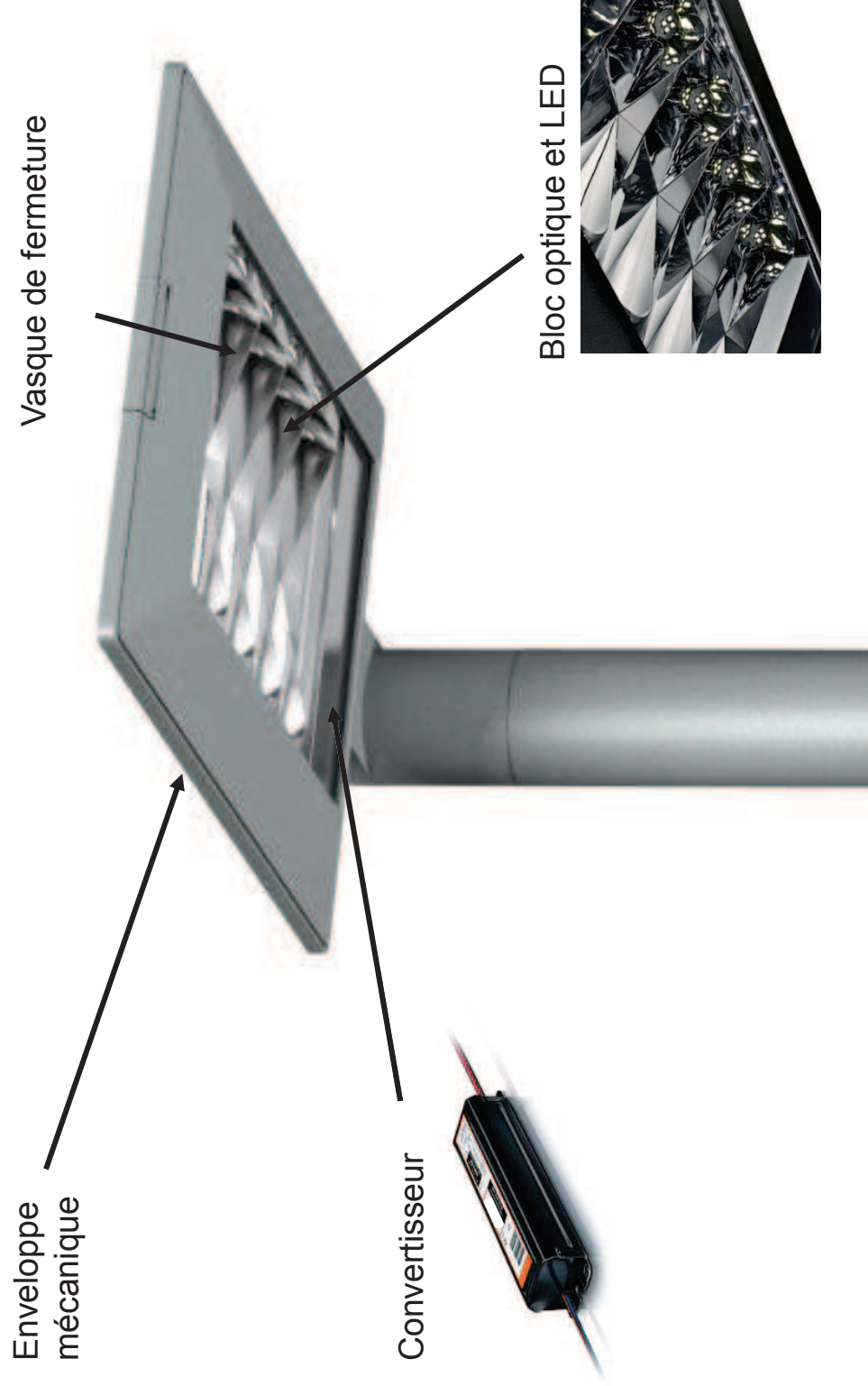


Le luminaire LED

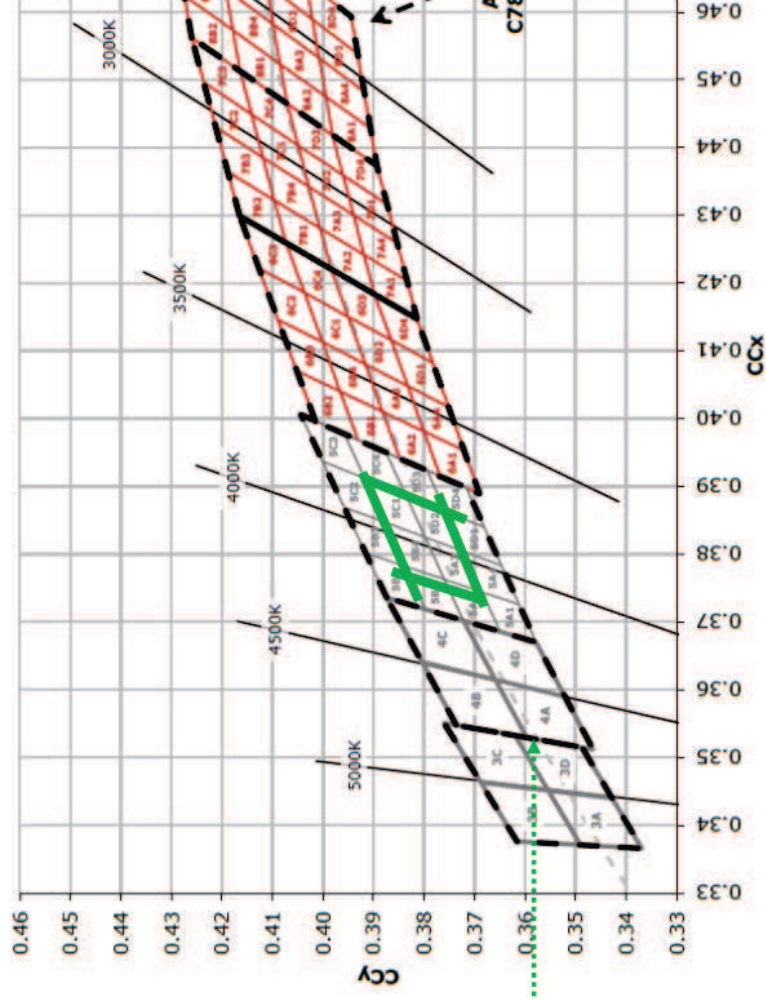


Le choix des LED à intégrer

Pour un fabricant, le choix des LED à intégrer dans un luminaire comprendra plusieurs critères. Quoi qu'il en soit, il lui faudra fixer :

- La température de couleur typique, celle sur laquelle il va communiquer,
- La sévérité acceptée sur le tri des LED

Ici, le fabricant a opté pour un choix sur 4 Bin centrés autour de 4000K

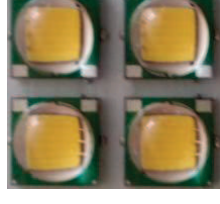


Choix des LED : conclusion



Utilisateur final

- Etre attentif aux possibles dérives de couleur tout en gardant un œil critique par rapport à l'utilisation (exemple : ne pas juger trop sévèrement un luminaire routier en essai sur table). A l'inverse, être très exigeant sur des projecteurs d'illumination. Ne pas hésiter non plus à questionner le fabricant sur son choix de Bin et mettre ce choix en corrélation avec l'application visée
- Choisir des températures de couleurs appropriées à l'application (éviter les couleurs très froides en éclairage urbain)



