



## **Comprendre la technologie des LED**

Guide des LED

# NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

## LED



Diodes électroluminescentes en boîtier plastique multicolore

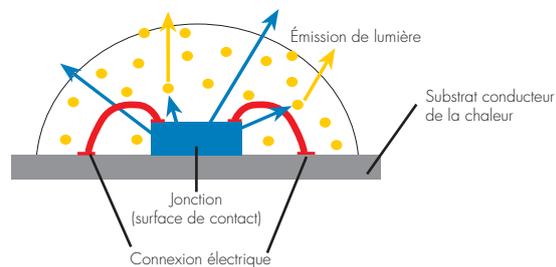
**La pénétration des LED sur le marché de l'éclairage est irrésistible. En Allemagne, la part de marché des LED dans les nouvelles installations d'éclairage intérieur représente déjà plus de 20 %. Pour l'éclairage extérieur, elle atteint déjà plus de 40 %. Les avantages des LED sont multiples. Cependant, les lacunes dans la connaissance du domaine des LED conduisent souvent à des décisions erronées ou inappropriées.**

**L'objet de cette brochure est de vous proposer un guide pratique, simple et compréhensible. Il vous indique les points sur lesquels vous devez faire porter votre attention afin de pouvoir prendre les bonnes décisions.**

### ■ QU'EST-CE QU'UNE LED ?

La LED (diodes électroluminescentes ou DEL) est un élément semi-conducteur qui ne laisse passer le courant que dans une seule direction. Lorsqu'un courant la traverse dans le sens passant, la LED émet une radiation lumineuse qui dépend du matériau semi-conducteur et du matériau dopant (atomes « étrangers » ajoutés).

Schéma de principe d'une LED blanche



Module LED COB LUGA Shop



**Module LED COB LUGA Shop**  
2000 - 5500lm



**LEDLine Flex RGB et monochromes**

## ■ SMD OU COB?

### SMD (Surface-Mounted Device = Composant à montage en surface)

La LED est soudée directement sur la platine un circuit imprimé. Par comparaison au montage de composants avec des « fils traversants », la technologie SMD présente un gain de place important et permet une meilleure liaison thermique.



Module LED  
(Points lumineux individuels)

### COB (Chip-on-Board = puce sur carte)

Les semi-conducteurs (sans boîtier « nus ») sont fixés directement sur le substrat (matériau support). Avec ce procédé, on peut atteindre une « densité de composants » plusieurs fois plus forte qu'avec la technologie SMD. L'énorme avantage technique des modules COB réside dans l'homogénéité du faisceau émis.

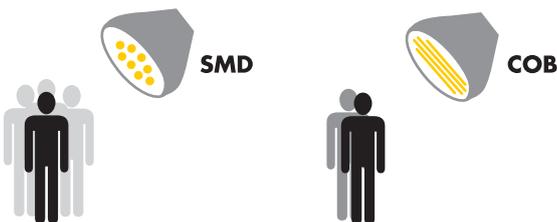
Le cône d'émission est uniforme et sans points lumineux distincts. Si on utilise en outre un substrat en céramique, l'exigence d'un refroidissement optimal est remplie, ce qui permet d'atteindre un rendement et une durée de vie supérieurs.



Module LED COB  
(grande densité d'intégration, faisceau d'émission homogène)

## ■ ÉMISSION DE LUMIÈRE

En raison de l'émission homogène du faisceau, avec la technologie COB on ne distingue pas de points lumineux ni d'ombres multiples (multi-shadowing).



Contours clairs en raison de l'homogénéité du faisceau de la technologie COB

## ■ AVANTAGES DE LA TECHNOLOGIE LED LUGA SUR LES LED COB CÉRAMIQUE DE BASE

### Durée de vie, taux de défaillance et diminution du flux lumineux

La qualité d'un module LED est attestée, entre autres, par son taux de défaillance et la diminution de flux lumineux pendant sa durée de vie.

#### Taux de défaillance

##### (arrêt soudain et total de l'émission) :

Par taux de défaillance des modules LED, on entend le pourcentage des modules qui n'émettent plus aucune lumière. Le taux de défaillance des modules LED est de 0,2 % par 1000 heures. Cela signifie qu'au bout de 50 000 heures, au plus 10 % des modules auront cessé de fonctionner. Le paramètre **Cz** exprime le taux de défaillance.

