



LIGHTINGEUROPE
THE VOICE OF THE LIGHTING INDUSTRY



Évaluation des performances des luminaires LED

Guide

Avant-propos

L'objectif de ce document est de fournir des conseils aux utilisateurs (tels que les prescripteurs, concepteurs lumière, ingénieurs et décideurs) de luminaires LED destinés à des projets d'éclairage. Il permet de **comparer ce qui est comparable** et facilite l'évaluation des données de performance fournies par les fabricants pour la préparation des projets d'éclairage ou des devis d'appels d'offres.

L'accent sera mis sur l'explication des exigences de performances relatives à la « durée de vie utile ». Le document recommande une liste déterminée des données de performance pour les luminaires à LED. Cet ensemble de données est centré sur les informations nécessaires au projet d'éclairage.

La traduction de la version originale en anglais a été réalisée et validée par le Syndicat de l'éclairage.

Janvier 2019

Sommaire

1.	INTRODUCTION : ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DES LUMINAIRES LED	4
2.	EXIGENCES D'ÉCLAIRAGE	5
2.1.	Critères de performance du luminaire (selon les normes IEC/CENELEC)	5
2.2.	Exigences relatives à l'éclairagisme (selon les normes CEN)	6
3.	CONSIDÉRATIONS SUR LA DURÉE DE VIE	7
3.1.	Généralités	7
3.2.	Dépréciation progressive du flux lumineux - Durée de vie utile et durée de vie utile médiane	8
3.3.	Défaillance brusque du flux lumineux – Temps avant défaillance brusque et valeur de défaillance brusque	9
3.4.	La durée de vie n'est pas toujours un facteur essentiel	10
3.5.	Facteur de maintenance dans différentes applications	12
4.	LES RECOMMANDATIONS DE LIGHTINGEUROPE	13
4.1.	Valeurs de performance initiale recommandées	13
4.2.	Valeurs recommandées de rendement au fil du temps	13
	ANNEXE A — TERMES, DÉFINITIONS ET RÉFÉRENCES	14
	ANNEXE B — EXIGENCES D'APPLICATION DES NORMES EUROPÉENNES	18
	ANNEXE C — EXEMPLE DE FICHE TECHNIQUE – CARACTÉRISTIQUES DES LUMINAIRES LED	20

1. Introduction : évaluation de la performance des luminaires LED

Au cours des dernières années, l'utilisation de luminaires LED s'est considérablement accrue. Au début il n'existait pas de normes universelles pour mesurer ou comparer les performances des produits d'éclairage LED. Il règne encore une certaine confusion parmi les utilisateurs quant au choix d'un luminaire LED.

Cependant, bien que la qualité de la technologie LED se soit rapidement améliorée et que les domaines d'application n'aient pas changé, les données du produit sont restées inutilement complexes. À cet égard, le principal défi pour le marché professionnel est d'améliorer la manière dont les utilisateurs de luminaires LED évaluent les données de performance des différents fabricants lors de la préparation de projets d'éclairage ou de devis. Aujourd'hui, ils comparent souvent – à leur insu – des choux et des carottes.

Afin de pouvoir se fier au bon fonctionnement des luminaires LED et au maintien de leurs performance durant leur période d'utilisation, il faut évaluer les données relatives à la « performance initiale » mais aussi celles relatives à la performance à l'issue de la « durée de vie utile ».

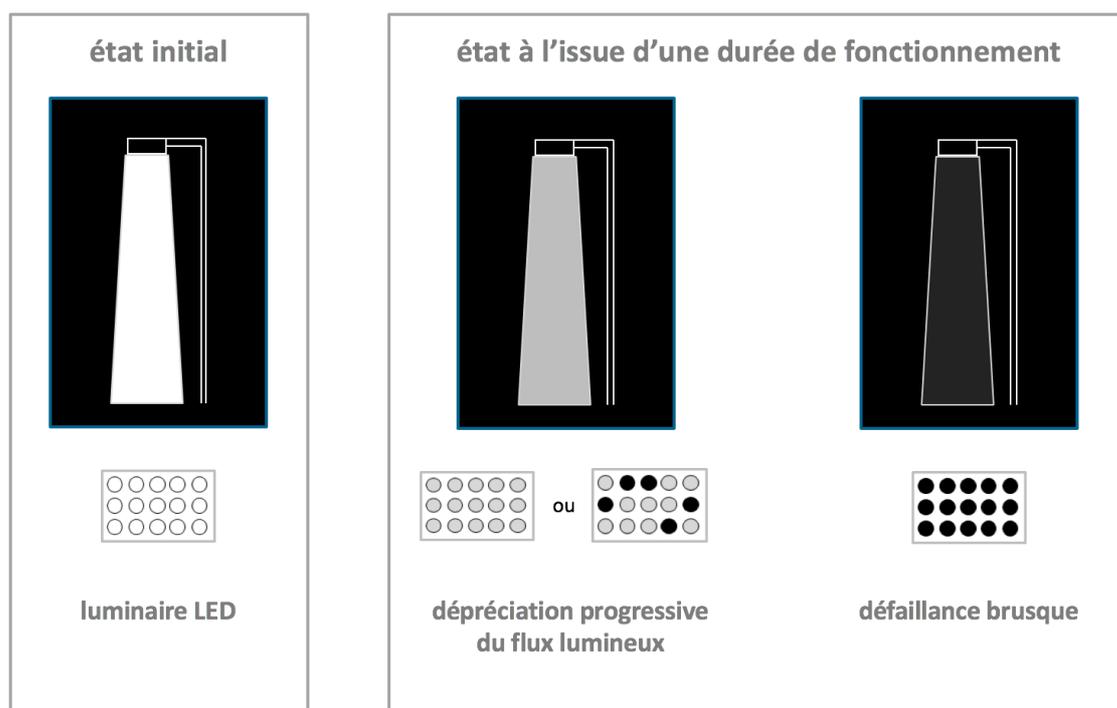


Fig. 1 – Évaluation de la performance initiale et à l'issue de la durée de vie utile des luminaires LED

En l'état actuel des choses, l'évaluation des luminaires LED est complexe pour deux raisons principales :

1. l'utilisation de différentes définitions techniques et paramètres associés pour décrire les performances des produits, ce qui les rend difficiles à comparer (par exemple, utilisation incorrecte des données du module LED ou de la source lumineuse au lieu des données du luminaire) ;
2. les choix techniques de conception d'un produit peuvent faire une énorme différence en termes de performance au cours de la durée de vie utile.

LightingEurope est d'avis qu'utiliser des données de performance simplifiées qui répondent aux besoins d'un bon projet d'éclairage et permettent de comparer facilement les produits entre eux ajoutera de la valeur au marché professionnel.

La confusion due à l'utilisation de différentes définitions peut être atténuée en suivant les dernières normes IEC/EN sur les performances des luminaires LED. Ces normes définissent **quoi publier** (phénomène et mesure) et **comment établir** une liste déterminée des données comparables (méthode de mesure et/ou de calcul).

2. Exigences d'éclairage

Faire un calcul d'éclairage correct nécessite de disposer de plusieurs paramètres techniques des produits, issus des données standardisées et donc comparables. La norme IEC 62722-2-1 – *Exigences de performance pour les luminaires LED* donne un aperçu des informations relatives aux caractéristiques « initiales » et « à l'issue de la durée de vie utile » du produit qui doivent être utilisées pour faire les calculs du projet d'éclairage.

