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

Points de vigilance sur les LED

Aline SIAUSSAT & Marc BURY

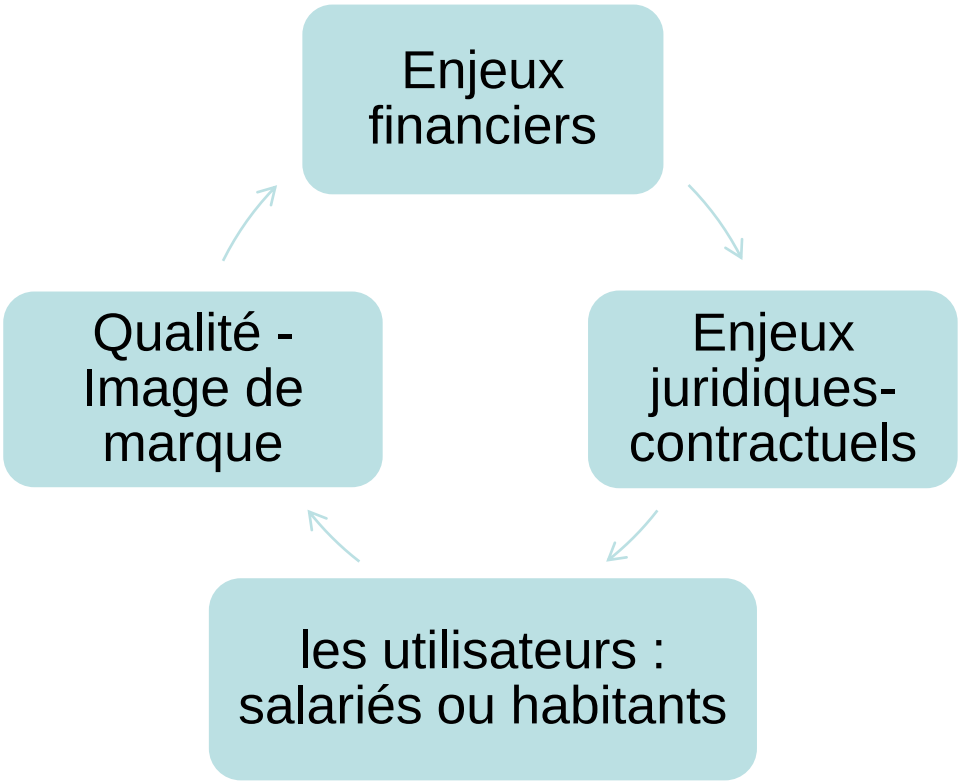
Ingénieurs-conseils Carsat Nord-Est

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**

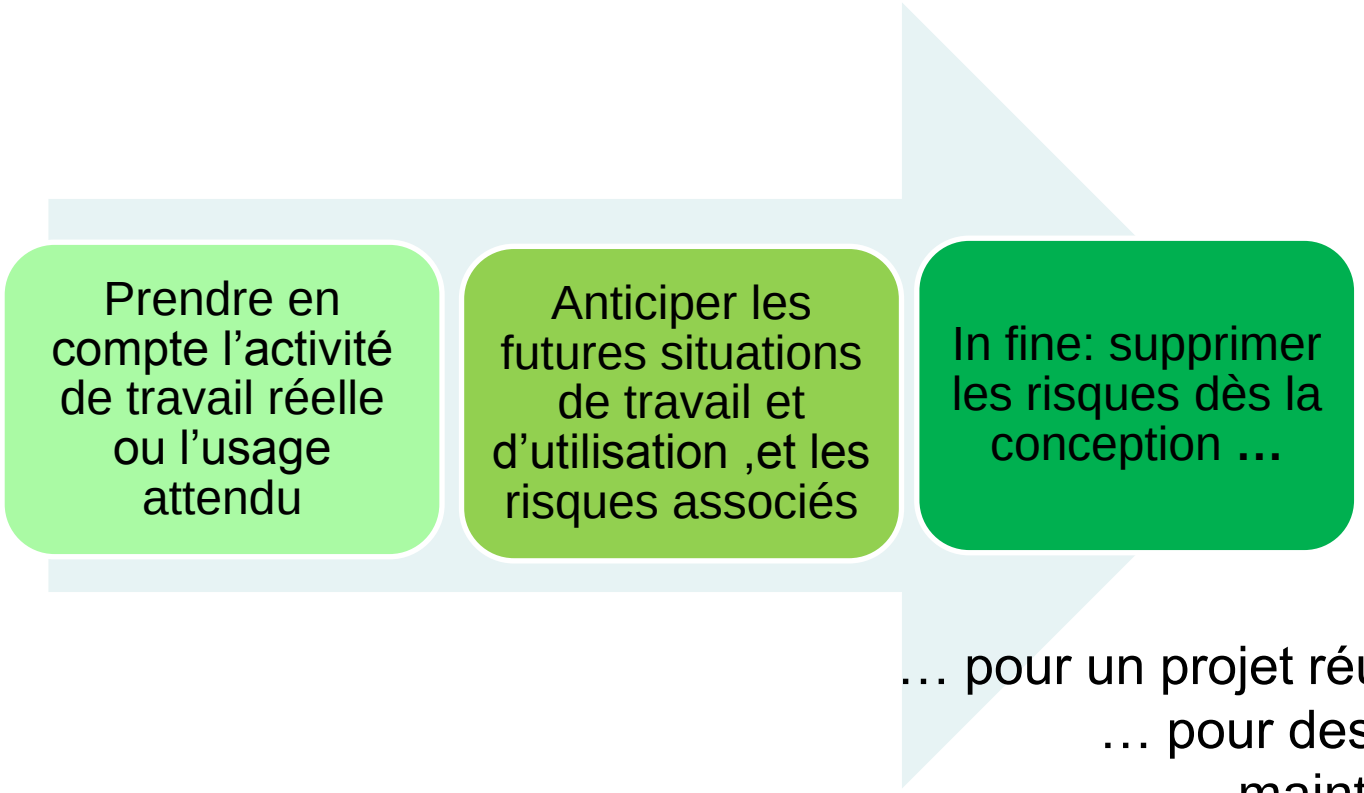
Traiter prioritairement les mesures organisationnelles et fonctionnelles,