L'importance d'une bonne gestion thermique

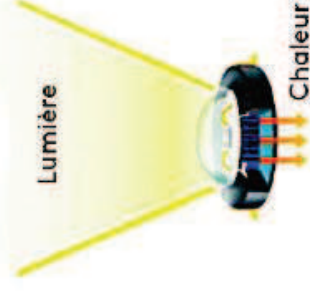
L'un des plus grands malentendus sur les LED est qu'elles ne génèrent pas de chaleur. Or les LED, si elles ne rayonnent pas de chaleur (faisceau froid de lumière) elles en produisent. Comme toute source de lumière, elles convertissent en effet une énergie électrique en une énergie rayonnée et de la chaleur.

Le tableau ci-dessous indique pour différentes sources la part de puissance convertie en énergie rayonnée et en chaleur.

Part et répartition de puissances converties pour des LED blanches et sources traditionnelles				
	LED	Incandescence	Fluorescence	Iodure métallique
Lumière visible	15% - 25%	8%	21%	27%
IR	0%	73%	37%	17%
UV	0%	0%	0%	19%
Chaleur	75% - 85%	19%	42%	37%

Source : US Department of Energy

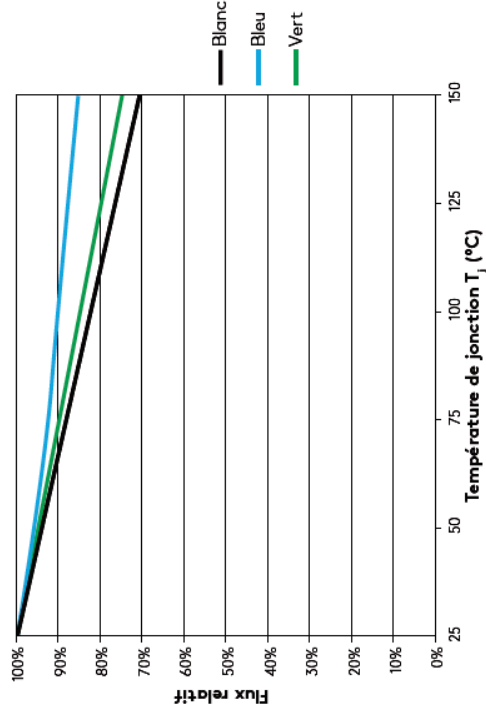
Une bonne gestion thermique est donc primordiale pour obtenir de bonnes performances d'un produit LED, puisqu'un excès de chaleur conduira à la réduction du flux lumineux mais aussi de la durée de vie utile des LED.



