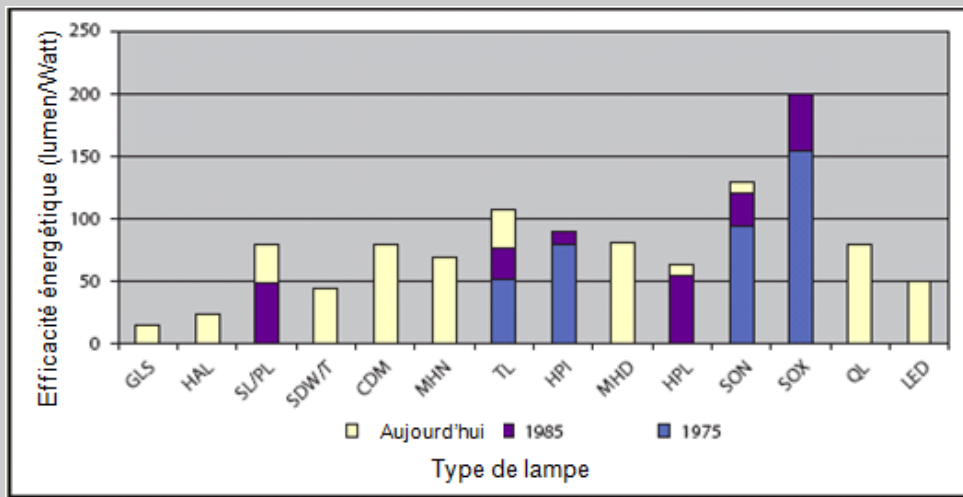


Effacité énergétique - Section 7

Rob van Heur

Laborelec

Septembre 2010



Efficacité énergétique

fr.leonardo-energy.org

Table des matières

1. Introduction	3
2. Aspects techniques de l'éclairage	3
2.1 Définitions concernant l'éclairage	3
2.2 Niveaux d'éclairage	6
2.3 Durée de vie	6
2.4 Eléments critiques en éclairage	6
3. Méthodes d'économie d'énergie	8
3.1 Efficacité des ampoules lumineuses	6
3.2 Ballasts	6
3.3 Supports	6
3.4 Contrôle de l'éclairage.....	6
3.4.1 La présence de personnes.....	8
3.4.2 La présence de lumière naturelle	8
4. Facteur humain	9
5. Conclusions	9
6. Références et bibliographies	9

1. Introduction

La consommation en électricité des éclairages constitue un poste énergétique important. Heureusement, il existe de multiples façons d'économiser l'énergie adaptées aux différents secteurs. La consommation totale d'énergie pour les éclairages est estimée en 2005 à 2 651 TWh (TeraWatt heure), soit 19 % de la totalité de l'énergie consommée.

A ce jour, la production totale de lumière (exprimée en Lumen) peut être décomposée selon les secteurs suivants :

- 44 % pour l'éclairage des bâtiments publics et commerciaux,
- 29 % pour l'éclairage industriel,
- 15 % pour l'éclairage résidentiel,
- 12 % pour l'éclairage en extérieur (routes, sécurité, signalisation routière et parkings à voitures).

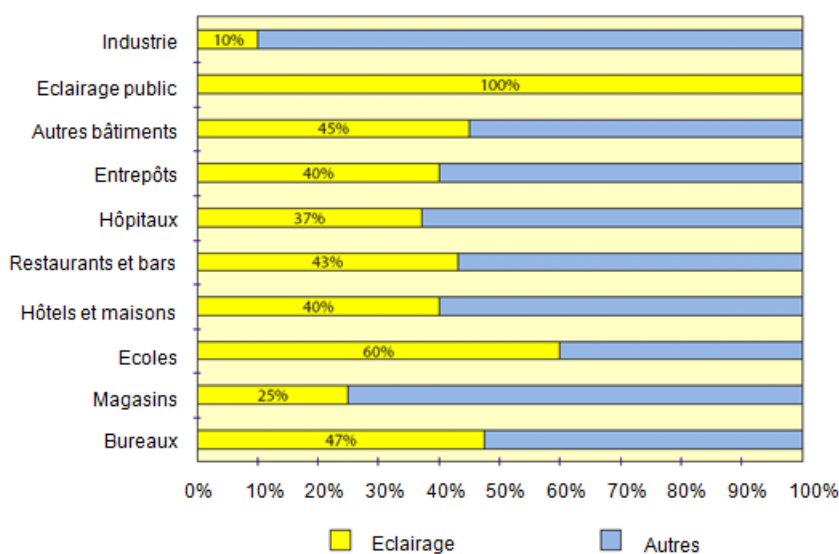


Figure 1 : part de la consommation énergétique associée à l'éclairage dans différents secteurs

On estime que, sur la dernière décennie, la demande totale en lumière artificielle a augmenté au taux moyen de 2,4 % annuel. Un système d'éclairage moyen possédait, au début des années 60, une efficacité de plus ou moins 18 lumens par Watt (lm/W) et atteint en 2005 une efficacité de 50 lm/W.

