

FICHE PRATIQUE DE SÉCURITÉ

ED 85

Penser l'éclairage artificiel en fonction de caractéristiques des situations de travail est essentiel pour garantir un éclairage suffisant et pour éviter l'inconfort, la fatigue visuelle et des accidents. 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

Pour bien concevoir l'éclairage, il faut considérer de nombreux facteurs : apport de lumière du jour, choix des luminaires et des lampes, mais aussi couleurs et facteurs de réflexion 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.

PRINCIPES À RESPECTER

Assurer un éclairage suffisant

L'éclairage doit être suffisant, depuis l'installation du système d'éclairage et jusqu'à son remplacement : on parle de niveaux d'éclairage « à maintenir ».

Suivant la nature des activités, l'éclairage conseillé peut varier de manière importante.

On peut distinguer deux catégories suivant la nature des tâches à effectuer :

- tâches ne nécessitant pas de perception de détails (éclairage de l'ordre de 300 lux) ;
- tâches nécessitant la perception de détails (de 500 à 1000 lux).

Ce classement en deux catégories a également un intérêt pratique. En effet, dans le premier cas, l'éclairage peut être assuré uniquement par l'éclairage général ; dans le second, un éclairage local renforçant l'éclairage général est souvent la solution la plus adaptée et la plus économique.

Dans une même activité professionnelle les besoins en éclairage peuvent être différents suivant les postes de travail. Le [tableau I](#) illustre ce principe. Ainsi pour les boulangeries pâtisseries, les niveaux conseillés sont respectivement de 300 lux pour la préparation et la cuisson, de 500 lux pour la finition, le glaçage et la décoration.

Dans les hôtels restaurants, les valeurs conseillées sont de 300 lux pour la réception et la caisse, de 500 lux pour les cuisines.

En général, les activités de finition, de contrôle qualité, d'inspection nécessitent des niveaux élevés (750-1 000 lux).

La mesure des éclairages s'effectue avec un luxmètre.

Éviter l'éblouissement

L'éblouissement peut être direct (source lumineuse dans le champ visuel) ou indirect (réflexion sur des objets, des surfaces et sur le plan de travail). C'est un facteur fréquent et important d'inconfort.

L'éclairage naturel en est souvent la cause principale, compte tenu des niveaux d'éclairage très élevés de la lumière du jour. Cependant l'éclairage artificiel est aussi à prendre en considération :

| Activités Tâches | Éclairciment* (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 | |
| Écriture – lecture | 500 |
| Travail sur écran | |
| Magasins | |
| Caissières | 500 |

(*) Éclairciment moyen au moment où il convient d'effectuer la maintenance ; valeur en-dessous de laquelle il convient que l'éclairciment moyen sur la surface considérée ne descende pas.

Tableau 1. Exemples d'éclairciments conseillés suivant les activités et les tâches à effectuer (d'après la norme NF EN 12464-1).

- aucune source lumineuse non protégée ne doit apparaître dans le champ visuel de l'opérateur, dans un angle de 30° au-dessus de la ligne horizontale partant de l'œil (voir figure 1). Les luminaires seront équipés de dispositifs (grilles de défilement, diffuseurs...) pour éviter cet inconvénient ;
- les tubes fluorescents seront placés de préférence perpendiculairement à la ligne de vision ;
- les parois brillantes sont à éviter : préférer des surfaces mates ou satinées pour les plans de travail, les machines et les surfaces environnantes ; si les parois existent, on évitera la réflexion de la lumière des luminaires à LED vers le regard des opérateurs.

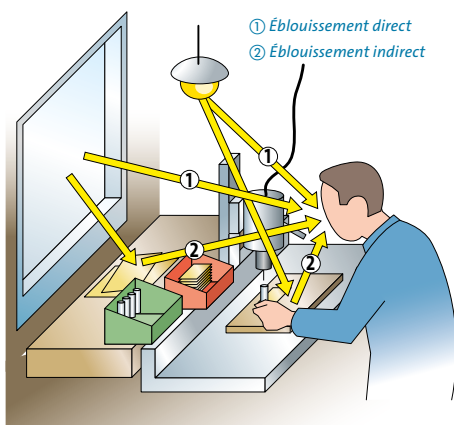


Figure 1. Les différentes sources d'éblouissement au poste de travail.

