



Cahiers techniques

ÉCLAIRAGE

| | |
|--|-------------------------|
| 1 - Définitions Grandeurs Photométriques | Page 808 |
| 2 - Protection et Sécurité Protections Réglementations Très Basse Tension | Pages 809 et 810 |
| 3 - Recommandations Intérieur Industriel | Page 811 |
| 4 - Éclairage Intérieur Démarche du projet intérieur | Pages 812 et 813 |
| 5 - Éclairage Sportif Recommandations niveaux d'éclairements | Page 814 |
| 6 - Éclairage Extérieur Généralités Éclairage public | Pages 815 et 816 |



1. DÉFINITIONS

GRANDEURS PHOTOMÉTRIQUES

► FLUX LUMINEUX

Énergie lumineuse rayonnée par une source par unité de temps : c'est un débit de lumière.

Cette grandeur sert principalement à qualifier photométriquement les lampes et est exprimée en lumens (lm), c'est leur puissance de rayonnement visible.

► INTENSITÉ LUMINEUSE

Elle qualifie le flux élémentaire émis dans une direction de l'espace par une source quasi ponctuelle. Elle s'exprime par :

$$I = \frac{dF}{d\Omega}$$

où dF est le flux élémentaire issu de la source quasi ponctuelle dans l'angle solide élémentaire dΩ (cône élémentaire). La notion d'intensité peut être imagée par un rayon lumineux transportant une certaine énergie. Son unité, la candéla (cd), est la base photométrique du système SI (Système International d'unités)

La connaissance de l'ensemble des intensités lumineuses émanant d'un luminaire permet de juger sa distribution photométrique.

► LUMINANCE (L)

Mesurée en cd/m², elle précise le flux lumineux transmis ou produit par toute surface apparente, rectifiée du cosinus de l'angle d'observation et par rapport à l'axe d'observation. C'est une mesure qui définit la qualité visuelle perçue d'un éclairage puisqu'elle quantifie la sensation visuelle que perçoit l'œil humain d'un plan éclairé : impression d'obscurité, de clarté, ...

► ÉCLAIREMENT

C'est la densité de lumière sur une surface. Il s'exprime par la formule :

$$E = \frac{F}{S}$$

où F est la valeur du flux lumineux atteignant la surface et S l'aire de cette surface réceptrice. Son unité est le lux

(lx) qui représente un flux d'un lumen atteignant une surface d'un mètre carré.

Quand la surface S est étendue, on parle d'éclairement moyen sur la surface. Si la surface est réduite à une surface élémentaire entourant un point la formule précédente devient : $E_P = \frac{dF}{dS}$

où dF est le flux élémentaire émanant d'une source quasi ponctuelle et dS l'aire élémentaire réceptrice entourant le point.

On parle alors d'éclairement ponctuel qu'on peut calculer pour une ou un ensemble de sources quasi ponctuelles comme c'est le cas dans les projets d'éclairage.

Cette grandeur est intéressante du fait qu'elle se mesure facilement à l'aide d'un luxmètre et permet le contrôle des installations.

► ÉVALUATION DE L'ÉCLAIREMENT EN UN POINT

Une source ponctuelle placée à une distance d d'un point P d'une surface plane crée un éclairement Ep dont la valeur est :

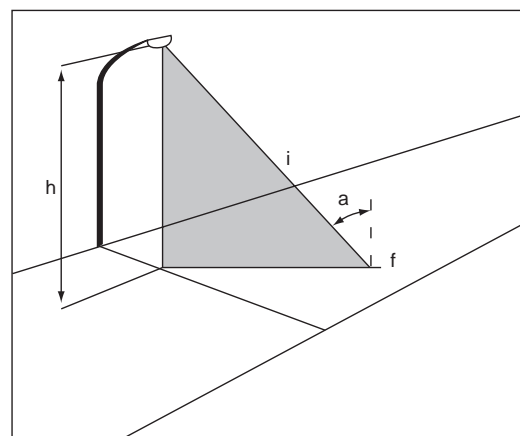
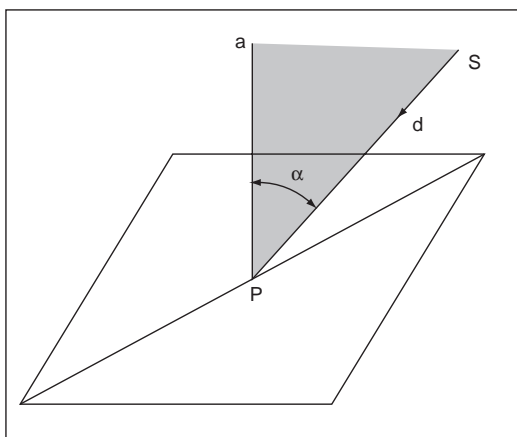
$$E_p = \frac{I \cos \alpha}{d^2}$$

où α est l'angle que forme la direction SP d'où vient l'intensité lumineuse avec la normale n en P.

Cette formule est universelle et permet d'exprimer des éclairagements horizontaux, verticaux ou sur des plans quelconques. Le cas particulier où le plan de calcul est horizontal est souvent retenu pour des considérations pratiques.

