

GUIDE

IMPORTANCE DE LA NORMALISATION DES CRITÈRES DE PERFORMANCE DES LUMINAIRES LED

Autoriser une comparaison objective des performances des luminaires LED n'est possible qu'en passant par la publication de performances initiales établies en accord avec les exigences de performances des normes provisoires IEC/PAS¹.

Table des matières

1.	Introduction	2
2.	Critères qualités	2
3.	Code photométrique	5
4.	Critères de qualité au cours du temps	7
5.	Obtenir des informations fiables et précises	10
6.	Annexe 1 – terminologie LED	11
7.	Annexe 2 – résumé des normes internationales et américaines existantes	12

¹ Spécifications mises à disposition du public (ou *Publicly Available Specification* en anglais) de la Commission Électrotechnique Internationale (CEI, ou *IEC* en anglais)

1. Introduction

La croissance de l'éclairage LED provoque une transformation importante de notre industrie de l'éclairage. La LED peut offrir une palette de millions de couleurs et des effets dynamiques que l'éclairage conventionnel ne peut atteindre en termes de conception, de mise en scène et d'ambiance. Grâce à leur compacité et à leur faible rayonnement thermique, les LED peuvent être intégrés à peu près partout. Étant numériques, elles sont programmables, ce qui offre des possibilités illimitées pour un usage créatif et une gestion efficace. Enfin, la durée de vie élevée et les économies d'énergie et d'entretien des LED offrent des solutions d'éclairage potentiellement efficaces.

Il y a cependant un hic : ces dernières années le marché de l'éclairage a été inondé par un grand nombre de nouveaux entrants non reconnus. Certains font des promesses douteuses sur la performance de leurs produits qui sont trop belles pour être vraies, et qui ne sont pas fondées sur des bases techniques. Tous les acteurs du marché tels que les prescripteurs d'éclairage et les concepteurs lumière ont besoin de savoir pendant combien de temps un luminaire LED fournira un pourcentage significatif de son flux lumineux initial durant ses années d'exploitation. En l'état, il peut être difficile de savoir à qui faire confiance ou quoi croire.

Ce guide a pour but d'apporter de la clarté, en instaurant un ensemble universel de critères de qualité qui ont été récemment décrits dans deux documents IEC/PAS. Pour les utilisateurs de luminaires LED, il est important d'appliquer les mêmes critères de qualité normalisés et donc comparables pour évaluer les assertions des fabricants. Les utilisateurs de luminaires LED devraient toujours demander les spécifications des luminaires LED mesurées en conformité avec les prescriptions des nouveaux documents IEC/PAS.

Dans le domaine de la normalisation, trois éléments peuvent être normalisés : les définitions techniques, les méthodes de mesure et les valeurs limites. Les documents IEC/PAS d'exigences de performance de la CEI donnent la définition de critères de qualité et la façon de les mesurer.

Cela permettra à toutes les parties intéressées de faire des comparaisons en mettant tous les produits sur un pied d'égalité, avec une base commune. Alors seulement, nous aurons des règles du jeu pleinement équitables grâce à ces spécifications qui servent véritablement les intérêts des utilisateurs finaux, prescripteurs, concepteurs et fabricants.

2. Critères qualités

La Commission Électrotechnique Internationale (CEI) a publié récemment deux documents « spécifications mises à disposition du public » (PAS en anglais) d'exigences de performance :

- IEC/PAS 62717 – Exigences de performances – Modules de LED pour l'éclairage général
- IEC/PAS 62722 – Exigences de performances – Luminaires LED pour l'éclairage général

Ces deux documents ont été développés simultanément pour assurer une cohérence maximale dans les définitions des critères de qualité et les méthodes de mesure. Les méthodes d'essai sont autant que possible définies dans le document pour les modules LED. Par ailleurs, le document IEC/PAS 62722 pour les luminaires permet, sous certaines conditions, l'utilisation de modules conformes à l'IEC/PAS 62717 afin de réduire le nombre de tests pour les luminaires LED.