Dans les immeubles de bureaux, l'éclairage est souvent le plus gros consommateur d'énergie électrique. Les études montrent que dans le secteur des services, la part de l'éclairage (en majorité de l'éclairage fluorescent) se situe en moyenne entre 37 % et 45 % de la consommation globale d'énergie électrique. La figure 1 représente les

Efficacité énergétique

fr.leonardo-energy.org

consommations énergétiques estimées liées à l'éclairage dans différents secteurs. On peut constater que la part de l'éclairage dans l'industrie est de 10 %. Des études montrent que des économies de l'ordre de 35 % des consommations liées à l'éclairage peuvent être réalisées grâce au relampage ou à un usage plus efficace de l'éclairage dans l'industrie.

2. Aspects techniques de l'éclairage

2.1 Définitions concernant l'éclairage

Les termes ci-dessous sont utilisés pour qualifier l'éclairage :

Flux lumineux (lumen, lm) : quantité totale de puissance émise en lumière visible par une source lumineuse. Cette valeur est indiquée sur l'emballage d'une ampoule.

Intensité lumineuse (candela, cd = lm/sr) : mesure du flux émis par une source lumineuse dans une direction donnée, mesurée en lumens par stéradian.

Illumination (lux, lx) : quantité de lumière parvenant sur une surface (1 lux = 1 lm/m²). Cette grandeur est utilisée dans les calculs d'éclairage et les plans de conception.

Luminance (cd/m²) : mesure de la densité d'intensité lumineuse dans une direction donnée. Elle décrit la quantité de lumière qui passe au travers, ou est émise, depuis une surface particulière, pour tomber dans un angle solide donné. La luminance est souvent utilisée pour caractériser l'émission ou la réflexion d'une surface plane et diffusante. La luminance mesure la puissance lumineuse qui sera perçue par un œil qui observe la surface selon un angle de vue donné. Elle est donc un indicateur de la façon dont la surface apparaîtra brillante. Dans ce cas, l'angle solide à considérer est celui sous-tendu par la pupille de l'œil.

Le rendu des couleurs (-) : le rendu des couleurs d'une source lumineuse est l'indicateur de sa capacité à reproduire de façon réaliste la couleur d'un objet. Il s'agit d'un nombre variant entre 0 et 100, où les basses valeurs traduisent un rendu des couleurs médiocre, à l'inverse des hautes valeurs.

La température de couleur (K) : la température de couleur représente la couleur d'une source de lumière. Selon les normes internationales, la couleur de la lampe est comparée à la couleur d'un corps noir radiatif à une certaine température. Elle s'exprime en degrés Kelvin (K). En dessous de 3 300 K, la source est considérée comme de la « lumière chaude ». Au-delà de 5 300 K, on considère qu'il s'agit de « lumière froide ».

2.2 Niveaux d'éclairage

Lors de la conception d'un système d'éclairage, il convient d'en minimiser la quantité mise en œuvre. Chaque type de travail spécifique nécessite une quantité minimale

Eclairage

donnée de lumière afin de pouvoir réaliser la tâche de façon efficace. Les niveaux minima requis sont présentés dans le tableau 1.

Applications	Illumination minimale en lux
Bureaux	
• Travail usuel de bureau (écriture et lecture intermittentes)	300
• Ecriture et lecture permanentes	500
• Dessin	500
• Dessin avec des exigences particulières	700
• Archives, couloirs, halls, cages d'escaliers, vestiaires, toilettes, réfectoires	100
Boutiques	
• Boutiques	500
• Galeries marchandes	200
• Lieux de rangements, d'emballage, de chargement, de réception des marchandises	100
Ecoles	
• Salles de classe	300
• Salles de dessin	500
Industrie	
• Circulations, cages d'escaliers, rangements de la production, entrepôts de voitures	50
• Traitement de produit de grande taille, salles de machines, ascenseurs, lieux de rangement, d'emballage, de chargement, de réception des marchandises	100
• Lieux d'assemblage simple, de traitement mécanique, de découpe ou d'emballage de la viande, travail du bois, carrosserie	200
• Lieux de travail simple sur machine, de contrôle, de réparation	300
• Lieux de travail complexe sur machine et d'assemblage, de travail du textile, soudage de précision	500
• Tâches avec des exigences visuelles particulières telles que le traitement des cotons, laines, soies et fibres artificielles de couleur	700
• Tâches avec des exigences visuelles particulières telles que le traitement des bijoux, de l'horlogerie, des instruments de précision, le tri des tabacs, le dosage et le mélange de couleurs, le contrôle final sur les tissus	1 000

Tableau 1 : niveaux minima d'éclairage

Les niveaux du tableau 1 correspondent aux minima qu'un système d'éclairage devrait posséder en fin de cycle de vie. Cela signifie que, à la conception, ces valeurs doivent être multipliées par un facteur déterminé pour prendre en compte la baisse de production de lumière des lampes et des enveloppes au cours de la durée de vie du fait de la perte d'intensité lumineuse. Le coefficient multiplicatif est également appelé facteur de maintenance ou de conception.