On parle alors d'une source située à une hauteur h au-dessus de ce plan et l'angle α défini précédemment est égal à l'angle γ. L'éclairement s'exprime alors par la formule :

$$E_p = \frac{I \cos^3 \alpha}{h^2}$$





2. PROTECTION & SÉCURITÉ

CHOC MÉCANIQUES

| Protection du matériel contre les chocs mécaniques | |
|---|--|
| Désignation | |
| ÉNERGIE DE CHOC EN JOULES | |
| Résiste au choc d'un marteau de 0,15 kg tombant de 0,15 m Énergie de choc : 0,225 Joule | |
| Résiste au choc d'un marteau de 0,25 kg tombant de 0,20 m. Énergie de choc : 0,5 Joule | |
| Résiste au choc d'un marteau de 0,5 kg tombant de 0,40 m Énergie de choc : 2 Joules | |
| Résiste au choc d'un marteau de 1,5 kg tombant de 0,40 m Énergie de choc : 6 Joules | |
| Résiste au choc d'un marteau de 5 kg tombant de 0,40 m Énergie de choc : 20 Joules | |

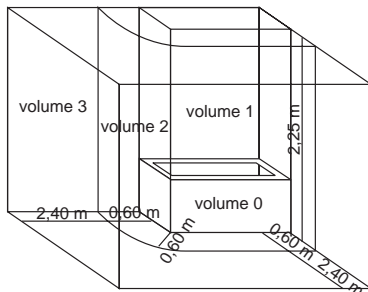
L'INDICE DE PROTECTION IP SELON LA NORME NF C 71000

Premier chiffre
Degré de protection des parties sous tension contre les contacts et corps solides

Deuxième chiffre
Degré de protection des parties sous tension contre l'eau

| Chiffre | Protection contre | symbole | Chiffre | Protection contre | symbole |
|---------|--|---------|---------|--|---------|
| 0 | Pas de protection spéciale | - | 0 | Pas de protection | - |
| 1 | Corps de diamètre supérieur à 50 mm (une main) | - | 1 | Chute verticale de gouttes d'eau | |
| 2 | Corps de diamètre supérieur à 12 mm (doigt) | - | 2 | Chute de goutte d'eau jusqu'à 15° de la verticale | - |
| 3 | Corps de diamètre supérieur à 2.5 mm (outil) | - | 3 | Pluie de 0° à 60° de la verticale et ruissellement | |
| 4 | Corps de diamètre supérieur à 1 mm (outil fin câble) | - | 4 | Projections d'eau de toutes directions | |
| 5 | Dépôts de poussières | | 5 | Jets d'eau de toutes directions | |
| 6 | Toute infiltration de poussière | | 6 | Jets d'eau de forte pression et paquets de mer | - |
| | | | 7 | Immersion à moins d'un mètre de profondeur | |
| | | | 8 | Immersion permanente à plus d'un mètre de profondeur | |

SALLES DE BAINS VOLUME DE PROTECTION



L'installation de luminaires dans les salles de bains doit impérativement respecter les règles de la nouvelle édition 1991 de la norme NF C 15, 100 qui prévoit :

- l'obligation de protéger tous les circuits électriques de la pièce par un dispositif différentiel haute sensibilité de 30 mA.

- D'utiliser des luminaires classe II dont l'indice de protection est au moins égal à IP x 3 dans le volume 2 et IP x 1 dans le volume 3

- D'employer des luminaires IP x 4 au minimum dans le volume 1 et IP x 7 dans le volume 0, ces luminaires étant alimentés en très basse tension de sécurité 12 V (TBTS 12 V)

Les différents volumes sont définis dans l'édition 1991 de la NF C 15 100 suivant le schéma ci-dessus

Dans le cas d'un local avec douche, les limites des volumes 1,2 et 3 s'obtiennent comme ci-dessus à partir des dimensions extérieures du bac douche.

RÈGLEMENT DE SÉCURITÉ CONTRE L'INCENDIE

ÉCLAIRAGE NORMAL

| Locaux concernés | ERP(1) | IGH(1) |
|---|---------------------------------|--|
| Circulations horizontales enclouonnées et escaliers | Parties du luminaire concernées | Les enveloppes Les dispositifs de fixation Les diffuseurs Les dispositifs de défilement et d'occlusion Les douilles pour lampes à incandescence Les bornes de connexion |
| | Comportement au feu | Essai au fil incandescent : 850 °C - Extinction ≤ 5 secondes |
| Autres locaux | Parties du luminaire concernées | Les enveloppes Les diffuseurs Les dispositifs de défilement et d'occlusion |
| | Comportement au feu | Essai au fil incandescent : 750 °C - Extinction ≤ 5 secondes Avec conditions(2) |

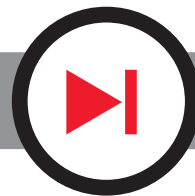
(1) ERP : Établissement recevant du public et IGH : immeuble de grande hauteur (hauteur du plancher du niveau le plus haut > 28 m).

(2) Conditions : Surface apparente de chaque luminaire ≤ 1m². Luminaire éloignés de ≥ 1 m les uns des autres, ainsi que de tout matériau de catégorie M4 ou non classé. Surface totale des luminaires ≤ 1/4 de la surface totale du plafond.

| | Classe I | Classe II | Classe III |
|--|---------------------------------------|--|--|
| Caractéristiques principales du matériel | Protection par mise à la terre prévue | Isolation Supplémentaire mais pas de moyen de protection par mise à la terre | Prévu pour alimentation par la très basse tension de sécurité (≤ 50 V -) |
| Précautions de sécurité | Connexion à la terre de protection | Aucune précaution n'est nécessaire | Connexion à la très basse tension de sécurité (TBTS) |