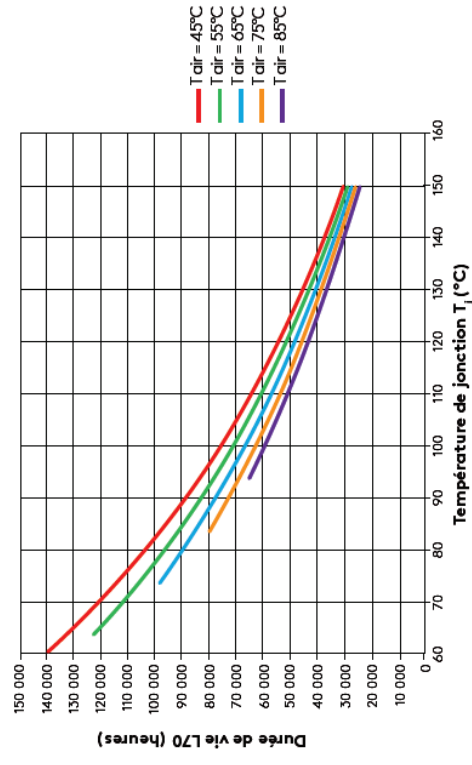
Influences de la température de jonction Tj

Les fabricants de LED mesurent le flux lumineux de leurs LED en utilisant des impulsions de puissance de l'ordre de 15 à 20 millisecondes à une température de jonction de 25°C. Mais généralement, lorsque les LED sont intégrées dans les luminaires, les températures de jonction varient entre 60 et 110°C (selon type de LED et ce lorsque le luminaire est bien conçu).

Les graphes ci-dessous montrent que des températures de jonction au-delà de ces valeurs peuvent aussi être critiques pour les produits.



Source : Cree « Cree@XLamp@XP-E-LED » Cree XLamp XP-E LED Blanche, Bleu, Verte. Evolution du flux relatif à I_f = 350mA en fonction de la température de jonction.

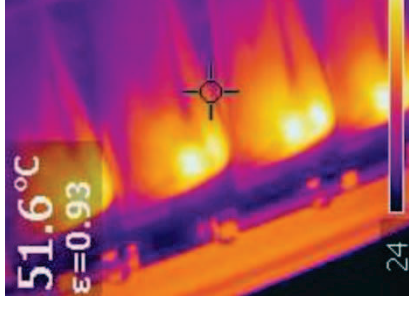


Source : Cree « Cree@XLamp@Long-Term Lumen Maintenance » Cree XLamp XR-E LED Blanche. Estimation de durée de vie L70 (70% de flux maintenu) à I_f = 350mA en fonction de la température de jonction pour différentes températures ambiantes (Tair).

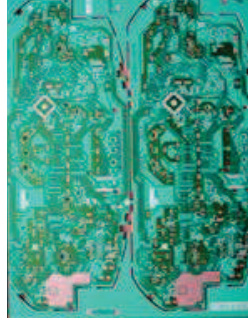
Maintenir Tj à un bon niveau (1)

Il convient donc, lorsque l'on souhaite intégrer des LED dans un luminaire de maintenir la température de jonction Tj à un bon niveau (entre 60 et 110°C).

La chaleur produite par les LED doit donc être évacuée. Cela passe tout d'abord par le choix du circuit imprimé de LED (communément appelé PCB).



Circuit FR4 : simple circuit en cuivre sur isolant époxy



Circuit FR4 avec via thermique : circuit en cuivre sur isolant époxy avec pont thermique liant la partie arrière des LED à la face arrière du circuit imprimé (face arrière dissipatrice)



Support aluminium : circuit en cuivre sur isolant diélectrique lui-même monté sur support aluminium

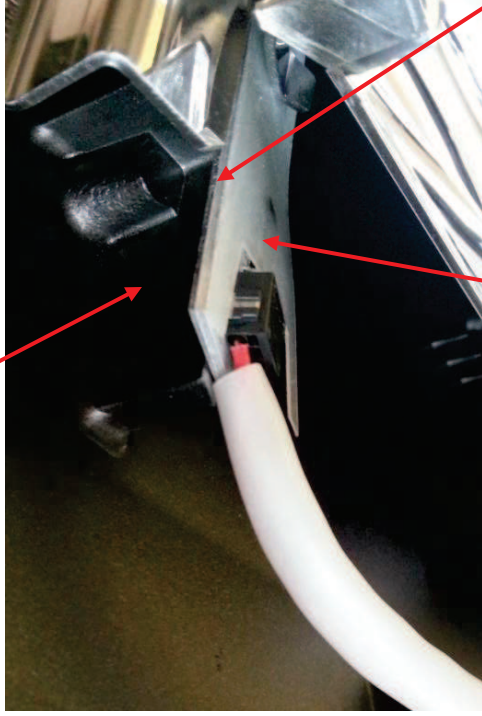


Maintenir Tj à un bon niveau (2)

Ensuite il convient d'évacuer la chaleur hors du luminaire. Les deux principes d'évacuation sont la conduction et la convection (naturelle ou forcée).