Avant d'adopter des dispositions techniques

Principe général

Analyse de la qualité d'usage attendue :

Prendre en compte l'activité réelle



… 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 »

CRÉATION DE LIEUX DE TRAVAIL
10 points clés pour un projet réussi
une démarche intégrant la santé et la sécurité

L'éclairage

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

Quels objectifs ?

Comment s'y prendre ?

Extrait ED 6096 - INRS

CRÉATION DE LIEUX DE TRAVAIL
10 points clés pour un projet réussi
une démarche intégrant la santé et la sécurité

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.

Extrait ED 6096 - INRS

ECLAIRAGE NATUREL

CRÉATION DE LIEUX DE TRAVAIL
10 points clés pour un projet réussi
une démarche intégrant la santé et la sécurité

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.

Extrait ED 6096 - INRS

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)

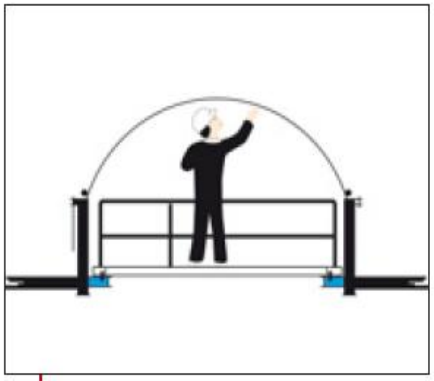
Image Carsat AM

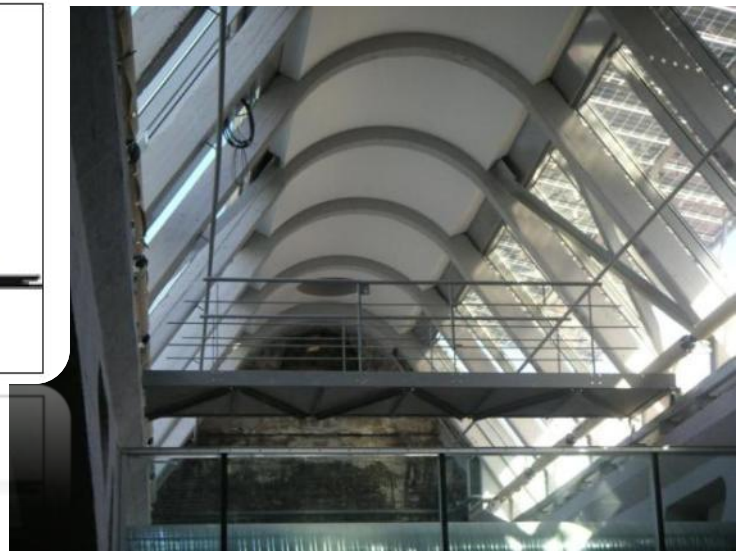
Munir les baies côté sud de pare-soleil extérieurs (éblouissement)

Attention !

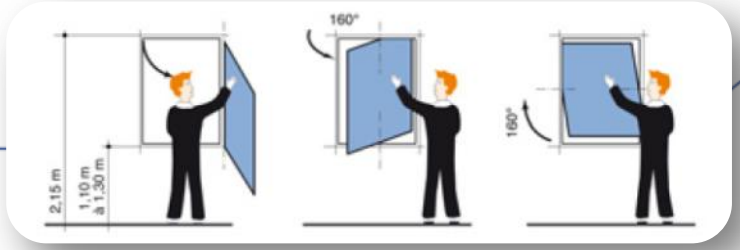
Attention !

