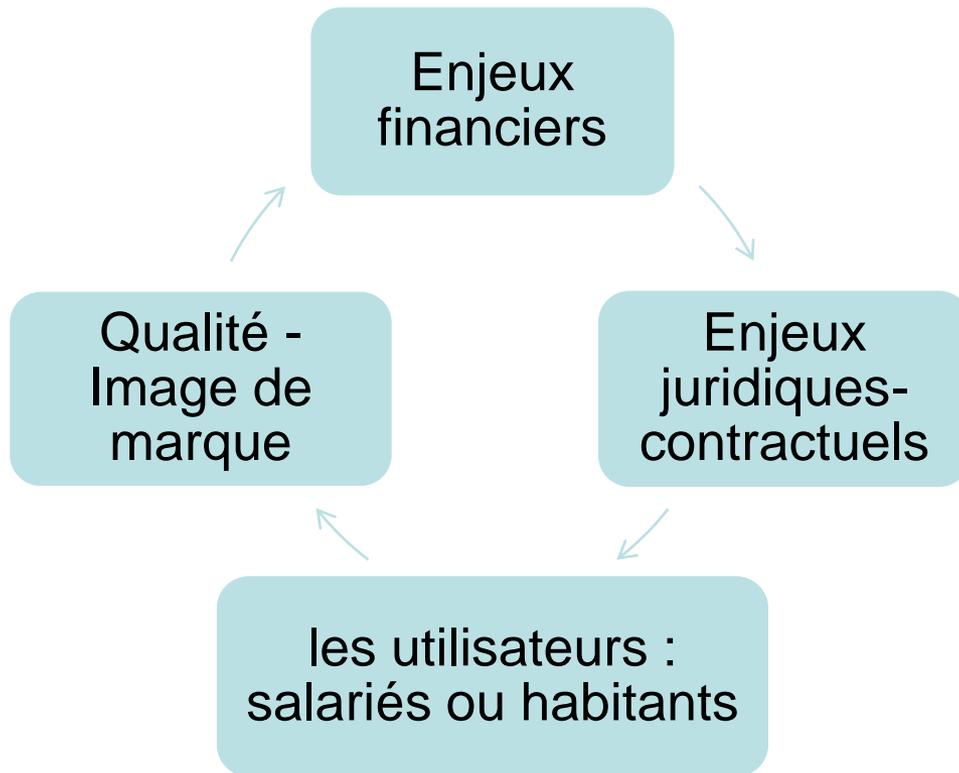
## **Points de vigilance sur les LED**

# Comment concevoir un lieu de vie ou de travail n'ayant pas d'impact négatif sur la santé ?

Les principes à mettre en œuvre restent les mêmes qu'on parle de lieux de vie ou de lieux de travail ...

# Enjeux

## *Un projet unique , un projet réussi*



- **Le projet est avant tout:**
  - Un investissement au plus juste prix
  - Une opportunité de développer une nouvelle activité et des services
- **C'est aussi:**
  - Une opportunité pour améliorer **la qualité de vie au travail ou à domicile**

# Démarche

**Privilégier une démarche de prévention pour la santé  
dès la conception ...**

➤ Intégrée, éliminant le risque, à long terme, pour des situations futures

... plutôt qu'une démarche corrective une fois le bâtiment en service :

➤ Souvent rapportée, parfois éphémère, ne protégeant que du risque, agissant sur une situation existante

***Traiter prioritairement les mesures organisationnelles et fonctionnelles,***

***Avant d'adopter des dispositions techniques***

# Principe général

## Analyse de la qualité d'usage attendue : Prendre en compte l'activité réelle

Prendre en compte l'activité de travail réelle ou l'usage attendu

Anticiper les futures situations de travail et d'utilisation ,et les risques associés

In fine: supprimer les risques dès la conception ...

... pour un projet réussi

... pour des interventions de maintenance facilitées

*« car il est plus facile de gommer un trait de crayon que de déplacer une fenêtre »*

# L'éclairage

Thème incontournable d'un projet de  
conception de lieu de vie / de travail :

*Quels objectifs ?*

*Comment s'y prendre ?*

## 4 ÉCLAIRAGE NATUREL



### *Quels sont mes objectifs ?*

- Privilégier l'éclairage naturel.
- Assurer un éclairage uniforme et adapté au travail et à la circulation.
- Limiter la consommation d'énergie.



## **Comment faire ?**

- Permettre une vue sur l'extérieur à hauteur des yeux (obligation réglementaire).
- Compléter par un éclairage zénithal si besoin.
- Maîtriser les apports thermiques dus au soleil.
- Éviter l'éblouissement.
- Permettre un nettoyage des surfaces vitrées en sécurité.

# Comment faire ?

## Rappel réglementaire :

### **Vue sur l'extérieur – CT art. R. 4213-3**

Les locaux destinés à être affectés au travail doivent comporter à hauteur des yeux des baies transparentes donnant sur l'extérieur



### **Lumière naturelle - CT art. R. 4213-2**

Les bâtiments doivent être conçus et disposés de manière que la lumière naturelle puisse être utilisée pour l'éclairage des locaux destinés à être affectés au travail