2.1. Critères de performance du luminaire (selon les normes IEC/CENELEC)

Informations relatives aux caractéristiques du produit obligatoires selon la norme IEC 2722-2-1 :

1. Puissance d'entrée assignée (**P** en W)
2. Flux lumineux assigné (φ en lm)
3. Efficacité lumineuse assignée (η en lm/W)
4. Distribution des intensités lumineuses assignée (facultative, en cd ou cd/klm)
5. Température de couleur proximale assignée (T_c en K)
6. Indice de rendu des couleurs assigné (**IRC**)
7. Température ambiante de fonctionnement assignée liée aux performances du luminaire (t_a en °C)
8. Durée de vie utile médiane assignée (L_x en heures avec x étant le facteur de maintien du flux lumineux associé en %)
9. Valeur assignée de défaillance brusque (en %)

Dans ce contexte, on entend par « assignée » la valeur déclarée par le fabricant de la caractéristique correspondante lorsque le Luminaire LED est utilisé dans des conditions spécifiées. Il est rappelé que la valeur t_a pour laquelle les performances sont déclarées doit toujours être indiquée même si elle est de 25°C. Lorsque les applications exigent des températures ambiantes t_a autres que 25°C, toutes les données de performance sont nécessaires pour illustrer la performance réelle à ces températures t_a spécifiques.

Pour permettre de comparer ce qui est comparable, LightingEurope recommande que les données de performance soient toujours déclarées à 25°C. Néanmoins, les fabricants peuvent spécifier en sus les performances à d'autres valeurs t_a différentes.

Dans cette section, nous décrivons les valeurs initiales de performance du luminaire (1 à 7) qui peuvent être utilisées pour les calculs du projet d'éclairage. Les paramètres de performance du luminaire à l'issue de sa durée de vie utile (8 et 9) sont décrits au chapitre 3 « Considérations sur la durée de vie ». L'annexe A fournit les termes et définitions, y compris une référence à la norme pour les méthodes de mesure, essentiellement la norme EN 13032-4.

Voici des exemples courants de présentation incorrecte des données sur la performance :

- 1) Le flux lumineux du module LED est indiqué au lieu du flux lumineux de l'ensemble du luminaire.
- 2) Données basées sur la température de fonctionnement à 25°C du module LED au lieu des données basées sur la température de fonctionnement réelle de la source à l'intérieur du luminaire.
- 3) La puissance de fonctionnement est basée uniquement sur celle du module LED ou de la source lumineuse au lieu de celle consommée par l'ensemble du luminaire.
- 4) Comparaison incorrecte de la puissance ou de l'efficacité entre des luminaires contenant des appareillages d'alimentation intégrés et ceux qui utilisent des appareillages d'alimentation séparés.
- 5) Combinaison d'une puissance d'entrée incorrecte et un flux lumineux erroné, ce qui entraîne une efficacité surévaluée.

2.2. Exigences relatives à l'éclairagisme (selon les normes CEN)

Lorsqu'il s'agit de déterminer quelle est la meilleure solution pour une application donnée, nous devons comprendre ce qui doit être calculé pour garantir un environnement éclairé correctement.

Lorsque les exigences sont spécifiques à la solution d'éclairage d'une application précise, un projet d'éclairage doit être réalisé. Dans ce cas, les exigences en matière de données relatives aux luminaires doivent être axées sur l'application en question pour s'assurer que la solution d'éclairage définie conviendra à l'application. Toute donnée qui n'est pas sollicitée par les exigences de l'application doit être considérée comme secondaire.

Le tableau 1 montre, selon les normes européennes, quelles exigences de produit sont pertinentes pour chaque application et lesquelles de ces exigences peuvent être entièrement satisfaites par les données du produit et peuvent donc être spécifiées sur une fiche technique du produit.

L'annexe B donne une vue détaillée des exigences d'application spécifiées dans les différentes normes européennes (EN) d'éclairagisme.

N°	IEC 62722-2-1	EN 12464-1	EN 12464-2	EN 15193	EN 13201-2	EN 13201-5	EN 12193
1	Puissance			x		x	
2	Flux lumineux	x	x		x		x
3	Efficacité du luminaire			x		x	
4	Distribution de l'intensité lumineuse	x	x		x		x
5	Température de couleur	x	x		x		x
6	Indice de rendu des couleurs	x	x		x		x
7	Température ambiante	Cette valeur n'est pas explicitement requise par les normes mais elle est fondamentalement nécessaire pour un fonctionnement comparable et correct dans l'application spécifiée					
8	Durée de vie utile médiane (dépréciation)	x	x	x	x		x
9	Valeur de défaillance brusque (défaillances)	x	x		x		x

Tableau 1 – Données du produit directement liées aux normes d'application d'éclairage

Note : les intitulés exacts des normes sont les suivants :

IEC 62722-2-1-2016 – Exigences particulières pour les luminaires LED

EN 12464-1-2011 – Lumière et éclairage : Éclairage des lieux de travail - Partie 1 : Lieux de travail intérieurs

EN 12464-2-2014 – Lumière et éclairage : Éclairage des lieux de travail - Partie 2 : Lieux de travail extérieurs

EN 15193-2007 – Performance énergétique des bâtiments : Exigences sur l'énergie pour l'éclairage

EN 13201-2-2015 – Éclairage routier – Partie 2 : Exigences de performance

EN 13201-5-2016 – Éclairage routier – Partie 5 : Indicateurs de performance énergétique

EN 12193-2007 – Lumière et éclairage : Éclairage sportif

3. Considérations sur la durée de vie

3.1. Généralités

Il existe deux valeurs pertinentes de performance à l'issue de la durée de vie utile d'un luminaire LED qui doivent être considérées : la « **dépréciation progressive du flux lumineux** » et la « **défaillance brusque** ».

La dépréciation progressive du flux lumineux est liée au maintien du flux de la source lumineuse dans le luminaire. Elle décrit la quantité de flux lumineux qui reste disponible après un certain temps par rapport à la quantité du flux lumineux initial des sources lumineuses dans le luminaire. La dépréciation du flux lumineux peut être une combinaison de LED individuelles qui émettent moins de lumière et de LED individuelles qui n'émettent plus du tout de lumière.

Note : il n'existe actuellement aucune norme pour l'évaluation de la dépréciation d'autres éléments optiques.

La défaillance brusque décrit la situation dans laquelle le luminaire LED ne produit plus de lumière parce que le système (ou un composant essentiel) est défaillant.