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

Grandeurs et unités

2 grandeurs mesurables sur le terrain

- **L'éclairement (en lux)**
- **La luminance (en candéla/m²)**

4 grandeurs liées à la source de lumière

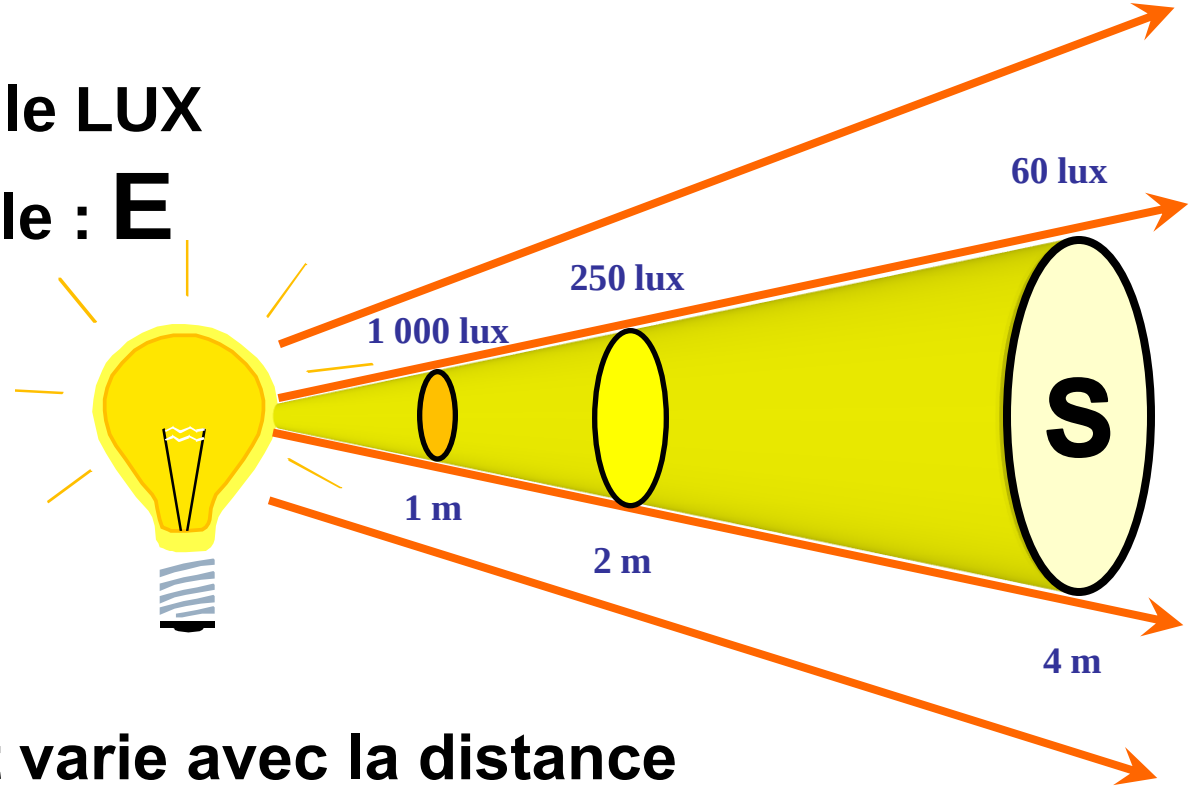
- **Le flux lumineux (en lumen)**
- **L'intensité lumineuse (en candéla)**
- **L'indice de rendu des couleurs (sans dimension)**
- **La température de couleur (en degré kelvin)**

Grandeurs et unités photométriques

L'éclairement

Unité : le LUX

Symbole : E



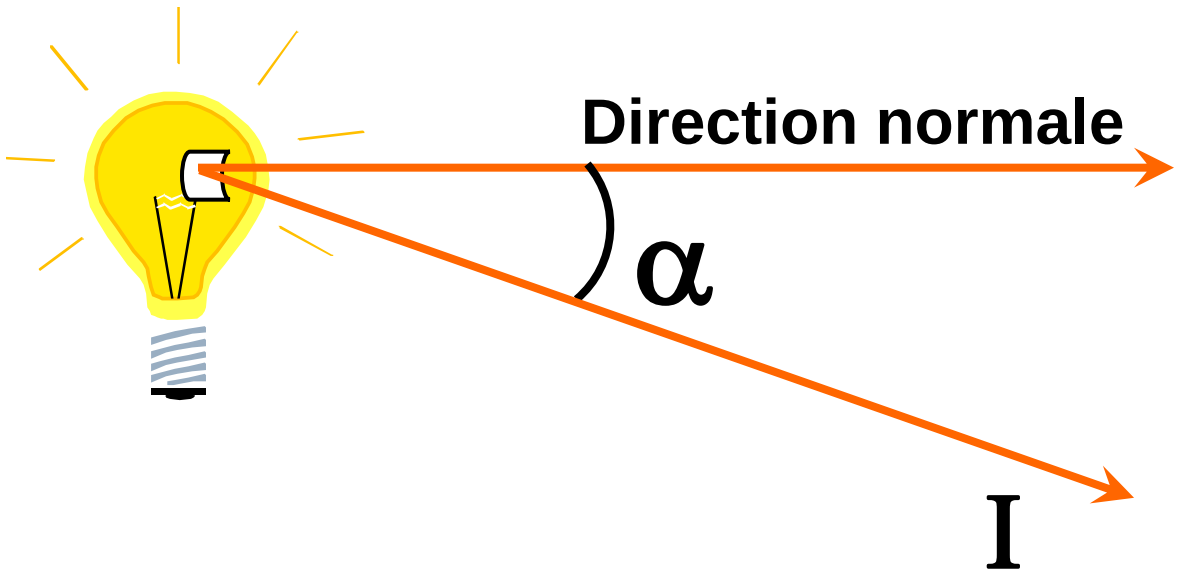
L'éclairement varie avec la distance

Grandeurs et unités photométriques

La luminance

Unité: Candela/m²

Symbole : L



Grandeurs et unités photométriques

La luminance :