# Comment faire ?

**Permettre une vue sur l'extérieur à hauteur des yeux dans les locaux habituellement occupés**



*Image Carsat AM*

# Comment faire ?

Permettre une vue sur l'extérieur à hauteur des yeux



**Complété  
par un  
éclairage  
zénithal si  
besoin**

*Image Carsat AM*

# Quelques repères techniques

**Orienter les sheds de toitures au nord pour éviter les apports solaires**



*Images Carsat AM*



# Quelques repères techniques

**Munir les châssis de toiture d'une protection contre les apports solaires (et les chutes / circulations)**



Image Carsat AM



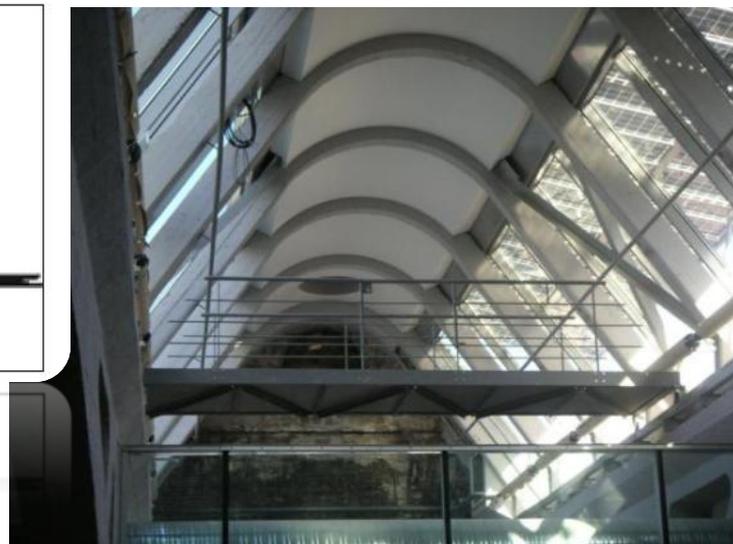
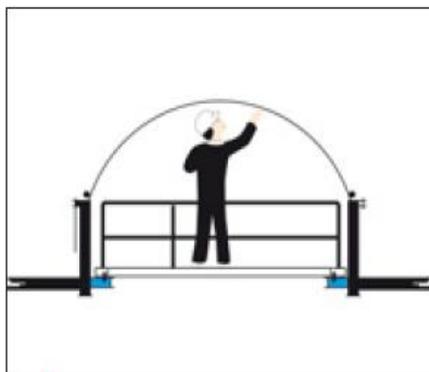
**Munir les baies côté sud de pare-soleil extérieurs (éblouissement)**



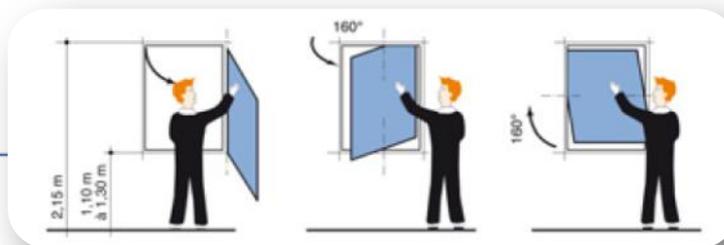
# Attention !

## Attention !

Les protections solaires ne se placent pas en intérieur pour éviter les surchauffes.



**Permettre un nettoyage des surfaces vitrées en sécurité**



Images Carsat AM

# L'éclairage artificiel

## Caractéristiques

# ECLAIRAGE ARTIFICIEL

## PRINCIPE D'UN BON ECLAIRAGE

Permettre au plus grand nombre d'individus, d'accomplir sans fatigue ni gêne sensible, les tâches visuelles nécessaires à leur activité.

## IL S'AGIT D'ASSURER

- La quantité de lumière
- La qualité de la lumière

## GRANDEURS A MAITRISER

- L'éclairement
- La luminance

## 2 grandeurs mesurables sur le terrain

- L'éclairement (en lux)
- La luminance (en candéla/m<sup>2</sup>)

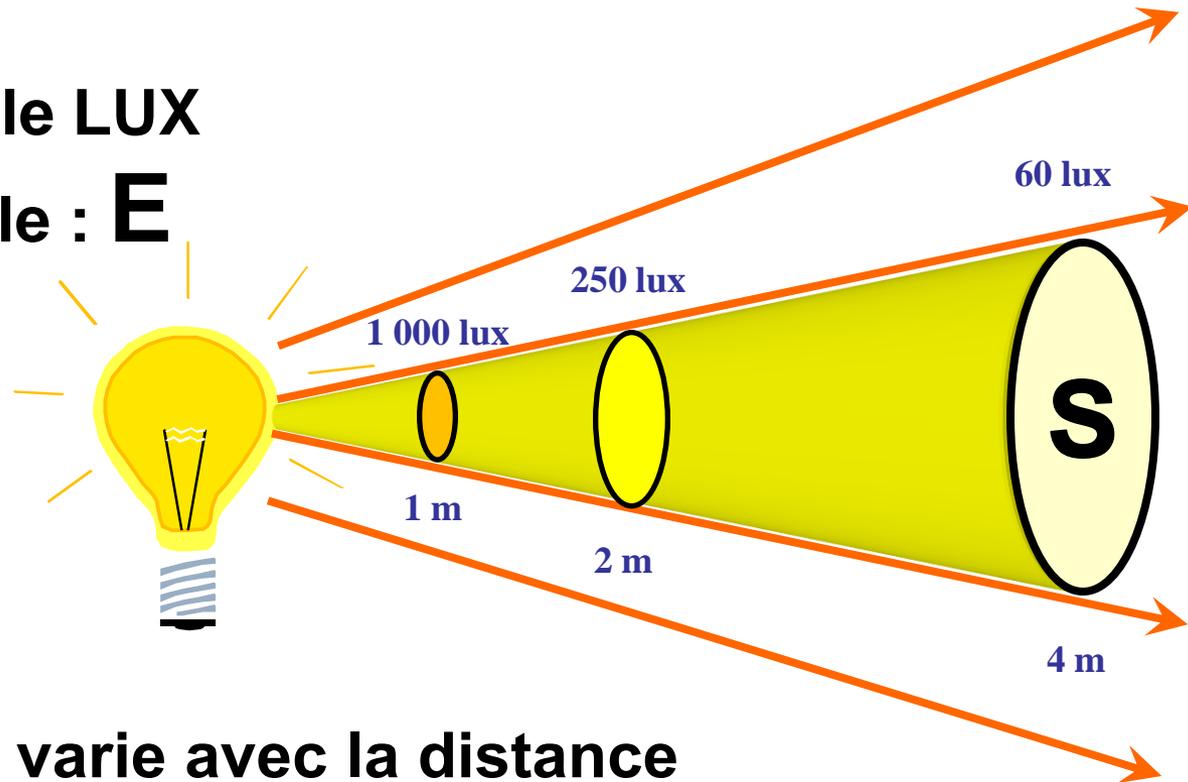
## 4 grandeurs liées à la source de lumière

- Le flux lumineux (en lumen)
- L'intensité lumineuse (en candéla)
- L'indice de rendu des couleurs (sans dimension)
- La température de couleur (en degré kelvin)

