I – ECLAIRAGE DES LOCAUX :

11 – La lumière :

La lumière est une onde qui se propage à très grande vitesse (300000 Km/s). La lumière « blanche » est une superposition de composantes des couleurs de l’arc en ciel.

On distingue deux types de lumières :

* naturelle : produite par le soleil, elle est variable en direction et en couleur
* artificielle : produite par les lampes électriques
  + lampes à incandescence (ampoule électrique) : filament en matière réfractaire porté à haute température par un courant électrique. Essentiellement utilisées dans le secteur domestique.
  + lampes halogènes : on ajoute à l’argon un halogène tel que l’iode ou le brome. Leurs performances sont nettement supérieures (durée de vie et efficacité lumineuse multipliées par deux)
  + tubes fluorescents (tube néon) : secteur bureaux et ateliers
  + lampes à décharge : la décharge se fait dans des gaz ou vapeurs métalliques (sodium ou mercure). Bon rendement, mais elles peuvent dénaturer les couleurs des objets qu’elles éclairent. Elles sont utilisées pour l’éclairage public et industriel.

12 – Niveaux de lumière :

Deux grandeurs sont utiles pour connaître la qualité d’un éclairage :

* ***l’éclairement :*** c’est la quantité de lumière qui arrive sur un objet. On l’exprime en LUX (éclairement d’une surface de 1m2 qui reçoit normalement un flux lumineux de 1 lumen). Il est fonction du flux lumineux (puissance lumineuse de la source de lumière) et de la surface éclairée.
* ***la luminance :*** c’est l’intensité de la lumière émise par une source de lumière ou par une surface éclairée. On l’exprime en candela/m2 .L’écart entre deux luminances traduit le contraste.

13 – Nuisances liées a l’éclairage et obligations légales :

Les mécanismes de la vision sont régis par une partie musculaire et une partie nerveuse. Leur sollicitation excessive fait naître la fatigue visuelle. Elle peut être occasionnée par :

* les défauts de vision
* un travail trop exigeant
* un mauvais éclairage

On distingue trois types de symptômes :

* les effets oculaires : globes oculaires lourds et douloureux, larmoiements, brûlures, picotements, rougeurs
* les effets visuels : vision trouble, présence d’un voile, taches sombres, éblouissement, difficulté à percevoir les détails
* les effets généraux : maux de tête, fatigue générale, troubles de la vigilance, baisse d’activité

Un mauvais éclairage peut constituer un facteur d’accident du travail par :

* la fatigue visuelle et ses effets
* la difficulté de perception des formes, des détails, des mouvements
* les erreurs d’interprétation, la mauvaise appréciation des distances
* les efforts faits par les personnes, en adoptant des postures contraignantes (douleurs lombaires, risque pour la colonne vertébrale)

La norme française NF X35-103, le code du travail (décret 83-721 : articles R232-7et décret 92-333, circulaire C11-04-1984 et la loi n° 91-1414) énoncent les principes d’ergonomie visuelle applicables à l’éclairage des lieux de travail :

* les conditions d’éclairage ne visent plus exclusivement la sécurité du travail et de la circulation mais aussi le confort visuel
* intégration, dès la conception des lieux de travail, de l’utilisation de la lumière naturelle (assurer un niveau d’éclairement naturel, par temps clair, supérieur aux valeurs minimales recommandées chaque fois que cela sera possible)
* niveaux d’éclairements : mesurés au plan de travail ou à défaut, au sol

***Eclairage général :***

|  |  |
| --- | --- |
| **Locaux affectés au travail, dépendances, espaces extérieurs** | **Valeurs minimales d’éclairement** |
| Voies de circulation intérieure | 40 lux |
| Escaliers et entrepôts | 60 lux |
| Locaux de travail, vestiaires, sanitaires | 120 lux |
| Locaux aveugles affectés à un travail permanent | 200 lux |
| Zones et voies de circulation extérieures | 10 lux |
| Espaces extérieurs où sont effectués des travaux à caractère permanent | 40 lux |