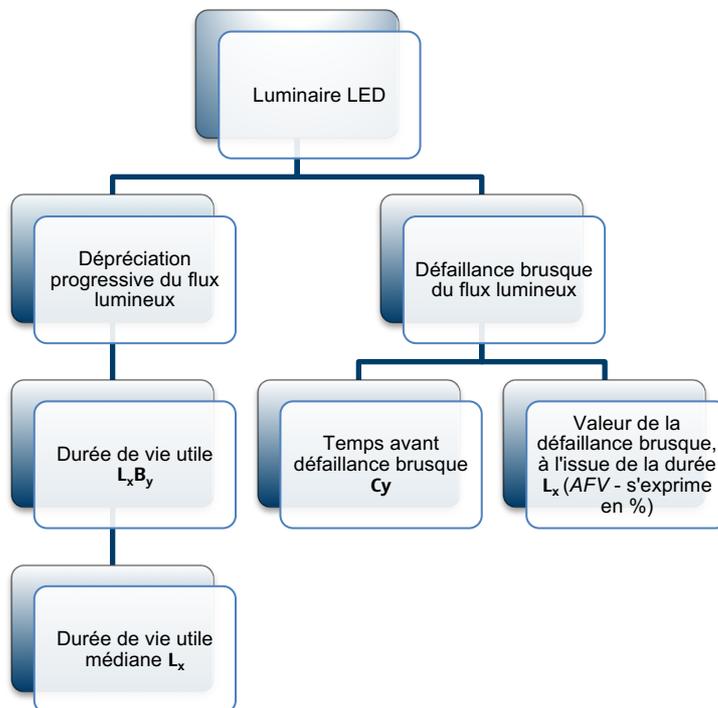


Fig. 2 – Mesure IEC de la durée de vie

La « dépréciation progressive » du flux lumineux et la « défaillance brusque » ont été décrites dans la norme IEC 62722-2-1 – *Performance des luminaires – Partie 2-1 : exigences particulières relatives aux luminaires à LED*. La norme suggère d'appliquer une liste déterminée des données pour communiquer sur la « durée de vie médiane » et la « valeur de la défaillance brusque » associée.

Étant donné que la durée de vie utile médiane des luminaires LED peut être très longue, il est important de comprendre que les valeurs de durée de vie utile sont des estimations plutôt que des mesures. Pour les fabricants, il n'est pas possible de mesurer une durée de vie utile de, par exemple, 50 000 heures, avant le lancement d'un nouveau produit. Les fabricants utilisent plutôt des périodes d'évaluation plus courtes et extrapolent les résultats pour arriver à des prévisions.

Note : les méthodes d'évaluation accélérée de la durée de vie des produits LED ne sont pas disponibles actuellement.

Les normes de l'IEC définissent actuellement les critères de performance à l'issue de la durée de vie pour les produits LED, mais pas la façon de les mesurer ou de les calculer. Par conséquent, la qualité des estimations de durée de vie varie énormément et on risque de comparer ce qui n'est pas comparable.

Les fabricants calculeront la durée de vie utile médiane et la valeur de défaillance brusque associée en fonction des données historiques et des connaissances du projet, des tests au niveau des composants et de la conception thermique.

Les données liées à la durée de vie sont indiquées avec une température ambiante spécifique t_q , le nombre d'heures d'allumage et les cycles d'allumage/extinction associés. Par défaut et en l'absence d'autre précision, ces données sont publiées pour une valeur t_q égale à 25°C.

3.2. Dépréciation progressive du flux lumineux - Durée de vie utile et durée de vie utile médiane



La dépréciation du flux lumineux d'un lot de luminaires LED à un moment donné est appelée « durée de vie utile » et s'exprime en général par L_xB_y . Le lot considéré comprend uniquement les luminaires LED qui fonctionnent encore, les produits non opérationnels sont exclus.

La durée de vie utile exprime la durée de fonctionnement après laquelle un pourcentage donné y de luminaires LED ne peut pas atteindre le facteur x de maintien du flux lumineux. Le flux lumineux inférieur au facteur de maintien du flux lumineux x , est appelé flux dégradé, car les luminaires produisent moins de lumière mais fonctionnent encore.

Afin de comparer sans ambiguïté les données de durée de vie des fabricants, l'IEC a introduit la notion de durée de vie utile médiane, notée L_x , sans mention de B_y . La durée de vie utile médiane est la durée de fonctionnement après laquelle 50 % des luminaires d'un lot ont un flux dégradé. Lorsque la durée de vie est exprimée avec L_x , c'est donc qu'il s'agit de la durée de vie utile médiane (qui correspond à L_xB_{50}).

Exemple : pour un luminaire LED, la durée de vie utile médiane L_{90} est la durée de fonctionnement pendant laquelle la moitié des luminaires de ce type offrent un flux au moins égal à 90 % du flux lumineux initial (parmi les luminaires qui fonctionnent encore).

Outre la valeur médiane B_{50} , il existe sur le marché une demande pour connaître les éléments de durée de vie à B_{10} voire B_0 . Bien que B_y soit une caractéristique de performance définie, la norme IEC 62722-2-1 ne donne aucune spécification technique sur la manière dont ce paramètre doit être vérifié ou appliqué.

De plus, les normes d'éclairagisme ne donnent aucune indication sur la façon de prendre en compte le facteur B_y . Une évaluation technique plus approfondie de ce que cela signifie réellement est nécessaire.

On peut s'attendre à ce que sur un lot de produits, il y ait une part supérieure et une part inférieure à la valeur nominale de performance. Le graphique ci-dessous montre un exemple de distribution normale pour la valeur L_{90} d'un produit, illustrant la différence entre une valeur B_{10} ou B_{50} .

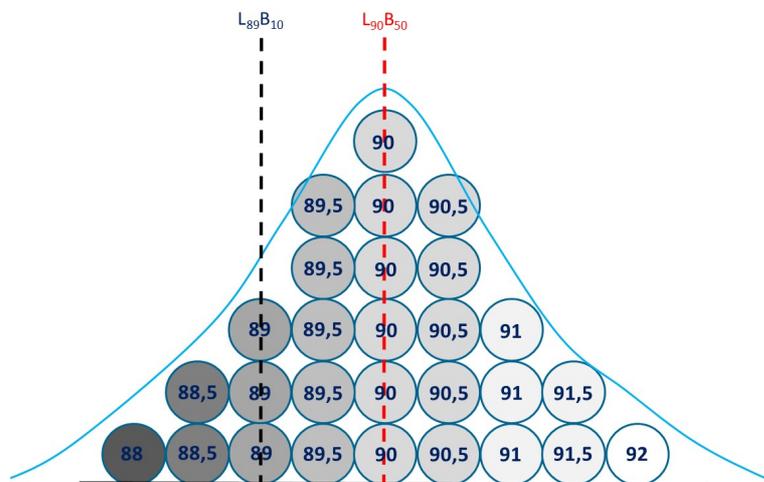


Fig. 3 – Exemple d'une distribution normale pour un produit L_{90}

Une analyse détaillée des données de produits fournies par divers fabricants de LightingEurope sur des luminaires LED montre qu'en projetant la durée de vie des installations jusqu'à 100 000 heures, la différence de dégradation du flux entre B_{10} et B_{50} est d'environ 1 %. Cela signifie que la valeur $L_{90}B_{50}$ (en heures) est égale à la valeur $L_{89}B_{10}$, (on retrouve entre 89 et 90 le 1 % d'écart cité ci-avant).

Exemple : L_{90} à 100 000 heures signifie qu'un flux lumineux initial de 10 000 lumens sera de 9 000 lumens pour la moitié du lot (le B_{50} est implicite). Pour le même luminaire, après 100 000 heures de fonctionnement, on aura 90 % des produits qui auront au moins 89 % de flux lumineux (soit 8910 lumens), c'est l'expression de $L_{89}B_{10}$.

Comme les données relatives au flux lumineux nominal des LED et des sources traditionnelles sont soumises à une tolérance de 10 %, ce différentiel peut être considéré comme négligeable.