Conduction

Support fonderie établissant un contact permanent en corps extérieur du luminaire et PCB LED



PCB sur support aluminium

Conduction par contact direct entre le PCB LED et le corps de fonderie du luminaire

Convection



Convection forcée par ajout d'un ventilateur

La gestion thermique : conclusion

Fabricant	Utilisateur final
<ul style="list-style-type: none">- Lors qu'il conçoit un luminaire LED, le fabricant doit avant toute chose prendre en considération les contraintes thermiques afin de correctement dimensionner son produit- Il lui faudra définir la puissance des LED qu'il voudra utiliser- Il devra définir le type de circuit imprimé qu'il devra utiliser- Enfin il devra choisir son type de dissipation de chaleur. Dans le cas d'une dissipation par conduction, il devra dimensionner de manière suffisante son dissipateur thermique	<ul style="list-style-type: none">- Il lui faut d'abord garder constamment à l'esprit que la chaleur peut être un élément critique pour les LED, et donc qu'une bonne gestion thermique est primordiale.- De ce fait, il peut avoir un regard critique sur les luminaires qui lui sont présentés ainsi que sur les données qui lui sont annoncées- Etre attentif au type de PCB utilisé- Attention aux flux lumineux annoncés à une température de jonction Tj de 25°C- Attention aux durées de vie démesurées (supérieures à 100 000 heures)- Attention aux rapports volume de produit / puissance dégagée

Le choix du convertisseur

La LED de puissance doit être alimentée en courant.

Cependant, il n'existe pas d'alimentation universelle pour un système à LED. Un luminaire pourra alors être alimenté en 230Vac ou en TBT (24Vdc) : cela signifie simplement qu'il possède des convertisseurs internes capables de transformer la tension en courant pour alimenter les LED.

Les LED intégrées dans les luminaires d'éclairage public sont le plus souvent alimentées en 350mA, 500mA ou 700mA, mais on peut en trouver en 1A voire plus selon les cas de figure et types de LED utilisées.

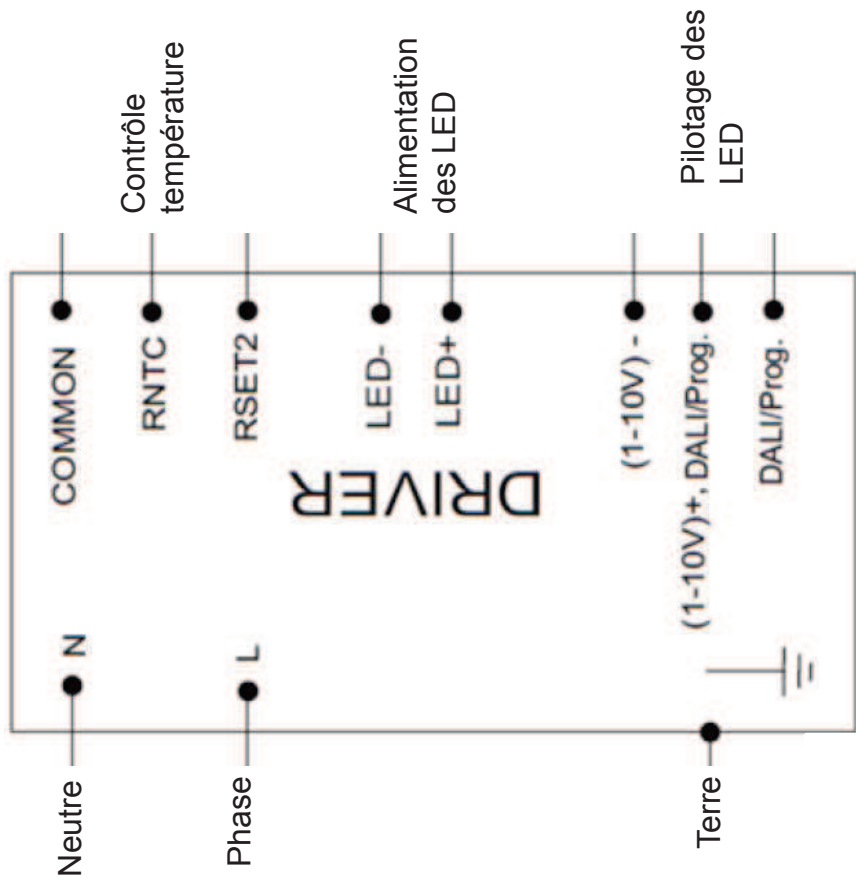
Question vocabulaire, ce convertisseur est communément appelé driver par les fabricants.



Les critères pour un bon choix

La liste suivante n'est pas exhaustive. Mais elle permet déjà au fabricant, en fonction des besoins du projet, de faire un bon choix de convertisseur.

- Plage de courants d'alimentation des LED
- Efficacité du driver
- Durée de vie
- Contrôle de la température des LED
- Protection contre les surtensions
- Possibilités de pilotage



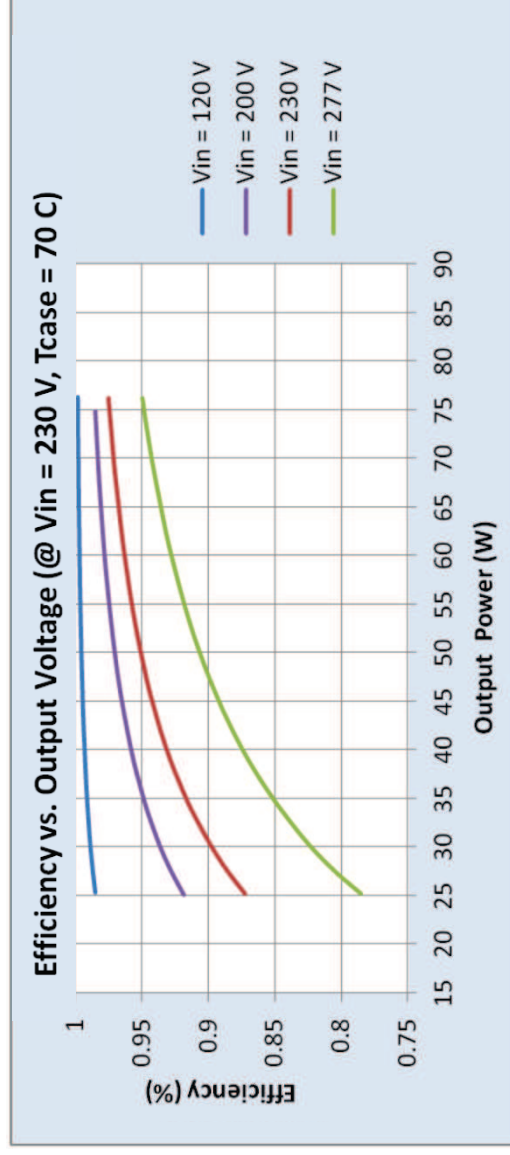
Les critères passés en revue (1)