##### Diminution de flux lumineux (également dégradation = diminution progressive du flux lumineux) :

Au cours de leur durée de vie, le flux lumineux émis par les modules LED diminue en raison de modifications physicochimiques. La grandeur **Lx** mesure la dégradation au cours de la durée de vie. La grandeur **Lx** indique quel flux lumineux reste émis par les modules LED au bout de leur durée de vie théorique. Par exemple, L70 à 50 000 heures signifie qu'au bout de 50 000 heures de fonctionnement, il reste encore 70 % du flux lumineux de départ.

À côté du taux de défaillance CZ, on considère également le taux d'erreur **By** en relation immédiate avec la durée de vie théorique LX. La grandeur **By** donne le pourcentage des modules LED, qui devraient avoir un flux inférieur à LX. Une valeur courante est de B50. Cela veut que 50 % des modules, par exemple au bout de 50 000 heures, devraient tomber au-dessous de L70.

La durée de vie de modules LED est également indiquée en tenant compte des diminutions, d'une part progressive du flux lumineux (par ex. L70/B50) et, d'autre part soudaine (par ex. L0/C10). On tient ainsi compte des effets du vieillissement et des défaillances totales d'un module LED.

Les modules **LED LUGA COB** se distinguent de manière décisive par leurs valeurs excellentes. Avec **L90/B10**, au bout de 50 000 heures on atteint encore 90 % du flux lumineux initial et seulement 10 % des modules peuvent passer au-dessous de la

## NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

### LED



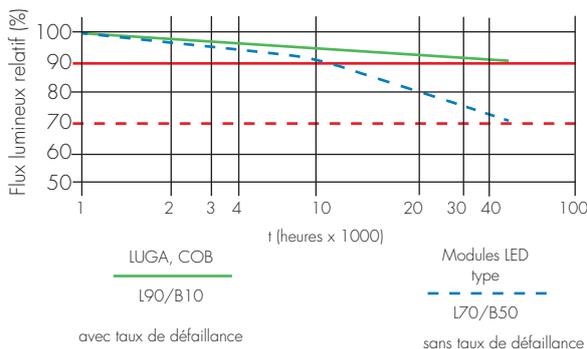
Diffuseur pour les modules LUGA Line



Modules LED COB LUGA Line

barre L90. Cette extrême stabilité de comportement (L90/B10) des modules LUGA conduit déjà lors de la conception d'un projet d'installation d'éclairage à des économies car le taux de défaillance et le facteur de vieillissement sont quasiment négligeables. Avec les modules présentant une plus forte dégradation, on est généralement obligé de compenser la diminution du flux lumineux par l'augmentation du nombre de modules, dès le stade du projet. Cela a cependant pour résultat d'augmenter la consommation globale d'énergie.

Dégradation au bout de 50 000 h.



### Flux lumineux

Le flux lumineux en Lumen (lm) dépend de l'intensité du courant délivré par le module de commande (circuit d'excitation). Les courants d'excitation standard sont 350/500/ 700/1050 mA. Plus le courant de commande est élevé, plus le flux lumineux est élevé. Le flux lumineux dépend également de la couleur de l'émission. Plus la lumière est « froide » (température de couleur), plus le flux lumineux est élevé. Les modules LUGA VS atteignent jusqu'à 14 000 lm.

### EFFICACITÉ

L'efficacité exprime le rapport entre le flux lumineux F en lumens (lm) et la puissance électrique P consommée en watts (W). On remarquera qu'en ce qui concerne la puissance, la puissance du système (puce émettrice plus module de commande) et qu'en ce qui concerne le flux lumineux, les « lumens chauds » (flux lumineux à la température de service) se rapprochent. Une solution système optimisée se doit de proposer des composants mutuellement adaptés. Les caractéristiques des composants individuels sont d'une aide précieuse pour effectuer le bon choix. Les caractéristiques du circuit d'excitation sont en premier lieu le facteur d'efficacité et le facteur de puissance.