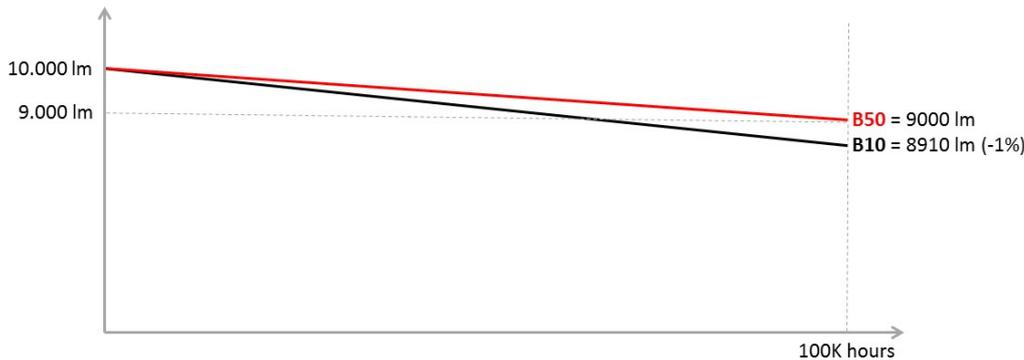


Fig. 4 – Analyse des données de produit d'un exemple de luminaire

Comme B_{10} et B_{50} sont si proches, l'écart dû à la dépréciation est faible et la valeur médiane B_{50} représente, avec un degré de précision suffisant, le niveau de dégradation du flux d'un certain nombre de produits à la durée de vie estimée (dans cet exemple 100 000 heures). Le processus de mesure de B_{50} est standardisé et plus largement accepté que tout autre B_y . Par conséquent, pour des raisons d'exactitude et de cohérence entre les fabricants, l'utilisation de tout autre B_y ne peut pas être recommandée par rapport à l'utilisation du B_{50} .

Statistiquement, la valeur médiane B_{50} représente, avec un degré de précision suffisant, le niveau de dépréciation du flux d'un lot de luminaires LED, à la durée de vie estimée. Par conséquent, LightingEurope recommande de promouvoir et d'exprimer la durée de vie médiane en tant que L_x sans notification de B_{50} .

3.3. Défaillance brusque du flux lumineux – Temps avant défaillance brusque et valeur de défaillance brusque



La fiabilité du système est un paramètre important dont il faut tenir compte dans la durée de vie estimée. Un luminaire LED fonctionne aussi longtemps que la durée de vie de son composant le plus fragile. Il existe plusieurs composants essentiels d'un luminaire LED qui influent sur la fiabilité du système.

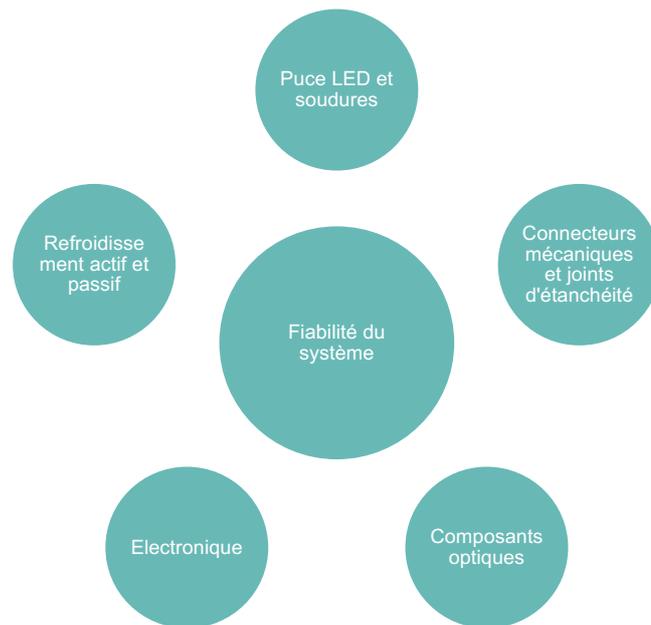


Fig. 5 – Principaux composants d'un luminaire LED

La dégradation des composants optiques entrainera une baisse du flux lumineux (dépréciation progressive) plutôt qu'une dégradation brusque. La défaillance d'un des autres composants principaux entraîne généralement une panne du luminaire LED. Ceci n'est pas pris en compte lors de l'indication de la durée de vie utile médiane. C'est la raison pour laquelle les défaillances brusques doivent être considérées séparément afin de pouvoir être prises en compte lors de la conception et du projet d'éclairage. Ainsi, la mesure de la durée de vie selon la norme IEC spécifie également le temps avant une défaillance brusque, qui tient compte des modes de défaillance des principaux composants dans la conception du luminaire LED.

La dégradation brusque du flux lumineux d'une part y d'un lot de luminaires LED à un moment donné s'appelle « Temps avant défaillance brusque » et s'exprime en général par C_y .

Pour permettre une compréhension plus aisée des données des fabricants, l'IEC a introduit la « valeur de défaillance brusque » (*abrupt failure value – AFV*) d'un lot de luminaires LED. La valeur de défaillance brusque est le pourcentage de luminaires LED qui ne fonctionnent plus lorsque la durée de vie utile médiane L_x est atteinte.

Exemple : la valeur de défaillance brusque de 10 % signifie que 10 % du lot initial de luminaires LED en fonctionnement ne produisent plus aucun flux lumineux lorsque la durée de vie utile médiane est atteinte.

Les normes actuelles de l'IEC ne décrivent pas complètement les modes de dégradation des principaux composants à inclure dans les calculs de la valeur de défaillance brusque (AFV). Sachant que, dans la pratique, la défaillance brusque des luminaires LED est due à la défaillance de leur appareillage d'alimentation (driver LED), LightingEurope recommande de préciser également le taux de défaillance attendu des drivers relatif à la valeur de défaillance brusque (AFV) du luminaire LED.

3.4. La durée de vie n'est pas toujours un facteur essentiel

Si l'on considère la demande qui émane d'une partie du marché, les données sur la durée de vie des luminaires LED semblent être au cœur d'une course à la durée de vie utile médiane la plus longue. Il faut garder à l'esprit que, sur le marché professionnel, les exigences sont spécifiques à l'application et qu'un projet d'éclairage doit être réalisé.

Comme la durée de vie de l'installation peut être l'une des données du projet d'éclairage, on peut affirmer que la durée de vie utile n'est pas toujours un facteur discriminant pertinent lors du choix d'un luminaire LED.

LightingEurope estime que cela justifie de se poser la question suivante : « pour un projet donné, quel est le paramètre lié à la durée de vie le plus pertinent pour comparer des luminaires LED entre eux ? »

- 1) Choisir une valeur de dépréciation du flux x et comparer les durées de vie utiles des différents luminaires, associées à cette dépréciation. Dans ce cas c'est donc la « durée » qui n'est pas fixée mais va être différente d'un luminaire à l'autre, ce qui permet de les comparer.
- 2) Fixer une durée (en heures) et comparer la dépréciation du flux x des différents luminaires au bout de cette durée de fonctionnement. Dans ce cas la « durée » est fixe et c'est la valeur x qui va être différente d'un luminaire à l'autre, ce qui permet de les comparer.