Plages de courants

Certains drivers n'ont qu'une valeur de courant de sortie, ce qui limite les choix des fabricants et donc les possibilités offertes aux utilisateurs. D'autres drivers ont des plages de courant disponibles de manière à ce qu'une valeur de courant fixe puisse être ajustée en usine (exp: entre 350mA et 700mA)

Efficacité du driver

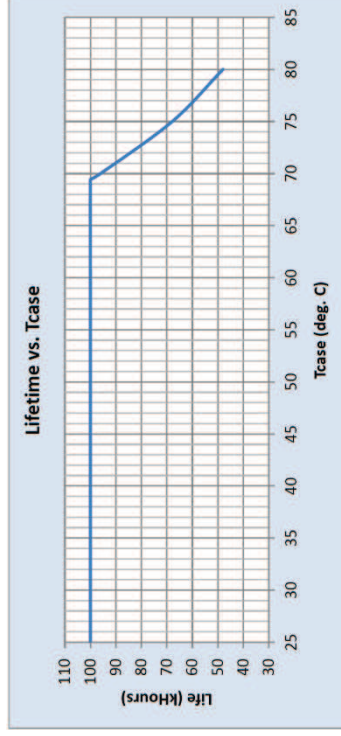
Celle-ci varie en fonction de la charge du driver. Par exemple, un driver de 75W sera très efficace s'il doit alimenter des LED dont la puissance totale est proche de 75W. A l'inverse il sera moins efficace pour des LED de puissance totale 30W.



Les critères passés en revue (2)

Durée de vie

Ce critère est aussi important pour tout fabricant de luminaire qui souhaite intégrer des LED. La durée de vie d'un driver est généralement donnée pour une température maxi admissible sur le driver (appelée Tc ou Tcase)



Le graphe ci-contre montre l'évolution de la durée de vie du driver en fonction du Tc

Cette donnée est généralement associée à un taux de défaillance :

- Pourcentage de survivance en fin de vie du driver selon le modèle MTBF
- Pourcentage de survivance constaté sur le terrain (analyse basée sur les ventes réalisées)

Contrôle de la température des LED

Certains drivers possèdent une thermistance capable, en cas de température anormalement élevée, de baisser le courant d'alimentation des LED de manière à maintenir leur durée de vie.

Protection contre les surtensions

Certains drivers possèdent des protections contre les surtensions plus ou moins importantes

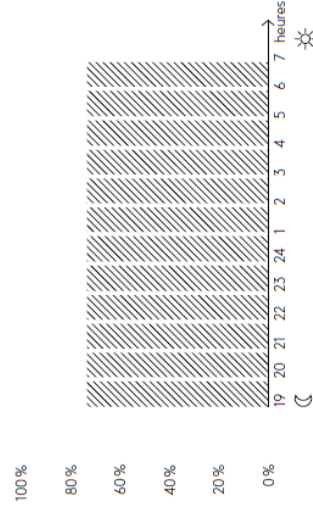
Les critères passés en revue (3)

Possibilités de pilotage

Certains drivers offrent des choix multiples et variés en terme de pilotage :

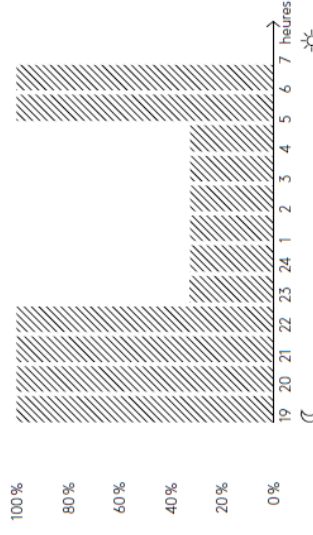
- Par fil pilote en DALI ou 1-10V
- Via un système totalement autonome (réglage au sein du centre industriel).

Un système autonome peut offrir de grandes possibilités de gestion. En voici quelques exemples.