Modules LED pour l'éclairage industriel



Comparaison :  
rendu des couleurs ~80/>85

Ici, l'efficacité devrait être  $> 0,85$  et le facteur de puissance pour des appareils d'une puissance installée  $> 25$  W devrait être de  $0,9$ . Les modules COB LUGA atteignent par ailleurs un rendement lumineux pouvant atteindre  $153$  lm/W.

Comparaison modules LED / lampes fluorescentes  
(flux lumineux optimisés)

Lampes fluorescentes T8* Température de couleur 830 = 3000 K			Module LED COB LUGA Line 3000 K				
Puis- sance	Flux lumineux	Efficacité	Courant d'excita- tion	Nombre de modules	Puis- sance	Flux lumineux	Efficacité
W	lm	lm/W	mA		W	lm	lm/W
18	1350	<b>75</b>	350	2	10,1	1414	<b>140</b>
36	3350	<b>93</b>	500	3	22,8	2967	<b>130</b>
58	5200	<b>90</b>	700	4	44,9	5344	<b>119</b>

\* Données des lampes hors module de commande

Comparaison de la puissance système de modules LED et de lampes fluorescentes, toutes avec module de commande  
(flux lumineux optimal)

Puissance du système Lampe plus circuit de commande*			Puissance du système Module LED plus circuit d'excitation**				
Puis- sance	Flux lumineux	Efficacité	Courant d'excita- tion	Nombre de modules	Puis- sance	Flux lumineux	Efficacité
W	lm	lm/W	mA		W	lm	lm/W
19,5	1350	<b>69,2</b>	350	2	11,4	1414	<b>124</b>
34,5	3350	<b>97,1</b>	500	3	25,7	2967	<b>115</b>
55	5200	<b>94,5</b>	700	4	50,6	5344	<b>106</b>

\* Données pour utilisation avec circuit électronique de commande

\*\* Exemple pour circuit de commande à courant constant jusqu'à  $2 \times 40$  W

## ■ COULEUR ÉMISE

Données en Kelvin (température de couleur), z. B.

- ➔ 3000 K pour blanc chaud
- ➔ 4000 K pour blanc neutre
- ➔ 5000 K pour blanc froid

Cette répartition est indiquée par le « code photométrique » et vaut pour les LED tout autant que pour les lampes fluorescentes. Exemple : 830 se décompose en 8 = indice de rendu des couleurs (IRC)  $> 80$  ; et 30 = 3000 K.

S'il est possible d'utiliser une température « plus froide », l'efficacité d'une installation peut être portée à une valeur plus élevée.

## ■ RENDU DES COULEURS

Pour calculer l'indice de rendu des couleurs IRC, on a défini 14 couleurs de test. Pour calculer l'indice général de rendu des couleurs  $R_a$  on utilise toutefois seulement les huit premières couleurs test.

R1	Vieux rose		R9	Rouge saturé	
R2	Jaune moutarde		R10	Jaune saturé	
R3	Jaune-vert		R11	Vert saturé	
R4	Vert clair		R12	Bleu saturé	
R5	Turquoise		R13	Rose (couleur peau)	
R6	Bleu ciel		R14	Vert feuille	
R7	Violet ester				
R8	Violet lilas				

### Indice de Rendu des Couleurs, IRC $> 80$

Cette valeur représente une valeur moyenne, c'est-à-dire que pour un IRC identique, il peut y avoir des écarts dans le rendu individuel des couleurs  $R_i$ . Selon la nature du travail visuel (reconnaissance des nuances de textiles, activités bureautiques, travail dans une salle de commande), les exigences de rendu des couleurs peuvent être très différentes. S'il n'y a pas de conditions particulières de rendu des couleurs, on peut mettre à profit l'efficacité car quand l'IRC diminue, le rendement lumineux augmente.