## L'éclairement

Unité : le LUX

Symbole : **E**

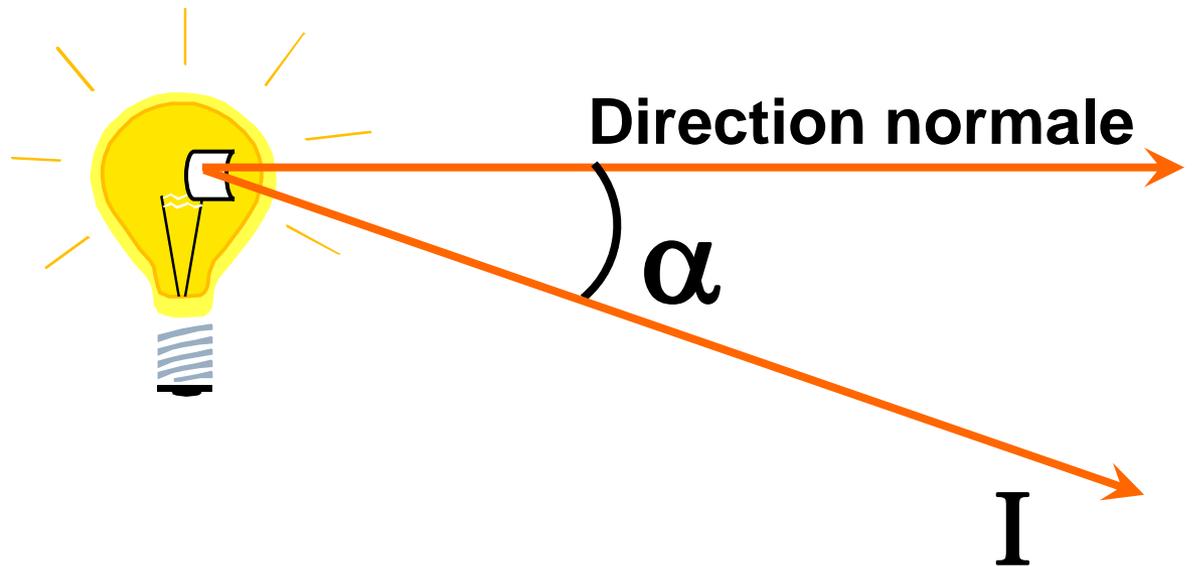


L'éclairement varie avec la distance

## La luminance

Unité: Candela/m<sup>2</sup>

Symbole : **L**



## La luminance :

valeurs indicatives de sources lumineuses  
(source rapport expertise ANSES 2010)



Soleil  
 $15 \times 10^9$   
 $\text{cd/m}^2$



Ciel clair  
3 à 5 000  
 $\text{cd/m}^2$



Lampe à  
incandescen  
ce claire  
 $1 \times 10^6$   
 $\text{cd/m}^2$



Lampe à  
incandescen  
ce dépolie  
50 000  
 $\text{cd/m}^2$



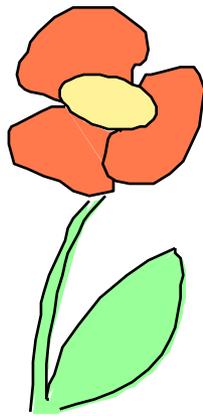
Tube  
fluorescent  
10 000  
 $\text{cd/m}^2$



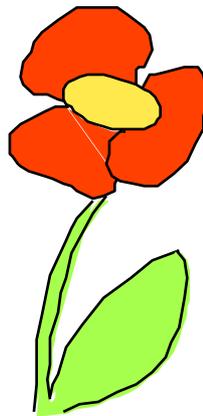
Papier blanc sous  
100 lux  
250  $\text{cd/m}^2$

## Rendu des couleurs

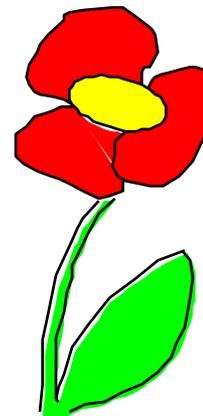
- Le rendu des couleurs est la capacité d'une source de lumière à rendre aux objets qu'elle éclaire, leur couleurs habituelles
- L'indice de rendu des couleurs (IRC) permet son évaluation



IRC < 70



IRC > 80

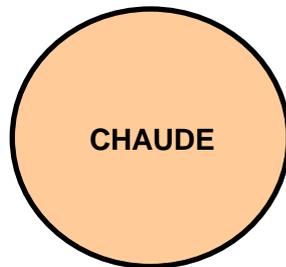


IRC > 95

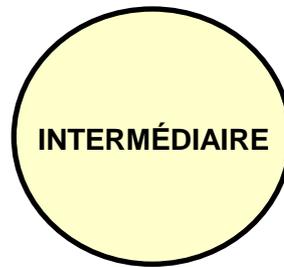
## Température de couleur (couleur apparente des lampes)

Selon leur température de couleur ( $T_c$ ), les couleurs émises par les différentes sources ont été classées en :

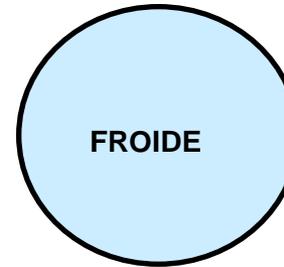
- Teintes chaudes :  $T_c \leq 3\,500\text{ K}$
- Teintes intermédiaires :  $3\,500\text{ K} \leq T_c \leq 5\,000\text{ K}$
- Teintes froides :  $T_c > 5\,000\text{ K}$