Symboles





TRÈS BASSE TENSION

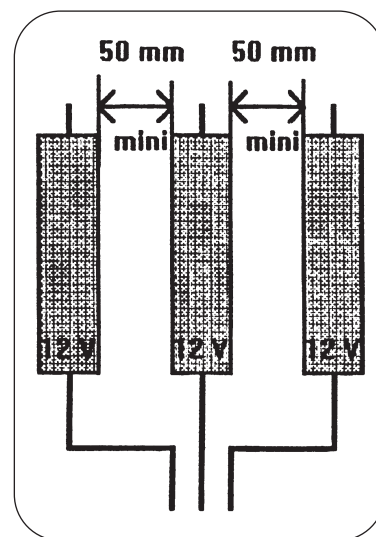
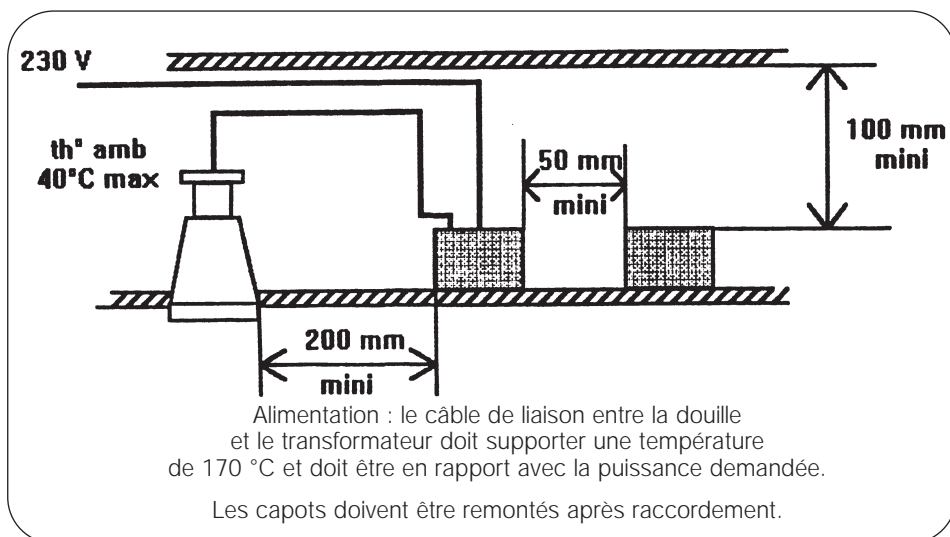
La norme NF C 15 100 relative aux installations d'éclairage en très basse tension exige en particulier pour ces installations :

- des transformateurs de classe II ou de classe I, à condition qu'ils comportent une double isolation entre le primaire et le secondaire ;
- des transformateurs protégés contre les courts-circuits par un dispositif incorporé ;
- des précautions particulières pour la fixation du matériel et son accessibilité ;
- les câbles de liaisons entre le transformateur et l'appareil d'éclairage doivent avoir une tenue en température d'au moins 170 °C ;
- le secondaire du transformateur doit être protégé contre les courts-circuits et les surcharges.

Pour plus de précisions sur ces types d'installation, vous pouvez vous reporter au Guide Pratique (installation d'éclairage de très basse tension. UTE C 15 559) que le comité de Direction de l'UTE a adopté le 1^{er} juin 1994.

TRANSFORMATEURS POUR ÉCLAIRAGE...

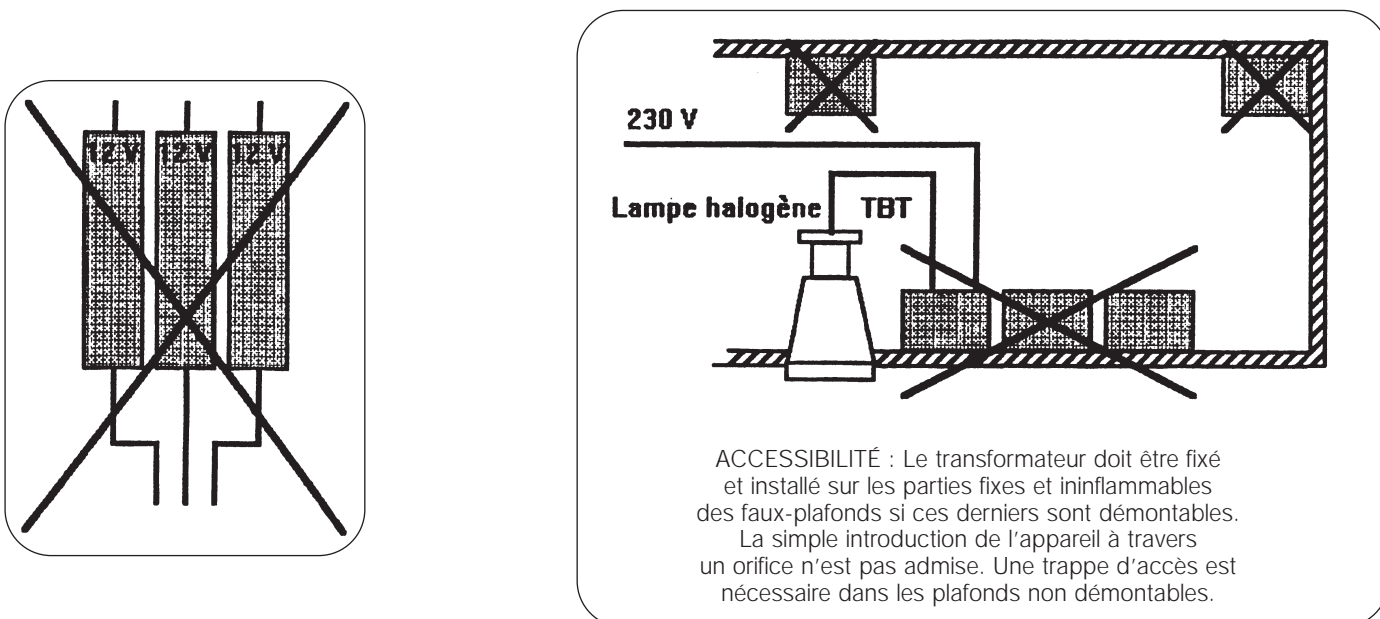
MONTAGE AUTORISÉ



Laine de verre à proscrire à proximité de ces matériels. Tout transformateur est interdit dans un rayon de 200 mm autour de la lampe.

La température ambiante dans l'environnement immédiat du transformateur doit être de 40 °C au max. Prévoir une ventilation des vides de plafonds.