Ensuite, LightingEurope a déterminé des valeurs standard pour la durée de vie moyenne d'une installation, selon différentes applications en éclairage intérieur et extérieur. Ces valeurs ont été calculées en prenant en compte la durée annuelle d'utilisation des installations (en fonction des applications) selon la norme EN 15193 et la durée habituellement constatée avant remplacement des luminaires.

A noter que ces valeurs sont génériques et peuvent ne pas être réalistes dans toutes les situations (par exemple, en cas d'utilisation de commandes d'éclairage automatiques ou d'application nécessitant un éclairage 24h/24 et 7j/7).

Applications en intérieur	Durée annuelle de fonctionnement (selon la norme EN 15193) to	Délai moyen avant rénovation années	Durée moyenne d'utilisation de l'installation heures
Bureaux	2 500	20	50 000
Éducation	2 000	25	50 000
Hôpitaux	5 000	10	50 000
Hôtels	5 000	10	50 000
Restaurants	2 500	10	25 000
Sports	4 000	25	100 000
Commerces	5 000	10	50 000
Industrie	4 000	25	100 000

Tableau 2 – Exemples de durée de vie moyenne pour différentes installations d'éclairage intérieur

Applications en extérieur	Durée annuelle de fonctionnement (selon la norme EN 13201-5)	Délai moyen avant rénovation	Durée moyenne d'utilisation de l'installation
	t_o	Années	Heures
Rues	4 000	25	100 000
Tunnel (entrée)	4 000	25	100 000
Tunnel (intérieur)	8 760	12	100 000
Sports (loisir)	1 250	20	25 000
Zones piétonnes	4 000	25	100 000

Tableau 3 – Exemples de durée de vie moyenne pour différentes installations d'éclairage extérieur

On peut conclure que pour les produits utilisés dans la majorité des applications d'éclairage intérieur, la durée de vie moyenne de l'installation ne dépassera pas 50 000 heures. Pour les produits utilisés dans la majorité des applications d'éclairage extérieur, la durée de vie moyenne de l'installation ne dépassera pas 100 000 heures.

LightingEurope estime que le « nombre d'heures » ne doit pas être le principal facteur discriminant dans le choix des luminaires LED pour l'éclairage professionnel. Dans le cadre des projets d'éclairage, le flux lumineux maintenu à l'issue de la durée de vie moyenne de l'installation est beaucoup plus pertinent et assure un bilan énergétique optimal grâce à un projet non surévalué qui tient compte des pertes tout au long de la durée de vie de l'installation.

LightingEurope recommande de ne pas prescrire ni déclarer des durées de vie supérieures à 100 000 heures, à moins que cela ne soit clairement requis pour une application d'éclairage spécifique et vérifié par une période de test de durée de vie. Pour comparer ce qui est comparable, LightingEurope recommande d'exprimer la chute de flux x pour une durée de vie utile médiane fixée à 35 000 h, 50 000 h, 75 000 h et/ou 100 000 h selon l'application à laquelle le produit est destiné.

3.5. Facteur de maintenance dans différentes applications

Les LED étant aujourd'hui la nouvelle norme en matière d'éclairage fonctionnel intérieur et extérieur, il est nécessaire de clarifier la façon dont les méthodes de la CIE de détermination du facteur de maintenance (MF) peuvent être appliquées à cette technologie.

Cette clarification est nécessaire pour éviter les situations dangereuses et inconfortables pendant la durée de vie de l'installation. Les rapports techniques actuels de la CIE décrivant la méthode de détermination du facteur de maintenance contiennent des explications détaillées sur les luminaires et les sources lumineuses conventionnels, mais manquent de détails pour tenir compte des projets d'éclairage LED. Cependant, le cœur de la méthodologie CIE – qui repose sur les mêmes principes pour l'éclairage intérieur qu'extérieur – est toujours exact.

La commission de normalisation ISO/TC 274 élabore actuellement une spécification technique qui fournira une méthode de travail normalisée pour déterminer le facteur de maintenance pour les installations d'éclairage intérieur et extérieur en utilisant la méthodologie décrite dans les normes CIE 154:2003 et 97:2005. Les données tirées des normes de performance des produits (telles que la norme IEC 62722-2-1) seront combinées avec la méthode de détermination existante des rapports techniques de la CIE.

Utiliser la méthode de détermination du facteur de maintenance, considérer l'impact de l'environnement sur les luminaires et combiner cela avec les données de performance des produits constitue une méthode de travail solide. Cela permettra de déterminer le facteur de maintenance des installations, en tenant compte des dernières technologies de source lumineuse. Cela créera des règles équitables pour comparer des projets d'éclairage entre eux, apportera plus de clarté à toutes les parties concernées (des utilisateurs finaux aux décideurs), et assurera la sécurité et le confort pendant toute la durée de vie de l'installation.

4. Les recommandations de LightingEurope

LightingEurope recommande aux fabricants de luminaires LED de publier des informations produits comparables, selon les paramètres indiqués au point 4.1 et comme décrit dans la norme IEC 62722-2-1.

4.1. Valeurs de performance initiale recommandées

1. Puissance d'entrée assignée (P en W)
2. Flux lumineux assigné (φ en lm)
3. Efficacité lumineuse assignée (η en lm/W)
4. Distribution des intensités lumineuses assignée (facultative, en cd ou cd/klm)
5. Température de couleur proximale assignée (T_c en K)
6. Indice de rendu des couleurs assigné (IRC)
7. Température ambiante relative aux performances du luminaire (t_q en °C)

4.2. Valeurs recommandées de rendement au fil du temps

1. Facteur de maintien du flux lumineux « x » (en %) à l'issue de la durée de vie utile médiane L_x associée (en heures) (voir 3.2).
2. Valeur de défaillance brusque (en %) à l'issue de la même durée de vie utile médiane associée L_x (en heures) (voir 3.3).

Des groupes de facteurs de maintien du flux lumineux ont été déterminés pour permettre la comparaison des performances des produits, ils sont décrits dans le Tableau 4. Des valeurs spécifiques de facteur de maintien du flux peuvent également être publiées pour des besoins particuliers des projets d'éclairage.

Groupes de facteurs de maintien du flux lumineux						
Valeur du groupe	≥ 70	≥ 75	≥ 80	≥ 85	≥ 90	≥ 95
Fourchette du groupe	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-100

Table 4 – Groupes de facteurs de maintien du flux lumineux

LightingEurope recommande la publication :

1. de l'ensemble des données sur les performances initiales tel que détaillé à la section 4.1
2. de la chute de flux x pour une durée de vie utile médiane fixée à 35 000 h, 50 000 h, 75 000 h et/ou 100 000 h selon l'application à laquelle le produit est destiné ;
3. du taux de défaut des appareillages d'alimentation correspondant à la ou les même(s) durée(s) de vie utile(s) médiane(s).

Note : les données et informations présentées dans ce guide ne doivent pas être considérées comme constituant une base des conditions de garantie, qui relèvent de la responsabilité de chaque fabricant.