Si l'on considère, par exemple, un facteur de maintenance de 1,25 pour un minimum requis de 400 lx, il faudra choisir une intensité de $1,25 \times 400 = 500$ lx. Cela garantit que l'intensité minimale est assurée tout au long de la durée de vie.

2.3 Durée de vie

Durée de vie moyenne ou médiane est le terme le plus fréquemment utilisé : il s'agit du nombre d'heures opérationnelles sous conditions de fonctionnement normal en laboratoire après lequel 50 % des lampes sont défectueuses (une lampe est défectueuse lorsqu'elle n'éclaire plus ou lorsqu'elle produit une lumière présentant du papillotement ou encore lorsque le flux lumineux a atteint 70 % de sa valeur nominale). Habituellement,

c'est un sujet à confusion car, en Amérique, la définition de la durée de vie moyenne ou médiane est réservée à la durée au bout de laquelle 50 % des lampes ne fonctionnent plus (pas de production de lumière). Du fait de la différence entre ces définitions, la durée de vie dans un catalogue américain est bien supérieure à la durée de vie du même type de lampes annoncé par les fabricants européens.

La durée de vie économique ou utile est la durée de vie dans une utilisation réelle, lorsque x % des sources n'éclairent plus. Le pourcentage est fixé par des exigences ou des obligations locales et le coût de relampage d'une lampe unique comparé à un relampage global. Il est généralement admis que la durée de vie utile ou économique des lampes fluorescentes est le temps au bout duquel 20 % des lampes sont défectueuses (30 % pour l'éclairage extérieur).

2.4 Eléments critiques en éclairage

Les quatre éléments suivants sont à prendre en compte pour garantir une perception visuelle adaptée :

1. Le niveau d'éclairement

Comme cela a été expliqué au paragraphe 2.2, l'illumination nécessaire pour un besoin donné dépend de l'application. Le tableau 1 fournit une bonne vue générale des applications usuelles. Un éclairage correct rend le travail moins fatigant. Le pourcentage (statistique) de travailleurs fatigués va décroître avec l'accroissement du nombre de lux.

2. Luminance dans le champ de vision

Un éclairage adapté réduit le nombre (statistique) d'erreurs commises au cours de la réalisation d'une tâche.

3. Absence de réflexion irritante (éblouissement)

Il faut toujours prendre en considération une limite pour la luminance. Ce sujet sera présenté plus en détail paragraphe 3.2. Ce phénomène est fortement influencé par la nature du support de la source lumineuse. L'intensité lumineuse permet de mesurer la lumière provenant d'une source lumineuse dans une direction donnée.

4. Rendu des couleurs

Cette donnée fournit la capacité de la source lumineuse à restituer de façon réaliste la couleur d'un objet. Les différences entre différents types de lampes sont présentées au paragraphe 3.1.

Au-delà de ces considérations techniques, le côté esthétique est habituellement pris en compte.

3. Méthodes d'économie d'énergie

3.1 Efficacité des ampoules lumineuses

L'ampoule lumineuse a évolué au cours de la dernière décennie. Il existe, de nos jours, de nombreux types d'ampoules, possédant chacune leur efficacité énergétique propre. L'efficacité énergétique s'exprime en lumen/watt.

Une grande quantité d'énergie peut être économisée en faisant le bon choix de la lampe adaptée à une application donnée. Il faut donc, à ces fins, toujours considérer la consommation d'énergie, la qualité de la lumière et les coûts d'investissement.

Dans le tableau ci-dessous (tableau 2), nous comparons différents types de lampes, en fonction de la durée de vie, de l'efficacité et de la couleur de la lumière et du rendu des couleurs.

Type de lampe	Durée de vie moyenne (hr)	Efficacité (lm/watt)	Couleur de la lumière	Rendu des couleurs
Lampes à incandescence				
Lampes normales	1 000	6 – 15	Blanc très chaud	Très bon
Lampes halogènes	2 000 – 4 000	10 – 24	Blanc chaud	Très bon
Lampes à vapeur de mercure basse pression (lampes fluorescentes)				
Lampes tubulaires (LT)	12 000 - 20 000	45 – 105	Blanc chaud à blanc froid	Bon à très bon
Lampes compactes (FLC)	10 000 – 12 500	40-80	Blanc chaud à blanc froid	Bon à très bon
Lampes haute pression				
Lampes à vapeur de mercure haute pression	12 000	30-60	Blanc chaud à blanc froid	Moyen
Lampes au sodium haute pression	25 000	46 - 150	Blanc jaune	Mauvais à bon
Iodures métalliques	12 000 - 18 000	72 - 110	Blanc chaud à blanc froid	Bon à très bon
Lampes à induction	60 000	50 - 80	Blanc chaud à blanc neutre	Bon
Lampes au sodium basse pression	18 000	100 - 200	Orange monochromatique	Aucun