MONTAGE INTERDIT



Norme de fabrication du transformateur : EN 60742 Norme de pose : NF C 15.100 et guide NF C 15.559 (Halogène)



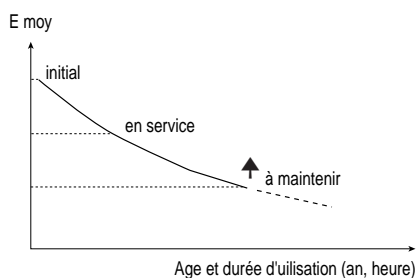
3. RECOMMANDATIONS

Extraits des recommandations relatives à l'éclairage de l'Association Française de l'Éclairage

INTÉRIEUR

La figure ci-dessous représente la variation de l'éclairage moyen réalisé dans un local en fonction de la durée d'utilisation d'une installation.

Cette figure permet de préciser les notions d'éclairages moyens « en service », « à maintenir », « initial ».



L'éclairage moyen initial est l'éclairage moyen lorsque l'installation est neuve. L'éclairage moyen initial est la valeur, prise en considération dans les calculs relatifs au projet d'éclairage. En absence d'indication, l'éclairage moyen initial sera de :

- 1,5 fois l'éclairage à maintenir pour les locaux à faible empoussièrement,
- 1,75 fois l'éclairage à maintenir pour les locaux à empoussièrement moyen,
- 2 fois l'éclairage à maintenir pour les locaux à empoussièrement élevé.

L'éclairage moyen en service est l'éclairage moyen que l'on doit constater au milieu de la période couvrant deux interventions d'entretien consécutives.

L'éclairage moyen à maintenir est l'éclairage moyen, juste encore acceptable avant une intervention d'entretien : nettoyage des luminaires complété ou non par le remplacement simultané des fonds.

Pour la première fois, en accord avec la publication 29.2 de la CIE (1986) et le projet de norme européenne, ce sont des éclairages moyens à maintenir qui sont recommandés dans la brochure de l'Association Française de l'Éclairage :

| | |
|--|-----------|
| Bureaux et locaux administratifs | (LUX) |
| Bureaux de travaux généraux, dactylographie | 425 |
| Salles de dessins, tables | 850 |
| Établissements d'enseignement | |
| (pour plus de détails, voir l'arrêté du 30 mars 1965 du Ministre de l'Éducation Nationale) | |
| Salles de classes, amphithéâtres | 325 |
| Tableaux, salles de dessin d'Art | 425 |
| Tables de démonstration, laboratoires | 625 |
| Bibliothèques, tables de lecture | 425 |
| Magasins | |
| Boutiques | 200 |
| Self- services | 300 |
| Grandes surfaces | 500 |
| Loisirs - résidences - lieux de culte | |
| Salles de spectacles | |
| Foyers | 125 |
| Amphithéâtres | 80 |
| Salles de cinéma | 40 |
| Salles des fêtes | 250 |
| Habitation (Éclairage nécessaire pour les différentes activités) | |
| Lecture, travail d'écolier | 325 |
| Couture | 425 à 625 |
| Chambre à coucher, éclairage localisé | 175 |
| Préparations culinaires, coin bricolage (à renforcer suivant activité) | 425 |
| Hôtels | |
| Réception, halls, salles à manger, chambres et annexes | 250 |
| Cuisines | 425 |
| Églises | |
| Nef | 80 |
| Chœur | 125 |
| Circulation | |
| Couloirs, escaliers | 80 à 250 |

INDUSTRIEL

| | |
|--|---------------|
| Bâtiments agricoles | (LUX) |
| Poulaillers | 40 |
| Étables, salle de traite, préparation des aliments du bétail | 125 |
| Étables, couloirs d'alimentation | 25 |
| Laiterie | 250 |
| Industries alimentaires | |
| Brassage-laiteries-cuisson | 250 |
| Préparation du chocolat brut | 125 |
| Conditionnement bouchées confiserie, conserveries, mise en boîte | 425 |
| Industrie du tabac | |
| Échantillonnage | 425 |
| Industries du bois | |
| Scieries | 125 |
| Travail à l'établi | 250 |
| Travail aux machines, finition, polissage, vernissage | 425 |
| Contrôle final | 625 |
| Industries céramiques | |
| Fours | 125 |
| Moulage, presses | 250 |
| Vernissage-décoration | 425 |
| Industries chimiques | |
| Éclairage de circulation | 175 |
| Broyeurs, malaxeurs, fabrication des pneus | 250 |
| Calandrage, injection | 425 |
| Salles de contrôle, laboratoires | 425 |
| Comparaisons de couleurs | 850 |
| Industrie du cuir | |
| Vernissage | 425 |
| Couture, comparaison de couleurs | 850 |
| Constructions électriques et électroniques | |
| Montage, travail de petites pièces | 625 |
| Travail de pièces moyennes | 425 |
| Travail très délicat ou très petites pièces | 1 250 à 1 750 |
| Fonderies | |
| Nettoyage, modelage grossier | 175 |
| Modelage fin-fabrication des noyaux | 425 |
| Sablerie | 250 |
| Industrie du livre | |
| Typographie, reliure de livres | 425 |
| Pupitre de composition | 625 |
| Lithographie | 850 |
| Mécanique générale | |
| Machines-outils et établis, soudure | 250 |
| Travail de pièces moyennes | 425 |
| Travail de petites pièces | 625 |
| Travail très délicat ou très petites pièces | 1 250 à 1 750 |
| Industries du papier | |
| Calandrage | 250 |
| Stockage | |
| Entrepôts | 125 |
| Industries textiles | |
| Cadrage, étrépage-bobinage | 250 |
| Filage-tissage gros ou clair | 425 |
| Tissage fin ou foncé | 625 |
| Comparaison de couleurs | 850 |
| Industrie du verre | |
| Chaufferie-composition | 125 |
| Soufflage ou moulage | 250 |
| Décoration-gravure | 425 |
| Industrie du vêtement | |
| Piqûre-contrôle final | 850 |



4. ÉCLAIRAGE INTÉRIEUR

DÉMARCHE DU PROJET D'ÉCLAIRAGE INTÉRIEUR

L'étude de tels locaux demande une attention toute particulière afin d'assurer un environnement propre au travail visuel demandé. Les choix effectués devront permettre :

- D'éviter tout reflet sur l'écran. On veillera particulièrement à limiter les luminances, des prises de jour et des parois.
- D'assurer une bonne lisibilité entre les caractères et le fond.
- Il conviendra, à ce titre, de limiter le niveau d'éclairage vertical sur les écrans, niveau générateur d'un effet de voile qui réduit le contraste.
- D'assurer dans le local un équilibre des luminances propice à un bon confort visuel.
- D'assurer une ambiance lumineuse adaptée au niveau d'éclairage et au profil ergonomique des postes de travail.

