



L'éclairage à diodes électroluminescentes (LED)

Enjeux

En France, l'éclairage représente plus de 10% des consommations totales d'électricité. Dans le cadre de son plan climat-énergie, l'Union Européenne a arrêté un calendrier de retrait progressif des lampes traditionnelles de 25 à 100 watts, dont la mise sur le marché n'est plus autorisée depuis le 1^{er} septembre 2012. En France, une convention comportant des étapes plus exigeantes encore avait été signée à la fin 2008 entre le Ministère du développement durable, les fédérations du commerce, l'éco-organisme Récyclum, EDF et l'ADEME¹.

Plusieurs alternatives aux lampes à incandescence se présentent aux consommateurs : les lampes à basse consommation², les halogènes de nouvelle génération (qui restent une alternative moins efficace en termes énergétiques) et les lampes à diodes électroluminescentes (LED³).

En résumé

Points forts :

- une grande flexibilité d'utilisation
- une bonne efficacité énergétique, encore amenée à progresser significativement

Points faibles :

- une qualité très inégale des produits actuels
- un coût à l'achat élevé, mais en baisse

Définition ou description

Une diode électroluminescente (LED) est un composant électronique permettant la transformation de l'électricité en lumière. Ses principales applications, par ordre d'importance de marché, sont l'électronique mobile, les écrans, le secteur de l'automobile, l'éclairage et la signalisation.

Il est possible de classer les LED :

- selon leur spectre lumineux :
 - les **LED de couleur**, dont le spectre est quasiment monochromatique ;
 - les **LED blanches**, dont le spectre est constitué de plusieurs longueurs d'ondes ; la technologie la plus utilisée actuellement pour produire de la lumière blanche avec des LED consiste à ajouter une fine couche de phosphore jaune dans une LED bleue.
- selon leur puissance : le principe de fonctionnement est identique, mais le champ d'application varie :
 - les **LED de faible puissance**, inférieure à 1 Watt, sont par exemple utilisées comme voyants lumineux sur les appareils électroménagers ;
 - les **LED de forte puissance**, supérieure à 1 Watt, supportent des courants plus importants (jusqu'à 5 Ampère) et fournissent davantage de lumière (jusqu'à 220 lumens par watt).

Pour l'éclairage, on utilise des lampes constituées de plusieurs LED de forte puissance accolées.

Il existe également des modules LED, qui sont des assemblages d'une ou plusieurs LED montées sur une carte de circuit imprimé, avec ou sans dispositifs de commande de la lumière. Les modules LED nécessitent généralement des luminaires spécifiques, mais certains peuvent aussi être mis en œuvre dans des luminaires existants. Comme les lampes LED, ils sont remplaçables.

Enfin, les OLED, diodes électroluminescentes composées de matériaux organiques, sont aujourd'hui moins efficaces et restent chères mais ont l'avantage de se présenter sous forme de surfaces lumineuses souples de haute qualité adaptées notamment au rétroéclairage. Elles ont un fort potentiel d'amélioration de leur efficacité énergétique.

¹http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2-Convention_ampoules_cle7ec3ee_1.pdf

² voir Avis de l'ADEME « Les lampes basse consommation »

³ LED est le sigle anglais pour Light Emitting Diode, traduit en français par le sigle DEL pour Diode Electroluminescente (mais peu utilisé).

Chiffres clés

Les propriétés de l'électroluminescence dans les semi-conducteurs ont été découvertes en 1922 puis industrialisées à partir de 1960 sous la forme de diodes de couleur. C'est seulement en 2000 que les LED de forte puissance et les LED blanches sont apparues, grâce à d'importants efforts de R&D, avec l'ambition de concurrencer les technologies existantes pour l'éclairage courant des particuliers, sur les lieux de travail ou en éclairage extérieur.

Aujourd'hui, la majorité des LED produites sont utilisées pour le rétro-éclairage des écrans de tablettes numériques et des téléviseurs. A l'horizon 2016, l'éclairage général devrait constituer le plus gros segment de marché des LED, qui seront peu à peu remplacées sur le marché de l'affichage par les LED organiques OLED⁴.

La part de marché des sources à LED pour l'éclairage pourrait atteindre 45 % en 2016 et 70 % en 2020⁵.

Le marché actuel des lampes LED est estimé à 4 milliards d'euros, et pourrait atteindre un maximum de 14,5 milliards d'euros en 2018. Le marché des luminaires à LED actuellement de 7 milliards d'euros devrait atteindre 42 milliards d'euros à l'horizon 2018⁶.