Tableau 2 : caractéristiques des différents types de lampes

Les lampes peuvent être divisées en 4 principales catégories : incandescente, à décharge, à induction et à semi-conducteurs. Les lampes à décharge contiennent généralement du mercure ou du sodium gazeux. Ce gaz peut être mis en œuvre à haute ou basse pression. La figure 3 présente les catégories auxquelles appartiennent les différentes lampes.

Efficacité énergétique

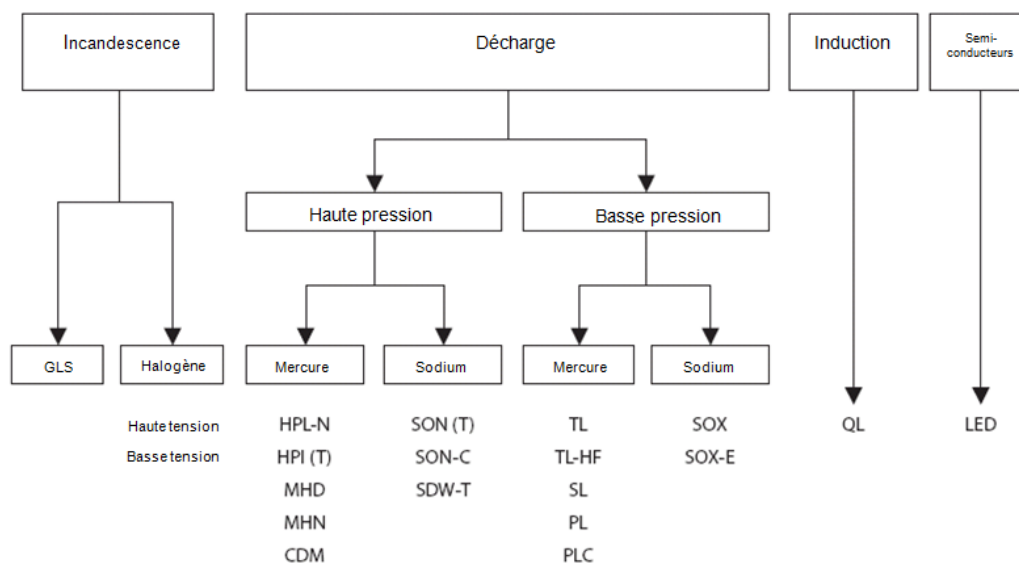


Figure 3 : catégories de sources lumineuses

L'efficacité énergétique de chaque type de lampes diffère fortement. Par ailleurs, la qualité de la production de lumière des différentes lampes a évolué au cours du temps, comme le montre la figure 4.

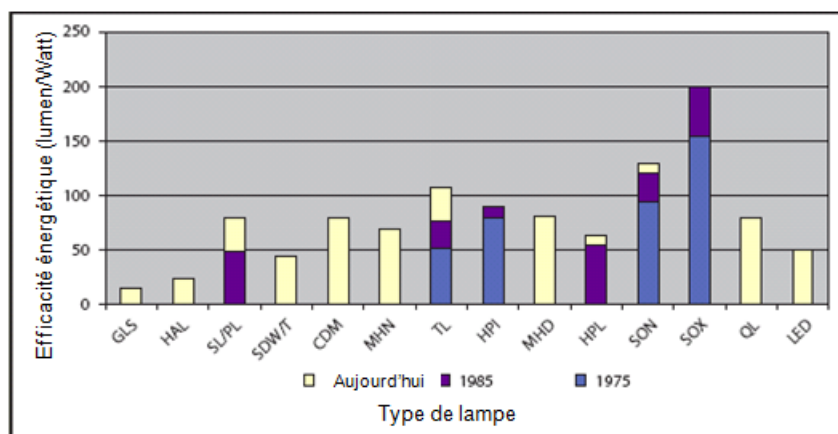


Figure 4 : évolution de l'efficacité des lampes

Les différents types de lampes diffèrent fortement selon que l'on s'intéresse à l'efficacité de la lampe, au rendu des couleurs ou à la couleur de la lumière.

Les lampes à incandescence possèdent l'efficacité la plus faible : 95 % de la puissance reçue est perdue sous forme de chaleur et seulement 5 % est convertie en lumière. D'un autre côté, les lampes à incandescence ont un excellent rendu des couleurs, ce qui signifie que toutes les fréquences ainsi que toutes les couleurs sont présentes dans la lumière rayonnée. De plus, le prix d'achat est bas.