***Eclairage de la zone de travail :***

Dans les zones de travail, le niveau d’éclairement doit être adapté à la nature et à la précision des travaux à exécuter

|  |  |
| --- | --- |
| **Type d’activité** | **Valeurs minimales d’éclairement** |
| Mécanique moyenne, travail de bureau | 200 lux |
| Travail de petites pièces, bureau de dessin | 300 lux |
| Mécanique fine, dessins difficiles | 400 lux |
| Mécanique de précision, électronique fine, contrôles divers | 600 lux |
| Tâche très difficile dans l’industrie ou les laboratoires | 800 lux |

En éclairage artificiel, le rapport des niveaux d’éclairement entre celui de la zone de travail et l’éclairement général doit être compris entre 1 et 5.

14 – Maitrise de l’éclairage dans un atelier :

Pour prévenir les effets nuisibles d’un éclairage, il est nécessaire de procéder à son évaluation. Elle commence par une analyse de l’activité exercée, afin de connaître les exigences du travail à effectuer. Pour évaluer l’éclairage, on prend en compte la quantité et la qualité de l’éclairage.

* quantité de l’éclairage = un éclairage suffisant. Pour cela, il faut mesurer son niveau à l’endroit où s’exerce l’activité visuelle à l’aide d’un luxmètre. Si le niveau d’éclairement est insuffisant, on peut :
  + augmenter le nombre de luminaires
  + réétudier leur distribution
  + assurer une meilleure utilisation de la lumière naturelle
  + effectuer un entretien régulier
* qualité de l’éclairage = un éclairage adapté
  + mesure de la luminance : elle doit être inférieure à 3000 cd/m² pour toute source de petite surface et inférieure à 6000 cd/m² pour toute source de grande surface (plafond, baie vitrée)
  + éblouissement gênant et contraste élevé : il faut veiller à une bonne disposition des postes de travail et à la répartition dans l’espace des luminaires. On peut aussi faire un usage approprié de l’éclairage direct, indirect ou mixte en équipant les luminaires de diffuseurs, réflecteurs ou grilles de défilement.
  + couleur apparente de la lumière : la lumière blanche peut être :
    - * chaude : de teinte jaune, elle convient à un travail qui nécessite un éclairement faible (< à 500 lux)
      * intermédiaire : pas de teinte apparente, elle convient à un éclairement moyen (de 500 à 2000 lux)
      * froide : de teinte bleutée, elle convient à un fort éclairement (> à 2000 lux)

Remarque : il est nécessaire de prévoir un éclairage de secours (en cas de panne de l’éclairage principal) et obligatoire de prévoir un éclairage de sécurité (en cas de sinistre).

II – LES AMBIANCES LUMINEUSES :

Un éclairage bien conçu contribue au confort visuel de l’opérateur, à la diminution de la fatigue visuelle, posturale et des risques d’accidents du travail. Il faut tenir compte :

* de l’apport de la lumière du jour
* du choix des luminaires des couleurs
* des facteurs de réflexion des parois du local et des plans de travail
* de l’implantation des postes de travail….

21 – Comment détecter un problème ?

Un problème d’éclairage peut être révélé par :

* la plainte d’un opérateur
* un incident survenu dans l’entreprise : erreur de lecture, non détection de défauts de fabrication, erreur de transcription de données chiffrées.
* un « presqu’ accident » : heurt, trébuchement
* un accident corporel (avec ou sans arrêt de travail) : chute

22 – Comment évaluer l’éclairage ?

Une bonne installation d’éclairage doit permettre au plus grand nombre d’individus d’effectuer sans gêne visuelle et sans fatigue les tâches visuelles nécessaires à leurs activités.

