



Les Avis de l'ADEME

L'éclairage à diodes électroluminescentes (LED)

Février 2010

ENJEUX

L'éclairage représente, en France, 10% des consommations totales d'électricité. Dans le cadre du plan climat-énergie, l'Union Européenne a arrêté un calendrier de retrait progressif des ampoules traditionnelles de 25 à 100 watts qui cesseront d'être mises sur le marché au plus tard le 1^{er} septembre 2012. En France, une convention sur le retrait progressif des ampoules à incandescence a été signée, dans le cadre du Grenelle Environnement, entre le Ministère du développement durable, les fédérations du commerce, l'éco-organisme Récyllum, EDF et l'ADEME¹. Le calendrier fixé comprend des étapes intermédiaires plus volontaristes que celles proposées par l'Union Européenne avec l'objectif d'interdire les ampoules à incandescence à l'horizon 2012. L'éclairage à diodes électroluminescentes (LED) est souvent présenté comme une alternative aux lampes traditionnelles, aux côtés des lampes à basse consommation (voir Avis « Les lampes basse consommation ») et des halogènes nouvelle génération, ces derniers représentant l'alternative la moins efficace en termes d'efficacité énergétique.

DESCRIPTION

Une diode électroluminescente (LED²) est un composant électronique permettant la transformation de l'électricité en lumière. Ses principales applications sont par ordre d'importance en termes de marché : les appareils mobiles, les écrans, le secteur de l'automobile, l'éclairage et la signalisation.

Il est possible de classer les LED :

- par leur spectre lumineux :
 - les **LED de couleur** : leur spectre est quasiment monochromatique;
 - les **LED blanches** : leur 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 dans une LED bleue.
- par leur puissance : le principe de fonctionnement est identique, mais le champ d'application varie :
 - les **LED de faible puissance** c'est-à-dire inférieure à 1 Watt sont utilisées comme voyants lumineux sur les appareils électroménagers par exemple ;
 - les **LED de forte puissance** c'est-à-dire supérieure à 1 Watt supportent des courants plus importants (jusqu'à 1500 mA) et fournissent davantage de lumière (jusqu'à 135 lm/W)

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

DEVELOPPEMENTS

Le marché

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.

Selon une étude de la société de semi-conducteurs NXP³, le marché des LED pourrait connaître un taux de croissance annuel de près de 15 % entre 2008 et 2012 pour atteindre 12,3 milliards de dollars. Alors qu'en 2005, le marché des LED n'avait grimpé que de 2,1 %, les industriels font état d'une hausse de 13,7 % en 2007. Si la part de marché des LED pour l'éclairage reste faible en comparaison de celle des LED dans les appareils mobiles, elle devrait connaître la plus forte croissance en part de marchés en 2010 (+117%).

Les industriels de l'éclairage sont aujourd'hui en phase d'apprentissage face à cette technologie d'origine électronique, tandis que les milieux de l'électronique cherchent à appréhender les besoins de l'éclairage pour y adapter la technologie LED. Quatre grands fabricants se répartissent le marché mondial des LED : Philips Lumileds (USA), Osram (USA et Allemagne) et Nichia (Japon) et Seoul Semiconductor.

Performances techniques

La technologie des diodes électroluminescentes ouvre des perspectives intéressantes en matière d'éclairage économe : bon rendement énergétique des diodes (jusqu'à 135 lm/W en laboratoire pour les LED dites super lumineuses), durée de vie importante (jusqu'à 50 000 heures pour les lampes à LED contre 1 000 h pour les ampoules à incandescence et 8 000 h pour les lampes basse consommation), fonctionnement en très basse tension, insensibilité aux chocs, possibilité de couleurs sans filtres, facilité de montage et absence de mercure. Elles admettent des cycles d'allumage et d'extinction fréquents et sont recyclables⁴. En matière d'éclairage public, les LED ont l'avantage d'admettre une alimentation en courant continu (ce qui rend possible l'utilisation de sources d'énergies renouvelables) et un allumage très rapide ; elles bénéficient d'une bonne étanchéité.