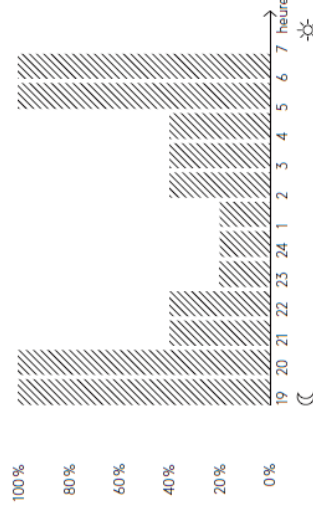
Valeur fixe (sans contrôle)

L'installation n'est pas pilotée. Les LED fonctionnent à un niveau adapté aux besoins du projet (70% dans l'exemple ci-contre)



Gradation simple : service de nuit

En fonction des pré-réglages effectués, le système s'appuie sur les heures d'allumage et d'extinction pour calculer la milieu de la nuit et ainsi, fonctionner en mode gradation quelques heures avant et/ou après.



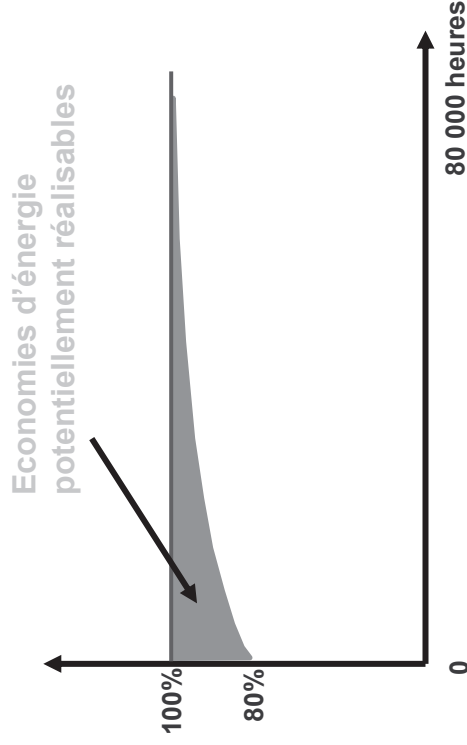
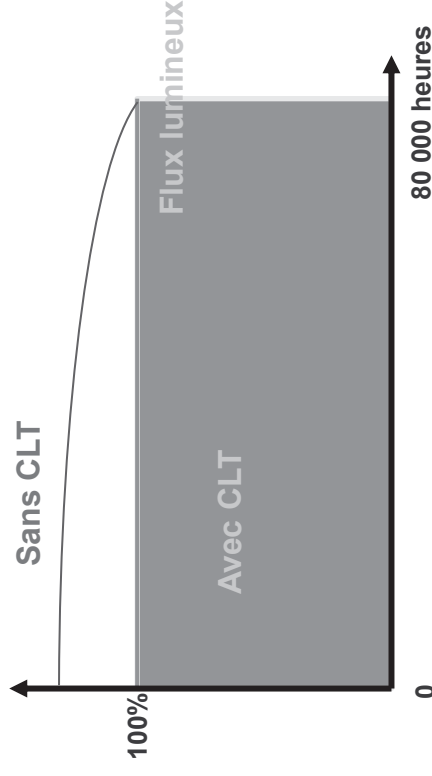
Gradation par paliers : service avancé

Il est possible, si besoin, d'ajouter à la solution précédente des paliers de gradation supplémentaires (jusqu'à cinq).

Les critères passés en revue (4)

L'option CLT (Constant Luminance Technology)

CLT assure que le flux sortant du luminaire est maintenu constant tout au long de la durée de vie du luminaire. Après plusieurs années, les LED voient leur flux décroître. C'est un paramètre intrinsèque de la LED et c'est pourquoi on annonce toujours des durées de vie utile des LED (exp: 80 000hrs L70, soit avec 70% de flux maintenu après 80 000 heures). Ce paramètre peut être influencé par la qualité de gestion thermique dans le luminaire et le courant appliqué aux LED.



Outre les avantages précédemment décrits, l'option CLT offre aussi des économies d'énergie non négligeables.

CLT utilise un algorithme de calcul permettant de compenser cette dépréciation de flux des LED.

Par conséquent, un flux constant peut être garanti tout au long de la vie des LED, résultant en un facteur de maintenance de la source égal à 1.

On évite ainsi tout sur-éclairage durant la durée de vie des LED.

Le choix du convertisseur : conclusion

Utilisateur final

- Avoir une idée très claire des besoins présents et futurs d'une installation (exemple : il peut être judicieux d'installer des luminaires prêts pour l'avenir, donc déjà équipés de certaines options)
- Regarder certains paramètres non négligeables qui peuvent orienter le choix (protections offertes par le driver, garanties etc)