La croissance du marché est conditionnée majoritairement par les baisses de prix relatif des éclairages LED comparé aux autres sources de lumière. La forte croissance actuelle des LED dans le marché de l'éclairage, malgré un contexte économique défavorable, s'explique principalement par une réduction drastique des coûts, notamment de l'encapsulation des LED⁷.

Les principaux fabricants de LED pour l'éclairage proviennent de l'industrie du semi-conducteur et sont concentrés au Japon, aux U.S.A. et en Corée. Dans l'ordre Nichia (Japon), Samsung LED (Corée du Sud), Osram Opto Semiconductors (USA et Allemagne), Philips Lumileds (USA) et Seoul Semiconductor (Corée du Sud) à égalité devant Cree (USA) et LG Innotek (Corée du Sud) suivi de Sharp (Japon), Everlight (Taïwan) et Toyoda Gosei (Japon).

Avantages/points de vigilance

Avantages

Grande durée de vie

La durée de vie des lampes à LED est largement supérieure à celle des autres technologies : jusqu'à 40 000 heures contre 2 000 h pour les lampes halogènes et 8 000 h pour les lampes basse consommation. Ainsi, l'achat et le remplacement d'une lampe LED sont moins fréquents, ce qui améliore la rentabilité de l'investissement.

⁴ OLED : LED organique, permet de disposer de surfaces d'affichage avec une haute qualité d'image

⁵ Source McKinsey

⁶ Source Global Lighting Association

⁷ Source Strategies Unlimited

Potentiel élevé d'efficacité

Les LED « super lumineuses » peuvent, en laboratoire, atteindre une efficacité énergétique allant jusqu'à 220 lm/W. L'efficacité des LED mises sur le marché aujourd'hui reste comparable à celle des lampes fluocompactes (60 lm/W), mais elle progresse rapidement.

Cycles allumage/extinction

Les sources à LED admettent des cycles d'allumage et d'extinction fréquents. Elles émettent instantanément le flux lumineux désiré, sans montée en régime, ce qui peut s'avérer avantageux pour des applications spécifiques telles que les lieux de passage.

Des dimensions avantageuses

La compacité des LED les rend très intéressantes pour le remplacement des sources encastrées dans les faux plafonds telles que les spots halogènes ou les downlight⁸.

Les modules LED, directement mis en place dans un luminaire et qui peuvent intégrer une électronique de commande, facilitent la mise en œuvre de solutions de gestion de l'éclairage telles que la détection de présence ou la variation en fonction de la lumière du jour.

D'autres avantages

Les LED fonctionnent en très basse tension, ce qui peut être un avantage pour la sécurité électrique dans le bâtiment. Elles sont insensibles aux chocs, ce qui les rend plus robustes que les autres sources d'éclairage. Les LED de couleur peuvent être employées pour des jeux de lumière sans utilisation de filtre. Enfin les LED ne contiennent pas de mercure.

Points de vigilance

Qualité inégale des lampes LED actuelles

La technologie des lampes à LED évolue rapidement et la majorité des lampes destinées à l'**éclairage domestique** offre aujourd'hui une qualité d'éclairage satisfaisante. Cependant, la qualité et l'efficacité de ces produits sont aujourd'hui peu encadrées et inégales. La réglementation européenne devrait imposer des critères de qualité précis⁹ à compter du 1^{er} septembre 2013.

Peu adapté à l'éclairage de forte puissance

Par ailleurs, les lampes LED sont encore mal adaptées à l'éclairage de forte puissance, notamment au marché de l'**éclairage public** en raison de la surchauffe que peut entraîner l'utilisation de nombreuses LED accolées.

⁸ lampe encastrée dans le plafond dont le faisceau est dirigé vers le bas

⁹ nombre de cycles de commutation avant la défaillance, durée d'allumage, durée de préchauffage de la lampe pour atteindre 95% de leur potentiel d'éclairage, taux de défaillance prématurée, indice de rendu des couleurs (Ra), constance des couleurs, facteur de puissance de la lampe (FP) pour les lampes à appareillage de commande intégré.

Coût d'acquisition encore élevé

Une lampe à LED de qualité reste encore très coûteuse à l'achat (15 à 25 euros). Les progrès techniques et le développement rapide des ventes devraient faire baisser les prix.

Bilan énergétique actuel similaire aux LFC

Si une LED isolée affiche un très bon rendement énergétique (environ 150 lm/W et jusqu'à 220 lm/W pour les plus performantes), une lampe à LED offre un rendement compris entre 40 et 80 lumens par watt. Cette baisse de rendement est notamment liée à la chaleur produite par les diodes accolées dans la lampe. Par ailleurs, le processus de fabrication des LED est relativement énergivore.