## ■ TOLÉRANCE DE COULEUR

Les ellipses de MacAdam servent à déterminer les écarts de couleur perçus. Elles représentent sur le diagramme des couleurs les surfaces pour lesquelles les couleurs de comparaison autour d'une nuance donnée sont perçues comme également proches (MacAdam : physicien américain). Jusqu'à une distance de 3 MacAdam, les tolérances de couleur sont à peine décelables. Pour des distances plus importantes, les écarts de couleur deviennent perceptibles et deviendront encore plus grands au cours de la durée de vie. On voit bien que dans la région des verts et des jaunes de l'arbre des couleurs de la CIE (voir page 6), les ellipses de MacAdam sont nettement plus grosses que dans la région des bleus ou des violets. Cet effet montre que l'œil humain perçoit moins bien les différences de couleur sur les LED vertes que sur les LED bleues.

## NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

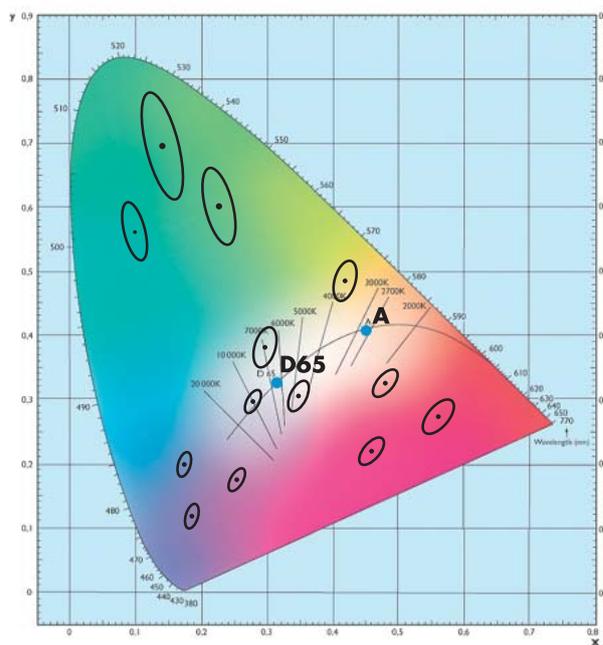
### LED



VS LUGA Shop



MClass High Bay LED-Modul



Ellipses de McAdam (agrandies 10 fois pour mieux voir) A : lampe à incandescence à 2856 K  
D65 : phase lumière du jour avec température de couleur de 6500 K

#### ■ TRI EN CLASSES DE TOLÉRANCE (BINNING)

Sous condition de fabrication avec les tolérances les plus serrées, on peut provoquer des écarts de flux lumineux et de température des LED. Pour maintenir ces écarts dans des limites, les LED sont réparties en classes de tolérance (binning). Ainsi, la qualité dépend directement des limites de tolérance fixées.

#### ■ GESTION THERMIQUE

Le rendement lumineux ainsi que la durée de vie d'un module LED dépendent étroitement de la gestion thermique. L'utilisation ciblée de dissipateurs thermiques contribue de façon décisive à la bonne gestion thermique. Vous trouverez des informations détaillées sur notre site Web [www.vossloh-schwabe.com](http://www.vossloh-schwabe.com) à la rubrique « Produits -> Conseils -> Guide de gestion thermique ».



**Système de commande d'éclairage LiCS**

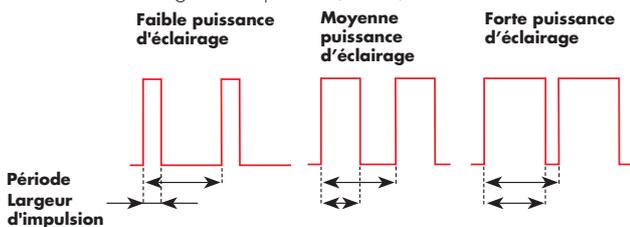


**Modules LED avec circuits d'excitation**

## ■ COMMANDE DE L'ÉMISSION

Par principe, on peut commander l'émission des LED. La modulation en largeur d'impulsion est devenue la technologie obligée (PWM). Pour les signaux de commandes de luminosité bien connus 1-10 V, DALI, DMX, on trouve sur le marché des interfaces de conversion en un signal PWM ainsi que des dispositifs intégrés.