2 700 K à 3 500 K

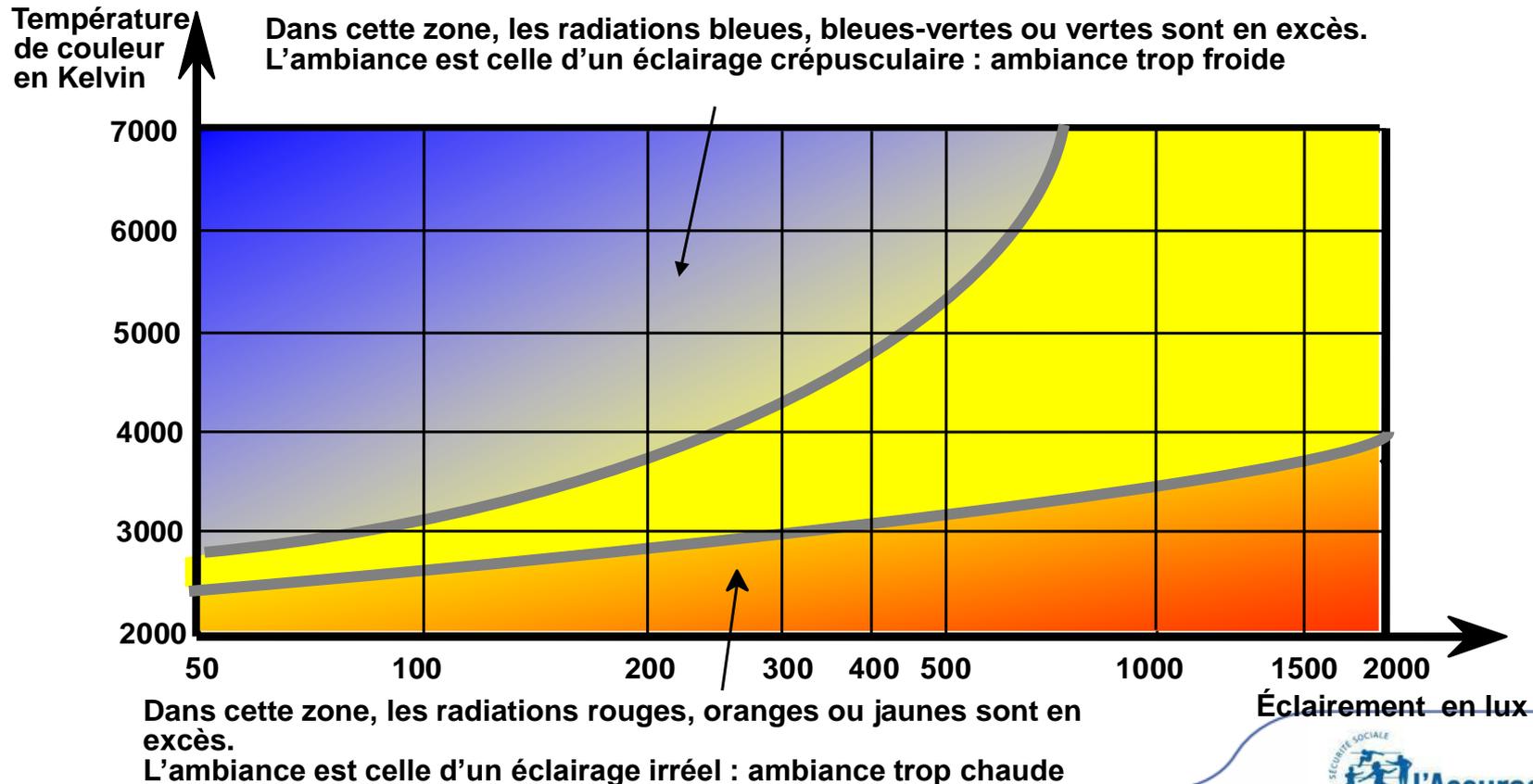


3 500 K à 5 000 K



5 000 K à 6 500 K

## Relation entre température de couleur et éclairage (Diagramme de KRUITHOFF)



## 5 ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL



### *Quels sont mes objectifs ?*

- Privilégier l'éclairage naturel.
- Assurer un éclairage uniforme et adapté au travail et à la circulation.
- Limiter la consommation d'énergie.



## **Comment faire ?**

- Tenir compte du vieillissement et de l'empoussièrément des luminaires.
- Éviter l'éblouissement et les contrastes importants.
- Disposer d'un éclairage permettant de distinguer les couleurs et les détails.
- Tenir compte de la maintenance des luminaires.

