

Date :

8 décembre 2009

Thème :

## Eclairage : système actif et passif

Intervenants :

Jean Pierre Jacquot, architecte

Aucune sensation visuelle sans éclairage.

L'éclairage naturel résulte de plusieurs phénomènes :

- La longueur d'onde, la couleur: l'œil s'est adapté au pic de puissance reçu du soleil (jaune-vert). Il perçoit celles comprises entre 400 et 700 nm (ultra violet à rouge)
- La variabilité: durée du jour, élévation (solstice d'hiver : soleil bas sur l'horizon), course du soleil et azimut (l'été le soleil se lève au nord est, se couche au nord ouest)
- La nébulosité : éclairage direct ou diffus, plus homogène et parfois plus intense par diffraction par les nuages.

Quelques définitions :

Flux lumineux : en lumen (lm) lumière rayonnée par la source

Intensité lumineuse : puissance rayonnée par un stéradian de la source (portion de sphère) dans une direction donnée en candéla (cd : 1 lumen/sr)

Eclairage : flux en provenance d'une surface, en lux (lx : un lumen/m<sup>2</sup>) ; facile à mesurer

Luminance : rapport entre l'intensité émise dans une direction et la surface apparente dans cette direction en candela/m<sup>2</sup> (cd/m<sup>2</sup>) : la plus en rapport avec la perception de l'œil.

L'inconfort visuel est lié à de trop forts ou trop faibles contrastes de luminance, pour un bon rendu des couleurs et la perception des volumes par contraste sans éblouissement.

Facteur lumière du jour : éclairage par la lumière naturelle reçue sur un plan à l'intérieur sur celui reçu sur un plan horizontal à l'extérieur en site dégagé par ciel couvert. Il est indépendant de l'orientation des baies vitrées. Il faut un facteur lumière du jour important et bien réparti pour faire des économies d'éclairage artificiel.

A cet effet, il faut un bâtiment bien placé et des ouvertures adaptées.

La lumière naturelle arrive directement ou de manière diffuse ou réfléchie à l'extérieur (nuages, bâtiments voisins...). Elle entre dans le bâtiment par les baies en fonction du facteur de leur transmission lumineuse et se diffuse par réflexion sur les parois intérieures.

La transmission dépend de la composition du vitrage (plus il y a de couches de verre, plus ce facteur est faible).

Les baies cumulent des fonctions visuelles et thermiques qui sont parfois en conflit.

Une pièce agréable est souvent claire, et les surfaces mates. Pour de très grands volumes, des couleurs plus sombres (absorbantes) sont possibles (un plafond noir mat donne l'impression d'être plus haut).

La réflexion du sol extérieur permet de ramener de l'éclairage à l'intérieur : par exemple une pièce d'eau et ses effets de miroitement réfléchis.

La forme des baies, leur emplacement, leur orientation est importante pour l'éclairage (2 baies séparées ne répartissent pas la lumière comme une seule baie de même surface).

Le niveau d'éclairage attendu (en lux) va dépendre des activités pratiquées (de 40 pour un cinéma à 625 pour un labo en passant par 250 à 425 pour une maison d'habitation).

Diagramme du confort visuel (Kruithof) : à un niveau d'éclairage donné correspond une plage de température de couleur souhaitable.

La température de couleur de la lumière est comparée au spectre d'émission d'un corps noir (voir four de potier) : elle est dite chaude (3000-4000 °K rouge-jaune) ou froide (>5000°K vert-bleu).

Plus le niveau d'éclairage est fort, plus la température de couleur devra être proche de celle du jour pour être confortable.

On parle d'indice de rendu des couleurs (IRC) pour une lumière artificielle (voir plus loin).

Dispositions constructives :

La lumière naturelle la plus difficile à gérer est celle de l'ouest car elle est rasante aux heures chaudes. Le matin (à l'Est) l'œil accepte plus d'éclairage.

Le confort d'été sera augmenté en limitant les ouvertures à l'ouest et en protégeant celles-ci par des écrans verticaux (végétaux par exemple).