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

Soleil
15×10^9 cd/m²

Ciel clair
3 à 5 000 cd/m²

Lampe à incandescence claire
1×10^6 cd/m²

Lampe à incandescence dépolie
50 000 cd/m²

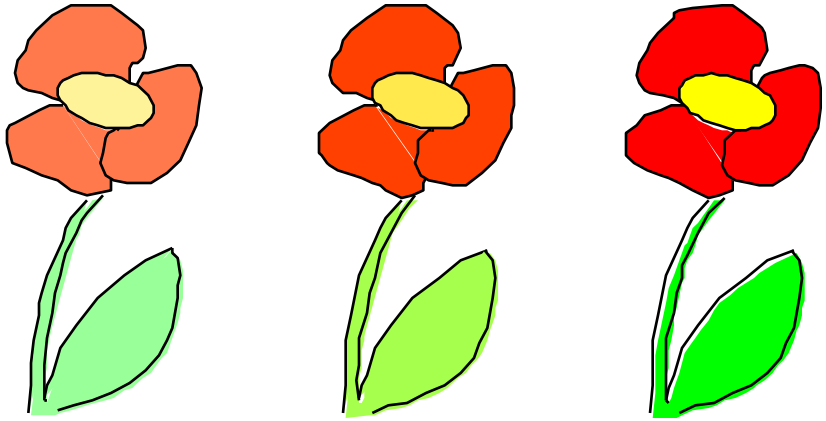
Tube fluorescent
10 000 cd/m²

Papier blanc sous 100 lux
250 cd/m²

Aspect qualitatif

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**



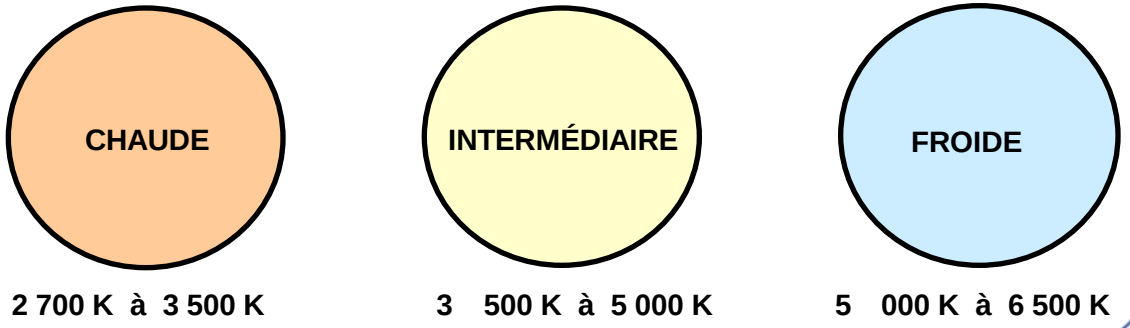
IRC < 70 IRC > 80 IRC > 95

Aspect qualitatif

Température de couleur (couleur apparente des lampes)

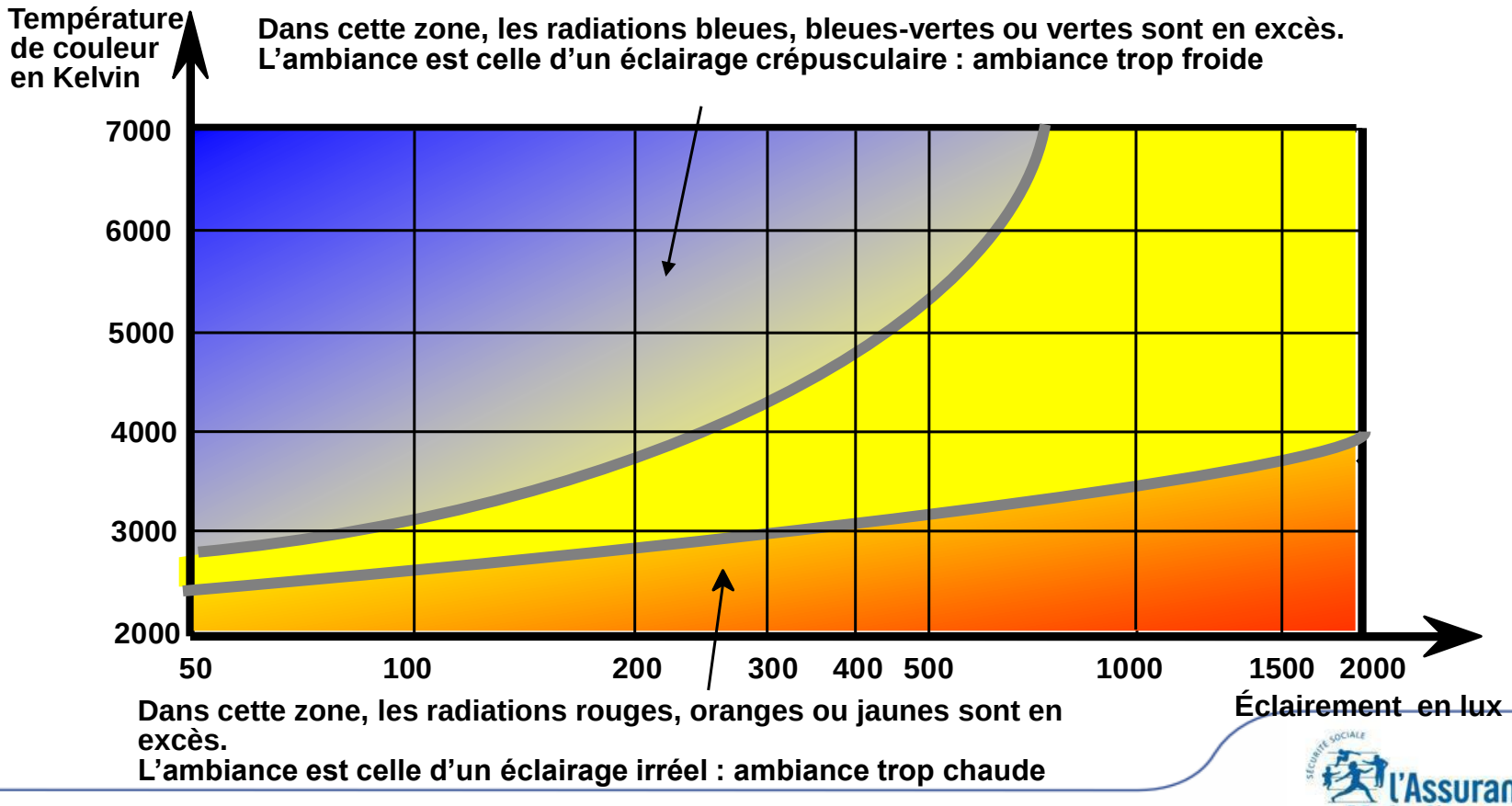
Selon leur température de couleur (Tc), les couleurs émises par les différentes sources ont été classées en :