# Comment faire ?

**Tenir compte de l'empoussièrement et du vieillissement des luminaires**

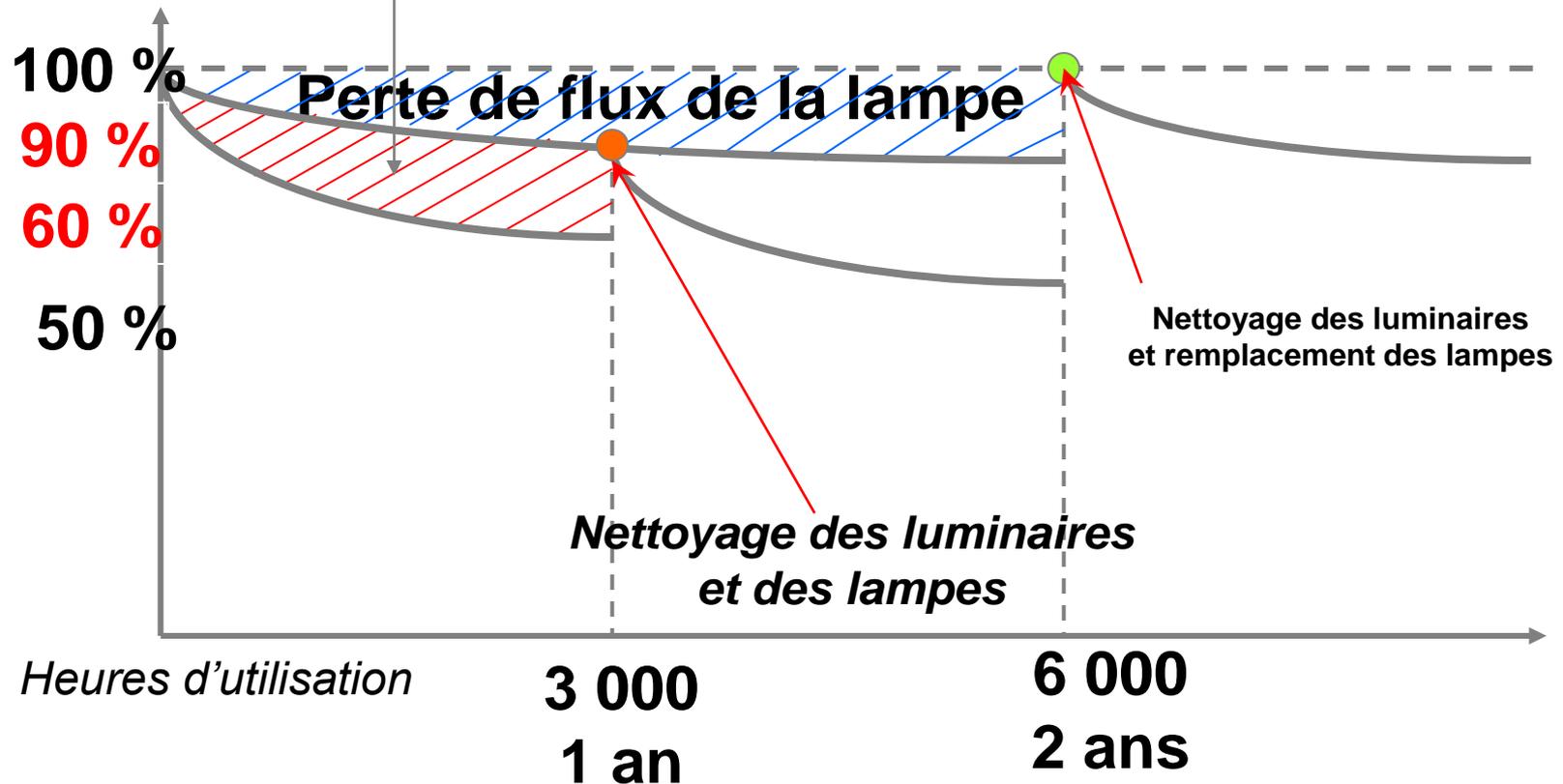


**Ne pas intervenir sur un luminaire sous tension !**

**Tenir compte de la maintenance des luminaires**

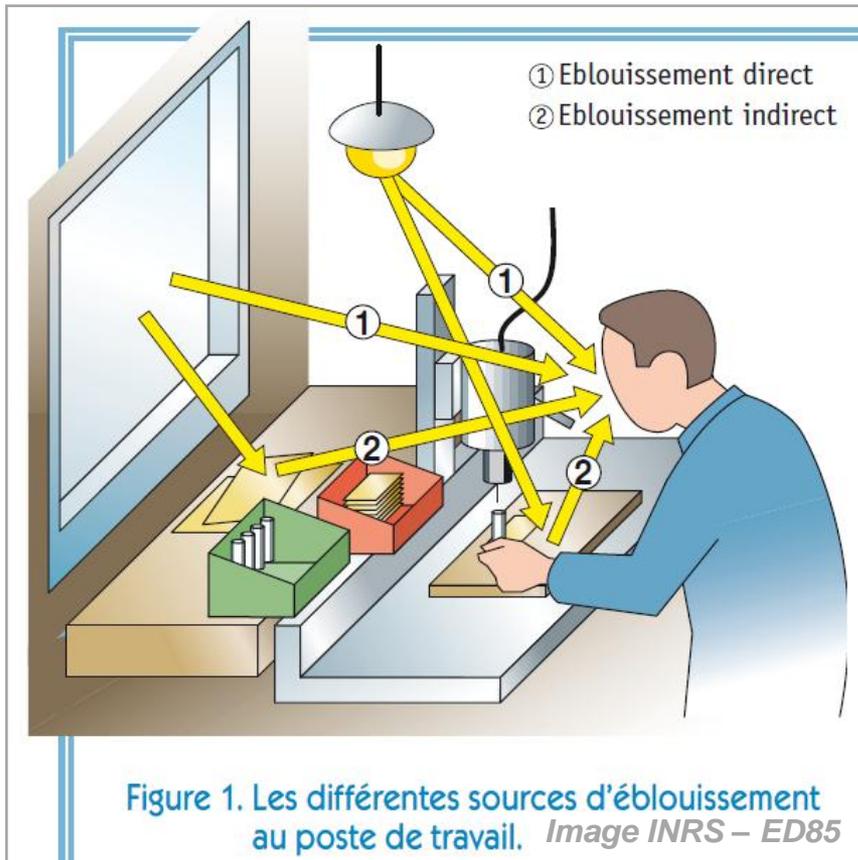
# Maintenance des installations

## Perte due à l'empoussièrèment

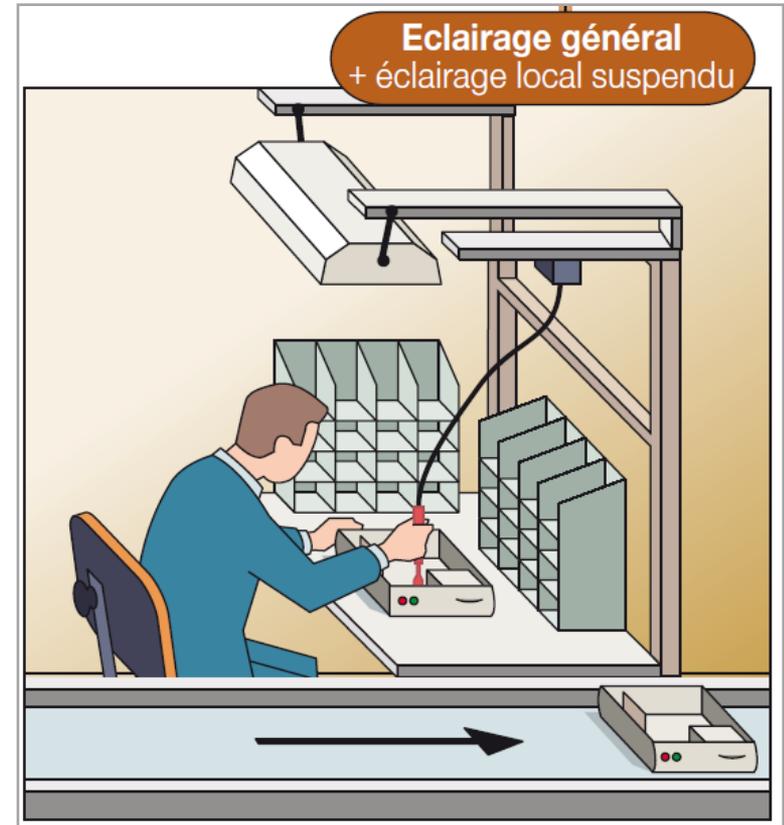


# Comment faire ?

**Disposer d'un éclairage permettant de distinguer les couleurs et les détails**



**Eviter l'éblouissement et les contrastes importants**



# Quelques repères techniques

Choisir des lampes à longue durée de vie en fonction de leur utilisation



Retenir une qualité de lumière proche de celle du jour permettant de distinguer les couleurs et les défauts si l'éclairage naturel est insuffisant

***Tubes fluorescents à haut rendement :***

- Durée de vie comprise entre 10.000 et 20.000 heures***
- Indice Ra > 85 proche de la lumière naturelle***



Photo Carsat-NE

# Quelques repères techniques

**Prévoir un éclairage suffisant et uniforme, dans le respect des préconisations :**

**Zones extérieures de croisement : 100 lux**

**Atelier courant : 300 lux**

**Bureaux : 300 – 500 lux**

**Travail minutieux : 500 à 2000 lux**



Photo INRS

Un bon éclairage pour les tâches de précision.