La durée de vie des luminaires LED est, dans la plupart des cas, beaucoup plus longue que les durées d'essai pratiques. Par conséquent, la vérification des données du fabricant en termes de durée de vie ne peut être faite de manière suffisamment fiable. Pour cette raison, l'acceptation ou le rejet de ces données de durée de vie du fabricant, au-delà de 25 % de durée de vie assignée (avec un maximum de 6 000 heures), est hors du

champ de ces deux documents IEC/PAS. Pour valider des données de durée de vie, une extrapolation des données de test est nécessaire. Une méthode générale pour prévoir des données au-delà d'un temps de test limité est en cours d'examen.

Les deux documents IEC/PAS d'exigences de performance donnent :

- la définition d'un ensemble de critères de qualité relatifs aux spécifications initiales d'un produit ;
- une description normalisée sur la façon de mesurer ces critères de qualité.

Cela rend les déclarations des fabricants sur les spécifications nominales des modules et luminaires LED comparables. Restez attentif au fait que l'acceptation ou le rejet des revendications des fabricants en termes de durée de vie est hors du champ de ces documents !

Les documents IEC/PAS suggèrent la liste suivante des critères de qualité à considérer lors de l'évaluation des déclarations des fabricants :

- a) Puissance d'entrée nominale
- b) Flux lumineux nominal
- c) Efficacité du luminaire LED
- d) Distribution des intensités lumineuses
- e) Code photométrique
- f) Température de couleur proximale (TCP)
- g) Indice de rendu des couleurs nominal (IRC)
- h) Coordonnées de chromaticité CIE, à la fois initiales et à maintenir
- i) Code du facteur de maintenance du flux lumineux
- j) Durée de vie assignée (en heures) du module LED et le facteur de maintenance du flux lumineux nominal associé (L_x)
- k) Taux de mortalité (F_v) correspondante à la durée de vie assignée du module LED dans le luminaire
- l) Température ambiante (t_q) pour un luminaire

Ci-dessous une brève explication des différents critères de qualité.

a) Puissance d'entrée nominale

La puissance d'entrée nominale inclut celle du luminaire et de son alimentation. Elle est exprimée en watts.

b) Flux lumineux nominal

Il correspond à la lumière émise par le luminaire (unité de flux lumineux). Il est exprimé en lumens.

- Pour des luminaires conventionnels (non LED), il n'est pas courant de mesurer et publier le flux lumineux. L'usage est de publier le flux des lampes utilisées et le rendement (LOR, pour *Light Output Ratio*) du luminaire;
- Pour des luminaires LED, on publie le flux sortant du luminaire car il n'est pas pertinent de parler du flux de la lampe ou du rendement du luminaire ;
- Pour faire une comparaison technique entre une solution d'éclairage réalisée avec des luminaires «traditionnels» et les luminaires «LED», il est recommandé d'appliquer une méthode de projet et de comparer les deux études.

c) Efficacité du luminaire LED

Le flux lumineux initial mesuré divisé par la puissance d'entrée initiale mesurée sur le même luminaire LED. Elle est exprimée en lumens par watt.

d) Distribution des intensités lumineuses

La distribution spatiale du flux lumineux représentée graphiquement par une courbe de distribution des intensités lumineuses ; elle est habituellement dessinée dans un diagramme polaire représentant l'intensité lumineuse dans toutes les directions de l'espace. Elle est exprimée en candelas : $cd = lm / sr$.

e) Code photométrique

Le code photométrique à six chiffres indique les paramètres importants de « qualité de la lumière » : IRC, TCP, coordonnées chromatiques et code du facteur de maintenance du flux lumineux.

f) Indice de rendu des couleurs nominal (IRC²)

Le rendu des couleurs d'un module LED de lumière blanche est l'effet sur l'apparence colorée des objets en comparaison consciente ou inconsciente avec l'apparence colorée des mêmes objets éclairés avec un illuminant de référence.

g) Température de couleur proximale (T_{CP}³)

La température de couleur d'un module LED de lumière blanche est déterminée en comparant la lumière émise par le module LED avec la lumière d'un radiateur corps noir idéal à la température donnée. Elle est exprimée en Kelvin.

h) Coordonnées de chromaticité CIE, à la fois initiales et à maintenir

Le comportement des coordonnées de chromaticité d'un module LED exprimé par les deux résultats des coordonnées de chromaticité mesurées à l'état initial et à maintenir.