Pour évaluer l’éclairage, il faut comparer la situation existante et une référence (normes, recommandations) à l’aide des 2 grandeurs :

* ECLAIREMENT : quantité de lumière reçue par unité de surface, mesurée en lux.
* LUMINANCE : aspect lumineux d’une surface éclairée. Elle se mesure en candela/m2. Elle fait intervenir une notion de confort visuel

La qualité de l’éclairage d’un local est mesurée à l’aide d’un luxmètre puis on effectue une comparaison des valeurs mesurées aux valeurs recommandées (normes) :

* si les mesures sont inférieures aux recommandations, il suffit parfois de nettoyer les luminaires, ou de les remplacer.
* si les valeurs mesurées restent inférieures aux valeurs recommandées, il y a lieu d’intervenir au niveau de l’installation.

23 – Conditions d’un bon éclairement : principes à respecter :

***Assurer un niveau d’éclairement suffisant :***

Suivant la nature des activités, l’éclairement varie de manière importante. On distingue deux catégories de tâches :

* tâches ne nécessitant pas de perception de détails = éclairement de 300 lux. L’éclairement peut être assuré uniquement par l’éclairage général
* tâches nécessitant la perception de détails = de 500 à 1000 lux. Un éclairage local renforçant l’éclairage général est nécessaire.

Les valeurs d’éclairement dépendent donc des locaux et des activités qui y ont lieu.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Valeurs d’éclairement artificiel** | | |
| **Espaces et locaux concerné** | **Valeurs d’éclairement artificiel (en service, en lux)** | |
| ***Valeurs recommandées (d’après X 35-103)*** | ***Valeurs mini réglementaires***  ***(Code du Travail)*** |
| Circulations extérieures (entrées, cours, allées) | 30 | 10 |
| Aires de travail extérieures (quais,..) | 75 | 40 |
| Circulations intérieures (couloirs, escaliers) |  | 40 à60 |
| Entrepôts | 150 | 60 |
| Ateliers où les tâches ne nécessitent pas de perception des détails | 300 | 120 à 200 |
| Locaux affectés à des tâches nécessitant la perception de détails | 500 à 1000\* | 300 à 600 \* |
| Bureaux (administratifs, secrétariat) | 500\* | 200 |
| *\* dont 250 Lx au moins assurés par l’éclairage général* | | |

***Rapport des niveaux d’éclairement : éviter des contrastes trop importants :***

Un bon contraste est important entre ce qui est à percevoir et le fond. Cependant, des différences trop élevées diminuent l’efficacité de la vision et le confort visuel.

L’éclairage doit être homogène dans le champ de vision de l’opérateur : rapport maximum de 3.

Les écarts entre l’éclairement de la zone de travail et la zone d’éclairage général ne doit pas dépasser 5. Ce rapport ne doit également pas dépasser 5 entre les locaux de travail et les couloirs.

Il convient également 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 de luminaires plus puissants.

***Eviter 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).

La cause en est souvent l’éclairage naturel, compte tenu des niveaux très élevés de la lumière du jour.

Dans le cas de l’éclairage artificiel, il faut respecter les règles suivantes :

* Aucune source de lumière 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.
* Les luminaires doivent être équipés de dispositifs : grilles, diffuseurs pour éviter cet inconvénient.
* Les tubes fluorescents sont placés de préférence perpendiculairement à la ligne de vision.
* Les parois brillantes sont à éviter : préférer des surfaces mates, satinées.
* Les luminances des foyers lumineux et des surfaces réfléchissantes situés dans le champ visuel doivent être inférieures à 3000 cd/m², celles d’un mur ou d’un plafond lumineux ne doivent pas excéder 600 cd/m2.