Tableau I  
Exemples d'éclairages conseillés  
suivant les activités et les tâches  
à effectuer  
(d'après la norme Pr EN 12464, oct. 1998)

Activités Tâches	Eclairage (lux)
Blanchisseries. Nettoyage à sec	
Triage et marquage, nettoyage à sec, repassage	300
Contrôle et réparation	750
Salons de coiffure	
Coiffure	500
Construction et réparation de véhicules	
Carrosserie et montage	500
Peinture	750-1000
Travail du bois	
Travaux sur machines	500
Contrôle qualité	1000
Bureaux	
Ecriture - lecture	500
Travail sur écran (*)	
Magasins	
Caissières	500

(\*) Cette norme ne donne pas d'indications pour le travail sur écran. Les valeurs recommandées par l'INRS sont : 300 à 500 lux pour les écrans à fond clair, 200 à 300 lux pour les écrans à fond sombre (voir «Travail sur écran en 50 questions» ED 728 - INRS).

Image INRS – ED 85

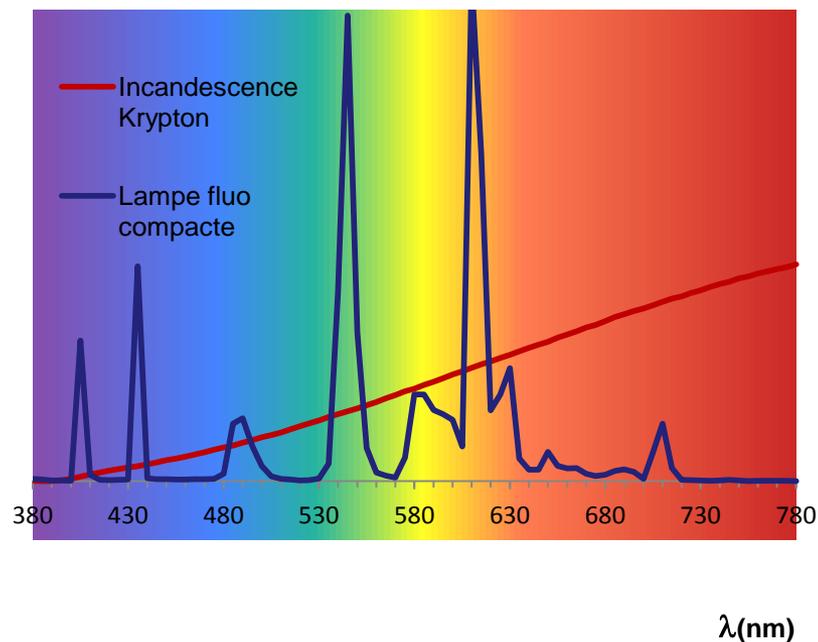
# L'éclairage par LED

Quels points de vigilance faut-il avoir ?

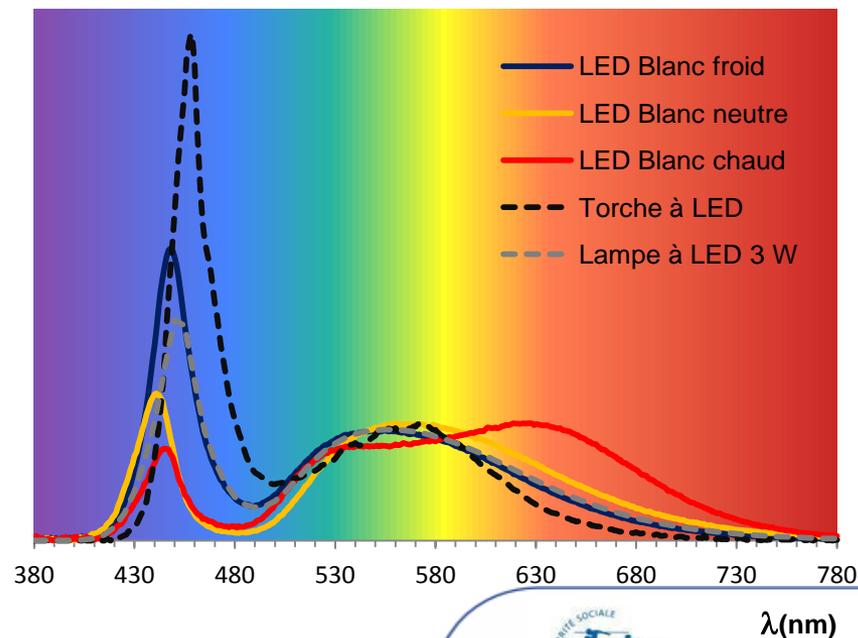
# Caractéristiques des LED

- ▶ Emission dans le domaine visible uniquement
- ▶ Particularité du spectre avec déséquilibre dans le bleu
- ▶ Surface d'émission faible
- ▶ Forte luminance (1000 x source traditionnelle)

$E_{\lambda}$  (W.m<sup>-2</sup>)



$E_{\lambda}$  (W.m<sup>-2</sup>)



# Risques liés aux LED (ANSES)

- ▶ **Lumière bleue → lésions rétine**
- ▶ **Populations à risque : enfants, personnes photosensibles, professionnels exposés (installateurs éclairagistes,...)**
- ▶ **Eblouissement :**
  - LED apparentes → non respect des exigences normatives de limitation des luminances élevées dans le champ visuel
- ▶ **Pas de données sur DMLA et autres pathologies**

# Risques liés aux LED (ANSES)

- ▶ **Possible perturbation de l'horloge biologique et de la contraction pupillaire**
  - Régulées par longueur d'onde autour de 480 nm
  - LED : faible quantité de lumière à 480 nm
  - Risques perturbation horloge biologique accrus par teintes blanc froid et bleu
  - Contraction pupillaire pourrait être réduite en présence de LED → éclairement rétinien plus important et ↗ risques associés à la lumière bleue

# Risques liés aux LED (ANSES)

- ▶ **Fluctuations de la lumière émise par les LED**
  - Mode d'alimentation électronique
  - Souvent imperceptible par le système visuel
- ▶ **Effets stroboscopiques**
  - Situation de mouvements ou espaces confinés avec variations de contraste
  - Incidence possible sur la santé, les performances visuelles et la sécurité