i) Code de facteur de maintenance du flux lumineux

Le flux lumineux initial mesuré (valeur initiale) est par convention la valeur de référence de 100 %, utilisée comme premier point de données pour déterminer la durée de vie module LED. Le flux lumineux à maintenir est mesuré à 25 % de la durée de vie assignée à concurrence de 6 000 heures et exprimé en pourcentage de la valeur initiale. La valeur du flux à maintenir détermine le code facteur de maintenance du flux lumineux (voir tableau 3).

j) Durée de vie assignée (en heures) du module LED et le facteur de maintenance du flux lumineux nominal associé (L_x)

Temps pendant lequel une population de modules LED fournit un flux lumineux supérieur au pourcentage indiqué (x) du flux lumineux initial, il est toujours publié en combinaison avec le taux de mortalité. Il est exprimé en heures.

k) Taux de mortalité (F_y) correspondant à la durée de vie assignée du module LED dans le luminaire

Le pourcentage (y) du nombre de modules LED d'un même type ne fonctionnant plus après la durée de vie assignée exprime le pourcentage (taux) de défauts. Ce taux de défauts est issu des effets combinés de tous les composants d'un module y compris les effets mécaniques, pour autant que le flux lumineux soit concerné. Le résultat sur la LED peut être aussi bien moins de lumière qu'annoncé que plus de lumière du tout.

l) Température ambiante (tq) pour un luminaire

La température ambiante autour du luminaire, pour laquelle les critères précédents sont garantis. Pour un niveau de performances donné, la température ambiante (tq) est une valeur fixe. Il est possible d'indiquer différentes valeurs de performances, pour différentes températures ambiantes. Elle est exprimée en degrés Celsius.

Attention : vous devez vous assurer que la température tq soit compatible avec l'usage qui sera fait du luminaire.

² IRC: en anglais *CRI* pour *Color Rendering Index*

³ T_{CP}: en anglais *CCT* pour *Correlated Color Temperature*

Lorsqu'on évalue les valeurs de performances annoncées par différents fabricants, il est important :

- de comparer un ensemble de critères de qualité normalisés
- de s'assurer que ces critères de qualité soient mesurés en conformité avec les normes appropriées.

Les spécifications des produits des fabricants de luminaires LED doivent être publiées selon les exigences de performance des documents IEC/PAS correspondants.

Dans les parties suivantes nous allons regarder de plus près certains des critères les plus complexes, expliquer leurs relations et pourquoi ils sont importants.

3. Code photométrique

Le code photométrique à six chiffres donne les paramètres importants de « qualité de la lumière » :

- IRC et T_{CP} initiaux
- coordonnées de chromaticité, à la fois initiales et à maintenir
- code de facteur de maintenance du flux lumineux

Indice de rendu des couleurs (IRC)

Bien que des sources de lumière puissent avoir la même apparence colorée, cela ne signifie pas nécessairement que des surfaces colorées auront le même aspect sous ces différentes sources. Deux sources qui semblent offrir les mêmes blancs peuvent être le résultat de mélanges de différentes longueurs d'onde. En conséquence, un matériau donné peut apparaître différemment puisque sa surface peut ne pas refléter les longueurs d'onde reçues de la même manière ; son apparence colorée va changer selon qu'elle est exposée à l'une ou l'autre source. Ainsi, le rendu des couleurs est un critère important lors du choix des sources de lumière pour des solutions d'éclairage.

Cependant la technologie LED offre une répartition spectrale réduite, et l'indice IRC ne donne pas toujours une juste représentation de l'apparence colorée. De nouvelles définitions et méthodes de mesure sont actuellement en développement à la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage).

La classification initiale du CRI pour le code photométrique peut être obtenue en utilisant les intervalles suivants :

Code	Intervalle IRC	Propriétés de rendu des couleurs
6	57-66	Pauvre
7	67-76	Moyen
8	77-86	Bon
9	87-100	Excellent

Tableau 1 : intervalles de valeurs de rendu des couleurs

Température de couleur proximale (T_{CP})

Bien que la lumière blanche soit un mélange de couleurs, les blancs ne sont pas tous les mêmes, car ils dépendent des couleurs dont ils sont constitués. Ainsi, un blanc avec une proportion plus élevée de rouge apparaîtra plus chaud et un blanc avec une proportion plus élevée de bleu apparaît plus froid. Afin de classer les différents types de lumière blanche, le concept de température de couleur est utilisé : il est décrit par la couleur d'un corps noir parfait à certaines températures. Ce concept peut être facilement expliqué à l'aide de radiateurs thermiques familiers comme le filament d'une lampe à incandescence.