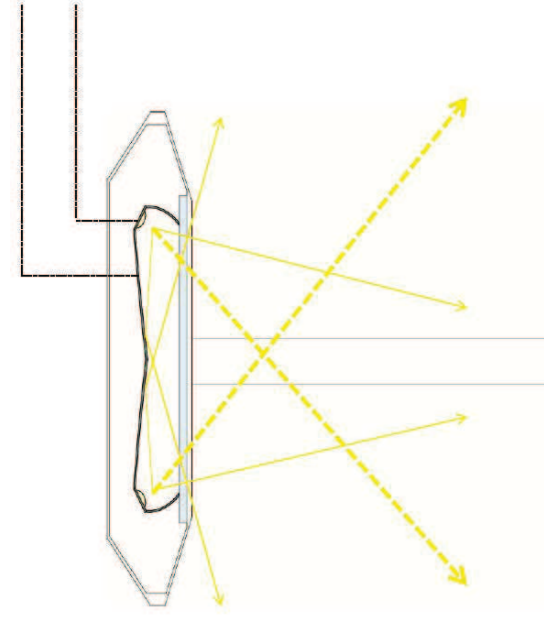


Place de Béthune, Lille

Le choix optique

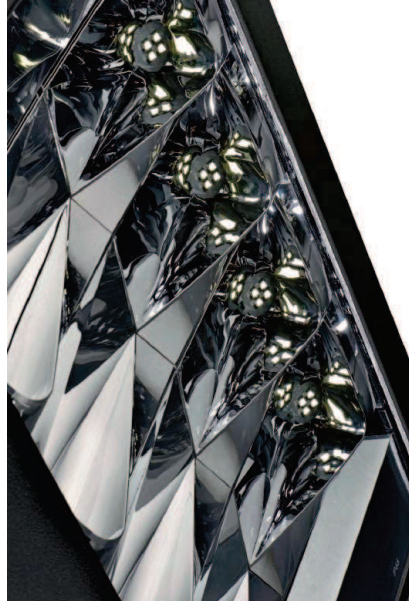
Les fabricants optent généralement pour des lentilles en matière plastique (PMMA) ou des réflecteurs plus classiques (aluminium ou matière plastique injectée métallisée sous vide).

Quels que soient leur choix, ils recherchent toujours à obtenir une efficacité optique maximale.



Réflecteur Cross-Beam

Les LED sont orientées de telle manière que la part maximale de flux émis puisse être réfléchi. La forme du réflecteur autorise des espacements accrues.



Le choix optique : conclusion



Utilisateur final

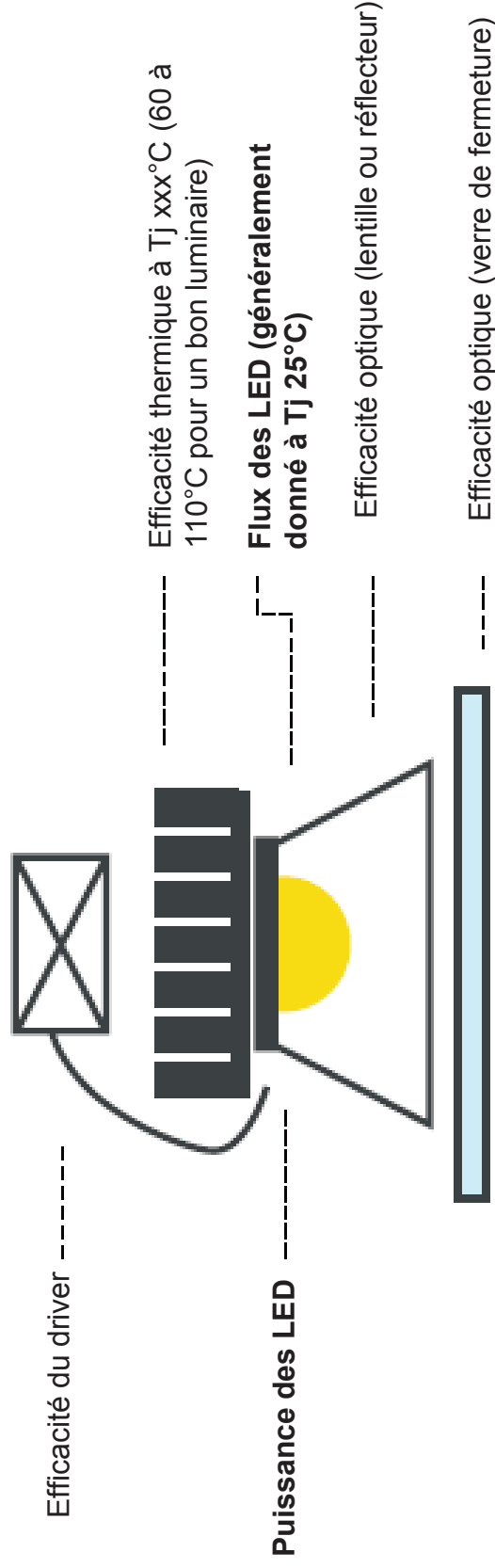
- Quelque soit le système optique choisi, l'utilisateur devra toujours porter attention aux critères qui lui sont chers : photométrie, uniformité, éblouissement, espacements etc
- Demander une étude par projet
- Bien prendre en considération certains avantages et inconvénients tels les facteurs d'utilisation élevés en LED (nécessité ou non de flux arrière pour le projet, respect du SR ratio entre éclairage des trottoirs et de la chaussée)

