

ÉCLAIRAGE LED

# Gardez un œil sur l'optique !

En dehors de son design, un produit d'éclairage à LED est généralement valorisé par sa durée de vie exceptionnelle qui réduit les coûts de maintenance, sa faible consommation d'énergie, sa petite taille qui ouvre des champs d'applications nouveaux... On oublie souvent de dire que l'efficacité globale d'un système d'éclairage LED dépend aussi et largement de la qualité de son optique.

Lors d'une conférence qui s'est déroulée dans le cadre des salons Batimat, Interclima+elec et Idéo Bain, en novembre dernier, David Madéore, architecte, directeur Étude et Prescription chez Erco, est intervenu pour rappeler quelques fondamentaux sur l'éclairage LED. Si cette nouvelle source d'éclairage s'impose de plus en plus comme une alternative aux solutions traditionnelles, elle demande une approche très différente du fait qu'elle est un semi-conducteur, avec des caractéristiques et un comportement qui n'ont rien à voir avec les sources conventionnelles. Et ce, notamment au niveau de l'optique.

**Un dispositif optique pour diffracter la lumière et modifier sa forme**

Une des principales caractéristiques de la LED est le champ dans lequel elle émet de la lumière. « Contrairement aux sources traditionnelles, qui émettent des photons [quantifiés sous la forme d'un flux lumineux en lumens] à 360° dans l'espace, les diodes émettent un faisceau de lumière entre 120 et 180° environ, explique David Madéore. Cette lumière plus focalisée change tout en termes d'intégration et d'utilisation. Naturellement orientée, elle va permettre d'être beaucoup plus précis dans l'éclairage. » Plus précis

et plus efficace puisqu'il n'y aura pas de flux perdu, comme pour les autres sources d'éclairage.

En matière d'éclairage, le nombre de lux (photons qui frappent une surface)

« En changeant les optiques, il est possible de travailler la lumière des LED, de très intensive à très large, en passant par des formes différentes. Cette technologie offre une palette de possibilités créatives infinies, bien plus importantes qu'avec les sources classiques. »

David Madéore, Erco

détermine le niveau d'éclairement. « Pour toutes les sources d'éclairage, il s'agit de diriger les rayons lumineux dans la direction souhaitée de telle sorte que le flux lumineux (flux utile) soit optimisé et la lumière résiduelle (flux perdu) minimisée », rappelle l'expert d'Erco. C'est le rôle du réflecteur et du dispositif optique (lentilles) qui vont canaliser le flux émis, diffracter la lumière et modifier sa forme pour l'adapter aux besoins.

Élément essentiel d'un système d'éclairage, le dispositif optique procède selon deux principes d'intégration :

- **le système par réflexion** : un élément réfléchissant en aluminium capte les rayons lumineux et les réfléchit dans la bonne direction. Ce principe est essentiellement utilisé avec des sources

conventionnelles, mais les LED sont parfois intégrées de cette façon ;

- **le système par transmission**, qui projette le flux lumineux de la source à travers des lentilles ; lentilles qui vont guider les rayons de lumière et modifier la forme de la nappe.