Lorsque ces matériaux sont chauffés à une température de 1000 K leur apparence colorée sera rouge, à 2000-3000 K ils vont être jaune blanc, blanc neutre à 4000 K, et blanc froid à 5000-7000 K. En d'autres termes : plus la température de couleur est élevée, plus la lumière blanche semble froide.

La valeur du paramètre T_{CP} pour le code photométrique peut être obtenue en divisant par 100 la valeur T_{CP} initiale.

Coordonnées de chromaticité

Dans l'étude de la vision des couleurs, les ellipses de MacAdam expriment une zone du diagramme de chromaticité CIE où la couleur située au centre de l'ellipse ne peut être distinguée de toutes les autres couleurs contenues dans l'ellipse (zone de confusion colorimétrique visuelle).

Représentées à une échelle 3, 5 et 7 par rapport à la dimension originale, les ellipses de MacAdam définissent des graduations sur le diagramme de chromaticité CIE, à partir d'une couleur donnée. On parle alors d'ellipse de MacAdam de niveau 3, 5 ou 7.

Ces graduations permettent de comparer 2 sources en exprimant la variation de couleur. Pour une source de couleur donnée (couleur au centre de l'ellipse), une autre source de couleur contenue dans une ellipse de MacAdam de niveau 3 aura une couleur plus proche que si elle était contenue dans une ellipse de niveau 5, voire 7.

Les coordonnées de chromaticité sont mesurées à l'état initial et à une valeur à maintenir qui correspond à 25 % de la durée de vie nominale à concurrence d'une durée maximale de 6 000 heures de fonctionnement.

Les intervalles de variation de couleur initiale ou à maintenir qui sont utilisés pour établir le code photométrique sont définis dans le tableau ci-après :

Dimension de l'ellipse de MacAdam, centrée sur la couleur cible	Catégorie de variation de couleur	
	initiale	à maintenir
3	3	3
5	5	5
7	7	7
>7	7+	7+

Tableau 2 : tolérances (catégories) sur les valeurs des coordonnées de chromaticité

Flux lumineux

Puisque la durée de vie d'un luminaire LED est (très) longue, il est très chronophage de mesurer la baisse de flux dans le temps (par exemple L_{70} qui est le temps pendant lequel le module LED produit au moins 70% de son flux lumineux nominal). Le comportement des LED en termes de maintenance du flux peut aussi différer considérablement selon les types et les fabricants. Il n'est pas possible d'exprimer la maintenance du flux de toutes les LED par de simples calculs mathématiques. Une diminution rapide du flux lumineux initial n'implique pas automatiquement qu'une LED en particulier n'atteindra pas sa durée de vie nominale.

Afin de valider une durée de vie spécifiée, une extrapolation des données de test est nécessaire. La CEI travaille actuellement à l'élaboration d'une méthode générale permettant de prolonger les données de mesure au-delà du temps de test. Aux États-Unis une extrapolation basée sur les données d'essai LM-80⁴ sera décrite dans les spécifications IES TM-21⁵.

⁴ IES LM-80 : Approved Method for Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources

⁵ Spécifications IES TM-21 : Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources

Au lieu de valider la durée de vie, dans les documents IEC/PAS on opte pour mesurer le facteur de maintenance du flux lumineux à un instant donné. Par conséquent, le code ainsi défini n'implique pas une prédiction de la durée de vie atteignable.

Le flux lumineux maintenu est mesuré à 25 % de la durée de vie assignée à concurrence d'un maximum de 6 000 heures. La valeur de classification du code photométrique est obtenue en utilisant l'une des « catégories de facteur de maintenance du flux lumineux » suivantes :

Maintien du flux (%)	Code
> 90	9
> 80	8
> 70	7

Tableau 3 : code de facteur de maintenance du flux à un instant donné

Pour comprendre la signification du code photométrique, nous allons décoder 830/359 dans l'exemple suivant :

- valeur initiale IRC de 84 - Code 8 ;
- valeur initiale T_{cp} 3 000 K - Code 30 ;
- répartition initiale des coordonnées de chromaticité dans une ellipse de MacAdam de niveau 3 - Code 3 ;
- répartition initiale à maintenir des coordonnées de chromaticité dans une ellipse de MacAdam de niveau 5 - Code 5 ;
- flux lumineux de 91 % à 25 % de la durée de vie assignée - Code 9.