Modulation en largeur d'impulsion (PWM)



## ■ NORMES ET DIRECTIVES DE

### Sécurité :

- Modules LED pour l'éclairage général  
DIN EN 62031 (VDE 0715-5)  
Ces normes définissent les exigences de sécurité ainsi que les conditions de conformité et les procédés de contrôle des modules LED, avec et sans module de commande intégré.
- Modules de commande de LED  
CEI 61347-1 et CEI 61347-2-13  
Ces normes définissent les exigences de sécurité des modules de commande de modules LED.
- Réglementation d'uniformité terminologique en matière de technologie des LED  
CEI 62504 (CDV Stadium)  
Cette norme stipule une terminologie et des définitions unifiées afin qu'en matière de technologie des LED, les jugements puissent être comparables sur la base d'une acception uniforme de ces définitions.

### Méthodes de travail :

CEI/PAS 62717 (modules LED) et CEI 62384 (modules de commande de LED)

Les données techniques optiques ont été préparées et mises en forme par les commissions techniques de la CIE :

- Normes de mesure d'intensité des LED TC2-46 CIE/ISO
- Mesure des propriétés optiques des grappes et matrices de LED TC2-50

- Mesure du rayonnement et de la densité lumineuse des LED TC2-58
- Mesure optique des LED de forte puissance TC2-63
- Procédé de contrôle rapide des LED TC2-64

## Sécurité photo-biologique des lampes et système de lampes :

IEC 62471, DIN EN 62471 (VDE 0837-471)

Cette norme internationale élaborée en Europe dans le cadre de la directive basse tension pour la sécurité, décrit de quelle manière les sources lumineuses et par conséquent les LED, modules LED et éclairages à LED doivent être mesurés et évalués.

## ■ ZHAGA

Au vu des progrès rapides dans le domaine de la technologie des LED, le Zhaga, un consortium international de fournisseurs de systèmes et composants d'éclairage, doit rendre possible l'interchangeabilité des produits de divers fabricants. L'interchangeabilité est rendue possible par la définition d'interfaces pour un grand nombre de générateurs de lumière (Light-Engines = combinaison de modules LED et de modules de commande) spécifiques des applications. Les spécifications Zhaga couvrent les dimensions physiques ainsi que les paramètres photométriques, électrique et thermique des Light-Engines à LED (LLE).

## ■ SYSTÈMES À LED DE VOSSLOH-SCHWABE - RÉSUMÉ DES AVANTAGES

- Technologie COB la plus récente (faisceau d'éclairage homogène, meilleure tenue en température)
- Plus longue durée de vie (50 000 heures)
- Excellent rendement lumineux
- Diminution de flux lumineux minimale et très faible taux de défaillance (L90/B10)
- Très bon rendu des couleurs (IRC Ra > 90)
- Tolérance de couleur très étroite
- Circuit d'excitation à pertes minimales et disjonction thermique
- Support et optique (par ex. lentilles) adaptés montés sur les modules LED

L'utilisation de systèmes de commande d'éclairage (LiCS = light control system) procurant encore plus d'efficacité et de confort pour l'utilisation en intérieur et en extérieur.



Si quelque part dans le monde une lumière s'allume, Vossloh-Schwabe apporte une contribution décisive pour que tout fonctionne sans incident.

Sise en Allemagne, Vossloh-Schwabe fait partie depuis 2002 du groupe Panasonic, un acteur mondial de tout premier plan dans le domaine des techniques d'éclairage. La qualité et les performances de ces produits sont à l'origine du succès de l'entreprise.

Le catalogue des produits comprend la palette complète des composants techniques d'éclairage entrant dans la construction des systèmes à LED, des modules de commande optimisés, des systèmes de commande modernes (LiCS) ainsi que des systèmes de régulation et de montage électronique et magnétiques.

A member of the Panasonic group **Panasonic**

### **Vossloh-Schwabe Deutschland GmbH**

Hohe Steinert 8 · D-58509 Lüdenscheid · Allemagne  
Téléphone +49 (0) 23 51/10 10 · Fax +49 (0) 23 51/10 12 17

**[www.vossloh-schwabe.com](http://www.vossloh-schwabe.com)**

**VS LIGHTING SOLUTIONS**

All rights reserved © Vossloh-Schwabe  
Sous réserve de modifications techniques, sans préavis  
Guide des LED FR 11/2014