## Norme NF EN 62471: Groupes de risque (RG)

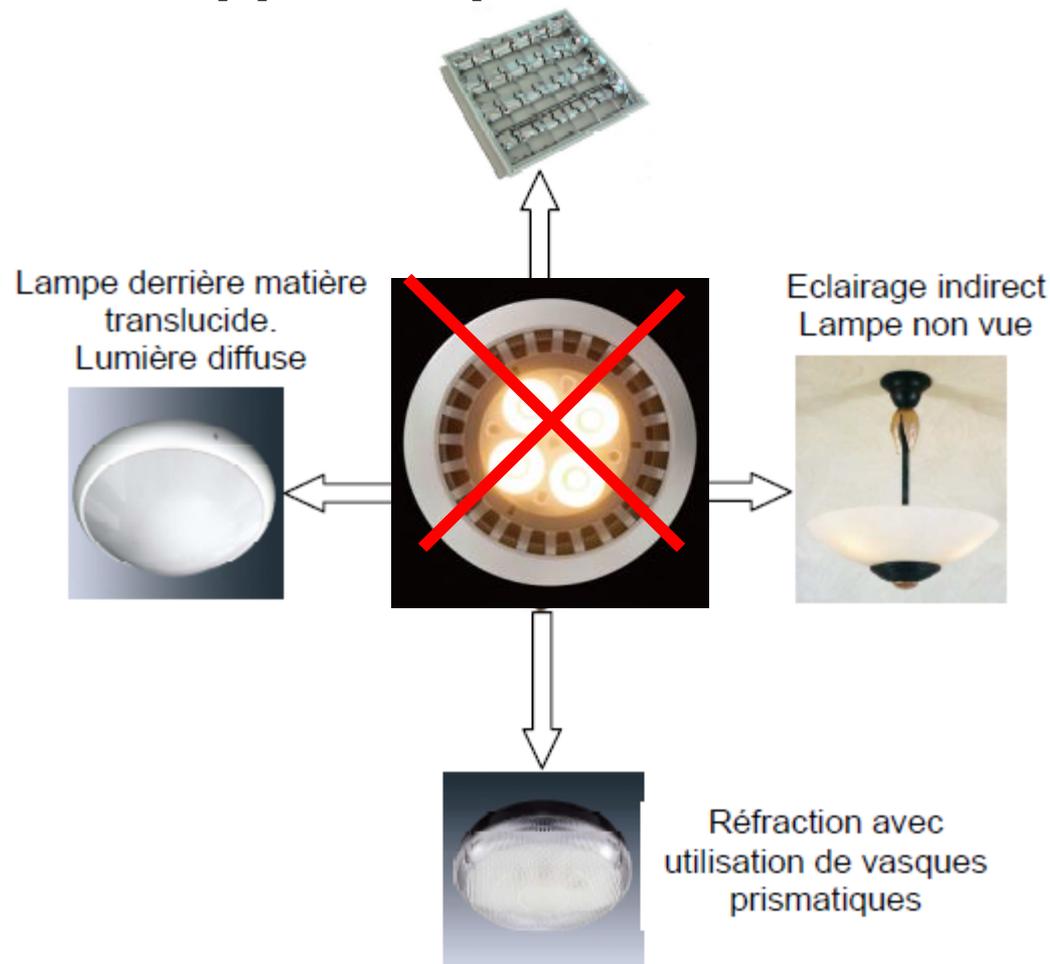
- ▶ Ensemble des risques photobiologiques avec impact sur les yeux et la peau
- ▶ LED : risque rétinien dû à la lumière bleue
- ▶ Définition des RG pour classer les LED selon le risque rétinien dû à la lumière bleue

RG 0 (absence de risque)	$t_{lim} \geq 10\ 000\ s$
RG 1 (risque faible)	$100\ s \leq t_{lim} < 10\ 000\ s$
RG 2 (risque modéré)	$0,25\ s \leq t_{lim} < 100\ s$
RG 3 (risque élevé)	$t_{lim} < 0,25\ s$

- ▶ **Conseils en éclairage valables pour les LED !**
- ▶ **Privilégier les teintes « blanc chaud » plutôt que « blanc froid » (lumière bleue)**
- ▶ **Utiliser préférentiellement des LED dans le groupe de risque 0 (NF EN 62 471)**
- ▶ **Limiter les niveaux de luminance**

# Prévention et conseils

- ▶ **Veiller au respect des normes d'éclairage pour les systèmes à LED (diffuseur, globe,...)**  
(source rapport expertise ANSES 2010)



- ▶ **Éclairagistes disposent des logiciels intégrant normes et réglementations**
  - Étude tâches et besoins en éclairage associés
  - Proposition de solutions techniques répondant aux **exigences normatives et réglementaires en éclairage**, avec **bilan énergétique** associé

- ▶ **Eviter les tubes LED type « retrofit »**
  - Risques électriques sur certains modèles
  
- ▶ **Exiger des fournisseurs une garantie de durée de vie (contractuelle)**
  - Garantie de dépréciation du flux lumineux
  - Garantie sur la fiabilité

## ▶ LED ≠ solution d'éclairage universel

- Technologie en pleine expansion et évolution
- Nombreuses technologies disponibles, et comme tout système, de très bons mais aussi de très mauvais produits sont commercialisés

➔ Étude des tâches pour déterminer la meilleure solution technique/énergétique intégrant la prévention des risques professionnels

# *Pour aller plus loin sur les LED ...*

- ▶ **Rapport d'expertise Anses « effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED) »**
- ▶ **Fiche recommandations LED ANSES**
- ▶ **Norme NF EN 62 471**
- ▶ **Sensibilisation à l'exposition aux ROA sur les lieux de travail, INRS, ED6113**
- ▶ **Guide à caractère non contraignant pour la mise en œuvre de la Directive 2006/25/CE sur les ROA**

# Pour aller plus loin sur ...

**INRS :**  
([www.inrs.fr](http://www.inrs.fr))

**mémoire juridique**  
**aide mémoire juridique**  
**noire mémoire juridique**

**Éclairage des locaux de travail**

TJ 13 AIDE-MÉMOIRE JURIDIQUE



**FICHE PRATIQUE  
— DE SÉCURITÉ —  
ED 85**

Par le groupe **CONCEPTION DES LIEUX DE TRAVAIL**

Penser l'éclairage artificiel en fonction de caractéristiques des situations de travail est essentiel pour garantir un éclairage suffisant et pour éviter l'inconfort et la fatigue visuelle. Cette fiche a pour objectif de présenter les principes de base et d'aider au choix de dispositifs d'éclairage, de luminaires et de lampes pour permettre un éclairage satisfaisant au poste de travail.