Les lampes à incandescence peuvent être utilisées pour des applications à faible temps d'utilisation ou lorsqu'un très bon rendu des couleurs est exigé.

Les lampes à décharge à vapeur de mercure haute pression produisent principalement de la lumière blanche et sont utilisées pour des applications nécessitant de très fortes puissances d'éclairage, avec une bonne efficacité (30-60 lm/W) ainsi qu'un bon rendu des couleurs (80). Ces modèles haute pression sont utilisées sur les terrains et dans les salles de sport lorsque la lampe est installée à une grande hauteur. L'éclairage à vapeur de mercure est la plus vieille technologie HID et doit être considérée comme obsolète.

Les lampes à décharge au sodium haute pression produisent une lumière blanc jaune et sont souvent utilisées pour l'éclairage de rue, dans les zones urbaines telles que les villes et les villages. Leur efficacité est d'environ 100-150 lm/W. Leur rendu des couleurs est bas (25 environ).

Les lampes à halogénures métalliques sont parmi les sources disponibles aujourd'hui les plus efficaces énergétiquement en lumière blanche (jusqu'à 100 lm/W). Comme les lampes au sodium haute pression et les lampes fluorescentes, la production de lumière est obtenue par le passage d'un arc électrique au travers d'un mélange gazeux. Pour les lampes à halogénures métalliques, le tube compact à arc contient un mélange haute pression d'argon, de mercure et plusieurs halogénures métalliques. Le rendu des couleurs est très bon, pouvant atteindre 96.

Les lampes à décharge à vapeur de mercure basse pression produisent de la lumière blanche. Les lampes fluorescentes (TL, PL etc.) sont les lampes à décharge gazeuse les plus usuelles.

Les lampes fluorescentes sont utilisées pour des applications où un bon rendu des couleurs (80-90) et une bonne efficacité (jusqu'à 105 lm/W) sont essentiels, à savoir dans les bureaux, les magasins, les écoles, les usines, etc.

En 1995, la série TL5 a été mise sur le marché. Elle est caractérisée par un diamètre de seulement 16 mm et est également plus petite que ses prédécesseurs. Cette réduction de taille permet l'utilisation de supports plus petits, avec les avantages économiques et esthétiques qui en résultent.

Un autre exemple de lampes fluorescentes est la lampe compacte (SL). Son efficacité énergétique est bonne (50 lm/W) de même que le rendu des couleurs associé (80-90). Les lampes fluorescentes compactes ont la même taille et s'installent comme les lampes à incandescence normale. Cela signifie, par exemple, qu'une lampe à incandescence de 75 W peut être facilement remplacée par une lampe SL de 18 W. La durée de vie des lampes SL est environ 8 fois supérieure à celle des lampes à incandescence. Les lampes fluorescentes compactes sont habituellement destinées aux applications domestiques.

Efficacité énergétique

fr.leonardo-energy.org

Les lampes à décharge au sodium haute pression produisent une lumière jaune monochromatique. Leur efficacité est très bonne (200 lm/W) mais elles ont un rendu des couleurs particulièrement médiocre. Elles ne sont, de ce fait, utilisées que pour des applications où le rendu des couleurs est peu important. Leur usage le plus commun est l'éclairage de sécurité ou celui des rues dans les zones peu habitées.

Les lampes à induction produisent une lumière blanche. Elles ont été introduites au début des années 90 et possèdent une bonne efficacité (80 lm/W) et un bon rendu des couleurs (80-90). Toutefois, leur avantage le plus important est leur durée de vie de plus de 60 000 heures. Elles sont, pour cette raison, utilisées lorsqu'une longue durée de vie est exigée.

Semi-conducteurs (SSL) : la révolution des technologies de l'éclairage a débuté avec le développement des lampes à semi-conducteurs sous la forme des diodes électroluminescentes (DELs) et récemment des diodes électroluminescentes organiques (DELOs). Les DELs sont réalisées à partir de matériaux semi-conducteurs et émettent de la lumière lorsqu'elles sont parcourues par du courant. Leur efficacité énergétique est relativement bonne (45 lm/W) et devrait encore s'améliorer dans un avenir proche. Elles sont disponibles dans une large gamme de couleurs et de puissance.

3.2 Ballasts

Les lampes fluorescentes ont besoin d'un ballast pour pouvoir fonctionner. La consommation du ballast doit être prise en considération en termes d'efficacité énergétique. Cette efficacité présente des différences considérables selon le type de ballast que l'on rencontre dans l'industrie. Certains ballasts de faible rendement peuvent augmenter la consommation d'énergie jusqu'à près de 20 % de la consommation de l'ensemble. Il convient de remarquer qu'avec l'utilisation d'un ballast efficace, c'est non seulement le ballast qui consomme, mais également la lampe. La quantité d'énergie économisée peut aller jusqu'à 40 %.