Pour cela, il conviendra de :

▶ CHOISIR DES APPAREILS

(classe de qualité visuelle)

- directs/indirects - intensifs/extensifs
- contrôle du défilement des sources par rapport à la verticale
- contrôle des luminances

CLASSE DE QUALITÉ VISUELLE

| CLASSES | TÂCHES OU ACTIVITÉS |
|----------|---|
| A | Exécution de tâches visuelles très exigeantes, par exemple assemblages électroniques minutieux, arts graphiques bijouterie, joaillerie |
| B | Exécution de tâches avec des exigences particulières, par exemple contrôle fin. Exécution de tâches avec des exigences modérées mais demandant une concentration importante et continue, par exemple travail de bureau, assemblage de composants de petite taille. |
| C | Exécution de tâche, avec des exigences visuelles et une concentration modérées, par exemple travail d'atelier en position assise, assemblage de pièce de taille moyenne pour un travail debout. |
| D | Exécution de tâches avec des exigences visuelles simple exigeant une concentration normale pour des travailleurs qui se déplacent fréquemment dans une zone très limitée, par exemple maintenance de service autour d'une grosse machine, montage de pièces de dimension importantes. |
| E | Locaux dans lesquels les personnes n'ont pas de poste de travail fixe, elles se déplacent pour exécuter des tâches de très faibles exigences visuelles. Locaux qui ne sont pas utilisés de façon continue par les mêmes personnes. |

▶ CHOISIR DES SOURCES

- Veiller à la qualité de la lumière (IRC > 85)
- de température de couleur cohérente par rapport au niveau d'éclairage requis.

CARACTÉRISTIQUES AUXQUELLES DOIVENT RÉPONDRE LES LAMPES

• COURBE SPECTRALE

En fonction du travail visuel à accomplir, on pourra utiliser des lumières à spectre discontinu (spectre à raies) ou il faudra choisir des lumières à spectre continu (choix, comparaison de couleur).

Dans certains cas nécessitant une excellente vision des contrastes, l'utilisation de lumières dont le spectre est riche en radiations bleues sera nécessaire.

• INDICE DE RENDU DES COULEURS

Chaque fois que le travail visuel est important ou qu'il convient de ne pas modifier ou détruire l'harmonie d'un décor, il est nécessaire d'utiliser une lumière dont l'indice de rendu des couleurs est au moins égal à 85.

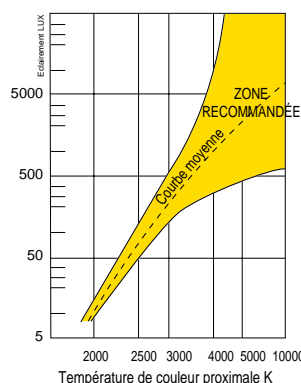
Dans le cas de choix, d'échantillonnages ou de comparaisons de couleurs, l'indice de rendu devra être le plus élevé possible et dans tous les cas au moins égal à 95.

• TEMPÉRATURE DE COULEUR

Dans certains cas (choix, échantillonnage, comparaison de couleurs...), la température de couleur de la lumière utilisée devra être choisie en fonction de la température de couleur de la lumière sous laquelle les objets considérés seront observés dans leur utilisation finale.

Dans les autres cas, elle sera choisie selon l'ambiance à créer, sa liaison avec l'environnement, le volume à éclairer et le décor.

Le niveau d'éclairage à atteindre pourra également jouer un rôle dans ce choix, les ambiances froides étant d'autant plus mal acceptées que les éclairages sont faibles (voir règle de Krüithof).



Règle de Krüithof

• ALLUMAGE ET/OU RÉALLUMAGE INSTANTANÉ

Certaines activités (surveillance, sécurité...) demandent un allumage à froid et un réallumage à chaud (en cas de coupure de courant) instantané. Seules les lampes à incandescence classiques ou les halogènes, les tubes fluorescents et certaines lampes compactes sont alors utilisables.

• POSITIONS DE FONCTIONNEMENT

Certains impératifs (orientation d'un projecteur par exemple) demandent parfois d'utiliser les lampes dans des positions limitant le choix de celles-ci.

• TEMPÉRATURE DE FONCTIONNEMENT

Les températures auxquelles doit fonctionner l'installation dans certains cas (climats extrêmes, chambres froides, cuisines industrielles...) demandent de choisir les lampes adaptées à ces températures.

• TENUE AUX VIBRATIONS

Les vibrations existant dans certains lieux (ascenseurs, ponts roulants, ...) nécessitent l'utilisation de lampes particulièrement robustes ou de placer les appareils sur silent blocks.

▶ CHOISIR UN NIVEAU D'ÉCLAIREMENT

Assurant une adaptation rapide de l'œil de l'opérateur lors des déplacements visuels.

Voir recommandations AFE.

▶ IMPLANTER DES LUMINAIRES

dans les zones limitant les réflexions spéculaires.