Le code photométrique du module LED doit être noté sur l'emballage du produit et sur sa notice.

4. Critères de qualité au cours du temps

Nous avons vu que la plupart des critères de qualité décrits dans les documents IEC/PAS sont liés aux exigences de performance initiale des modules LED et luminaires à LED. Concernant les valeurs à maintenir on parle d'environ 25 % de durée de vie nominale à concurrence d'un maximum de 6 000 heures, le temps que les essais soient terminés. Il n'y a pas de validation de la durée de vie au-delà de 6 000 heures ; des méthodes de test accélérées permettant de prévoir la dépréciation du flux lumineux du module LED et/ou la durée de vie du luminaire LED sont en cours d'examen.

Toutefois, il est important de garder à l'esprit que la durée de vie fondée sur le facteur de maintenance du flux et la durée de vie du luminaire sont deux choses très différentes. La durée de vie fondée sur le facteur de maintenance du flux est basée sur une prévision du maintien du flux des sources lumineuses LED intégrées à ce luminaire ; plus simplement, elle indique le temps (en heures) pendant lequel un luminaire LED fournira une quantité suffisante de lumière dans une application donnée.

Déclarations de facteur de maintenance du flux lumineux

Actuellement de nombreux fabricants de luminaires LED utilisent les résultats des tests selon les spécifications LM-80 (voir les explications en annexe 2) pour les seuils L_{90} , L_{70} et L_{50} de maintien du flux lumineux. Mais il n'y a pas de relation entre les résultats du test LM-80 habituellement fait par le fabricant de LED et les résultats sur un luminaire LED dans lequel par exemple la gestion thermique peut modifier les performances réelles.

La LM-80 exige de tester les LED durant 6 000 heures, et recommande de prolonger les tests à 10 000 heures. Elle spécifie des tests à trois températures de surface différentes (55°C, 85°C, et une troisième température

déterminée par le fabricant) afin que les utilisateurs puissent évaluer l'influence de la température sur le flux lumineux, et réclamer des tests supplémentaires pour vérifier la cohérence des résultats.

En pratique, les principaux fabricants de LED testent leurs produits selon la LM-80 jusqu'à 6 000 ou 10 000 heures, puis appliquent les méthodes d'extrapolation décrites dans la TM-21 (voir annexe 2) pour trouver les valeurs L_{90} , L_{70} et L_{50} . Les fabricants de luminaires LED traduisent ensuite ces courbes en courbes spécifiques pour les luminaires LED.

Il y a deux difficultés pour transcrire ces résultats de tests afin de déterminer les performances des luminaires LED :

- La première : les *pannes catastrophiques* et autres modes de défaillance de chaque LED (considérée individuellement), qui participent à la chute du flux lumineux d'un ensemble de LED dans un luminaire LED, ne sont pas prises en considération ;
- La seconde : il n'existe aucune méthode validée consensuelle pour traduire la courbe de maintien du flux lumineux d'une seule LED en une courbe pour le luminaire LED.

Déclarations de durée de vie du luminaire

La durée de vie du luminaire est également liée à la fiabilité des composants de ce luminaire LED en tant que système, composé d'électronique, de matériaux, d'un boîtier, de câblage, de connecteurs, de joints, etc. L'ensemble du système fonctionnera tant que l'élément critique à la durée de vie la plus courte fonctionnera, que ce composant critique soit un joint d'étanchéité, un élément optique, une LED, un appareillage ou autre chose. De ce point de vue, les LED sont simplement un élément critique parmi d'autres - même si elles sont souvent l'élément le plus fiable dans tout le système d'éclairage.

Remarque : si un luminaire LED est équipé d'un module LED remplaçable, la durée de vie du luminaire peut être dissociée de la durée de vie du module LED. Cela rapproche la définition de durée de vie d'un luminaire de la définition actuelle de la durée de vie d'un luminaire conçu pour des sources de lumière conventionnelles. Par exemple, des luminaires d'éclairage routier durent souvent 30 à 40 ans, toutefois, il est en effet préférable de publier la durée de vie du module LED comme étant la durée de vie du luminaire LED.