Il y a deux catégories principales de ballasts, les ballasts électroniques et les ballasts électromagnétiques classiques. Les starters associés aux ballasts sont également classiques ou électroniques. Différentes considérations sont à prendre en compte lors du choix du ballast et du démarreur. Les caractéristiques ne dépendent pas seulement du type de système mais également du fabricant. Les aspects importants sont :

- le coût d'investissement,
- l'efficacité énergétique totale du système d'éclairage,
- la durée de vie du ballast,
- la durée de vie de lampe (qui dépend du ballast),
- de la possibilité d'effet de papillotement et/ou stroboscopique à l'allumage de la lampe,
- de la chaleur générée par le ballast et la lampe,

- de la possibilité d'affaiblissement,
- de l'influence de la qualité de l'énergie de la source d'alimentation,
- de la possibilité d'effet stroboscopique,
- de la taille et du poids du starter et du ballast,
- de la durabilité au regard des influences de l'environnement, principalement la température ambiante,
- de l'influence sur la production de lumière au cours de la durée de vie.

3.3 Supports

Les ampoules sont montées sur des supports. Les types de support mis en œuvre influencent de façon importante l'efficacité énergétique de l'ensemble du dispositif d'éclairage. Toute la lumière produite par la lampe n'est pas transmise par son support. Cela dépend, entre autres, de la forme et du matériau du réflecteur et de l'orientation au niveau du culot du support.

La fonction principale du support est de réfléchir la lumière vers la zone souhaitée. Une ampoule émet la lumière à 360 degrés. Le support va guider et réfléchir la lumière dans un faisceau utile.

Le rendement d'une enveloppe est le rapport de la quantité de lumière émise par l'ampoule et la quantité de lumière émise par cette enveloppe.

Le tableau 3 ci-dessous regroupe les efficacités de différents types de supports.

<i>Type de dispositif d'éclairage</i>	<i>Efficacité du support</i>	<i>Atténuation de la luminance</i>
<i>Diffuseurs dépolis</i>	30 à 40%	Insignifiant
<i>Réflecteurs à miroirs et orientation à 50°</i>	50 à 65%	Excellent
<i>Réflecteurs à miroirs et orientation à 60°</i>	60 à 75%	Très bon
<i>Supports industriels et assemblage linéaire</i>	70 à 90%	Faible à bon

Tableau 3 : efficacité de différents types de supports

L'atténuation de la luminance doit toujours être prise en compte. Par exemple, dans un immeuble de bureaux où l'on rencontre beaucoup d'écrans d'ordinateurs, un support atténuant peu la luminance provoquera de nombreuses réflexions sur les écrans. L'efficacité de l'éclairage sera bonne mais cet éclairage ne sera pas adapté.

En général, plus on porte d'attention à l'orientation du faisceau de lumière depuis le dispositif d'éclairage pour limiter l'aveuglement, plus on en diminue son efficacité.

3.4 Contrôle de l'éclairage

La consommation des systèmes d'éclairage est directement dépendante du nombre d'heures de fonctionnement. Il est bien évident que la réduction du temps de fonctionnement diminue la quantité d'énergie consommée. Une autre façon d'économiser de l'énergie est de réguler la quantité de lumière artificielle en fonction de la quantité de lumière naturelle disponible. Nous présentons, dans ce chapitre, quelques unes des techniques les plus usitées.

3.4.1 La présence de personnes

Il est fréquent, dans de nombreux bâtiments, que les lumières restent allumées, même si personne n'est présent. Le réflexe d'éteindre la lumière en quittant une pièce n'est pas acquis par tous. Heureusement, il existe plusieurs solutions automatisées permettant de contrôler l'éclairage :

- **l'extinction centralisée programmée** présente l'avantage d'être une solution tout à fait simple. A des instants pré-programmés (par exemple, à la fin des heures travaillées) tout ou partie des lumières sont éteintes. Ceci peut être réalisé au moyen d'une impulsion brève commandant l'interruption de l'alimentation de puissance. Après l'impulsion, la lumière peut être allumée à tout moment. Il est important de séparer l'alimentation de l'éclairage des autres alimentations à cause des interruptions de puissance courtes. L'impulsion d'extinction peut également être générée lorsque un système d'alarme anti-cambriolage est activé. Cela garantit que personne n'est présent lorsque les lumières sont éteintes.
- **la détection de présence**, généralement utilisée pour les pièces rarement ou peu utilisées. A titre d'exemple, les toilettes, les pièces de rangement, etc. L'éclairage est allumé ou éteint au moyen de capteurs qui détectent la présence de personnes dans la pièce. Il convient d'utiliser des capteurs dédiés à ce besoin. Des capteurs utilisant des techniques infrarouges ou ultrasoniques sont capables de détecter la présence de personnes, y compris en l'absence de mouvement. Cela évite l'extinction des lumières alors que la personne est encore présente.
- **systèmes de contrôle avancés**, pour des bâtiments qui ont des grilles horaires d'utilisation connues à l'avance. Par exemple, l'éclairage des écoles peut être allumé ou éteint selon les horaires.