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 80 % | 70 % | 50 % | 30 % | 10 % |
| 80 % | 70 % | 50 % | 30 % | 10 % |
| 80 % | 70 % | 50 % | 30 % | 10 % |
| 80 % | 70 % | 50 % | 30 % | 10 % |
| 80 % | 70 % | 50 % | 30 % | 10 % |

Coefficients de réflexion



ÉCLAIRAGE INTÉRIEUR (suite)

Les abaques de Bodmann et Söllner permettent de considérer la distribution des luminances moyennes du luminaire dans le plan transversal et le plan longitudinal entre 45° et 85° pour le flux nominal des lampes et de contrôles d'éblouissement dû aux appareils.

Les luminances en abscisse sont graduées en échelle logarithmique

Les angles de défilement en ordonnée sont gradués en échelle linéaire.

Les valeurs a/hv sont portées à droite des abaques.

▶ BASSE LUMINANCE

- Les 2 courbes sont situées entièrement à gauche de la courbe de l'abaque classe de qualité B, correspondante à 1000 lux.
- Sous des angles compris entre 75° et 85°, les luminances sont inférieures à 300 cd/m².
- Les angles de défilement, dans les 2 plans considérés, sont inférieurs à 65°.

▶ TRÈS BASSE LUMINANCE, CATÉGORIE 2

- Les 2 courbes sont situées entièrement à gauche de la courbe de l'abaque classe de qualité A, correspondante à 1000 lux.
- Sous des angles compris entre 65° et 85°, les luminances sont inférieures à 200 cd/m².
- Les angles de défilement, dans les 2 plans considérés, sont inférieurs à 60°.

▶ TRÈS BASSE LUMINANCE, CATÉGORIE 1

- Les 2 courbes sont situées entièrement à gauche de la courbe de l'abaque classe de qualité A, correspondante à 2000 lux.
- Sous des angles compris entre 55° et 85°, les luminances sont inférieures à 200 cd/m².
- Les angles de défilement, dans les 2 plans considérés, sont inférieurs à 55°.

Le flux lumineux émis par un appareil en deux parties distinctes :

- Une partie émise vers le plafond la composante indirecte représentée dans le symbole photométrique par la lettre T.
- Une partie orientée vers le sol de manière plus ou moins directive, représentée dans le symbole photométrique

par une lettre comprise entre A et J, en fonction de l'intensité du faisceau.

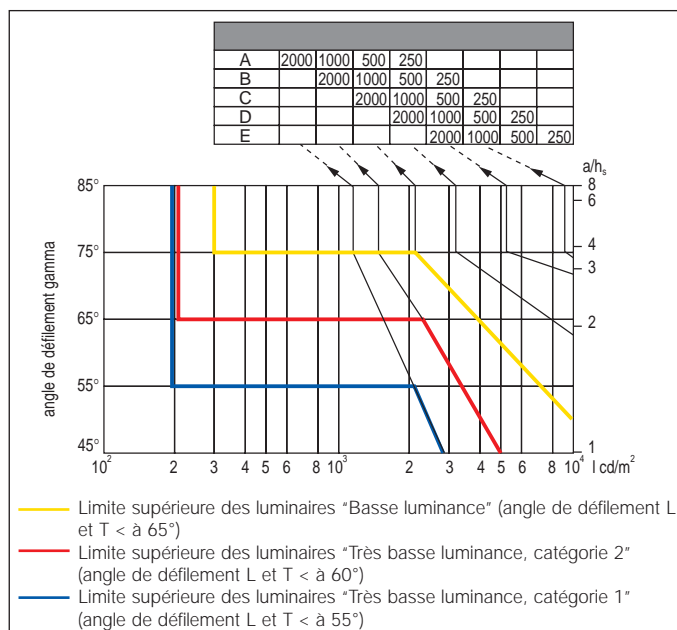
Plus on avance dans l'alphabet, plus la répartition lumineuse est extensive.

Devant chacune de ces lettres se trouve accordée la valeur du rendement lié à ces émissions. Ce rendement est donné pour une ambiance donnée (d'ordinaire température ambiante de 25°C en air calme). Si la température ambiante autour du luminaire est différente, il conviendra d'appliquer un coefficient multiplicateur lié à chaque ensemble lampe-appareil.

Exemple

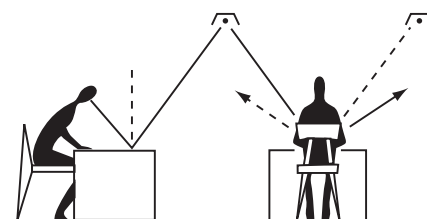
| Partie directe | | Partie indirecte | |
|---|---|---|-----------|
| 0,39 D | | + | 0,26 T |
| ↓ | | | ↓ |
| 39 % du flux des lampes part en direct, pour une température ambiante définie | répartition définie suivant norme UTE 71121 | 26 % du flux des lampes part en indirect, pour la température définie | indirects |

ABAQUES BODMANN ET SÖLLNER



▶ ÉBLOUISSEMENT INDIRECT PAR RÉFLEXION

La réflexion des sources de lumière par des surfaces brillantes amoindrit la perception visuelle. Il est toujours recommandé d'utiliser des surfaces mates à l'endroit de la tâche visuelle et même pour le sol et les parois. Si la tâche visuelle est brillante, il faut prendre des dispositions pour que les rayons réfléchis soient dirigés en dehors de l'angle normal de vision.