**De nouvelles optiques pour plus de créativité**

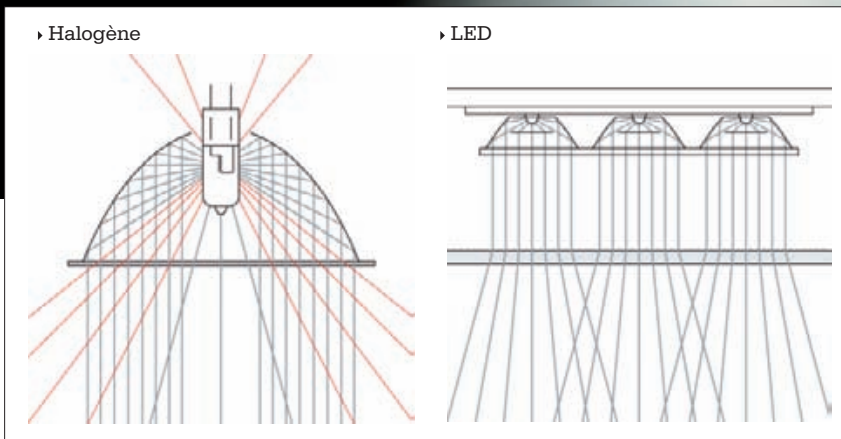
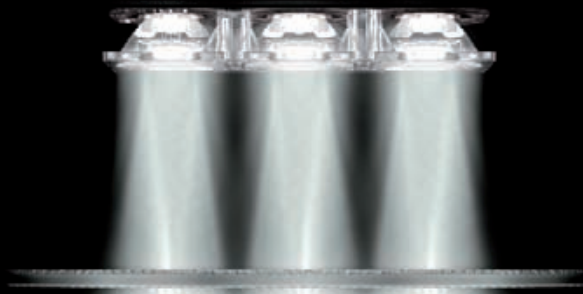
Associée aux LED, et selon ses caractéristiques, l'optique va permettre des effets que l'on ne soupçonne pas toujours, mais qui changent sensiblement la forme de la lumière : elliptique ou circu-

laire, intensive ou diffuse ; la gamme de ces « effets spéciaux » est large, et ce point devra être pris en compte dans le choix d'un système d'éclairage pour répondre parfaitement aux attentes de l'utilisateur.

La mise en forme du faisceau lumineux d'une LED est associée à l'utilisation d'un plus grand nombre de techniques qu'avec les sources conventionnelles utilisant essentiellement de la tôle réfléchissante pliée, formée..., explique Nicolas Pousset, conseiller technologique de S2E2. Avec les LED, il est possible de conserver ce procédé, mais il est également possible d'utiliser :

- des optiques individuelles à clipser sur chaque LED ;
- des optiques collectives (matrice d'op-

L'optique doit canaliser et utiliser la lumière avec le moins de perte de lumière possible pour obtenir le meilleur rendement effectif à la sortie du luminaire. Elle doit également, bien sûr, assurer un confort optimal à l'utilisateur (pas d'éblouissement, homogénéité de la lumière).



Contrairement à une source halogène classique, qui montre des déperditions de lumière, lumière diffuse et flux perdu au niveau de la douille (traits rouges), le faisceau des LED est orienté et ne présente quasiment pas de flux perdu.

© Erco

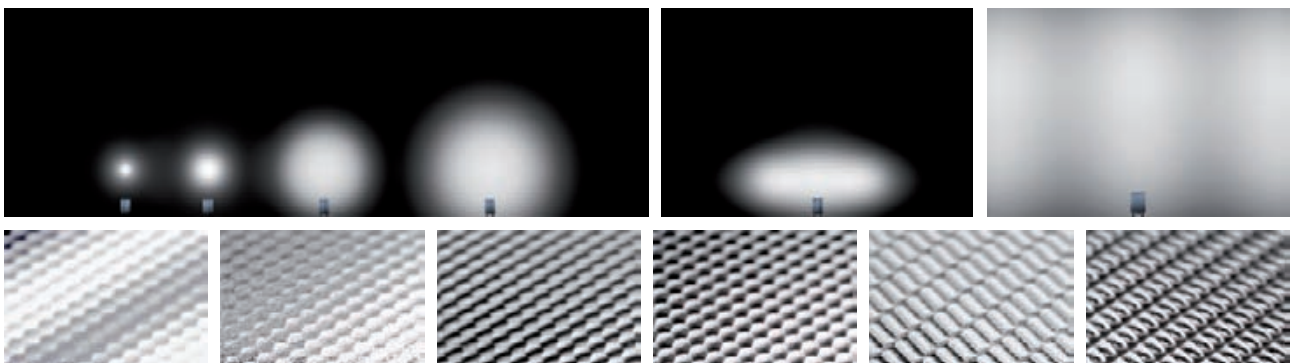
© Erco

tiques clipsée sur une matrice LED) ;  
 - des plaques de matériaux transparents (PMMA ou PC) sérigraphiés tels que ceux utilisés pour les chemins lumineux du nouvel hôpital d'Orléans ;  
 - des plaques de matériaux diffusants (toile, tissus, polymères...) et offrant un encombrant minimal...