Annexe A — Termes, définitions et références

Terme	Définition	Normes de référence
Puissance nominale (en W)	<p>Puissance d'entrée</p> <p>P</p> <p>Puissance électrique du secteur consommée par le luminaire, ainsi que par tous les composants électriques nécessaires à son fonctionnement</p> <p>Unité : W</p> <p>Valeur nominale</p> <p>Valeur quantitative d'une caractéristique d'un produit dans des conditions d'utilisation spécifiées dans la présente norme ou dans les normes d'application, ou attribuées par le fabricant ou le fournisseur responsable</p> <p>Source : IEC 62722-1:2014</p>	<p>IEC 62722-1:2014-09</p> <p>IEC 62722-2-1:2014-11</p> <p>Les dispositions de l'article 7 de la norme IEC 62717 s'appliquent aux luminaires LED.</p> <p>IEC 62717:2014-12 - Exigences de performance pour modules LED :</p> <p>La puissance initiale consommée par chaque module LED dans l'échantillon mesuré ne doit pas dépasser la puissance nominale de plus de 10 %.</p>
Flux lumineux nominal (en lm)	<p>Flux lumineux</p> <p>ϕ_v, ϕ</p> <p>Quantité dérivée du flux radiant, ϕ_e, en évaluant le rayonnement en fonction de son action sur l'observateur photométrique de référence de la CIE</p> <p>Unité : lm</p> <p>Note 1 En vision photopique</p> $\Phi_v = K_m \int_0^{\infty} \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} V(\lambda) d\lambda$ <p>où $\frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda}$ est la distribution spectrale du flux radiant et $V(\lambda)$ est l'efficacité lumineuse spectrale.</p> <p>Note 2 Pour les valeurs de K_m (vision photopique) et de K'_m (vision scotopique), voir la norme IEC 60050-845, 845-01-56.</p> <p>Note 3 Le flux lumineux des LED est généralement exprimé en groupes dans lesquels elles sont triées.</p> <p>Source : IEC 62504</p>	<p>IEC 62722-1:2014-09</p> <p>IEC 62722-2-1:2014-11</p> <p>Les dispositions du paragraphe 8.1 de la norme IEC 62717 s'appliquent aux luminaires LED. En outre, les dispositions de la clause A.1, paragraphe 2, de la norme IEC 62722-2-1 s'appliquent lorsqu'une température ambiante nominale liée à des performances autres que 25°C est conseillée par le fabricant</p> <p>IEC 62717:2014-12 - Exigences de performance pour modules LED :</p> <p>Le flux lumineux initial de chaque module LED pris individuellement dans l'échantillon mesuré ne doit pas être inférieur de plus de 10 % au flux lumineux nominal.</p>
Efficacité du luminaire LED (en lm/W)	<p>Efficacité du luminaire</p> <p>η_v, η</p> <p>Rapport entre le flux lumineux total du luminaire et sa puissance nominale d'entrée à la tension nominale d'alimentation, à l'exclusion de toute puissance de charge de l'éclairage de secours.</p> <p>Note : l'efficacité du luminaire est exprimée en lumen par watt.</p> <p>Unité : lm/W</p> <p>Source : IEC 62722-1:2014</p>	<p>IEC 62722-1:2014-09</p> <p>IEC 62722-2-1:2014-11</p> <p>Les dispositions du paragraphe 8.1 de la norme IEC 62717 s'appliquent aux luminaires LED.</p> <p>IEC 62717:2014-12 – Exigences de performance pour modules LED :</p> <p>L'efficacité du module LED (luminaire) doit être calculée à partir du flux lumineux initial mesuré du module LED individuel (luminaire) divisé par la puissance d'entrée initiale mesurée du même module LED individuel (luminaire). Pour la mesure du flux lumineux, voir annexe A. 3.2.</p>
Distribution de l'intensité lumineuse	<p>Intensité lumineuse (d'une source dans une direction donnée)</p> <p>I_v, I</p> <p>Quotient du flux lumineux $d\Phi_v$ quittant la source et propagé dans l'élément d'angle solide $d\Omega$ dans la direction donnée, par l'élément d'angle solide.</p> <p>$I_v = d\Phi_v/d\Omega$</p> <p>Unité : cd = lm/sr</p> <p>Note 1 : la définition ne comprend strictement qu'une source.</p> <p>Note 2 : l'intensité lumineuse des LED est exprimée selon la procédure de mesure CIE 127:2007. [IEC 60050-845:1987, 845-01-31] et [CIE S 017/E:2011 ILV, 17-739 modifié]</p> <p>Source : IEC 62504:2014</p>	<p>IEC 62722-1:2014-09</p> <p>IEC 62722-2-1:2014-11</p> <p>Les dispositions du paragraphe 8.2.3. de la norme IEC 62717 s'appliquent aux luminaires LED.</p> <p>IEC 62717:2014-12 - Exigences de performance pour modules LED :</p> <p>La distribution de l'intensité lumineuse doit être conforme à celle déclarée par le fabricant. La mesure est effectuée conformément au point A. 3.3.</p>
Température de couleur proximale (CCT en K)	<p>Température de couleur proximale</p> <p>T_c</p> <p>Température d'un radiateur de Planck dont la chromaticité est la plus proche de celle associée à la</p>	<p>IEC 62722-1:2014-09</p> <p>IEC 62722-2-1:2014-11</p>

Terme	Définition	Normes de référence
	<p>répartition spectrale donnée sur un diagramme où les coordonnées (basées sur l'observateur de référence de la CIE 1931)</p> $u', \frac{2}{3}v'$ <p>du lieu de Planck et le stimulus d'essai sont représentées. Unité : K</p> <p>Note 1 : la notion de température de couleur proximale ne doit pas être utilisée si la chromaticité de la source d'essai diffère plus que :</p> $\Delta C = \left[(u'_t - u'_p)^2 + \frac{4}{9} (v'_t - v'_p)^2 \right]^{1/2} = 5 \times 10^{-2}$ <p>du radiateur de Planck, où u'_t, v'_t font référence à la source d'essai, et u'_p, v'_p au radiateur de Planck.</p> <p>Note 2 : la température de couleur proximale peut être calculée par un simple programme informatique recherchant la température de Planck qui fournit la plus petite différence de chromaticité entre la chromaticité d'essai et le lieu de Planck, ou par exemple, par une méthode recommandée par Robertson, A. R. « Computation of correlated color temperature and distribution temperature », J. Opt. Soc. Am. 58, 1528-1535, 1968. (les valeurs de certains tableaux de référence ne sont pas à jour). Abréviation : CCT Source : ISO 11664</p>	<p>Les dispositions du paragraphe 9.2. de la norme IEC 62717 s'appliquent aux luminaires LED. IEC 62717:2014-12 - Exigences de performance pour modules LED :</p> <p>Des valeurs préférentielles pour assurer l'interchangeabilité sont à l'étude. La valeur CCT à quatre chiffres est divisée par 100 et le chiffre obtenu est arrondi au nombre entier suivant, lorsque le code photométrique de l'annexe D est utilisé.</p>
<p>Indice de rendu des couleurs nominal (IRC)</p>	<p>Indice de rendu des couleurs IRC Mesure du degré auquel la couleur psychophysique d'un objet éclairé par l'illuminant d'essai est conforme à celle du même objet éclairé par l'illuminant de référence, compte tenu de l'état d'adaptation chromatique. Voir aussi CIE 13 – Méthode de mesure et spécification du rendu des couleurs des sources lumineuses</p> <p>Abréviation : IRC Source : CIE 13</p>	<p>IEC 62722-1:2014-09 IEC 62722-2-1:2014-11</p> <p>Les dispositions du paragraphe 9.3. de la norme IEC 62717 s'appliquent aux luminaires LED. Lorsque des données appropriées sur la fiabilité des composants sont disponibles, la durée de l'essai peut être ramenée de 6 000 h à 2 000 h. IEC 62717:2014-12 – Exigences de performance pour modules LED :</p> <p>L'indice de rendu des couleurs initial (IRC) d'un module LED est mesuré. Une deuxième mesure est effectuée à un moment opérationnel, comme indiqué au point 6.1. (= 6 000 h / 25 % de la durée de vie nominale) Conformité : Pour tous les éléments d'un échantillon soumis à l'essai, les valeurs IRC mesurées ne doivent pas avoir diminué de plus de : - 3 points par rapport à la valeur nominale de l'IRC (voir le tableau 1) pour les valeurs initiales de l'IRC ; et - 5 points par rapport à la valeur nominale de l'IRC (voir le tableau 1) pour les valeurs maintenues de l'IRC.</p>
<p>Température ambiante (t_a) pour un luminaire</p>	<p>Température, valeur nominale ambiante (température ambiante nominale) t_a Température ambiante autour du luminaire la plus élevée liée à une performance nominale du luminaire dans des conditions normales de fonctionnement, déclarées par le fabricant ou le fournisseur responsable Unité : °C Note 1 La température ambiante nominale est exprimée en °C. Note 2 Pour une durée de vie donnée, la température t_a est une valeur fixe et non une variable. Note 3 Il peut y avoir plus d'une température t_a, selon les données sur la durée de vie. 3.4. Source : IEC 62722-2-1:2014 Note 4 Mesure : Conforme à la norme EN 60598-1 Annexe D et K</p>	<p>IEC 62722-1:2014-09 IEC 62722-2-1:2014-11 Généralités Les dispositions du paragraphe A.1 de la norme IEC 62717 s'appliquent aux luminaires LED. Lorsqu'une température ambiante nominale t_a autre que 25°C est conseillée par le fabricant, un facteur de correction devra être établi pour corriger la valeur du flux lumineux mesurée à 25°C par rapport à la valeur du flux lumineux à l'environnement déclaré. Ceci doit être fait en utilisant une photométrie relative dans une enceinte à température contrôlée.</p>
<p>Durée de vie utile (de</p>	<p>Durée de vie utile (de modules LED) $L_x B_y$</p>	<p>IEC 62722-1:2014-09 IEC 62722-2-1:2014-11</p>