— À gauche : mauvaise position de la source par rapport au travailleur

À droite : bonne position des sources, à la fois pour éviter les ombres et les reflets gênants



5. ÉCLAIRAGE SPORTIF

ÉCLAIRAGE DES TERRAINS ET SALLES DE SPORT

ÉCLAIREMENT MOYEN À LA MISE EN SERVICE

SPORT INTÉRIEUR

| Salles couvertes | Lux |
|--|---------------------------|
| Basket entraînement | 300 |
| Basket compétition nationale | 500 |
| Basket compétition internationale | 800 |
| Boulodrome entraînement | 300 |
| Boulodrome compétition | 300 |
| Escrime entraînement | 300 |
| Escrime compétition nationale | 500 |
| Escrime compétition internationale | 800 |
| Gymnastique entraînement | 300 |
| Gymnastique compétition nationale | 500 |
| Gymnastique compétition internationale | 800 |
| Handball entraînement | 300 |
| Handball compétition nationale | 500 |
| Handball compétition internationale | 800 |
| Judo entraînement | 300 |
| Judo compétition nationale | 500 |
| Judo compétition internationale | 800 |
| Lutte - haltères entraînement | 300 |
| Lutte - haltères compétition | 500 |
| Manège entraînement | 200 |
| Manège compétition | 300 |
| Patinoire entraînement | 200 |
| Patinoire compétition nationale | 400 |
| Patinoire compétition internationale | 1 000 |
| Piscine entraînement | 150 |
| Piscine compétition | 300 |
| Piste de ski | 50 |
| Ring de boxe entraînement | 1000 |
| Ring de boxe compétition | 3 000 |
| Squash entraînement | 600 |
| Squash compétition | 1000 |
| Tennis entraînement | 500 |
| Tennis compétition | 800 |
| Tennis de table entraînement | 500 |
| Tennis de table compétition | 800 |
| Volley entraînement | 300 |
| Volley compétition nationale | 500 |
| Volley compétition internationale | 800 |
| TV couleur toutes disciplines | 800 à 1 600 (vertical) |

SPORT EXTÉRIEUR

| Salles couvertes | Lux |
|---|---------------------------|
| Athlétisme entraînement | 150 |
| Athlétisme compétition stade 5000 places | 400 |
| Athlétisme compétition stade 15000 places | 600 |
| Basket entraînement | 150 |
| Basket compétition nationale | 300 |
| Boulodrome entraînement | 300 |
| Boulodrome compétition | 150 |
| Football 1 ^{re} division | 800 |
| Football 2 ^e division | 600 |
| Football régional | 200 |
| Football entraînement solution normale | 150 |
| Football entraînement solution économique | 50 |
| Golf entraînement | 50 |
| Golf compétition | 100 |
| Handball entraînement | 200 |
| Handball compétition | 400 |
| Manège entraînement | 200 |
| Manège compétition | 300 |
| Patinoire extérieure | 200 |
| Patinoire compétition | 400 |
| Piste de ski | 50 |
| Tennis entraînement | 300 |
| Tennis compétition | 600 |
| Vélodrome entraînement | 300 |
| Vélodrome compétition nationale | 500 |
| Vélodrome compétition internationale | 750 |
| Volley entraînement | 150 |
| Volley compétition nationale | 300 |
| TV couleur toutes disciplines | 800 à 1 600 (vertical) |



6. ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

GÉNÉRALITÉS

Les objectifs à atteindre en éclairage des voies publiques peuvent être de quatre ordres :

Sécurité, pour augmenter la sécurité de la circulation et réduire ainsi les accidents, pour améliorer la sécurité des biens et des personnes en ayant une action préventive au niveau des agressions.

Confort, pour améliorer le confort des usagers.

Rentabilité, pour augmenter la fluidité du trafic.

Agrément, pour améliorer l'ambiance nocturne et participer à une animation urbaine.

Dans certains cas, un seul de ces objectifs existera, dans d'autres, il faudra traiter plusieurs de ceux-ci. Il conviendra alors, bien entendu, de définir les priorités et le poids de chacun de ces objectifs par rapport aux autres.

ÉCLAIRAGE FONCTIONNEL

Les objectifs prioritaires sont alors sécurité et rentabilité. Pour atteindre ceux-ci, l'installation d'éclairage devra permettre aux utilisateurs :

- de voir les obstacles : cette vision ne peut se faire que par contraste de luminances entre l'obstacle et la chaussée. À noter qu'un obstacle mobile (piéton par exemple) doit si possible être vu avant d'être en position dangereuse. Il est souvent trop tard lorsque l'on perçoit que le piéton est sur la chaussée : l'éclairage des trottoirs joue un rôle primordial de prévention et contribue fortement à une bonne anticipation de réaction des automobilistes devant une situation évolutive ;
- d'attirer l'attention sur les points dangereux (carrefours, bretelles, ponts, tunnels...);
- de faciliter la perception du tracé des voies (par un guidage optique approprié ne pouvant prêter à confusion).

PERFORMANCES À ATTEINDRE

En fonction du type de voie, du volume et de la vitesse du trafic, un niveau moyen de luminance de la chaussée sera à respecter. La nature de la chaussée (donc de ses caractéristiques de réflexion) et du type d'appareil utilisé (défilé ou semi-défilé) permet alors de définir le niveau moyen d'éclairément à atteindre pour obtenir la luminance nécessaire.

CHOIX DES APPAREILS

Les appareils doivent être choisis et réglés de manière à assurer les niveaux de luminance, d'uniformité et de confort visuel recommandés. Ils devront être adaptés aux conditions locales d'ambiance (agressivité du milieu, pollution...)

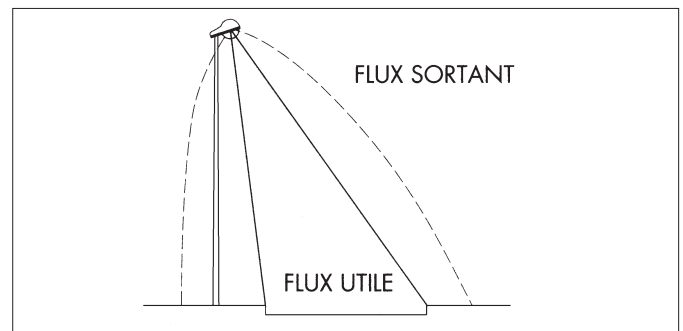
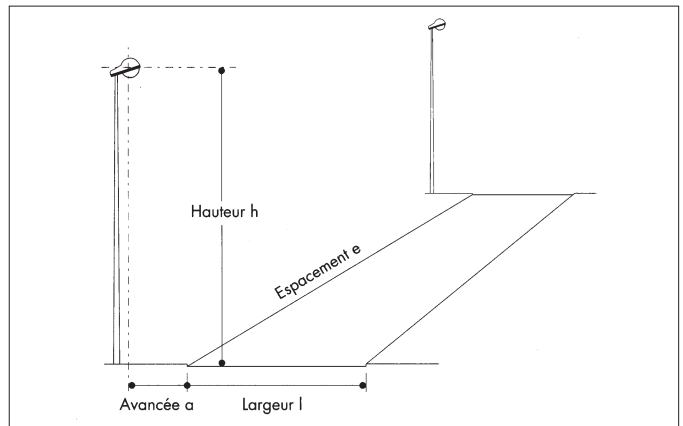
ÉCLAIRAGE RÉSIDENTIEL