Toutes ces techniques permettent d'accompagner la créativité des ingénieurs, designers, architectes... pour adresser de nouveaux marchés et nouveaux besoins.

Les industriels de l'optique ont développé des polymères d'une qualité telle

qu'ils atteignent aujourd'hui les performances des produits verriers qu'ils ont remplacés. Beaucoup moins coûteux, ces polymères sont aussi plus faciles à dupliquer de par leur constance intrinsèque, ils offrent une plus grande liberté de conception, et, parce que la LED ne chauffe pas (dans son faisceau) comme ...



Un vaste spectre de répartitions est envisageable en fonction des optiques choisies. La conception de l'optique va sensiblement modifier le flux sortant du luminaire. © Erco

Lampe	Puissance (W)	Flux lumineux flux (lm)	Rendement lm/W (lm/W)	Rendement du luminaire (flux sortant) LOR (%)	Luminaire (lm/W)	Illuminance 3 m (lx)	Illuminance (lx/W)
Blanc froid (+ efficace)	14	1 080	77	81,2	63	994	71
Blanc chaud	14	870	62	81,2	50	801	57
Iodure métallique	20	1 650	83	65,5	54	1 088	54
Halogène	50	1 250	25	47,9	12	785	16
Halogène	100	2 200	22	58,7	13	1 745	17

► On constate que si la iodure métallique est plus efficace que la LED en lm/W (lumière émise/watts consommés), le rapport s'inverse dans la colonne lux/watt (quantité de lumière efficace pour éclairer la surface ciblée/watts consommés) et ce parce que la LED n'a pas de flux perdu. Le rapport lux/watt est donc un paramètre de comparaison important dans la performance des lampes à condition que la distribution en intensité lumineuse des sources comparées soit similaire. Seule l'efficacité lumineuse reste un comparatif absolu. À noter le très faible rendement de l'halogène comparé aux autres sources. (source : Erco)

... une lampe à incandescence ou fluorescente, ces polymères jaunissent moins dans la durée.

Reste que ces optiques doivent être parfaitement conçues, et notamment exemptes de bulles d'air, d'humidité ou d'inclusions (poussières, par exemple) qui dégraderaient leurs caractéristiques et leur performances.

### Les différentes optiques d'un système LED

Rappelons qu'en éclairage LED, on distingue trois types d'optiques :

- **L'optique primaire.** Directement soudeée à la LED, elle fait partie intégrante du dispositif. L'objectif de cette optique est de protéger la diode et d'en extraire

le maximum de lumière, en intensité comme en ouverture. Sa composition peut sensiblement impacter la qualité du flux, notamment si les résines utilisées (époxy, polyuréthane, silicone) ne sont pas de bonne qualité, vieillissent mal et dégradent la lumière qui les traverse. « Ces résines sont très importantes, note Romain Bouquet, chef de Projets R&D de Neolux. Au-delà de l'étanchéité et de la protection mécanique de la LED, elles impactent directement l'aspect du flux lumineux. Dans un tube équipé de barrettes de LED, par exemple, ces résines permettront de lisser la lumière en une nappe homogène pour éviter de voir chaque point lumineux. Il existe des résines transparentes et opalisées qui permettent un lissage encore plus fin, avec

néanmoins une légère perte de rendu lumineux du fait de cette opacité » ;

- **L'optique secondaire** (ou collimateur). Montée directement sur la LED ou autour, elle comprend les lentilles (et les réflecteurs) placés sur le dessus de la LED. Son rôle est d'optimiser le faisceau lumineux et de « collimater » la lumière (obtenir des rayons parallèles) ;

- **L'optique tertiaire** est un dispositif externe, interchangeable, qui comprend de nombreux systèmes de lentilles dont la conception offre beaucoup de variantes en formes (conique, plate, bombée), en épaisseur et en matériaux (polymère opaque ou translucide, film plastique...). « Avec des dalles de plafond, par exemple, ce diffuseur permet un rétro-éclairage exempt d'optique secondaire, ajoute l'expert de Neolux. La lumière de la LED vient directement frapper la surface opaque du diffuseur ou ses tranches si le diffuseur est rainuré. »

Ainsi, l'optique tertiaire diffuse et façonne la lumière pour s'adapter au type d'éclairage recherché.