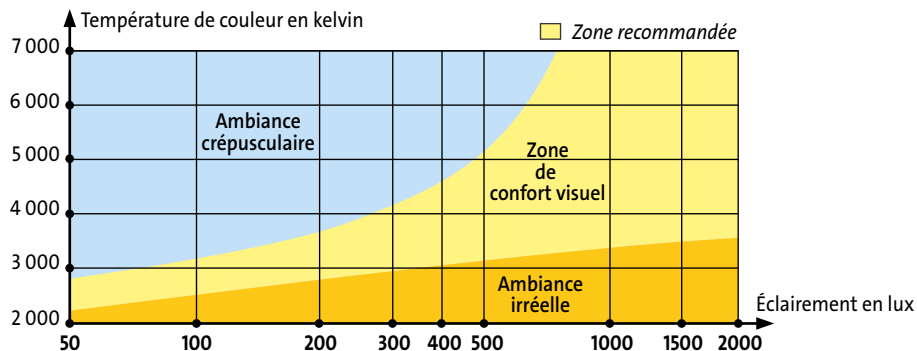


Figure 2. Relation entre la température de couleur et l'éclairage (Diagramme de Kruithof)

Éviter des contrastes trop importants dans le champ visuel

Un bon contraste est nécessaire entre ce qui est à percevoir et le fond. Cependant, entre différentes zones du champ visuel, des contrastes trop élevés diminuent l'efficacité de la vision ainsi que le confort visuel.

L'éclairciment de la zone environnante immédiate doit être en rapport avec l'éclairciment de la zone de travail et il convient de réaliser une distribution bien équilibrée des luminances dans le champ visuel. La zone environnante immédiate est une bande de largeur d'au moins 0,5 m autour de la zone de travail dans le champ visuel.

L'éclairciment moyen des zones environnantes immédiates peut être plus faible que l'éclairciment de la zone de travail, mais ne doit pas être inférieur aux valeurs données dans le tableau 2.

Il convient aussi d'éviter les zones d'ombre et les effets de masque en plaçant les luminaires au-dessus des zones de travail et en préférant l'installation d'un plus grand nombre de luminaires de moindre intensité à un faible nombre plus puissants.

Tenir compte des caractéristiques des opérateurs

Les besoins en éclairage sont différents suivant les caractéristiques de l'individu (nécessité d'un éclairage croissant avec l'âge) et du travail à accomplir. Compte tenu de la

| Éclairciment sur la zone de travail $E_{\text{tâche}}$ (lux) | Éclairciment sur les zones environnantes immédiates (lux) |
|---|---|
| ≥ 750 | 500 |
| 500 | 300 |
| 300 | 200 |
| 200 | 150 |
| 150 | $E_{\text{tâche}}$ |
| 100 | $E_{\text{tâche}}$ |
| ≤ 50 | $E_{\text{tâche}}$ |

Tableau 2. Relation entre les éclairciments sur les zones environnantes immédiates et l'éclairciment sur la zone de travail.

difficulté d'optimiser ces différents facteurs, il est souhaitable que l'opérateur puisse adapter la disposition et l'intensité des sources lumineuses, en particulier lorsque certaines tâches nécessitent un éclairciment élevé :

- luminaires réglables en hauteur et/ou en direction (ex. : lampes orientables) ;
- intensité réglable par allumage ou extinction des sources lumineuses locales ou par dispositif gradateur.

Lorsque les installations ne permettent pas ces réglages, il est conseillé de majorer l'éclairciment.

Assurer un rendu des couleurs compatible avec les tâches à accomplir

Du point de vue des couleurs, il faut distinguer deux caractéristiques.

- L'apparence de la couleur se rapporte à l'impression de chaleur ou de froideur de la lumière émise par la lampe. La température de couleur rend compte de cette apparence (K = kelvin). On peut distinguer trois groupes :

| Ambiance | Température de couleur |
|---------------|------------------------|
| Chaude | Inférieure à 3 300 K |
| Intermédiaire | 3 300 à 5 300 K |
| Froide | Supérieure à 5 300 K |

Les températures de couleur conseillées dépendent des niveaux d'éclairage (voir figure 2).

- Le rendu des couleurs se rapporte à la manière dont la lumière de la lampe restitue les couleurs. L'indice de rendu des couleurs (IRC) rend compte de ce phénomène. Sa valeur maximum est de 100. Dans la plupart des activités un indice supérieur ou égal à 80 est conseillé.

Dans les activités où la couleur joue un rôle important, les lampes seront choisies avec un indice de rendu élevé ($IRC \geq 90$) et une température de couleur intermédiaire (de l'ordre de 4000 K). C'est le cas des travaux de peinture, d'inspection et de contrôle des tissus et objets colorés, d'imprimerie, de coiffure, de salles d'examen en hôpital...