Dalle du Steir, Quimper
Conception : L'Atelier Lumière

Intégrer des LED dans un luminaire

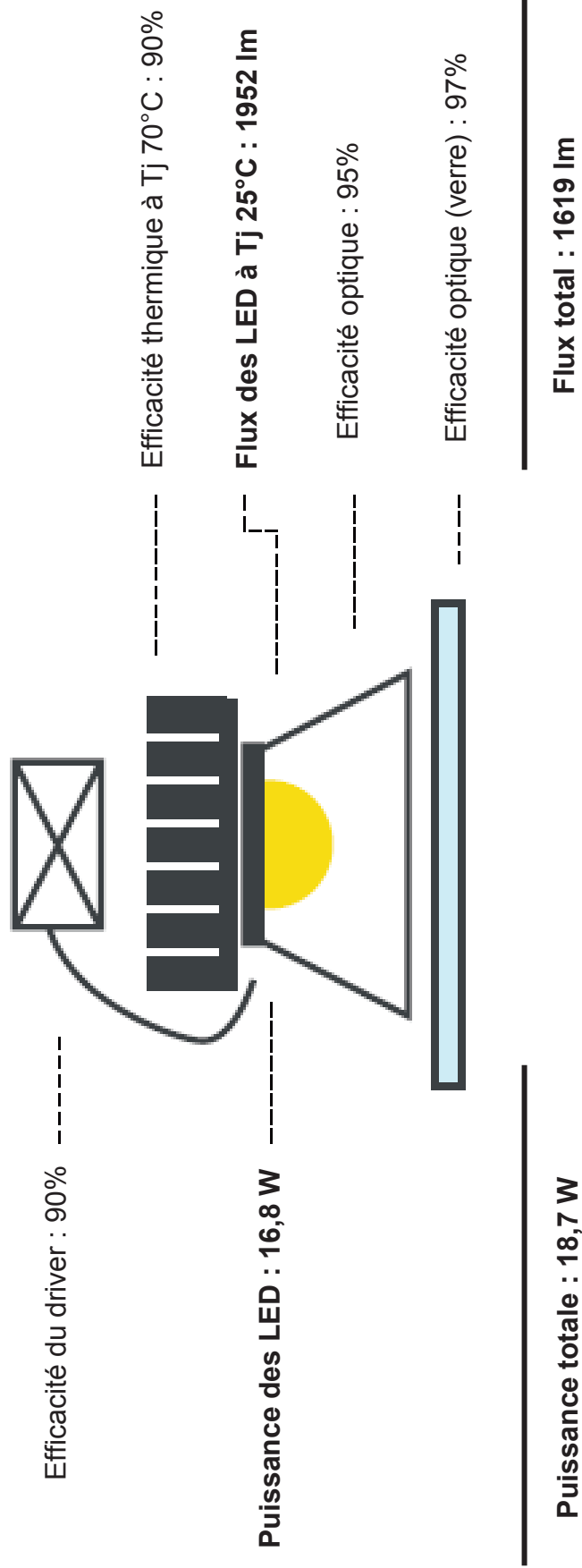
Outre les aspects habituels liés à l'intégration mécanique de composants dans un luminaire, il faudra tenir compte des aspects précédemment cités.

Une LED fiable n'équivaut pas toujours à un luminaire fiable !



Exemple

Prenons l'exemple d'un luminaire équipé de 16 LED d'efficacité **116 lm/W**
- 122 lm/LED pour 1,05 W/LED (350 mA – 3,0 V)



Efficacité système : 86,5 lm/W

Intégrer des LED : conclusion

Utilisateur final

- L'utilisateur final devra toujours s'attacher à porter le regard le plus critique possible sur tout luminaire qui lui sera présenté
- Il ne devra pas s'attendre à des niveaux de performances égaux entre des luminaires dédiés LED (donc optimisés en gestion thermique) et des luminaires adaptés (initialement développés autour de lampes à décharge et auxquels on a ajouté une technologie LED). Les différences sont de l'ordre de 10 à 20lm/W entre ces deux conceptions de produits.
- Il devra lire avec attention les données qui lui seront fournies. Les flux annoncés tiennent-ils compte des efficacités driver, optiques et thermiques? Ou ne s'agit il que de flux LED à $T_j 25^\circ\text{C}$?
- Il devra surtout constamment garder à l'esprit que malgré la durée de vie élevée des LED, l'utilisation d'un luminaire LED ne doit pas mettre un terme aux opérations de maintenance qui sont toujours nécessaires (nettoyage des vasques tous les 3 ans, vérification de la bonne tenue mécaniques des luminaires etc).

Intégrer des LED : conclusion

Utilisées correctement, les performances des LED permettent aujourd'hui de réaliser de nombreux projets. Mais il faut bien garder à l'esprit que :

- L'utilisation de LED ne permet pas de résoudre pas tous les problèmes rencontrés : cela reste une technologie à utiliser de façon réfléchie, dans un contexte adapté.
- Tant que les données des fabricants ne seront pas harmonisées, il conviendra aux utilisateurs d'être très vigilants quant aux valeurs qui leur seront annoncées : attention aux belles promesses !
- Il faut rester prudent vis-à-vis des durées de vie annoncées : il ne s'agit ni de garanties, ni de valeurs mesurées mais d'extrapolations faites quant au vieillissement des LED.
- L'utilisateur devra enfin rester vigilant quant à la qualité des alimentations embarquées. Cela reste une technologie électronique, il est donc nécessaire de prendre de multiples précautions (protection haute tension etc)

Intégrer des LED : conclusion

A ce jour la LED ne permet pas en elle seule de réaliser des économies d'énergie en Eclairage Public.

Elle à cependant d'autres atouts que sont:

- **La gradation instantanée (intéressant sur des systèmes à détection de présence)**
- **La durée de vie**
 - **A considérer avec prudence**
 - **Durée de vie différente entre LED et Driver**
 - **Maintenance quand même obligatoire tous les 3 ou 4 ans**



MERCI

POUR VOTRE ATTENTION

selux
LUDEC