

S'éclairer avec des lampes à LED

Thèmes abordés

1.	Introduction.....	1
2.	Notions de base d'éclairage	2
2.1.	Intensité lumineuse.....	2
2.2.	Angle d'émission	2
2.3.	Chaleur ou température de couleur.....	2
2.4.	Indice de Rendu des Couleurs (IRC).....	3
2.5.	Efficacité lumineuse	3
3.	Les LED ou diodes électro-luminescentes	4
4.	Conseils pour le choix des lampes à LED	5

Cédric et Isabelle FRANCOYS - DE BRABANDERE

www.ICway.be

mai 2014

Ce document est mis à disposition selon le Contrat Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported
disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
ou par courrier postal à Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.

1. Introduction

A propos de notre démarche

Ayant le projet de réaliser une transition vers un mode de vie plus simple et davantage dépendant de notre propre travail que du système économique actuellement dominant en Occident, nous sommes régulièrement confrontés à de nombreuses situations et techniques avec lesquelles il nous faut nous familiariser.

Pour nous y aider, au fur et à mesure de l'avancement de notre collecte de renseignements, de notre compréhension de ceux-ci et de nos découvertes « sur le terrain », nous tâchons de rassembler et résumer ces informations de manière à rendre accessibles des notions et techniques parfois compliquées.

Par ailleurs, comme d'une part la communication et le partage d'informations nous semblent indispensables à une évolution responsable et que, d'autre part, nous souhaitons faciliter la tâche de ceux qui auraient une démarche semblable à la nôtre, nous avons décidé de partager ces documents en les mettant à disposition sur notre site internet et en les publiant sous licence open source [Creative Commons by-nc-sa](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) afin qu'ils puissent être librement diffusés.

Bien entendu, ces « fiches utiles » sont le fruit de nos conclusions et de nos choix : nous ne prétendons pas être exhaustifs ni à l'abri d'imprécisions ou d'inexactitudes et n'avons pas la prétention de substituer ces documents à des ouvrages spécialisés ou aux conseils de professionnels.

A propos de cette fiche

Dans cette fiche utile, nous avons repris les informations qui nous semblaient pertinentes pour le choix d'un éclairage domestique avec des lampes à LED. Pour nous, ce choix s'est imposé par contrainte énergétique : étant donné que nous produisons nous-mêmes notre électricité, pas question de gaspiller le moindre Watt !

2. Notions de base d'éclairage

Le but de l'éclairage est de générer une source lumineuse permettant à l'œil humain de distinguer les formes et les couleurs. La qualité d'un éclairage est influencée par une série de paramètres dont :

- son intensité;
- son angle d'émission;
- sa chaleur;
- et son rendu des couleurs.

2.1. Intensité lumineuse

L'unité officielle de l'intensité lumineuse est le Candela (noté cd). Cependant le plus souvent lorsqu'on parle d'intensité on évoque en fait le flux lumineux. Celui-ci, exprimé en Lumens (noté lm), est la grandeur visuelle (relative à l'œil humain) qui correspond à la puissance lumineuse émise par une source (c'est-à-dire un nombre de photons par unité de temps).

2.2. Angle d'émission

C'est l'angle total (dans les deux directions par rapport à l'axe optique) à l'intérieur duquel l'intensité lumineuse est supérieure à la moitié de l'intensité lumineuse maximale.

2.3. Chaleur ou température de couleur

C'est la couleur apparente émise par une source lumineuse blanche. Elle s'exprime en degrés Kelvin ($0^{\circ} \text{ K} = -273^{\circ} \text{ C}$). Les lumières de teintes chaudes tirent sur le jaune-rouge et ont une température de couleur inférieure à 3000° K (2700 à 2900° K pour les lumières des ampoules à incandescence). Les lumières de teintes froides tirent sur le bleu-violet et ont une température de couleur comprise entre 5.000 et 10.000° K (6.500° K pour des luminaires de teinte "lumière du jour").

Selon la règle de Kruithof, pour ne pas nuire à la sensation de bien-être, plus le niveau d'éclairage lumineux (en lumens) est faible, plus la couleur apparente doit être chaude (c'est-à-dire avoir une température de couleur faible).