Tout en assurant la sécurité, cet éclairage a pour objectif prioritaire de donner une ambiance agréable et d'animer ainsi le quartier traité.

L'effet recherché prime dans ce cas par rapport aux résultats photométriques obtenus.

Il s'agira simplement de créer une ambiance convenant au lieu à éclairer avec des appareils d'esthétique adapté à l'environnement et de technologie répondant au contexte local.

MÉTHODE DU FACTEUR D'UTILISATION - CALCULS



CALCUL ÉCLAIREMENT/FLUX

Définition des dimensions

l Largeur de la chaussée

a Avancée : position de la verticale du centre optique par rapport au bord de la chaussée qui peut être :

- positive (surplomb)
- nulle (aplomb)
- négative (recul)

LECTURE DES COURBES DE FACTEUR D'UTILISATION

Le facteur d'utilisation est obtenu par lecture sur les courbes d'utilisation prévues :

- pour chaque couple lampe-appareil,
- une inclinaison,
- un réglage de lampe précis.

L'éclairément moyen sur une chaussée est égal au rapport du flux utile reçu par la chaussée sur la surface correspondante de cette même chaussée.

$$\text{Emoy (lux)} = \frac{\text{FLUX UTILE (lm)}}{S \text{ (m}^2\text{)}}$$

La surface **S** est le produit de **l** (largeur) par **e** (espacement entre 2 luminaires).

Pour déterminer un facteur d'utilisation **U**, calculer la valeur **l/h** et la reporter sur la courbe **AV** ou **AR**, selon la position de la verticale du centre optique par rapport au bord de la chaussée considérée.

$$\text{Flux utile (Fu)} = \text{flux nominal lampe} \times \text{facteur d'utilisation}$$

$$Fu = Fla \times U$$



ÉCLAIRAGE PUBLIC

LUMINANCE MOYENNE/ÉCLAIREMENT MOYEN

LUMINANCE MOYENNE MINIMALE EN SERVICE POUR L'ÉCLAIRAGE PUBLIC

| | Classification AFE | Luminance |
|---|--------------------|---------------------------|
| ÉCLAIRAGE ROUTIER (véhicules seuls) | | |
| Autoroutes | A | 2 cd/m ² |
| Routes express | A | 2 cd/m ² |
| Rocades | A | 2 cd/m ² |
| Voies de contournement | B | 1 à 2 cd/m ² |
| Radiales | C | 1 à 2 cd/m ² |
| Voies importantes | B | 1 à 2 cd/m ² |
| ÉCLAIRAGE URBAIN FONCTIONNEL | | |
| Voies à trafic important | C | 2 cd/m ² |
| Voies secondaires | C | 1 à 2 cd/m ² |
| Traversées d'agglomération | C | 1 à 2 cd/m ² |
| Boulevards | D | 2 cd/m ² |
| Avenues | D | 2 cd/m ² |
| Rues importantes | D | 2 cd/m ² |
| Rues commerçantes | D | 1 à 2 cd/m ² |
| Voies de desserte | E | 0,5 à 1 cd/m ² |
| ÉCLAIRAGE D'AMÉNAGEMENT EN ESPACE URBAIN | | |
| Petites rues | E | non significatif |
| Places | E | |
| Ruelles | E | |
| Voies de lotissement | non classées | |
| Rues piétonnes | non classées | |

AFE : Association Française de l'éclairage

RELATION ÉCLAIREMENT MOYEN / LUMINANCE MOYENNE RAPPORT

| REVÊTEMENTS | Appareils défilés | Appareils semi-défilés |
|-------------------|-------------------|------------------------|
| Béton propre | 12 | 8 |
| Béton sale | 14 | 10 |
| Enrobés éclaircis | 14 | 10 |
| Enrobés moyens | 20 | 14 |
| Enrobés sombres | 25 | 18 |
| Pavés | 18 | 13 |

Détermination de la hauteur et de l'espacement maximum pour une uniformité acceptable

| Implantation | UNILATÉRAL | QUINCONCE | BILATÉRAL | AXIAL |
|----------------------|--|--------------------------------|---|--|
| | | | | |
| | | Déconseillé | | |
| optique semi-défilée | $l/h \leq 1$ $e/h \leq 3,7$ | $l/h \leq 1$ $e/h \leq 3,4$ | $l/h \leq 2$ $e/h \leq 3,7$ | $l/h \leq 1$ $e/h \leq 3,7$ |
| optique défilée | $l/h \leq 1$ $e/h \leq 3,4$ | $l/h \leq 1$ $e/h \leq 3$ | $l/h \leq 2$ $e/h \leq 3,4$ | $l/h \leq 1$ $e/h \leq 3,4$ |
| | $E_{moy} = \frac{Fl_a \times U}{l \times e}$ | | $E_{moy} = \frac{2 \times Fl_a \times U}{l \times e}$ | $E_{moy} = \frac{Fl_a \times U^*}{l \times e}$ |

* Dans ce cas, tenir compte du flux apporté par la lanterne arrière.