Il est possible d'avoir une régulation d'éclairage par des protections solaires formant des masques : auvents, stores, volets, filtres

Il faut convenir des fonctions attendues de ces fermetures : les stores extérieurs arrêtent la lumière et les infrarouges mais empêchent le passage.

On prévient l'éblouissement pour une lumière plus homogène avec des stores. Vénitiens, on peut orienter leurs lames pour la réflexion au plafond en éclairage indirect).

On peut avoir des tables à lumières (lightshelves) fixes ou mobiles pour le même effet.

Il faut éviter les parois sombres et privilégier les peintures mates pour avoir une bonne homogénéité de la lumière par diffusion.

Les sources d'éclairage peuvent être multiples : l'éclairage en façade et zénithal peuvent être combinés. L'éclairage zénithal est par nature plus lumineux par ciel couvert.

Ces systèmes passifs peuvent être activés par des commandes automatisées : volets, orientation des lames de stores, etc....

Mais il vaut mieux que ces commandes soient contrôlées au plus près par l'utilisateur.

D'autres dispositifs ont été expérimentés : filtres polaroid croisés, cristaux liquides, filtrage photovoltaïque ... qui ne laissent passer qu'une partie de la lumière.

Vitrage à isolation renforcé (VIR) : des oxydes métalliques filtrent une partie des infra rouges. Il est possible de donner au vitrage des couleurs, de l'assombrir avec l'augmentation de la luminosité, de le rendre réfléchissant.

L'éclairage naturel est essentiel pour la santé. Des changements importants de mode de vie sont intervenus en moins de 100 ans.

Nous vivons de plus en plus à l'intérieur des bâtiments, avec des facteurs lumière du jour de 5 à 10%, devant de plus en plus d'écrans, de plus en plus tard. Certaines personnes développent des troubles du sommeil, la production de mélatonine est perturbée, etc....

Éclairage artificiel :

Lorsque l'éclairage naturel n'est plus possible, l'éclairage artificiel doit être de qualité.

Pour cela, il existe plusieurs types de lampes.

Les lampes à incandescence produisent beaucoup de chaleur et peu de lumière.

Les lampes basses consommation, les LED, et les OLED (led organique en écrans lumineux) améliorent la performance énergétique.

La qualité d'une lampe se mesure selon différents critères :

- L'efficacité est le flux de lumière émise par le nombre de watts consommés. Elle s'exprime en lumen par watt (lm/W). Plus cette efficacité est grande et plus la lampe émet de la lumière pour une même consommation électrique. Une lampe à incandescence à une efficacité entre 12 et 20 lm/W, une lampe fluorescente entre 40 et 100 lm/W.

- L'indice de Rendu des Couleurs (IRC) indique l'aptitude d'une lampe à ne pas déformer la couleur perçue des objets qu'elle éclaire. L'IRC varie de 60 à 100 pour les lampes, 100 étant le plus proche de la lumière du jour.
- La température de couleur : elle permet de qualifier l'ambiance lumineuse des teintes dites chaudes (2 700 K), à dominante jaune, jusqu'aux teintes dites froides d'aspect blanc bleuté (à partir de 5 500K)

Pour les lampes à incandescence, le flux lumineux est continu alors que pour les lampes à décharge, le spectre est séquencé en raies séparées. C'est pourquoi les lampes à vapeur de sodium modifient le rendu des couleurs.

Le choix du luminaire est aussi très important : éclairage direct ou indirect ?, concentration du flux ou diffusion ?, grilles de défilement ou réflecteurs ?...

La qualité des luminaires et leur répartition conditionne l'homogénéité de l'éclairage.

Des accents lumineux peuvent éclairer certains endroits de travail plus précis.

Il est intéressant de mixer l'éclairage naturel et artificiel pendant les périodes de transition.

La commande, voir la gestion des luminaires se fait par interrupteurs, gradation par variateurs, par cellules de détection de présence... Il faut faire attention à l'entretien (empoussièrement).

Pour aller plus loin :

Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatisme, édition le Moniteur (85 €)

Consultable au CDI d'Alisée