



PHILIPS

Luminaires LED

Livre blanc

Évaluer les performances des
luminaires LED
luminaires

Évaluer les performances des luminaires LED

Évitez les comparaisons qui ne tiennent pas debout

Ces dernières années, nous avons constaté une hausse considérable de l'utilisation des luminaires LED. Initialement, aucune norme universelle n'était disponible pour mesurer ni comparer les performances des produits d'éclairage LED. La situation s'est même compliquée suite à l'arrivée en masse sur le marché de nouveaux acteurs dont la réputation reste à faire, certains revendiquant des performances peu crédibles pour leurs produits. Dès lors, la confusion règne parmi les consommateurs, qui doivent choisir des produits LED adéquats.

Aussi le principal défi du marché professionnel est-il d'améliorer la manière dont les utilisateurs des luminaires LED, tels que les fournisseurs d'éclairage spécifique, les concepteurs lumière, les ingénieurs techniques et les décideurs politiques évaluent les performances annoncées des différents fabricants de luminaires LED lorsqu'ils préparent des projets d'éclairage ou des cahiers des charges. À ce jour, il leur arrive souvent de mélanger torchons et serviettes.



Le présent livre blanc vise à apporter plus de clarté et à permettre une évaluation des performances revendiquées par les fabricants en expliquant les différents critères de performances « initiales » et « au fil du temps » des luminaires LED établies dans les récentes normes de performances de la Commission électrotechnique internationale (CEI), conformément au [document d'orientation de la CEI](#) émis par LightingEurope (janvier 2018, Évaluer les performances des luminaires LED).

Nous prôtons une approche en 3 étapes pour créer une transparence complète sur le marché :

1. Fournir des spécifications des performances produit conformes aux normes CEI pertinentes ;
2. Sensibiliser les utilisateurs des luminaires LED sur la manière dont les critères de qualité peuvent aider à comparer et à instaurer la confiance ;
3. Agir en faveur d'une vérification des performances par des tiers indépendants pour les luminaires LED.



Figure 1 – Approche en trois étapes

1. Critères de qualité normalisés – dissiper toute confusion

Dans l'état actuel, évaluer les performances des produits LED s'avère complexe, et ce pour deux raisons :

- a. Les différents fabricants n'utilisent pas les mêmes définitions techniques pour décrire les performances de leurs produits, ce qui rend toute comparaison difficile.
- b. La conception technique d'un produit peut faire une différence énorme en termes de performances. Même si deux luminaires sont basés exactement sur les mêmes LED, leurs performances peuvent différer grandement en raison des choix de conception effectués.

Si nous examinons par exemple l'efficacité (exprimée en lumens par watt) dans le tableau ci-dessous, nous observons que la conception du produit peut faire une grande différence pour les performances de système du luminaire. L'efficacité de la gestion de la chaleur, le ballast et les optiques peuvent chacun être déterminants pour l'efficacité du luminaire LED dans son ensemble.

Puce LED	Conception thermique		Driver		Optiques		Maintien du flux lumineux au bout de 5 000 h	Efficacité après 2 ans
160 lm/W	95%	152 lm/W	90%	137 lm/W	85%	116 lm/W	98%	114 lm/W
160 lm/W	85%	136 lm/W	70%	95 lm/W	50%	48 lm/W	60%	29 lm/W

Figure 2 – Impact des choix de conception sur les performances. Les nombres qui figurent dans le tableau sont donnés à titre d'exemple uniquement.

Pour évaluer les performances annoncées par différents fabricants, l'approche que nous recommandons est la suivante :

1. Appliquer une série de critères de qualité normalisés à titre comparatif ;
2. Évaluer uniquement les produits qui ont été mesurés conformément aux normes CEI pertinentes.

Cela permettra de juger les comparaisons des revendications de manière égale et fidèle, pour ainsi dire sans mélanger les torchons avec les serviettes.

2. Critères de performances CEI

Tant les performances « initiales » qu'« au fil du temps » doivent faire l'objet d'une évaluation afin que l'on puisse se fier aux performances des luminaires LED et au maintien de leurs caractéristiques nominales au fil des ans. Souvent, il peut s'avérer difficile de savoir qui ou quoi croire.

La normalisation des exigences de performances est une première étape importante vers la transparence complète des performances des luminaires LED utilisés sur le marché professionnel. C'est pourquoi la CEI a mis au point et publié des normes de performances spécifiques pour les luminaires LED.

Ces normes décrivent comment mesurer les performances « initiales » et fournissent une mesure de la durée de vie des performances « au fil du temps ».

Il convient de noter que les spécifications produit initiales sont généralement **mesurées**, tandis que les performances au fil du temps sont **calculées** au moyen de la mesure de la durée de vie CEI pour les produits d'éclairage LED.