3.4.2 La présence de lumière naturelle

L'énergie consommée pour de l'éclairage peut également être économisée par une bonne utilisation de la lumière naturelle. Les éclairages restent souvent allumés alors qu'il y a suffisamment de lumière naturelle (lumière du jour). Ceci peut être réalisé par des interrupteurs manuels ou automatiques, ou encore par des systèmes de régulation centralisés ou décentralisés.

- interrupteurs manuels : la mise en service ou hors service d'un système d'éclairage peut être effectuée manuellement pour chaque pièce, pour partie d'une pièce ou même sur des lumières séparées. Lorsque la lumière naturelle est suffisante, la zone voisine de la fenêtre sera suffisamment éclairée, même si les lampes sont éteintes. Le système d'éclairage doit être conçu de telle sorte que des rangées de lampes parallèles aux fenêtres soient commandées. L'utilisation des interrupteurs devra être évidente pour les utilisateurs. Ce type de commande est facile à installer, mais dépend de l'usage qui en est fait.
- interrupteurs automatiques : les lampes ou les groupes de lampes sont mis en service ou hors service en fonction d'un capteur de lumière centralisé installé dans une pièce servant de référence. Un élément important à prendre en compte lors de la conception d'un tel système est de limiter le nombre d'allumage et d'extinction des luminaires au cours de la journée. Il convient pour cela de prévoir des temporisations pour la commande. Il faut également que les utilisateurs disposent de la possibilité de rallumer manuellement.
- systèmes contrôlés centralisés : ces systèmes utilisent un capteur de lumière installé dans une pièce servant de référence. Toutes les autres pièces sont contrôlées par ce capteur. Le système peut être utilisé pour un ensemble de pièces situées d'un même côté d'un bâtiment. Selon la quantité de lumière naturelle présente dans la pièce servant de référence, les lampes seront régulées ou même éteintes. Le principal avantage de ce système est que l'on obtiendra un éclairage constant tout au long de la journée. La transition de la lumière naturelle vers la lumière artificielle se fera graduellement.
- systèmes contrôlés décentralisés : depuis quelques années, les systèmes contrôlés décentralisés sont devenus plus populaires. Leur principal avantage est que l'intensité de la lumière dans chaque pièce n'est plus dépendante de la quantité de lumière de la pièce de référence. Chaque enveloppe est équipée de son propre capteur qui détecte la quantité de lumière naturelle. La qualité du capteur (LDR) a de l'importance. Chaque enveloppe doit être calibrée afin que toutes les lumières soient régulées de la même façon. La quantité d'énergie économisée dépend de la quantité de lumière dans le bureau. La quantité de lumière naturelle dépend de la taille des fenêtres, de la forme du bâtiment, de la taille et de la couleur de la pièce. Dans les bureaux classiques, environ 30 % d'énergie peut être économisée.

La figure 6 propose un arbre de décision pour le choix du système de contrôle.

