



LED ou lampes en éclairage public.

De quoi s'agit-il ?

Le marché de l'éclairage public subit depuis quelques années un véritable choc avec l'arrivée de plus en plus pressante de matériel équipé de diodes électroluminescentes. Les annonces et actions marketing de nouveaux venus sur ce secteur promettent toutes des résultats inespérés, tant des points de vue économique et énergétique que du retour d'images positives pour la ville et ses élus. Souvent, ce sont les performances en laboratoire de la LED¹ seule qui sont citées, sans s'étendre sur les performances du luminaire dans son ensemble, en conditions réelles. Quel est aujourd'hui l'apport des LED à l'éclairage public ?

L'AFE donne son point de vue

1 Avant propos

Les performances d'un luminaire, qu'elles soient photométriques, électromécaniques, électroniques, énergétiques et économiques, résultent :

- de la somme des performances de ses composants (la source de lumière, le système optique, les auxiliaires électriques),
- des matériaux utilisés et du savoir faire pour les mettre en œuvre,
- de leur compatibilité à la fois entre elles et à la fois avec les caractéristiques d'installation définies par le cahier des charges et l'étude.

L'arrivée d'un nouveau composant électronique, la LED, ne peut à elle seule révolutionner l'éclairage, le respect des normes devant rester la règle de base.

En revanche, elle va imposer aux éclairagistes de créer de nouveaux produits, de nouvelles installations, de nouveaux principes de relamping et de maintenance, de nouvelles photométries, pour répondre au même titre que les luminaires avec lampes à décharge, aux exigences normatives, qu'elles soient de sécurité ou de performances (norme EN 13201) ainsi qu'aux quatre grandes applications d'éclairage qui composent l'éclairage extérieur (fonctionnel de type routier - ambiance - grands espaces - illuminations).

En éclairage public fonctionnel, la technologie des LED offre aujourd'hui des performances moins satisfaisantes, tant sur les plans énergétiques qu'économiques, que les meilleures installations à lampes. Promouvoir maintenant sans réserve cette application risquerait de compromettre le développement futur des LED.

Des réalisations expérimentales sont conduites aujourd'hui par les plus importants constructeurs européens, spécialistes en éclairage public, ceux-là même qui consacrent un investissement lourd aux développements des techniques LED. Leurs résultats sont très prometteurs et sans comparaison avec les essais menés ici et là, émanant de nouveaux venus dans le monde de l'éclairage, qui n'ont peut-être pas pris le temps de se convaincre que l'éclairagisme est un métier à part entière dans lequel, l'expérience acquise, prenant en compte les contraintes urbaines, les critères de visibilité, de sécurité et de confort, joue un rôle majeur dans la qualité des résultats.

¹ Diode électroluminescente, souvent appelée LED pour Light Emitting Diode en anglais

2 Que choisir ?

De même que les lampes se distinguent entre elles par des performances différentes (efficacité - couleurs - durée de vie), les LED apportent leurs performances particulières (allumage - durée de vie - couleurs - variations de puissance - températures - encombrements - systèmes optiques - efficacités lumineuses et énergétiques - alimentation).

Il serait dangereux aujourd'hui de vouloir faire un classement de ces sources de lumière en fonction d'un seul de ces critères de performances. Ce qui est indispensable, c'est de savoir déterminer quelles sont les meilleures performances spécifiques à affecter au service de chacune des applications d'éclairage extérieur : efficacité lumineuse - efficacité énergétique - photométrie - maintenance - économie.

2.1 Sur le plan « Efficacité lumineuse »

Pour les lampes les plus couramment utilisées en France, l'efficacité lumineuse des ensembles « lampes plus appareillages » est aujourd'hui environ la suivante :

- 120 lm/W pour le sodium haute pression 250 et 450 W ;
- 100 lm/W pour le sodium haute pression 100 et 150 W ;
- 80 lm/W pour le sodium haute pression 70 W ;
- 105 lm/W pour les cosmowhites 60 à 140 W ;
- 80 lm/W pour les iodures métalliques 70 à 250 W.

En l'état actuel de la technologie (1^{er} semestre 2009), il y a lieu de distinguer les LED teintes neutres et froides 4 500 K à 6500 K et les LED teintes chaudes 3 000 K dont les flux émis sont très différents pour une même puissance consommée LED + alimentation.