Figure 1 : la durée de vie du luminaire dépend de la fiabilité du système

Les fabricants réputés de luminaires LED consacrent beaucoup de temps et d'efforts pour concevoir et développer un système d'éclairage complet et cohérent. Cela inclut des algorithmes de contrôle, la conception des cartes électroniques, la qualité des composants, des problématiques de gestion thermique, optique, et la conception mécanique.

La conception des luminaires LED est alors généralement validée par une série de tests en laboratoire pour vérifier que le luminaire atteint les niveaux de performance exigés en termes de dissipation thermique, flux lumineux, etc. Puisque tous les composants d'un luminaire LED sont interdépendants, sa performance ne peut être déterminée qu'en testant le luminaire comme un système intégré.

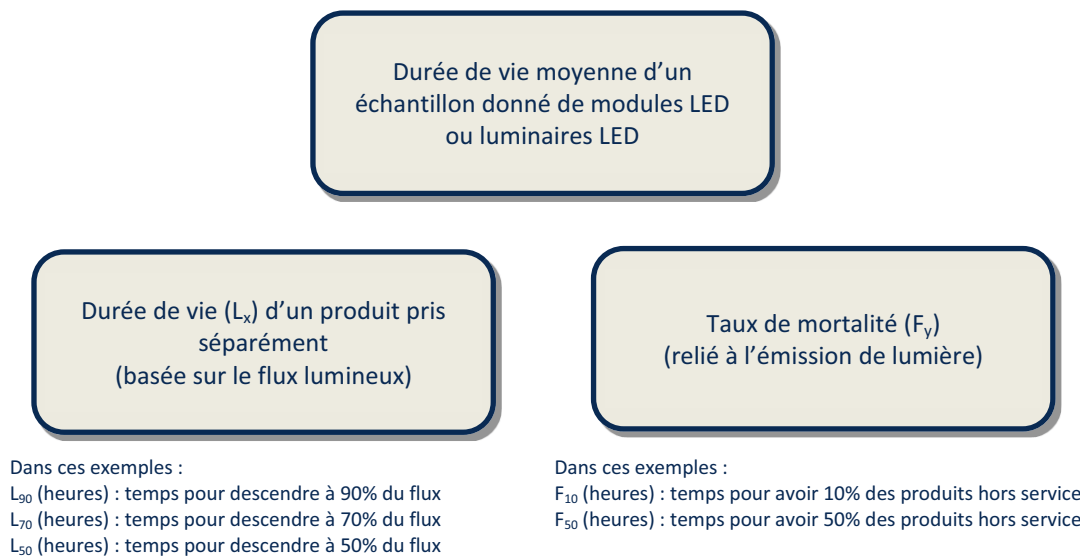


Figure 2 : durée de vie du luminaire selon la CEI

Selon le document IEC/PAS 62722, la durée de vie d'un luminaire LED devrait toujours être publiée comme le résultat de la combinaison entre la durée de vie (basée sur le facteur de maintenance du flux lumineux L_x) et le taux de mortalité F_y . Le taux de mortalité exprime l'effet combiné des pannes progressives et brutales de tous les composants d'un luminaire, notamment mécaniques, intervenants dans l'émission de lumière. Cela signifie que le luminaire LED pourrait aussi bien émettre moins de lumière que prévu, que plus de lumière du tout.

La durée de vie fondée sur le maintien du flux et la durée de vie du luminaire sont deux choses très différentes :

- la durée de vie fondée sur le maintien du flux est basée sur une prévision du maintien du flux des sources lumineuses LED intégrées à ce luminaire ; c'est le temps (en heures) pendant lequel un luminaire LED fournira une quantité suffisante de lumière dans une application donnée ;
- la durée de vie du luminaire est liée à la fiabilité des composants de ce luminaire LED en tant que système. L'ensemble du système a la durée de vie de l'élément critique le moins fiable. De ce point de vue, les LED sont simplement un élément critique parmi d'autres.