Terme	Définition	Normes de référence
modules et luminaires LED)	<p>Laps de temps au terme duquel un pourcentage y d'un lot de modules LED en fonctionnement du même type ne fournit plus, par paramétrage, au moins x du flux lumineux initial.</p> <p>Note 1 La durée de vie ne comprend que les modules LED en fonctionnement. Source : 34A/1864/DC - prévu comme deuxième amendement à la IEC 62717.</p>	<p>Généralités</p> <p>Les dispositions du paragraphe 10.1 de la norme IEC 62717 s'appliquent aux luminaires LED.</p> <p>Laps de temps au terme duquel un pourcentage y d'un lot de modules LED en fonctionnement atteint une dégradation progressive du flux lumineux d'un pourcentage x est appelé « durée de vie utile » (ou « durée B_y ») et exprimée en général $L_x B_y$.</p> <p>Un rendement lumineux inférieur au facteur de maintenance du flux x est appelé une dégradation paramétrique parce que l'appareil produit moins de lumière mais fonctionne quand même. La durée B_{10} est l'âge auquel 10 % des produits sont défectueux paramétriquement. L'âge auquel 50 % des modules LED subissent une dégradation paramétrique, durée de vie B_{50}, s'appelle « durée de vie utile médiane ». Le lot comprend uniquement les modules LED en fonctionnement, à l'exclusion des modules non opérationnels.</p>
Durée de vie utile médiane (de modules et luminaires LED)	<p>Durée de vie utile médiane (de modules LED) L_x</p> <p>Laps de temps au terme duquel 50 % (B_{50}) d'un lot de modules LED en fonctionnement du même type n'ont pas fourni, par paramétrage, au moins x du flux lumineux initial.</p> <p>Note 1 La durée de vie utile médiane ne comprend que les modules LED en fonctionnement. Note 2 Dans le langage courant, l'expression « durée de vie des modules LED » sans modificateurs signifie la durée de vie utile médiane.</p> <p>[Source : IEC 60050-845:1987,845-07-61, modifié - nouvelle définition] Source : 34A/1864/DC - prévu comme deuxième amendement à la IEC 62717.</p>	<p>IEC 62722-1:2014-09 IEC 62722-2-1:2014-11</p> <p>Généralités</p> <p>Les dispositions du paragraphe 10.1 de la norme IEC 62717 s'appliquent aux luminaires LED.</p> <p>Laps de temps au terme duquel un pourcentage y d'un lot de modules LED en fonctionnement atteint une dégradation progressive du flux lumineux d'un pourcentage x est appelé durée de vie utile (ou « durée B_y ») et exprimé en général $L_x B_y$.</p> <p>Un rendement lumineux inférieur au facteur de maintenance du flux x est appelé dégradation paramétrique parce que l'appareil produit moins de lumière mais fonctionne quand même. La « durée B_{10} » est l'âge auquel 10 % des produits subissent une dégradation paramétrique. L'âge auquel 50 % des modules LED ont une dégradation paramétrique, « durée de vie B_{50} », s'appelle durée de vie utile médiane. Le lot comprend uniquement les modules LED en fonctionnement, à l'exclusion des modules non opérationnels.</p>
Défaillance partielle brusque des modules et luminaires LED	<p>Défaillance brusque</p> <p>Défaillance d'un produit LED relative à son fonctionnement ou à la production de flux lumineux</p> <p>Note 1 Aux fins de la présente norme, le produit LED est un module LED. Note 2 L'expression « défaillance complète » est couramment utilisée dans le même but. Source : IEC 62717:2014</p>	<p>IEC 62717:2014</p> <p>Spécification de durée de vie pour une défaillance brusque du flux lumineux :</p> <p>La défaillance brusque du flux lumineux d'un lot de luminaires LED à un moment donné est appelée temps de défaillance brusque et s'exprime en C_y.</p> <p>Les mesures de durée de vie recommandées pour la durée de vie des modules LED sont expliquées dans l'annexe C de la norme IEC 62717 et s'appliquent aux luminaires LED. Pour les critères de conformité, voir le paragraphe 10.2 de la norme.</p>
Temps de défaillance brusque des modules et luminaires LED	<p>Temps de défaillance brusque C_y</p> <p>Durée pendant laquelle y % d'un lot initial de modules LED du même type en fonctionnement ne produisent pas de flux lumineux. Unité : h</p> <p>Note 1 Le temps de défaillance brusque ne comprend que les modules LED inopérants. Note 2 $C_{AFV} = L_x$. Source : IEC 62717:2014</p>	<p>IEC 62717:2014</p> <p>Spécification de durée de vie pour une défaillance brusque du flux lumineux :</p> <p>La défaillance brusque du flux lumineux d'un lot de luminaires LED à un moment donné est appelée temps de défaillance brusque et s'exprime en C_y.</p> <p>Les mesures de durée de vie recommandées pour la durée de vie des modules LED sont expliquées dans l'annexe C de la norme IEC 62717 et s'appliquent aux luminaires LED. Pour les critères de conformité, voir le paragraphe 10.2 de la norme.</p>
Valeur de défaillance brusque, correspondant à la durée de vie utile médiane des modules et luminaires LED	<p>Valeur de défaillance brusque AFV</p> <p>Pourcentage des modules LED qui ne fonctionnent plus au bout de la durée de vie utile médiane, L_x</p> <p>Noe $AV = F(L_x) \times 100 \%$; $LF(L_x) = 1 - F(L_x)$ Note 2 Exemple : Si $L_x = 20\,000$ h et $AFV = F(20\,000 \text{ h}) \times 100 \% = 7 \%$, cela entraîne $LSF(20\,000 \text{ h}) = 1 - 0,07 = 0,93$. Source : IEC 62717:2014</p>	<p>IEC 62717:2014</p> <p>Spécification de durée de vie pour une dégradation brusque du flux lumineux :</p> <p>La dégradation brusque du flux lumineux d'un lot de luminaires LED à un moment donné est appelée temps de dégradation brusque et s'exprime en C_y.</p> <p>Les mesures de durée de vie recommandées pour la durée de vie des modules LED sont expliquées dans l'annexe C de la norme IEC 62717 et s'appliquent aux</p>