En fabrication on trouve sur le marché des LED qui, après tri sélectif, peuvent émettre 120 lumens, dans des conditions thermiques très précises à respecter, après intégration dans le luminaire. Leur consommation sous 350 mA, alimentation comprise, est de 1,2 W à 1,3 W. Si l'on tient compte d'un facteur de dépréciation thermique de 0,9, on peut espérer une efficacité lumineuse, source comprise, entre 65 et 90 lumens/watt selon :

- la température de couleur,
- la qualité du tri sélectif des LED,
- la qualité de la conception du luminaire (thermique - nombre et distribution des LED).

L'efficacité lumineuse LED est dépendante des caractéristiques thermiques du luminaire, tout comme l'est celle des tubes fluorescents et ne permet pas, à elle seule, de faire des comparaisons d'efficacité énergétique avec les autres sources de lumière à décharge, dont l'efficacité lumineuse est considérée comme une constante par type et puissance de lampe.

A noter : la teinte 3 000 K correspond en général à la meilleure appréciation en France des usagers.

2.2 Sur le plan « Efficacité énergétique »

En se référant au dossier de l'AFE de mai 2009, intitulé « *Efficience énergétique en éclairage public* », on constate que l'efficacité énergétique, qui s'exprime en watts par lux et par mètre carré², dépend exclusivement du produit du facteur d'utilisation par le facteur de maintenance et par l'efficacité (lampe plus auxiliaires). A titre d'exemples, le dossier AFE présente cinq calculs exprimant les efficacités énergétiques résultant de cinq projets différents d'éclairage fonctionnel caractérisés chacun par le type et la puissance des lampes utilisées, le degré de protection I.P des luminaires, la nature de la vasque de fermeture et ayant en commun un même facteur d'utilisation de 0,4.

² Ou en watts par candela mètre carré par mètre carré

A l'efficacité énergétique de chaque projet est comparée l'efficacité énergétique que l'on obtiendrait avec des LED dans chaque cas considéré. Même en supposant (ce qui n'a rien d'évident) que la répartition photométrique particulière des systèmes à LED permettrait d'obtenir un facteur d'utilisation de l'ordre de 25 % supérieur à celui obtenu avec les lampes, on constate que les watts par lux et par mètre carré en LED sont supérieurs de 18 à 67 % à ceux obtenus avec les lampes sodium haute pression et cosmowhite ; en revanche, le calcul montre que sur le plan énergétique, les LED donnent des résultats identiques à ceux obtenus avec des lampes iodures céramiques de 35 à 100 W de puissance nominale.

2.3 Sur le plan photométrique

Pour des éclairages publics à faible niveau d'éclairement, les lampes couramment utilisées génèrent un flux de l'ordre de 6 500 lumens par lampe. Avec des LED de 1,25 watt (les plus efficaces aujourd'hui) qui produisent de l'ordre de 82 lumens utiles, il faut de l'ordre de 90 LED pour prétendre à un même niveau d'éclairement moyen pour une même surface éclairée. C'est dire que l'orientation de chaque LED dans le luminaire a une grande importance sur la qualité du résultat photométrique (uniformité et éblouissement). Pour les installations routières justifiant des lampes de 10 500 à 32 000 lumens, les LED proposées aujourd'hui ne sont pas encore suffisamment puissantes en flux unitaire.

En revanche, l'angle d'ouverture du faisceau, associé à une orientation précise de la source, doit permettre avec les LED un plus faible rapport lux par candela mètre carré en éclairage public fonctionnel, ce qui doit se traduire par un gain énergétique supplémentaire. Encore faut-il se trouver dans le cas où les calculs en luminance sont pertinents (ce qui est rarement le cas des éclairages d'ambiance des pistes piétons et cyclables et des voies urbaines en général).

Les LED permettent de maîtriser avec précision la direction de la lumière émise et l'angle d'ouverture du faisceau. En cela, elles doivent permettre de supprimer tout ou partie des lumières perdues en dehors des surfaces à éclairer et d'améliorer le facteur d'utilisation sur les surfaces utiles, **à condition de respecter en milieu urbain, le niveau d'éclairage indispensable sur les trottoirs ou abords de la voie circulée et de respecter, lorsqu'il est imposé, le rapport de contiguïté SR³.**

2.4 Sur le plan maintenance

Qu'il s'agisse de LED ou de lampes, l'application de la norme européenne EN 13201 exige que les règles et habitudes de maintenance soient repensées.

La maintenance ne consistait, dans la très grande majorité des cas, qu'à éviter les pannes ou à les réparer, sans souci de l'état des performances photométriques de l'installation.

Les cycles de maintenance étaient calés sur la durée de vie économique estimée des lampes utilisées (2 ans pour les Iodures, 3 ans pour les Sodium Haute Pression).