## Pour aller plus loin

Ingénieur en optoélectronique et dirigeant de la société LED Engineering Development, Laurent Massol a publié *Les LED pour l'éclairage*, un ouvrage dans lequel il explique tout ce qu'il faut savoir sur ce sujet, depuis les principes électroniques élémentaires jusqu'aux performances des composants les plus récents. Les problématiques de leur intégration dans une application d'éclairage y sont présentées de manière détaillée, notamment les optiques.

Au sommaire de cet ouvrage pratique, illustré de nombreux graphiques :

- un rappel de physique sur l'émission de lumière ;
- l'émission lumineuse à partir d'un semi-conducteur ;
- les performances (efficacité et pertes) ;
- les méthodes d'alimentation ;
- les performances optiques et thermiques ;
- les modules de LED ;
- le cycle de vie des LED, la métrologie (mesures de consommation électrique, chaleur, optiques) ;
- les enjeux commerciaux et évolutions prévisibles.

*Les LED pour l'éclairage*, de Laurent Massol, collection Technique et Ingénierie, chez Dunod.

Un luminaire ne comporte pas toujours trois optiques. Il peut se composer uniquement d'un réflecteur métallique et d'une lentille primaire, « mais, dans ce cas, attention aux "aberrations optiques", alerte Romain Bouquet. Lorsque le réflecteur n'est pas de bonne qualité, les rayons lumineux des LED ne seront pas toujours correctement dirigés. On peut avoir une tache lumineuse cernée d'une auréole ; ces aberrations optiques se rencontrent notamment lorsqu'il y a un mélange de couleurs. »





» Un luminaire LED ne comporte pas toujours 3 optiques. Il peut se composer uniquement d'un réflecteur métallique et d'une lentille primaire, mais, dans ce cas, attention aux "aberrations optiques". Lorsque le réflecteur n'est pas de bonne qualité, les rayons lumineux des LED ne seront pas toujours correctement dirigés. On peut avoir une tache lumineuse cernée d'une auréole, notamment lorsqu'il y a un mélange de couleurs. © Neolux

#### Juger la qualité d'une optique

Sans connaissances techniques, difficile de juger la qualité d'une optique. David Madéore conseille de mesurer le rendement du luminaire : « *Il faut savoir quel est le flux de la LED et le flux sortant du luminaire ; une optique de qualité médiocre va naturellement faire baisser ce rendement.* » Pour lui, l'optique est d'abord une logique d'intégrateur, mais elle appelle la vigilance des prescripteurs, surtout lorsque l'on envisage l'achat d'un luminaire LED dans la durée.

« *L'arrivée de la lumière digitale et le développement de la filière optoélectronique ont profondément changé la donne, reconnaît-il. C'est une nouvelle façon de concevoir l'éclairage au niveau de l'intégration optique et thermique. Et comme toute nouvelle technologie qui n'est pas encore normalisée et encadrée, nous sommes à une étape où l'on trouve de tout sur le marché. Mais entre un appareil encastré LED à 70 € et un autre à 500, il y a forcément des questions à se poser. Rester vigilant sur la qualité et s'adresser à des professionnels sérieux permettront d'atteindre plus sûrement les performances annoncées.* »

En mai, j3e consacrera son dossier central à l'installation et à la gestion thermique d'un système LED. Un autre sujet majeur qui exige, là aussi, une bonne connaissance de cette technologie si l'on veut qu'elle tienne toutes ses promesses. ◀

Pascale Renou

## light+building

Salon professionnel leader mondial de l'Architecture et de la Technique

### Explore Technology for Life.

Moindre consommation d'énergie, confort et sécurité accrues. Le plus grand salon mondial de la lumière, de l'électrotechnique, de la domotique et des logiciels pour le bâtiment présente des solutions innovatrices alliant performance, durabilité et design de la lumière.


Frankfurt am Main

30.3-4.4.2014

[www.light-building.com](http://www.light-building.com)

[info@france.messefrankfurt.com](mailto:info@france.messefrankfurt.com)

Tél. +33 (0) 144 89 67 70

 messe frankfurt