- Teintes chaudes : Tc ≤ **3 500** K
- Teintes intermédiaires : **3 500** K ≤ Tc ≤ **5 000** K
- **Teintes froides : Tc > 5 000 K**



Relation entre température de couleur et éclairage

(Diagramme de KRUITHOFF)



CRÉATION DE LIEUX DE TRAVAIL
10 points clés pour un projet réussi
une démarche intégrant la santé et la sécurité

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.

Extrait ED 6096 - INRS

ECLAIRAGE ARTIFICIEL

CRÉATION DE LIEUX DE TRAVAIL
10 points clés pour un projet réussi
une démarche intégrant la santé et la sécurité

Comment faire ?

- Tenir compte du vieillissement et de l'empoussièrement 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.

Extrait ED 6096 - INRS

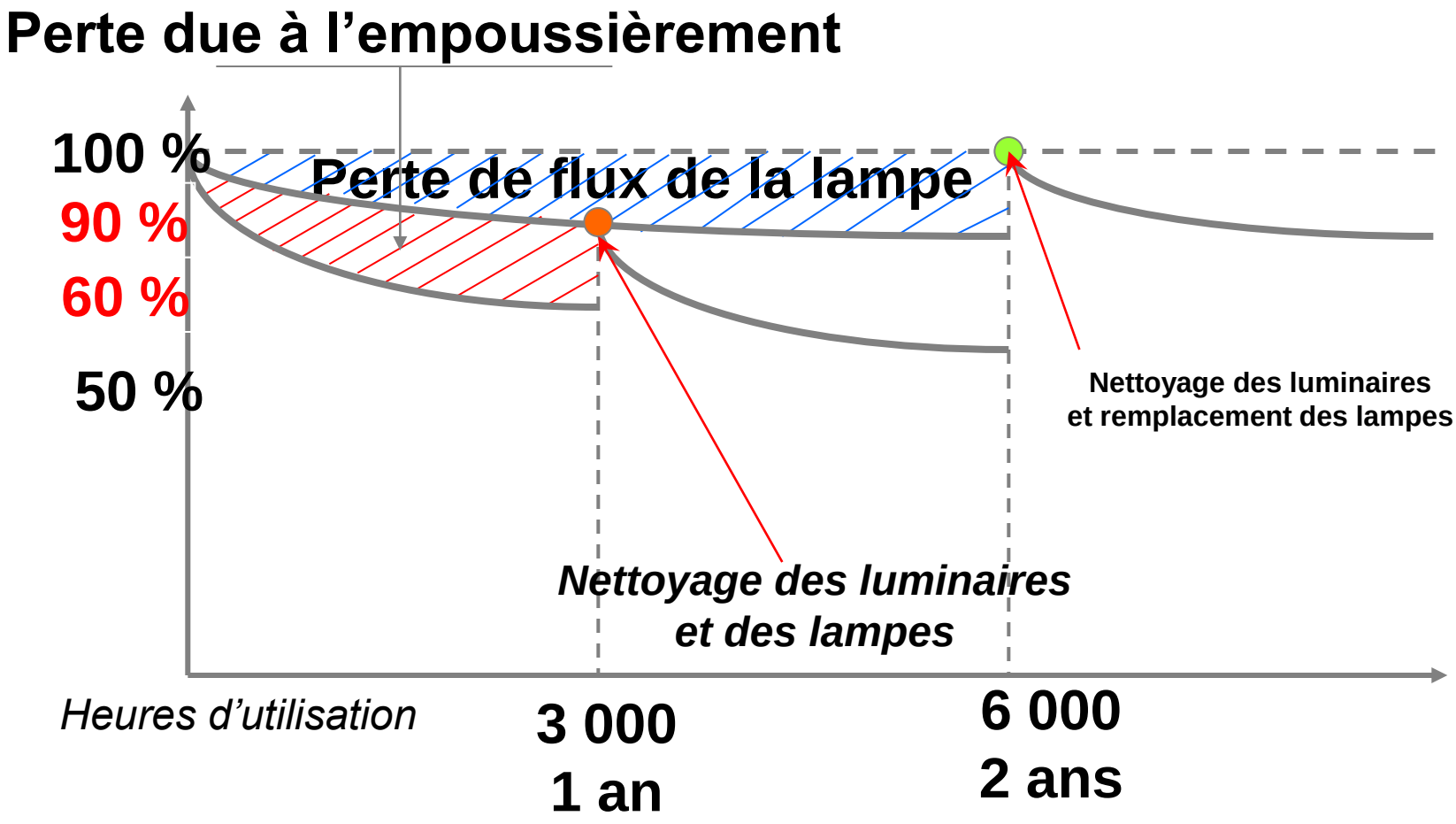
Comment faire ?