Terme	Définition	Normes de référence
		luminaires LED. Pour les critères de conformité, voir le paragraphe 10.2 de la norme.

Annexe B — Exigences d'application des normes européennes

Les tableaux B1 et B2 présentent les exigences d'application telles que spécifiées dans les normes européennes. Les normes nationales spécifiques à un pays peuvent avoir des exigences supplémentaires, par exemple l'utilisation du rendu ou de la température des couleurs dans les applications d'éclairage routier. En outre, pour les applications d'éclairage sportif spécialisées, des exigences supplémentaires peuvent être spécifiées par les instances dirigeantes du sport.

Note : les cases rouges indiquent les exigences énoncées tandis que les cases bleues indiquent les exigences implicites.

Exigences liées au produit	EN 12464-1	EN 12464-2	EN 12193	EN 1837	EN 13201-2	EN 15193	EN 1838
Rendu des couleurs (Ra)	Red	Red	Red				Red
Température de couleur (CCT)	Red		Blue				
Scintillement / effets stroboscopiques (non mesuré)	Blue	Blue		Blue			Red
Puissance des luminaires d'éclairage de secours						Red	
Puissance parasite du luminaire						Red	
Puissance du luminaire						Red	
Intensité lumineuse		Blue	Blue				Red
Limites de luminance pour écran	Red						
Luminance de la façade / enseigne		Blue					Red
Facteur de maintenance (cela inclut par défaut la durée de vie)	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Angles d'ouverture	Blue						
Indice TLCI (de cohérence de l'éclairage pour télévision)			Red	prEN 12193			
Éclairage après 5 s (commutation sur piles)							Red
Éclairage après 60 s (commutation sur piles)							Red
UGR	Red						
Lumière indirecte		Blue	Blue				

Table B.1 – Exigences principales des produits

Exigences du projet d'éclairage	EN 12464-1	EN 12464-2	EN 12193	EN 1837	EN 13201-2	EN 15193	EN 1838
Maillage de points de calcul (espacement min/max)	Red	Red	Red		Red		Red
Maillage de points de calcul (caméra, espacement min/max)			Blue				
Éclairage des abords (EIR : edge illuminance ratio)					Red		
Effets scintillants / stroboscopiques (non mesurés)	Blue	Blue		Blue			Red
Taux d'éblouissement (GR)		Red					
Éclairage hémisphérique					Red		
Rapport d'éclairage horizontal / vertical			Red				
Rapport d'éclairage horizontal / vertical (caméra)			Blue				
Éclairage sur la zone de fond	Red						
Éclairage de l'environnement immédiat	Red	Red		Red			
Éclairage sur les surfaces	Blue		Red		Red		Red
Éclairage sur la zone de travail	Red	Red		Red			
Luminance (moyenne)					Red		
Facteur de maintenance (cela inclut par défaut la durée de vie)	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Éclairage cylindrique moyen	Blue						
Indice de modélisation	Blue						
Éclairage semi-cylindrique					Red		
Seuil d'incrément		Blue	Blue		Red		
UGR	Red						
Uniformité (min/moy)	Red	Red		Red	Red		
Lumière indirecte		Blue	Blue				
Éclairage vertical		Blue	Blue		Red		
Éclairage vertical (caméra)			Blue				
Éclairage lumineux vertical uniforme (min/max)			Red				
Éclairage vertical uniforme (caméra, min/max)			Blue				
Éclairage vertical sur les propriétés		Blue	Blue				

Tableau B.2 – Principales exigences des applications d'éclairage

Annexe C — Exemple de fiche technique – caractéristiques des luminaires LED

Cet exemple illustre les données de performance qui devraient être fournies par les fabricants de luminaires. Elles doivent faire partie de la fiche technique d'un luminaire LED. Le contenu complet et le volume d'informations d'une fiche technique d'un luminaire ainsi que son style varient en fonction du « style maison » du fabricant et du type/application du luminaire en question. Pour permettre une comparaison directe entre fabricants, les données sont normalement fournies sur la base de $t_q = 25^\circ\text{C}$. Des données additionnelles peuvent être fournies pour d'autres valeurs de t_q (par exemple pour des applications spéciales), à la discrétion du fabricant.

Fiche produit xxxxxxxx 0000 xxx 01



Température ambiante du luminaire (t_a)	25°C	40°C
Puissance	48 W	48 W
Flux lumineux	6 000 lm	5 600 lm
Efficacité lumineuse	125 lm/W	116 lm/W
Température de couleur proximale (CCT)	3 000 K	3 000 K
Indice de rendu des couleurs (IRC)	> 80	> 80
Durée de vie utile médiane L_x (h) et facteur de maintenance associé x	L_{85} : 35 000 h L_{80} : 50 000 h	L_{80} : 35 000 h L_{75} : 50 000 h
Valeur de défaillance brusque (%) à la durée de vie utile médiane	5 % après 35 000 h 10 % après 50 000 h	10 % après 35 000 h 15 % après 50 000 h

Avertissement

Ces renseignements ne sont fournis qu'à titre indicatif. Bien qu'ayant fait tout notre possible pour nous assurer que les informations ont été obtenues de sources fiables, LightingEurope ou le Syndicat de l'éclairage ne sont responsables des erreurs ou omissions, ni des résultats obtenus à partir de l'utilisation de ces informations.

Le contenu de ce document n'est qu'une recommandation et ne lie aucune partie. Les membres de LightingEurope ne sont pas tenus d'adhérer à ce document.

Toutes les informations sont fournies sans aucune garantie d'exhaustivité, d'exactitude, d'actualité ni de résultats obtenus à partir de l'utilisation de ces informations, et sans garantie d'aucune sorte, expresse ou implicite, y compris, mais sans s'y limiter, les garanties de performance, de qualité marchande et d'adéquation à un usage particulier.

En aucun cas LightingEurope, ses sociétés en nom collectif ou sociétés liées, ou leurs partenaires, agents ou employés ne seront tenus responsables envers vous ou quiconque d'une décision prise ou d'une action entreprise sur la foi des informations ou de tout dommage consécutif, spécial ou similaire, même si avisés de la possibilité de tels dommages.