Tableau des correspondances :

Soleil à l'horizon	2000° K
Lampe au sodium	2200° K
Lampe à incandescence	2400 à 2700° K
Lampe fluorescente ou LED « blanc chaud »	2700 à 3000° K
Lampes aux halogénures métalliques	3000 à 4200° K
Lampe halogène	3000 à 3200° K
Lampe fluorescente ou LED « blanc neutre »	3900 à 4200° K
Soleil au zénith	5800° K
Lampe fluorescente ou LED « lumière du jour »	5400 à 6100° K
Lumière naturelle	5000 ou 6500° K

Remarque importante : Les mentions « blanc chaud », « blanc neutre » et « lumière du jour » se réfèrent à la température lumineuse mais ne donnent aucune indication concernant l'indice de rendu des couleurs !

2.4. Indice de Rendu des Couleurs (IRC)

Cet indice compris entre 0 et 100 définit l'aptitude d'une source lumineuse à restituer les différentes couleurs perçues par l'œil humain des objets qu'elle éclaire, par rapport à une source de référence. La source de référence est la lumière solaire qui a un IRC de 100.

L'IRC est un élément clé de la qualité d'une lampe car l'œil humain y est très sensible. Aussi, pour un éclairage domestique, l'IRC ne devra jamais inférieure à 80.

A titre indicatif, une ampoule à incandescence a un IRC de 97, et une ampoule halogène s'approche de 100. Les lampes à LEDs disponibles sur le marché ont un IRC très variable dont les valeurs s'étalent de 60 à 90.

Voici les appréciations que l'on peut tirer d'un IRC:

0 - 50 : très mauvais

50 - 70 : mauvais

70 - 80 : passable

80 - 90 : bon

90 - 100 : très bon

Remarque : Cet indice n'est pas influencé par la quantité de l'éclairage. Le rendu des couleurs ne s'améliore pas si on allume deux lampes médiocres au lieu d'une seule. Par ailleurs, cet indice est rarement renseigné sur les emballages des lampes.

2.5. Efficacité lumineuse

L'efficacité lumineuse, exprimée en Lumens/Watts (lm/W), est le rapport entre le flux lumineux produit et le flux électrique absorbé.

Ce rapport est facile à calculer sur base des informations disponibles sur les emballages d'ampoules et permet une comparaison objective entre plusieurs modèles aux rendus équivalents.

Remarque : L'unité *lumen* dépend de la sensibilité de l'œil humain à la lumière. Il est donc plus facile d'avoir des hautes efficacités lumineuses dans l'orange, longueur d'onde à laquelle les humains sont très sensibles.

3. Les LED ou diodes électro-luminescentes

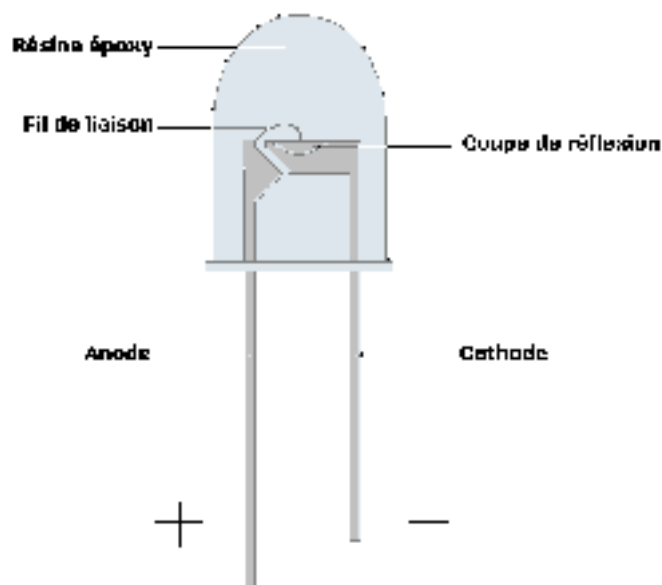
La diode électroluminescente est un composant électronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Ce type d'éclairage à faible intensité a été mis au point dans les années 1960 et son champ applicatif a longtemps été réduit aux témoins lumineux signalant l'état de fonctionnement des appareils électroniques (marche, veille, ...).

Il existe deux grandes familles de LEDs : inorganiques (LED) et organiques (OLED).

Les OLED commencent seulement à faire leur apparition et ont un coût de fabrication (et donc un prix de vente) encore très élevé (voir Lumiblade de Philips). Pour le moment, leur principal inconvénient est leur faible durée de vie. Par contre, elles émettent très peu de chaleur, ne sont épaisses que de quelques millimètres, sont souples, devraient pouvoir avoir de grandes tailles (panneau de plusieurs mètres carrés) et devraient même pouvoir être transparentes.

Les LEDs inorganiques sont des jonctions P-N (diodes) dopées afin d'émettre un rayonnement visible ou ultraviolet lorsqu'un courant les traverse dans le sens passant. Une coupelle canalise le flux lumineux venant du semi-conducteur. Le tout est noyé dans une capsule de résine en époxy.