Ainsi, les lampes à LED actuellement mises sur le marché ont généralement une efficacité énergétique comparable à celle des lampes fluocompactes (60 lm/W), lesquelles sont bien moins coûteuses.

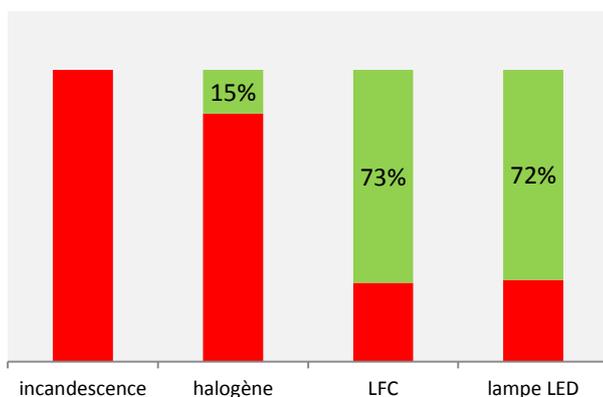
Aujourd'hui, même s'il faut successivement plusieurs LFC pour éclairer aussi longtemps qu'une seule lampe LED, le bilan énergétique global des deux technologies reste comparable.

Toutefois, les évolutions technologiques devraient permettre d'améliorer l'efficacité des lampes LED pour la porter autour de 100 lm/W d'ici quelques années,.

Actions de l'ADEME

L'ADEME accompagne les travaux de recherche et de développement menés sur les LED depuis le début des années 2000. L'Agence s'attache, à travers sa participation à des projets de recherche français et internationaux, à favoriser le développement de produits à LED performants et de référentiels permettant d'assurer la qualité des produits mis sur le marché. Partie prenante du programme « 4 E » mené par l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), l'ADEME appuie la mise en place d'une plate-forme de discussion internationale pour définir des critères de qualité et d'efficacité des LED, ainsi qu'un protocole de mesures.

En matière d'éclairage public, l'Agence soutient, sous certaines conditions¹⁰, des opérations permettant un retour d'expérience pour l'application de cette technologie dans les politiques locales d'économie d'énergie.

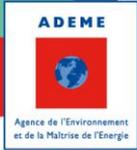


Consommations et économies relatives d'énergie par type de technologie pour une lampe

Précautions sanitaires nécessaires

L'ANSES a mis en garde, en octobre 2010, les consommateurs sur les risques sanitaires liés à la forte proportion de lumière bleue émise par les éclairages à LED de couleur blanche, ainsi que sur les risques d'éblouissement de certains éclairages à LED. L'ANSES recommande d'éviter l'utilisation de ces types de lampes dans les lieux fréquentés par les enfants ou dans les objets qu'ils utilisent (jouets notamment), ainsi que pour les personnes sensibles à la lumière (personnes atteintes de pathologies liées à l'âge, sous traitement médicamenteux ou atteintes de problèmes cutanés). Il est ainsi recommandé d'utiliser des systèmes d'éclairage où la LED elle-même n'est pas directement visible.

¹⁰ Étude préalable incluant un volet conception de l'éclairage et un volet énergétique (comparaison de consommation par rapport aux lampes fluorescentes ou sodium).



Avis de l'ADEME

Compte tenu de leur durée de vie très longue et de leur consommation électrique faible, les LED constituent une technologie prometteuse en matière d'éclairage économe et sont d'ores et déjà à privilégier pour certaines applications, notamment en remplacement des spots halogènes encastrés au plafond et des downlights.

Les performances environnementales des lampes utilisant des LED peuvent toutefois encore progresser, en particulier en matière d'efficacité énergétique. Par ailleurs, leur prix reste élevé. Un règlement européen viendra garantir la qualité des produits mis sur le marché à partir du 1^{er} septembre 2013. En attendant, on trouve sur le marché des produits de qualité inégale. L'ANSES a mis en garde contre certains risques sanitaires liés aux LED blanches et recommandé certaines précautions d'usage.

L'ADEME reste attentive à l'évolution de la technologie LED et aux possibilités d'économies d'énergie que l'éclairage à LED apporte.

En matière d'éclairage public, l'Agence soutient, sous certaines conditions⁹, des opérations permettant un retour d'expérience pour l'application de cette technologie dans les politiques locales d'économie d'énergie.

POUR EN SAVOIR PLUS

Publications

- [guide ADEME « Bien choisir son éclairage »](#)
- [guides AFE sur l'éclairage](#)

Sites Internet

- www.ecocitoyens.ademe.fr
- www.afe-eclairage.com