**Éclairage artificiel  
au poste de travail**



**U**n éclairage bien conçu contribue au confort visuel de l'opérateur, à la diminution de la fatigue visuelle et posturale et des risques d'accidents du travail. Cet objectif ne peut être atteint qu'en considérant de nombreux facteurs : apport de lumière du jour, choix des luminaires et des lampes, mais aussi conditions et facteurs de révision des parois du local et des plans de travail, géométrie du local, implantation des postes... C'est pourquoi, lors de la conception de locaux de travail, il est utile de penser globalement l'éclairage sous forme d'un cahier des charges intégrant également les économies d'énergie et les aspects esthétiques.

Ces aspects ne sont pas tous traités ici : sur l'éclairage naturel, voir la fiche pratique ED 82 ; sur les couleurs, la fiche ED 40-41.

**PRINCIPES À RESPECTER**

**Assurer un éclairement suffisant**  
Selon la nature des activités, l'éclairement conseillé peut varier de manière importante. On peut distinguer deux catégories suivant la nature des tâches à effectuer :

- tâches détaillées (de 500 à 1000 lux)
- tâches générales (de 300 à 500 lux)

Dans un premier temps, il est recommandé de privilégier l'éclairage naturel. Dans un second temps, l'éclairage artificiel doit compléter l'éclairage naturel. Dans un troisième temps, l'éclairage artificiel doit être conçu pour la tâche à effectuer.

**ED 85**

**FICHE PRATIQUE  
— DE SÉCURITÉ —  
ED 82**

Par le groupe **CONCEPTION DES LIEUX DE TRAVAIL**

Maîtriser l'éclairage naturel est primordial dès la conception des lieux de travail pour garantir un éclairage suffisant adapté aux besoins du personnel, en particulier la vision sur l'extérieur et éviter des inconvénients comme les apports thermiques, l'éblouissement, les nuisances sonores. Cette fiche a pour objectif d'éviter des situations insatisfaisantes et pratiquement irréversibles après la phase de conception.

**L'Éclairage naturel**



Vitrages latéraux équipés de pare-soleil intégrés.

**L**a lumière naturelle participe de manière importante au confort visuel et il est nécessaire de se fixer un objectif pour l'éclairement naturel dès l'élaboration du cahier des charges du projet de conception des lieux de travail. La qualité de la lumière naturelle est, en effet, souvent mesurée par celle de la lumière artificielle, ainsi que le rendent des indicateurs qui a une influence positive pour la détection des défauts. L'amélioration de la qualité et de la sécurité. La lumière naturelle permet également de conserver un contact avec l'extérieur ce qui, tout en permettant de diminuer les contraintes physiques et psychologiques, présente un intérêt pour les économies d'énergie. Un éclairage naturel mal conçu a, cependant, des conséquences négatives en termes d'éblouissement comme il peut accroître la chaleur, en été, à l'été. L'impact de la lumière naturelle sur le bien-être est influencé par des caractéristiques acoustiques des vitrages sont également des éléments à prendre en

compte. Les interactions entre ces facteurs doivent être intégrées dès les études d'esquisse et d'implantation générale.

**QUELLES VALEURS POUR L'ÉCLAIREMENT NATUREL ?**

Deux solutions sont possibles. La première consiste à assurer pendant la journée un éclairage naturel suffisant qui puisse remplacer totalement l'éclairage artificiel général. Dans ce cas, les niveaux minimums à atteindre sont les mêmes que ceux recommandés pour l'éclairage artificiel (voir dans la bibliographie, la référence 1). Les valeurs d'éclairement naturel conseillées pour la plupart des locaux de travail sont de l'ordre de 300 à 400 lux. La seconde solution possible est d'assurer un minimum d'éclairage naturel complémentaire à l'éclairage artificiel. Dans ce cas, une valeur de l'ordre de 200 lux peut être retenue pour l'éclairage naturel. L'éclairage naturel étant fluctuant, on utilise pour

les calculs d'éclairement le F10, facteur de lumière du jour direct (voir Figure 1). En un point d'un local, le F10 est le rapport entre l'éclairement direct à travers les parois de jour et l'éclairement extérieur provenant de la voûte céleste sans obstruction, et en l'absence d'ensoleillement direct. Une valeur de référence de 1 000 lux est prise pour l'éclairement extérieur. Elle correspond à la valeur minimale d'un éclairement que l'on rencontre par ciel couvert de 7 heures du matin à 17 heures pendant huit mois du Canada. Si l'on fixe les valeurs d'un éclairement intérieur naturel à 200 lux, le F10 est égal à 4 % ; il correspond, en effet, au rapport de 200 lux sur 5 000 lux. La pose de vitrages, les caractéristiques des fenêtres, l'empoussièrage diminuent l'éclairement naturel de 20 % à 30 % (voir évaluation préliminaire en annexe 2). Il faut donc que le F10 soit de l'ordre de 6 % (soit 300 lux) pour avoir, en fin de compte, un éclairement naturel à travers les vitrages d'environ 200 lux.

**COMMENT CHOISIR LE TYPE D'ÉCLAIREMENT NATUREL ?**

Les caractéristiques géométriques du local conduisent à choisir soit un éclairage latéral, soit un éclairage zénithal, soit un mélange des deux. Trois possibilités s'offrent donc au concepteur : pour des locaux de faible hauteur sous plafond (de 2,50 mètres à 3 mètres), on retient un éclairage latéral. Pour ceux dont la hauteur est supérieure à 4,50 mètres, l'éclairage zénithal est indispensable, sauf pour les locaux de faible profondeur, avec éventuellement un complément par un éclairage latéral en partie haute des façades. Pour les locaux de hauteur intermédiaire, de 3 mètres à 4,50 mètres, il

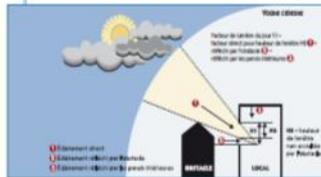


Figure 1 : Les composantes du facteur de lumière du jour

**ED 82**

**Assurance Maladie**  
RISQUES PROFESSIONNELS

**CRÉATION D'UN PROJET RÉUSSI**  
pour un projet réussi

**DEVELOPPEMENT DU TRAVAIL**  
une démarche intégrant la santé et la sécurité

En partenariat avec :

**ED 6096**



**RISQUES PROFESSIONNELS Nord-Est**