Intégrer la maintenance des appareils dans les décisions d'achat

La maintenance comprend le remplacement des lampes, la lutte contre l'empoussièrement, le nettoyage des réflecteurs et grilles. Pour le remplacement, il faut éviter une trop grande fréquence (choisir des lampes à longue durée de vie) et faciliter l'accès aux lampes. La limitation du nombre de références (de luminaires et de lampes) permet de faciliter non seulement la gestion des articles mais aussi le remplacement immédiat des lampes usagées. Pour l'empoussièrement, assurer une bonne ventilation des postes de travail et choisir des luminaires protégés et faciles à démonter.

Des économies importantes peuvent être également réalisées lors de la conception des installations d'éclairage au niveau de la distribution électrique (par exemple par zones) des dispositifs de commande et de programmation (par exemple interrupteurs crépusculaires) et du remplacement préventif des lampes.

CHOIX DES APPAREILS D'ÉCLAIRAGE

Pour un éclairage inférieur ou égal à 300 lux

Lorsque les tâches ne nécessitent pas la perception de détails (éclairage inférieur ou égal à 300 lux), l'éclairage général est suffisant. Les fabricants proposent des luminaires

adaptés à la configuration du local, la hauteur sous plafond, le type d'activité... Des logiciels prévisionnels existent pour optimiser ces différents facteurs.

Ce cas de figure n'est pas détaillé ici, le champ d'application de cette fiche pratique étant le poste de travail.

Pour un éclairage de 400-500 lux ou davantage

Pour les postes de travail nécessitant des éclairages plus élevés (400-500 lux ou davantage), la figure 3 peut aider à choisir le type d'éclairage le mieux adapté.

Cas 1 . Il concerne des tâches nécessitant de nombreux déplacements, sans poste fixe, par exemple : préparation de commandes, magasinage nécessitant la lecture de détails... L'éclairage général doit être conçu pour permettre une bonne exécution des tâches en assurant des niveaux suffisants et une bonne homogénéité de l'éclairage (luminaires en nombre suffisant et bien disposés, par exemple au milieu des allées pour les tâches de magasinage). Cependant, il est plus difficile de parvenir à une solution satisfaisante, compte tenu des niveaux élevés d'éclairage à assurer.

En effet, l'intensité lumineuse décroît rapidement lorsque la distance augmente entre les luminaires et le plan de travail et cette solution est à la fois peu économique (augmentation de la puissance à installer et surtout du nombre de luminaires) et peu efficace (ombres portées par des «écrans» constitués par les structures, machines et installations). C'est pourquoi il est conseillé, lorsque cela est

possible, d'éviter ce cas de figure en étudiant d'autres solutions :

- diminuer les exigences des tâches en éclairage, par exemple en évitant la lecture de détails. Ainsi les dimensions des lettres et chiffres peuvent être augmentées dans un local de magasinage pour que l'éclairage nécessaire soit < 300 lux ;

- regrouper dans des zones limitées les tâches à exigences visuelles fortes et traiter ces zones dans le cadre de postes fixes (voir cas 2 ci-après).

Cas 2. Il concerne des postes fixes (ou des travaux avec déplacements mais dont une partie est effectuée à poste fixe), où la zone de travail habituelle est limitée à quelques mètres, dans des locaux de hauteur sous plafond supérieure à trois mètres. La zone de travail s'étendant sur plusieurs mètres, un éclairage local intégré au poste ou posé sur un plan de travail ne permettrait pas de balayer l'ensemble du champ appréhendé par l'opérateur.

La solution optimale est généralement de suspendre un ou plusieurs luminaires au-dessus de la zone de travail. Exemples : poste de contrôle qualité, poste de préparation nécessitant l'assemblage de petites pièces. Un éclairage fluorescent avec grilles de défilement est bien adapté à ce cas de figure.

Cas 3. Il concerne les zones de travail plus limitées (de l'ordre du mètre) quelle que soit la hauteur du local. Des activités telles que le travail de bureau (lecture, écriture, travail sur écran) ou des tâches de précision dans des ateliers font partie de cette catégorie. Les solutions optimales sont alors des luminaires