5. Obtenir des informations fiables et précises

Les informations fiables sur les taux de panne catastrophique des composants individuels sont difficiles à obtenir car il s'agit d'une technologie récente et à longue durée de vie. Il existe également un manque de transparence sur les prévisions de maintien du flux lumineux de la part des fabricants de LED et de luminaires LED. La question est de savoir comment les prescripteurs, les concepteurs d'éclairage, les ingénieurs et les décideurs peuvent-ils évaluer la précision des données des fabricants sur la durée de vie et le maintien du flux ?

Nous avons vu que pour évaluer les performances annoncées de luminaires LED provenant de différents fabricants, il est important de comparer un ensemble de critères de qualité normalisés mesurés en conformité avec la norme appropriée. Ces critères de qualité sont conçus pour s'assurer que les performances annoncées puissent être comparées entre elles.

Critères de qualité typiques que doit rechercher un utilisateur :

- a) Puissance d'entrée nominale (*en W*)
- b) Flux lumineux nominal (*en lm*)
- c) Efficacité du luminaire LED (*en lm/W*)
- d) Distribution des intensités lumineuses (*en Cd*)
- e) Code photométrique
- f) Température de couleur proximale (T_{CP} *en K*)
- g) Indice de rendu des couleurs nominal (IRC)
- h) Coordonnées chromatiques, à la fois initiales et maintenues
- i) Code de facteur de maintenance du flux lumineux
- j) Durée de vie assignée (*en heures*) du module LED et le facteur de maintenance du flux lumineux nominal associé (L_x)
- k) Taux de mortalité (F_v) correspondant à la durée de vie assignée du module LED dans le luminaire
- l) Température ambiante (t_q *en °C*) pour un luminaire

En résumé, il est recommandé de toujours rechercher un fabricant réputé de luminaires LED qui publie les caractéristiques de ses produits mesurées selon les exigences de performance des documents IEC/PAS.

6. Annexe 1 – terminologie LED

Les trois termes suivants sont utilisés dans ce guide :

LED

La puce LED (*LED die*, ou *chip*, en anglais) est un composant semi-conducteur dans une capsule (*LED package*, en anglais) appropriée permettant une connexion électrique ou un assemblage simplifié.

Exemples :



Module LED

Le module est constitué d'une ou plusieurs LED montées avec d'éventuels composants optiques, mécaniques, thermiques ; c'est une partie remplaçable du luminaire.

Exemples :



Luminaire LED

Système complet composé de LED ou de module(s) LED, comprenant l'électronique, l'enveloppe, le câblage, les connecteurs, les joints, etc.

Exemples :



7. Annexe 2 – résumé des normes internationales et américaines existantes

Ci-dessous un aperçu des normes CEI de sécurité et de performance les plus pertinentes, y compris celles en développement.

Type de produit	Normes de sécurité	Normes de performance
Appareillages pour LED	IEC 61347-2-13 Publication 2006	IEC 62384 Publication 2006
Lampes LED	IEC 62560 Edition 1 Publication 2011	IEC/PAS 62612 Publicly Available Specification Publication 2011
Modules LED	IEC 62031 Edition 1 Publication 2008	IEC/PAS 62717 Edition 1 Publicly Available Specification
Luminaires LED	IEC 60598 Edition 1&2 Publication 2008	IEC/PAS 62722-2-1 Publicly Available Specification Publication 2011
Produits LED	IEC TS 62504 Edition 1 Terms and definitions for LED's and LED modules in general lighting Publication 2011	

Tableau 4 : aperçu des normes IEC traitant des LED

L'annexe informative B du document IEC/PAS 62722 présente le point de vue actuel sur les données relatives à la durée de vie des luminaires LED. L'objectif est d'aboutir à une norme internationale reconnue.

Normes supplémentaires pouvant être prises en considération :

Type de produit	Normes ou standards de sécurité	Spécifications de performance
LED	-	IES LM-80-08 & IES TM-21-11
Appareillages pour LED	UL 1012 (UL Class 1) & UL 1310 (UL Class 2)	
Lampes LED	UL 8750	
Modules LED	UL 8750	
Luminaires LED	UL 8750	IES LM-79-08
Produits LED	ANSI / IESNA RP-16-10 Nomenclature and Definitions for Illuminating Engineering	

Tableau 5 : aperçu des normes et standards UL et IES traitant des LED