La couleur de lumière émise par les LED dépend des matériaux employés lors de la fabrication des semi-conducteurs. Le rayonnement émis par une LED classique (rouge, verte) est presque monochromatique (raie spectrale).



A la fin des années 1990, la LED blanche fait son apparition (la technologie est plus complexe car le rayonnement des LEDs blanches est dichromatique ou polychromatique). Cette technologie peut donc depuis lors être employée pour l'éclairage domestique.

Les techniques d'utilisation se distinguent par leur consommation énergétique : celle des LED de faibles puissances (inférieure à 1 W) et celle des LED de fortes puissances (supérieure à 1 W). C'est cette dernière qui est utilisée pour l'éclairage domestique.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> Faible consommation énergétique (à rendu équivalent : 5x moins qu'en halogène et 2x fois moins qu'en fluocompacte) Longue durée de vie (actuellement estimée à 50 000 h) Intensité lumineuse optimale dès l'allumage Possibilité de fonctionner en TBT (12/24 V) Pas d'émission de rayonnements électromagnétiques Ne contient pas de mercure (contrairement aux lampes fluocompactes) Pas de production d'ultraviolet Résistance à de fortes variations de température Bonne résistance mécanique aux vibrations et aux chocs Faible dégagement de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> Rendu des couleurs IRC très variable et parfois insuffisant: de 60% à 90% Intensité lumineuse très variable et parfois assez faible (nécessitant davantage de lampes pour un rendu équivalent) Prix assez élevé Consommation parfois supérieure à celle annoncée à cause du transformateur intégré Durée de vie parfois très inférieure à celles annoncées (jusqu'à 40% de moins) à cause de défaillances liées à l'électronique accompagnant les LED

4. Conseils pour le choix des lampes à LED

Voici quelques points essentiels auxquels il faut être particulièrement attentif lors de l'achat:

- 1) La température des couleurs de la lampe. En effet certaines lampes à LED produisent un éclairage très blanc couramment appelé « lumière du jour » (5000° K) qui peut, si l'éclairage n'est pas assez puissant, donner une lumière de type néons.

Note : Cette information n'est pas toujours clairement renseignée mais il y a au minimum une indication (repère sur une flèche allant du blanc au rouge ou appellation de type « blanc chaud », « lumière du jour », ou « blanc neutre »). Pour les WC ou pour la salle de bain, une température « blanc neutre » (environ 4000°K) est satisfaisant. Dans les pièces de séjour par contre, il faut éviter une température supérieure à 3000°K.

- 2) Le rendu des couleurs. Un mauvais IRC peut rendre l'éclairage LED très inconfortable.

Note : L'IRC est rarement indiqué sur l'emballage des ampoules LED. A priori les modèles récents ont un IRC correct (concurrence entre technologies oblige), mais le mieux est de faire un test sur une série de couleurs de référence (la plupart des magasins le proposent). En cas de doute, avant d'acheter l'installation complète, une bonne pratique est de faire un essai avec 2-3 ampoules LED différentes pour s'assurer du résultat.

- 3) L'angle d'émission. Cet angle doit être adapté à l'endroit où sera placée la lampe et à la zone qu'elle sera destinée à éclairer. Une lampe orientée vers le sol avec un angle trop petit n'éclairera qu'une petite zone au sol (et il faudra donc plus de lampes pour éclairer la pièce).

Note : Cette information est le plus souvent reprise sur l'emballage. A priori, plus l'angle est important mieux c'est. Bien entendu il faut que celui-ci soit en corrélation avec l'intensité lumineuse (pour une même intensité, plus la zone éclairée est importante plus l'éclairage par cm² est faible).

4) La puissance. La consommation électrique (en Watts) des ampoules à LED est très variable et va notamment être influencée par le nombre de LED présents dans la lampe.

Beaucoup de lampes à LED haute puissance sont dotées de LED SMD très petites, ce qui permet d'en placer un grand nombre dans une seule lampe et donc d'augmenter l'intensité lumineuse mais également la puissance consommée.

Note : Si la diminution de votre consommation électrique est un critère, ce serait dommage d'utiliser des lampes LED qui consomment autant qu'une fluocompacte !

A titre indicatif, depuis 2010 nous utilisons des lampes à LED SMD 400 lumens (80 LED par ampoule), 2700°K, angle d'émission de 150°, consommant chacune 4,8W et en sommes très satisfaits. Nous utilisons 10 lampes de ce type pour éclairer une surface de 40m².