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



Comment faire ?

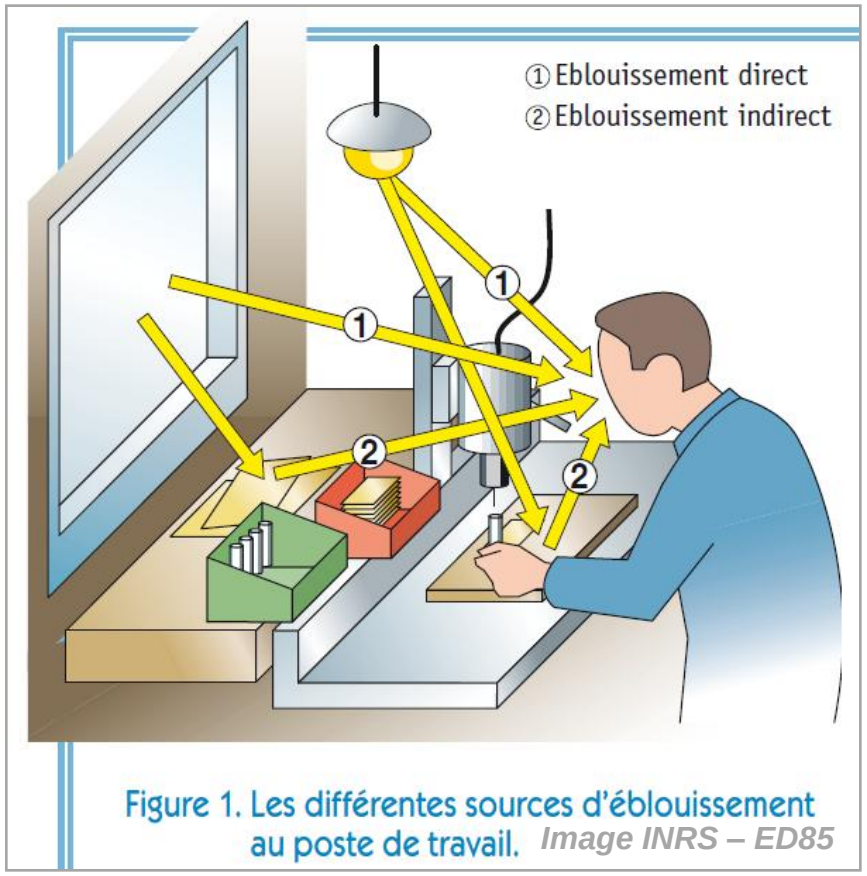
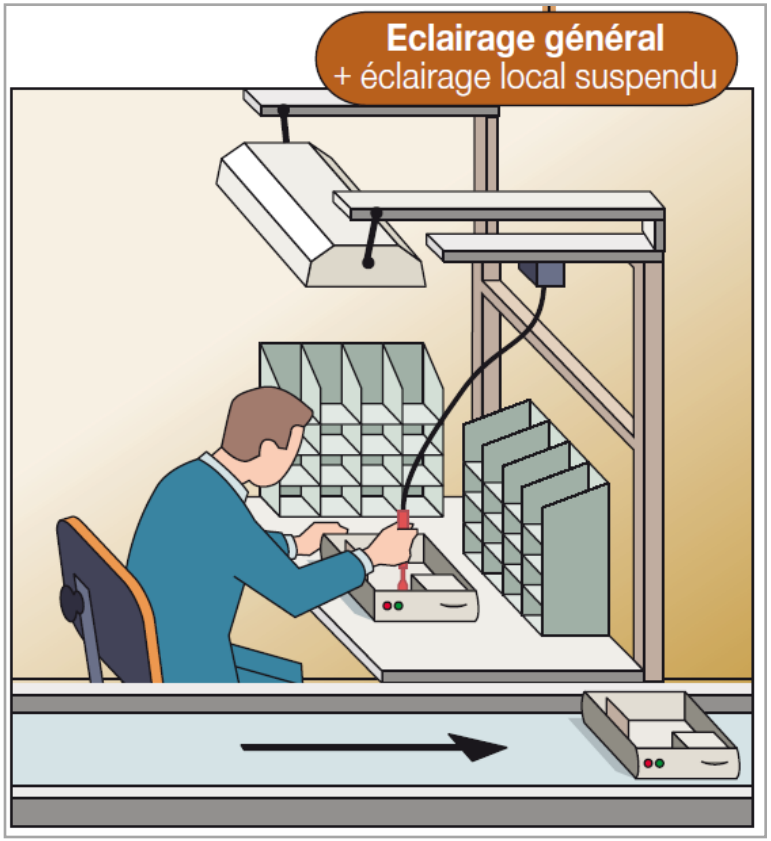


Figure 1. Les différentes sources d'éblouissement au poste de travail. *Image INRS – ED85*

Eviter l'éblouissement et les contrastes importants

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



Quelques repères techniques

Choisir des lampes à longues 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 naturel

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

Activités Tâches	Eclairement (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).