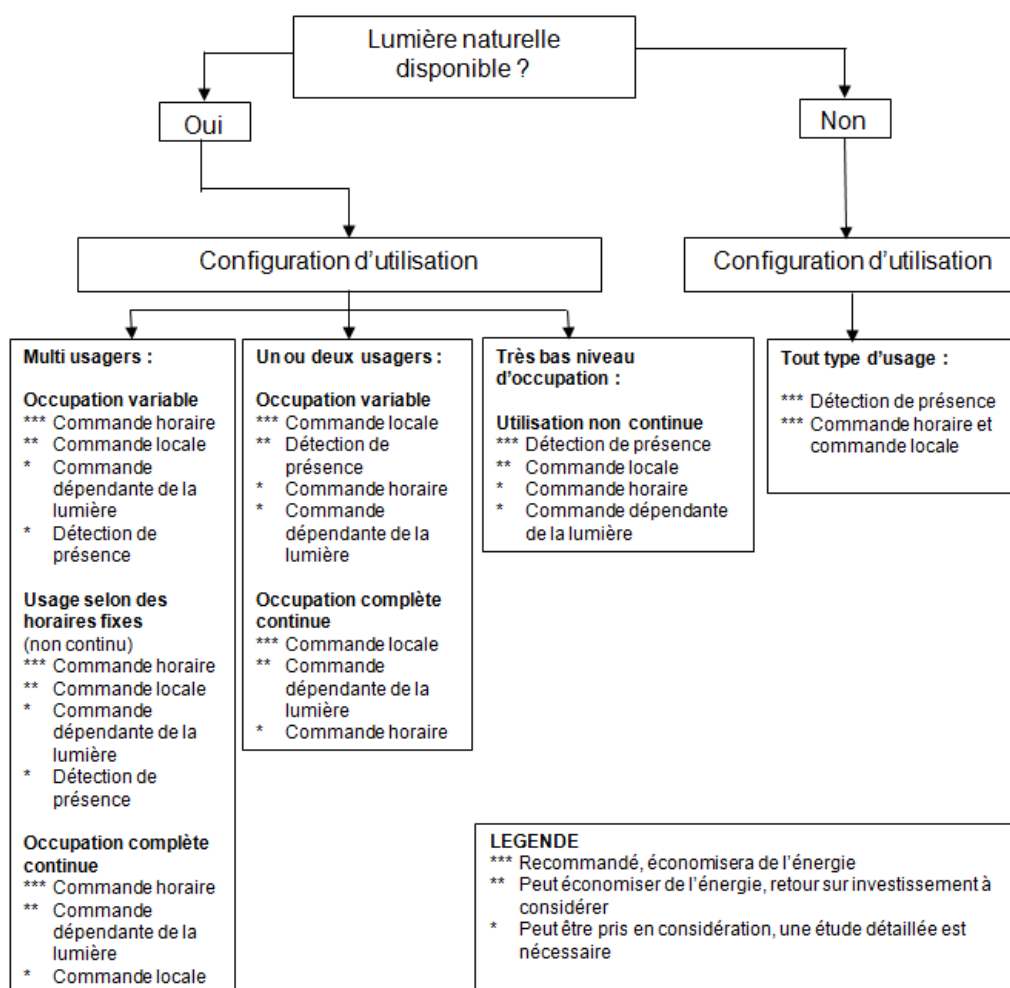


Figure 6 : prise de décision pour le contrôle de l'éclairage

4. Facteur humain

L'aspect humain doit être pris en considération lors de la conception des systèmes d'éclairage. L'éclairage a, en effet, un impact important sur le bien être physique et sur la productivité.

Un des aspects est le confort visuel. L'environnement de travail dans un bureau a des conséquences significatives sur l'humeur des individus et sur la productivité. Théoriquement, un système d'éclairage très efficace énergétiquement ne devrait fournir de la lumière qu'aux surfaces qui en ont besoin, à savoir les surfaces de travail. Dans ces conditions, les murs et les plafonds resteraient sans éclairage. Pratiquement, la pièce semblera non éclairée et inconfortable. Il ne sera pas agréable de travailler dans un tel environnement. Les économies d'énergie (si elles ne sont pas réalisées correctement) peuvent provoquer des pertes de productivité.

Le rendu des couleurs et la température de couleur sont également des aspects ayant

une forte influence sur l'humeur des individus. Lorsque le système d'éclairage a un rendu des couleurs faible, toutes les couleurs n'apparaîtront pas telles qu'elles sont. Les lampes à incandescence ont un très bon rendu des couleurs mais sont peu efficaces énergétiquement. Le rendu des couleurs des lampes fluorescentes varie entre 30 et 90. En général, les couleurs apparaissent mieux avec un rendu des couleurs plus élevé. Par exemple, une lumière blanche industrielle (rendu des couleurs de 33) propose beaucoup de vert et moins de rouge. Des objets éclairés par ce type de lampes sembleront verdâtres et la peau humaine un peu pâle.

Pour les immeubles de bureaux, un rendu des couleurs de 80 convient bien.

Si l'on travaille avec des écrans d'ordinateurs ou d'autres surfaces réfléchissantes, il faut éviter l'éblouissement ou l'aveuglement qui nuisent à la productivité.

5. Conclusions

Lors de la conception d'un éclairage, des économies d'énergie peuvent être réalisées. Il existe de nombreux types de lampes et de supports. Chaque application a son propre besoin en fonction du type d'éclairage utilisé. Le facteur humain doit également être pris en considération lors de la conception d'un système d'éclairage.

L'approche lors de cette conception doit obéir à un plan d'action afin d'améliorer l'efficacité énergétique globale :

- déterminer le type d'ampoules satisfaisant le besoin de l'application,
- déterminer le type de support adéquat,
- choisir un ballast efficace énergétiquement,
- vérifier les possibilités du contrôle de l'éclairage,
- vérifier les possibilités d'utilisation de l'éclairage naturel,
- avoir présent à l'esprit les impacts sur les individus de l'éclairage.

6. Références et bibliographie

- [1] Lighting calculation software: www.dial.de
- [2] General information : www.energy.gov.on.ca, <http://lighting.copperwire.org>
- [3] Course information HVK1 (Dutch NSVV, www.nsvv.nl)
- [4] Horst Lange, Handbuch für Beleuchtung, Ecomed Verlagsgesellschaft AG & Co. KG, Landsberg am Lech, 1992, ISBN 3-609-75390-0

Cette publication est soumise au copyright. Se référer, SVP, au site Web Leonardo Energy.