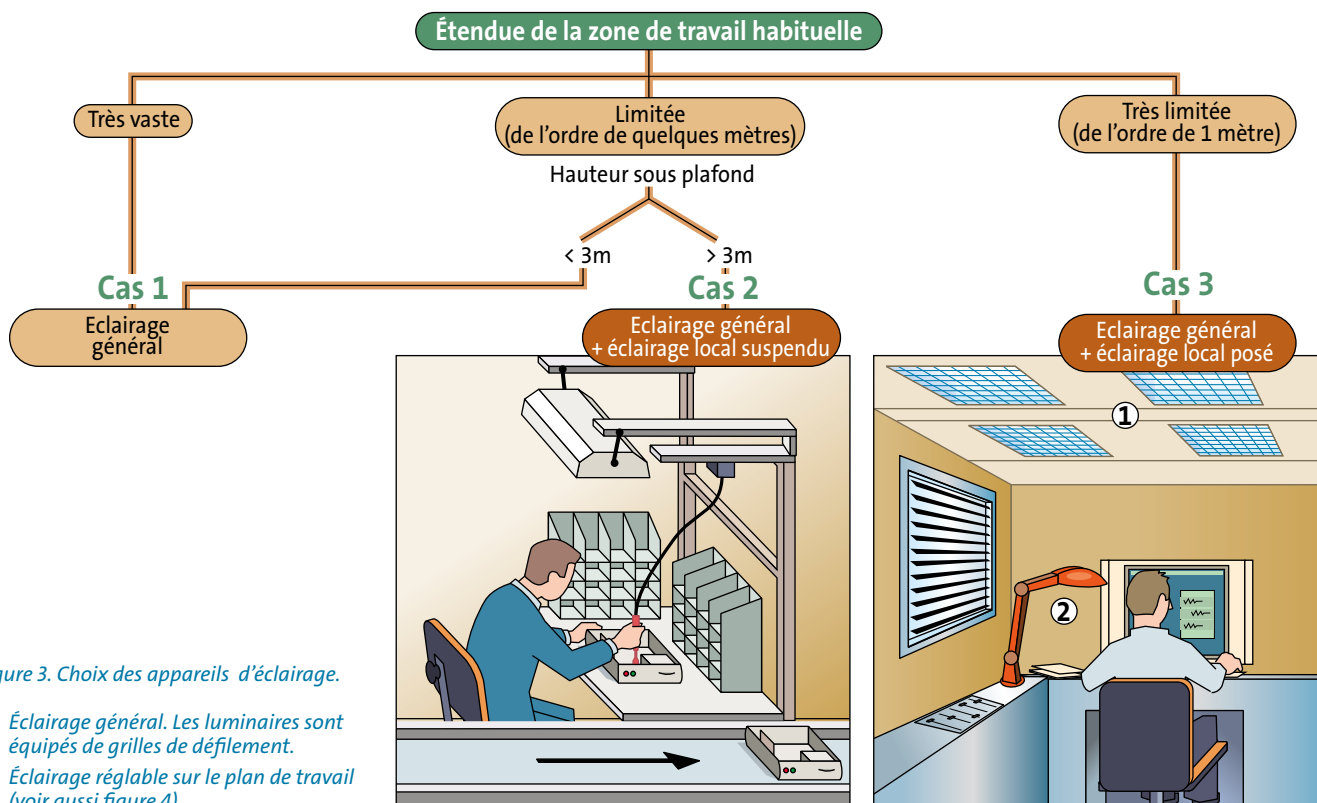


Figure 3. Choix des appareils d'éclairage.

- ① Éclairage général. Les luminaires sont équipés de grilles de défilement.
- ② Éclairage réglable sur le plan de travail (voir aussi figure 4).

d'appoint installés près du plan de travail (par exemple lampes de bureau) ou intégrés au poste (par exemple éclairage intégré à la machine : machines à coudre, certaines machines de précision...).

CHOIX DES LAMPES

Dans le choix des lampes, on tiendra compte des principes ergonomiques décrits dans cette fiche et des dispositifs d'éclairage retenus suivant le type de tâche. D'autres facteurs sont également à prendre en considération, notamment leur durée de vie, la consommation électrique, l'utilisation intermittente et le temps de chauffe.

L'optimisation de l'ensemble de ces critères conduit généralement aux types de solutions suivants :

■ Pour l'éclairage général, lampes fluorescentes tubulaires ou compactes, lampes à décharge (par exemple iodures métalliques à brûleur céramique et LED). Ces différents types de lampes répondent à la plupart des critères définis précédemment (bon rapport efficacité lumineuse / consommation, durée de vie supérieure à 5000 heures, gamme intermédiaire de température de couleur).

■ Pour l'éclairage local suspendu au-dessus des postes de travail, en complément de l'éclairage général, les tubes fluorescents équipés de réflecteurs et de grilles de défilement et les luminaires à LED équipés d'optiques adaptées permettent d'éviter l'éblouissement tout en respectant les critères précédents. Il est conseillé de choisir une température de couleur intermédiaire (3000 à 4000 K) pour éviter une impression de froideur donnée par des lampes à température plus élevée.