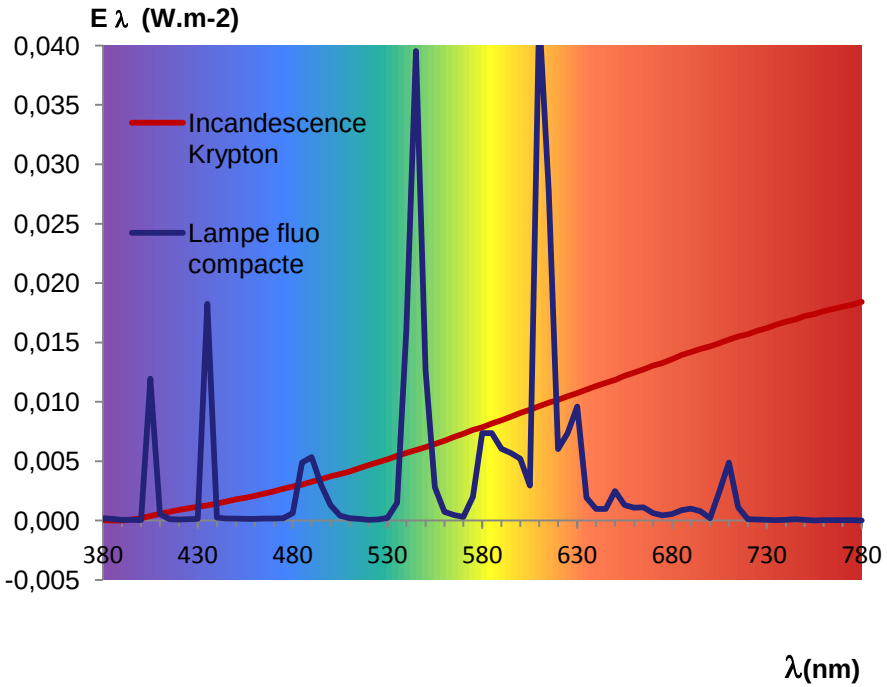
Image INRS – ED 85

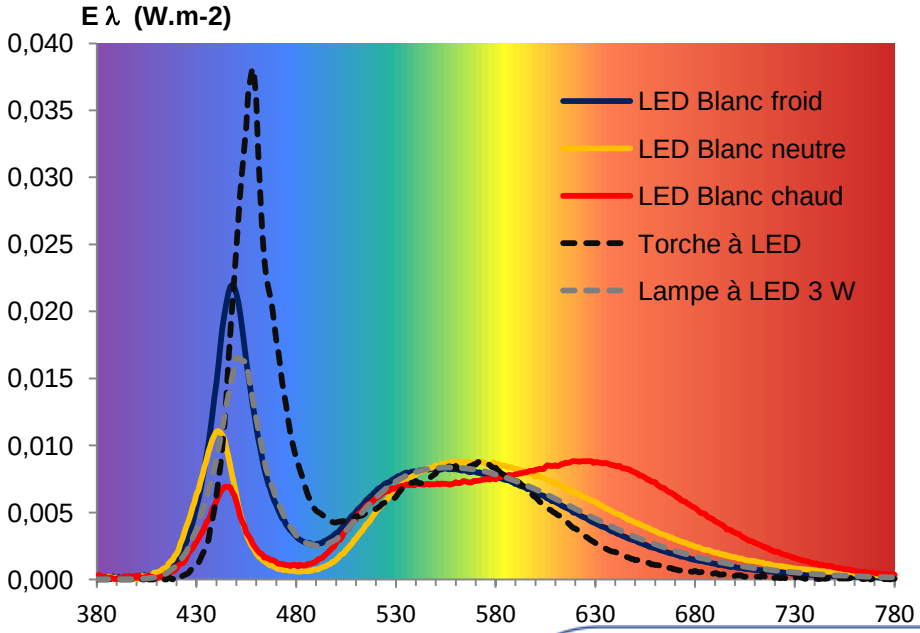
L'éclairage par LED

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)**





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

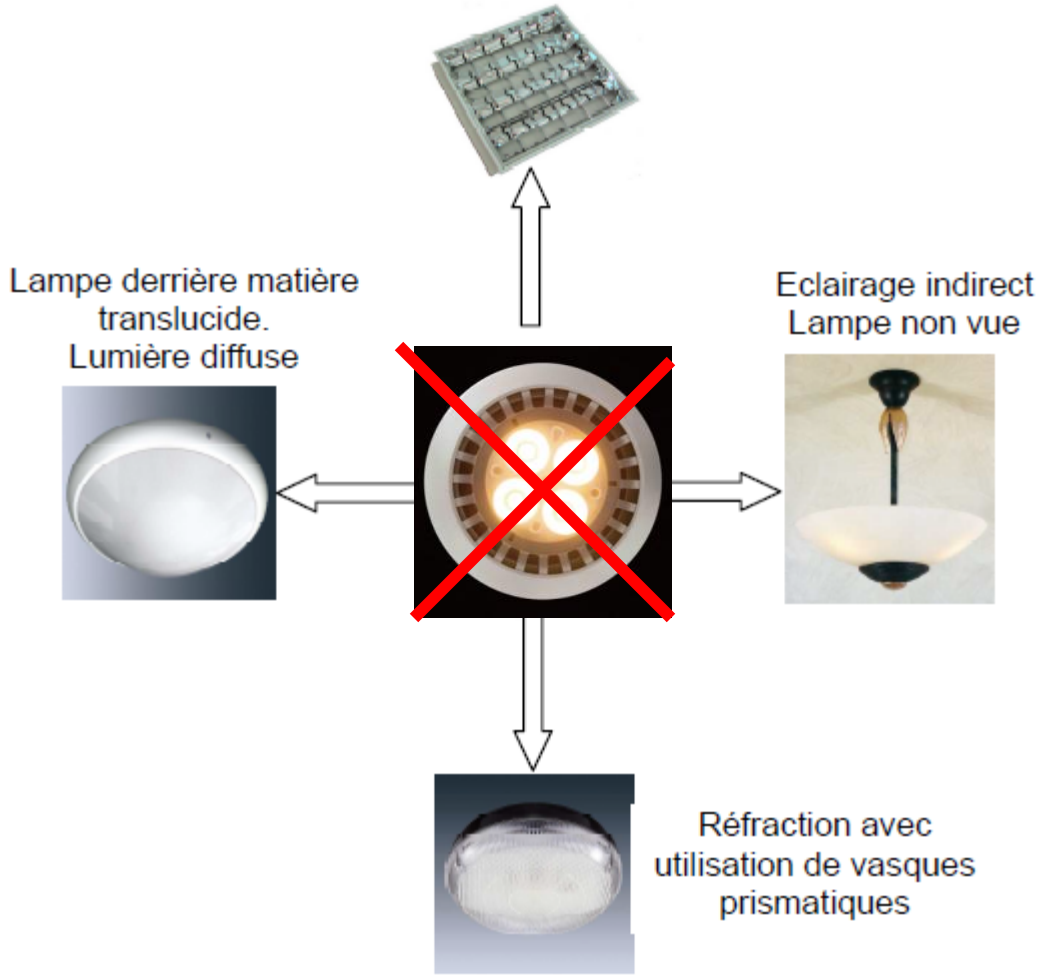
RG 0 (absence de risque)	**$t_{lim} \geq 10\,000$ s**
RG 1 (risque faible)	**100 s ≤ t_{lim} <10 000 s**
RG 2 (risque modéré)	**0,25 s ≤ t_{lim} <100 s**
RG 3 (risque élevé)	**t_{lim} <0,25s**

Prévention et conseils

- **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

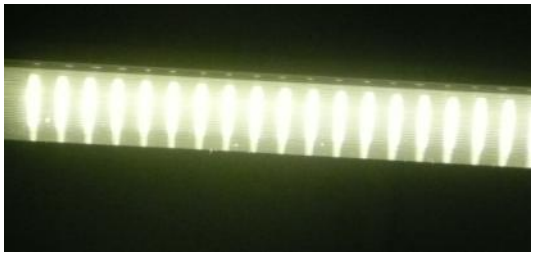