***Harmoniser les couleurs :*** des couleurs existant dans le local ( murs par rapport au plafond, par rapport aux machines, plans de travail, mobilier…)

***Equilibre des luminances :***

Les rapports de luminance entre les différents champs visuels doivent être modérés.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Valeurs recommandées des rapports de luminances** | |
| **Nature de la**  **tache visuelle**  **Rapports**  **de luminances** | ***Travaux ordinaires, magasinage, locaux de réception, zones de circulation*** | ***Travaux fins, bureaux, salles de classe et de dessin*** |
| Luminaire Plafond  Circulaire du 11/04/84 | 80 | 50 |
| Luminaire (plafond) et ouverture vitrée (zone voisine)  Norme NF X 35-103 ; 06/80) | 50 | 20 |
| Tâche visuelle  Environnement immédiat  Recommandation AFE | 3 | 1 |

*AFE = Association française de l’éclairage*

***Tenir compte des caractéristiques des opérateurs :***

Les besoins sont différents selon les caractéristiques de l’individu (nécessité d’un éclairage croissant avec l’âge). Pour cela, il faut que l’opérateur puisse adapter la disposition et l’intensité des sources lumineuses à sa convenance :

* Luminaires réglables en hauteur et en direction
* Intensité réglable par gradient d’éclairement.

24 – Réglementation et normes :

Les obligations du chef d’établissement en matière d’éclairage des lieux de travail font l’objet des articles R232-7 à 10 du Code du Travail.

La circulaire du 11 avril 1984 apporte des précisions sur ce point. Cette réglementation concerne les niveaux d’éclairement, l’éblouissement et la luminance, les effets thermiques et l’entretien.

La norme de base est la norme NF X 35-103 «  ergonomie- principes d’ergonomie visuelle applicable à l’éclairage des lieux de travail ».

**MODIFICATIONS A APPORTER AUX ECLAIREMENTS RECOMMANDES EN FONCTION DES CONDITIONS RENCONTREES ( NF X 35-103 )**

Eclairement moyen en service en lux.

Eclairement moyen en service

Les contrastes sont-ils particulièrement faibles ? en service

Des erreurs peuvent- elles avoir des conséquences sérieuses ?

La tâche est-elle occasionnelle ?

Le local est-il aveugle?

Eclairement final en service

Le travailleur a-t-il plus de 50 ans ?

150

150

200

3000

5000

750

1000

1500

3000

200

3000

5000

750

1000

1500

3000

non

oui

200

non

oui

300

non

oui

500

non

oui

750

non

oui

1000

non

oui

300

non

oui

500

non

oui

500

non

oui

500

non

oui

750

non

oui

750

non

oui

1000

non

oui

1000

oui non

300

oui non

500

oui non

750

oui non

1000

oui non

1500

non

oui

1500

non

oui

3000

non

oui

3000

non

oui

3000

non

oui

1500

non

oui

1500

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

III – APPLICATION :

Il s'agit de définir un niveau d’éclairement en fonction des conditions particulières rencontrées à un poste de travail supposé afin de pouvoir le définir sur un poste de travail réel.

Description du poste de travail :

* Usinage de broches de machines outils sur tour à commande numérique.
* L’opérateur est un homme de 52 ans et doit réaliser le profil extérieur des broches.
* Le profil comporte deux diamètres de qualité 6 qui nécessitent :
  + un contrôle dimensionnel à 100%.
  + un contrôle d’état de surface à l’aide d’un rugosimètre.
  + un contrôle régulier de la qualité de l’arête de coupe de l’outil de finition. L’examen de l’arête de coupe est particulièrement délicat par l’absence de contrastes entre la partie usée et saine de la plaquette carbure et par la situation du poste de travail. En effet le tour est implanté dans un atelier ne disposant pas d’éclairage naturel.

Travail demandé:

Rechercher à partir du cours :

* le type d’activité à laquelle il sera possible d’apparenter les tâches effectuées sur ce poste de travail.
* le niveau d’éclairement préconisé par la Norme NF X 35-103 pour ce type d’activité.

Déterminer à l’aide du tableau de la page précédente, le niveau d’éclairement qui tient compte des conditions particulières de ce travail.