■ Pour l'éclairage local posé sur le plan de travail, le choix se portera de préférence sur des luminaires équipés de bras articulés

permettant un réglage vertical et horizontal, avec réflecteurs munis de grilles de défilement fournissant un éclairage dissymétrique pour éviter l'éblouissement et équipés de lampes compactes (par exemple fluocompactes de 5 à 9 W ou LED de faible puissance), permettant de limiter le dégagement de chaleur et la consommation d'énergie (voir figure 4).

Le matériel, sa notice ou son emballage font mention du type de lumière qui sera fournie à l'utilisateur.

Soit sont directement indiqués la température de couleur (en kelvin) et l'indice de rendu des couleurs (en IRC), soit une teinte est indiquée.

La teinte est composée de 3 chiffres : le premier (x 10) donne l'IRC, les deux derniers (x 100) donnent la température. Par exemple, 830 correspond à un IRC de 80 (8 x 10) et une température de 3 000 K (30 x 100).

Les catalogues des fournisseurs apportent des précisions sur les différents types de lampes et d'appareils en fonction de leur utilisation (voir encadré). Par ailleurs, l'Association française de l'éclairage (www.afe-eclairage.com.fr) a publié des ouvrages sur l'éclairage pour différentes activités (lieux de travail, hôpitaux, locaux scolaires...).

Les systèmes à LED

Ces systèmes doivent être installés dans des conditions favorables au maintien de leurs performances : on évitera les hautes températures, les encastréments non ventilés et l'exposition aux vapeurs d'hydrocarbures et produits chlorés. On choisira des appareils à LED de classe GR0 ou GR1 selon la norme EN 62471.

Les types de lampe à éviter

■ Les lampes à décharge de vapeur de sodium compte tenu de leur température de couleur

trop basse et de leur mauvais rendu des couleurs (monochromatique, jaune, pour les lampes basse pression). Elles ne conviennent qu'à l'extérieur des bâtiments dans des circonstances où l'exigence de couleur est très faible.

■ Les lampes à incandescence halogène du fait de leur faible durée de vie, de leur consommation énergétique et du dégagement de chaleur.

Ces lampes doivent être protégées pour éviter les risques de brûlure et d'exposition aux UV (verres de protection).

POUR EN SAVOIR PLUS

Réglementation

Les obligations des employeurs en matière d'éclairage des lieux de travail font l'objet des articles R. 4223-1 à R. 4223-12 du Code du travail.

La circulaire du 11 avril 1984 apporte des précisions sur ce point.

Cette réglementation concerne notamment les niveaux d'éclairement général et local, l'éblouissement et la luminance, les effets thermiques et l'entretien.

Normes

La norme de base en matière d'éclairage et d'ergonomie visuelle est la norme NF X 35-103 « Ergonomie – Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail ». Norme européenne : NF EN 12464 « Éclairagisme – Éclairage des lieux de travail. Partie 1: Lieux de travail intérieur ».

En complément, la norme NF EN 62471 « Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes » permet de classer les lampes suivant leur dangerosité.

Par ailleurs, la norme NF EN 1837 « Éclairage intégré aux machines » donne les caractéristiques des systèmes d'éclairage intégrés aux machines fixes ou mobiles.

Enfin, dans le cadre des normes sur les terminaux à écrans de visualisation, la partie 6 de la norme NF EN ISO 9241 « Exigences relatives à l'environnement » comprend des principes sur l'éclairage.

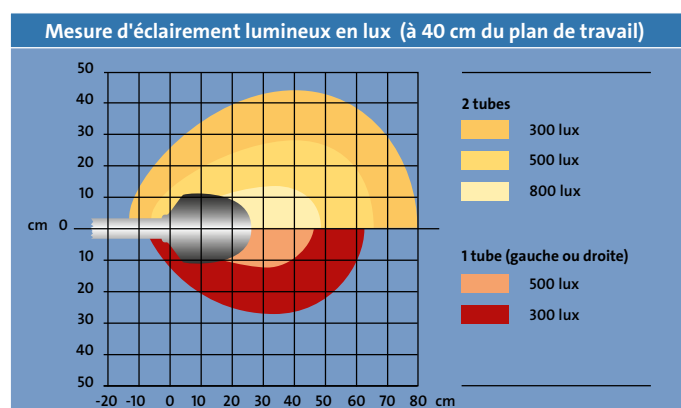


Figure 4. Deux réflecteurs indépendants permettent de sélectionner l'éclairement le mieux adapté à la tâche.