- **Veiller au respect des normes d'éclairage pour les systèmes à LED (diffuseur, globe,…)**



- **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

Prévention et conseils (CSTB)

- **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

Prévention et conseils (CSTB)

▶ 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

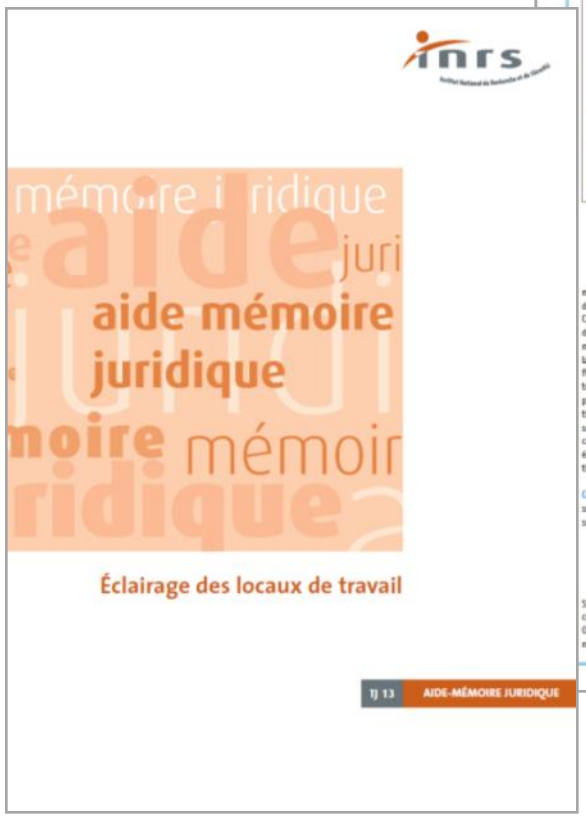
➔Étude des tâches pour déterminer la meilleure solution technique/énergétique intégrant la prévention des risques professionnels

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)



TJ 13

ED 85

ED 82

ED 6096

SÉCURITÉ SOCIALE
L'Assurance Maladie
RISQUES PROFESSIONNELS
Nord-Est