L'erreur qui commençait à se répandre était que, certaines lampes (SHP) ayant une durée de vie utile de 4 ans, il suffisait de régler la maintenance sur un cycle de 4 ans. C'est ne pas comprendre la finalité de la norme EN 13201 que de raisonner ainsi : la norme impose des valeurs moyennes minimales **à maintenir** tout au long de la durée de vie de l'installation, ce qui impose, dès la conception ou la rénovation des installations, de définir le facteur de maintenance global et de faire en sorte qu'il soit le plus élevé possible.

Ce facteur est essentiellement variable en fonction du cycle de maintenance de la dépréciation des sources de lumière et de la dépréciation du luminaire. Plus le facteur de dépréciation est faible, plus l'installation est économe. Il y a maintenant obligation d'optimiser le cycle de maintenance, non plus sur la seule durée de vie utile des sources, mais sur le facteur de maintenance le plus élevé possible.

C'est ainsi que la durée de vie utile annoncée de 30 à 50 000 heures pour les LED (soit 7 à 12 ans) en éclairage extérieur, ne permet pas de rallonger le cycle de maintenance, car ce serait au détriment de

³ Cf. « Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques » de l'AFE, chapitres 6.5.5 et 8.4.7 et dossier « Efficience énergétique en éclairage public », page 27 et 28

l'efficacité énergétique globale et, pollution aidant, la maintenance électromécanique et l'encrassement exigent, pour la sécurité et la meilleure efficacité énergétique, des cycles de 3 ans voire 4 ans maximum.

2.5 Sur le plan économique

Le bilan d'exploitation global, comprenant la consommation et la maintenance (y compris le remplacement des LED en fin de vie), fait ressortir, pour les solutions utilisant des LED en éclairage fonctionnel, des dépenses de l'ordre de 150 à 450 % plus onéreuses que les solutions classiques à lampes sodium haute pression, cosmowhites et iodures métalliques. Le développement du marché LED devrait conduire, à terme, à une réduction des différences de prix, mais nous n'en sommes pas là.

3 Domaine actuel d'application des LED en éclairage public

Les LED laissent présager d'un avenir remarquable dans beaucoup d'applications de l'éclairage. Mais aujourd'hui leurs domaines d'applications privilégiés doivent se concentrer sur les réalisations suivantes, à savoir lorsque :

- un allumage instantané s'impose (éclairage de sécurité ou de dissuasion - éclairage de voies privées très peu fréquentées) ;
- une modulation multiple et importante du niveau de lumière est nécessaire (parkings privés - éclairages de secours) ;
- l'on veut réaliser un fonctionnement commandé par détecteur de présence (abribus - zones privatives - voies résidentielles) ;
- l'on désire réaliser des effets lumineux par variations de couleurs de la lumière ;
- l'on réalise des éclairages de mise en valeur statiques ou dynamiques des façades, monuments et fontaines ;
- l'on réalise un balisage de certains parcours piétonniers et pistes cyclables ;
- l'on réalise des éclairages d'ambiance urbaine en lumière blanche pour lesquels les niveaux d'éclairage peuvent être faibles et conformes à la norme EN 13201 (lotissements, parkings privés, pistes cyclables, etc.) ;
- un balisage complémentaire doit s'ajouter à un éclairage traditionnel pour une meilleure lisibilité du parcours ;
- en illuminations, des projecteurs très directionnels, colorés ou non, sont nécessaires ;
- en éclairage d'ambiance, l'utilisation de sources multiples miniaturisées voire diversement colorées, apporte des effets lumineux supplémentaires générateurs de nouvelles ambiances nocturnes.

4 Conclusion

Les luminaires équipés de LED sont encore aujourd'hui souvent moins performants et toujours plus onéreux, particulièrement en éclairage public fonctionnel, que les luminaires les plus performants à lampes. Compte tenu des progrès technologiques rapides constatés sur les LED, il est intéressant d'envisager de les tester dès à présent sur des espaces adaptés pour observer, sur ces nouveaux produits, leur fiabilité, leur potentiel énergétique, leurs exigences de maintenance électromécaniques et photométriques. Cela ne peut se faire qu'en totale collaboration avec des constructeurs éclairagistes responsables, seuls capables d'assurer les garanties de performances que le maître d'ouvrage est en droit d'attendre de ces expérimentations.

Contact Presse
Tel : 01 45 05 72 00 - E-mail : afe@afe-eclairage.com.fr
Association française de l'éclairage
17, rue de l'Amiral Hamelin – 75783 Paris cedex 16
www.afe-eclairage.com.fr