Toutefois, les lampes à LED actuellement disponibles sur le marché de l'éclairage domestique offrent un flux lumineux encore limité (équivalent à celui d'une lampe à incandescence de 40 W) et concentré (elles n'éclairent pas un large champ). En outre, ces produits sont de qualité et d'efficacité inégales et il n'existe pas de méthode harmonisée pour mesurer leurs performances énergétiques

¹ http://www.developpement-durable.gouv.fr/article.php3?id_article=3816

² LED est le sigle anglais pour Light Emitting Diode, traduit en français par le sigle DEL pour Diode Electroluminescente (mais peu usité).

³ www.nxp.com

⁴ www.recyllum.com

et visuelles, ni d'étiquette énergie permettant d'informer le consommateur sur ces performances. **Il est donc difficile pour le consommateur de choisir les meilleurs produits.**

Enfin, les performances des lampes à LED doivent encore être améliorées. Ainsi, si une diode seule affiche un rendement énergétique très bon (environ 100 lm/W et jusqu'à 135 lm/W pour les plus performantes), une lampe à LED offre un rendement compris entre 40 et 50 lumens/watt. Cette baisse de rendement est notamment liée à la chaleur produite par les diodes accolées dans la lampe. Les lampes à LED mises sur le marché ont donc en moyenne une efficacité énergétique moins bonne que celle des lampes fluocompactes (65 lm/W) mais meilleure que celles des lampes à incandescence traditionnelles à filament (14 lm/W). Toutefois, les évolutions technologiques attendues laissent entrevoir, à l'horizon 2015, un rendement de 150 lm/W.

L'indice de rendu de couleur est encore mauvais pour la majorité des lampes à LED blanches mises sur le marché.

Par ailleurs, des études doivent être menées sur les impacts sanitaires des LED, certaines diodes contenant un spectre bleu de forte intensité qui pourrait s'avérer dangereux pour la rétine. L'Afsset évalue actuellement l'impact des LED sur la santé.

Dans le domaine de l'éclairage public où les contraintes sont plus fortes en raison des conditions extérieures (température, pluie...), les travaux de recherche visent une bonne efficacité lumineuse et une bonne stabilité de lumière.

COÛTS

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

AVIS DE L'ADEME

Compte tenu d'une durée de vie très longue et d'une consommation électrique faible, **les LED constituent une technologie prometteuse** en matière d'éclairage économe.

Les performances des lampes utilisant des LED doivent toutefois encore progresser, en particulier en matière d'efficacité énergétique. L'absence d'un référentiel qualité et de normes photométriques appliqués aux lampes à LED ne permet pas aujourd'hui de vérifier les performances réelles des lampes mises sur le marché. De plus, face à l'offre disparate de produits, le consommateur ne dispose pas d'outils, telle l'étiquette énergie, pour faire son choix. **Enfin, des études complémentaires sur les impacts sanitaires sont attendues. L'ADEME n'est donc pas en mesure de faire la promotion des produits actuellement sur le marché.**

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 français⁵ 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'AIE⁶, 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 conditions⁷, 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 sur l'éclairage performant
- guide AFE sur l'éclairage

Sites Internet

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

⁵ et notamment financement du programme Citadel (Caractérisation de l'intégration et de la durabilité des dispositifs d'éclairage à LED dans le bâtiment) coordonnée par le CSTB et participation au Programme d'Actions Concertées en Technologies de l'Energie LED (développement d'une offre de LED se substituant aux halogènes TBT avec une puissance électrique inférieure et une durée de vie plus longue)

⁶ Agence Internationale de l'Energie

⁷ Étude préalable incluant un volet conception de l'éclairage et un volet énergétique (comparaison de consommation par rapport aux lampes fluorescentes ou sodium).