Type de produit	Norme de sécurité	Norme de performances
Luminaires LED	CEI 60598-1 Ed.8.0 Publication 2014	CEI 62722-2-1 Ed.1.0 Publication 2014

Figure 3 – Aperçu des normes CEI pour les luminaires LED

Ce que nous publions au sujet des performances initiales

Conformément à l'approche et aux directives recommandées par la CEI, les spécifications des performances initiales de tous les luminaires d'éclairage professionnel LED Philips sont mesurées conformément aux normes de performances CEI pertinentes :

1. Puissance d'entrée initiale absorbée (en W)
2. Flux du système lumineux nominal initial (en lm)
3. Efficacité lumineuse à 0 h du luminaire LED (en lm/W)
4. Distribution de l'intensité lumineuse
5. Température de couleur corrélée initiale (CCT) en K
6. Indice de rendu des couleurs nominal initial (IRC)
7. Valeur de coordonnées de la chromaticité nominale initiale et tolérance prévue $(x,y) < x$ SDCM

Les spécifications initiales des luminaires LED sont indiquées à une température ambiante de fonctionnement T_q de 25 °C (Les données de performance de l'application dépendante à la T_q supplémentaire peuvent être publiées).

2.1 Critères de performances CEI « au fil du temps »

Il existe deux valeurs de performances « au fil du temps » dont il faut tenir compte concernant la dégradation d'un luminaire LED pour sa durée de vie nominale.

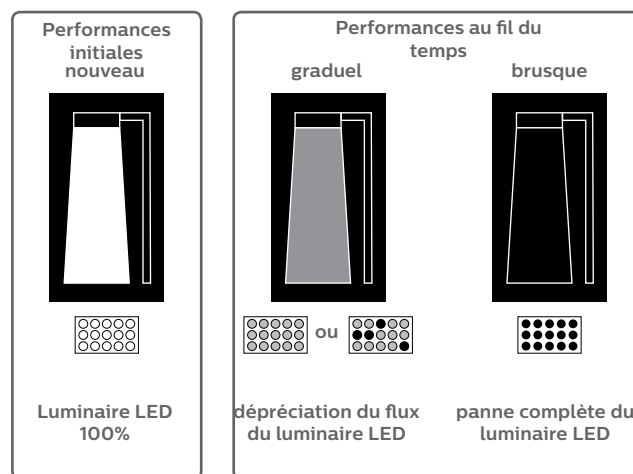


Figure 4 – Pour résumer – Performances initiales et au fil du temps

La dégradation graduelle du flux lumineux se rapporte au maintien du flux lumineux d'un luminaire au fil du temps. Elle indique le niveau du flux lumineux initial des sources lumineuses du luminaire qui est disponible après un certain temps. La dépréciation du flux lumineux peut résulter de la combinaison entre une diminution de la lumière produite par des LED individuelles et l'absence totale de lumière par des LED individuelles.

(Remarque : aucune norme n'est encore disponible pour évaluer la dégradation des composants optiques au fil du temps)

La dégradation brusque du flux lumineux décrit la situation où le luminaire LED ne produit plus aucune lumière parce que le système, ou un composant essentiel de celui-ci, a connu une défaillance.

La mesure de la durée de vie CEI pour les luminaires LED définit la durée de vie utile et le temps écoulé avant une défaillance brusque.

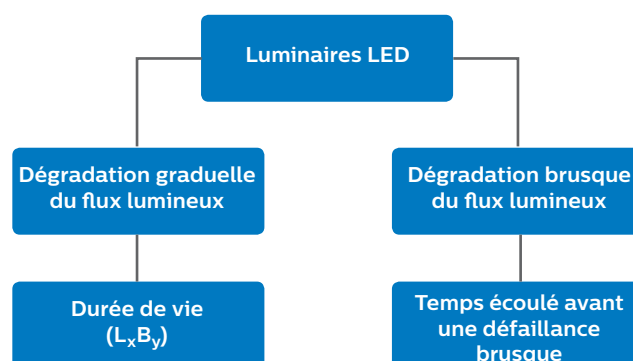


Figure 5 – Ancienne mesure de la durée de vie CEI

2.2.1 Durée de vie utile et durée de vie utile moyenne



Une réduction du flux lumineux et une perte d'efficacité progressives

La dégradation graduelle du flux lumineux d'une population de luminaires LED à un moment donné dans le temps s'appelle la durée de vie utile, et elle s'exprime généralement comme suit : $L_x B_y$. La population comprend les luminaires LED exploitables uniquement ; les produits non opérationnels sont exclus.

La durée de vie utile exprime l'âge auquel un centile de luminaires LED donné (y) ne peut pas répondre au facteur de maintenance du flux x . Un flux lumineux inférieur au facteur de maintenance du flux lumineux x requis est appelé flux dégradé, car il produit moins de lumière mais fonctionne toujours.

Afin de comparer les données relatives à la durée de vie sans ambiguïté, la CEI a introduit la durée de vie utile moyenne (L_x). La durée de vie utile moyenne est le moment auquel 50 % (B50) d'une population de luminaires LED présente un flux dégradé. Par exemple, la durée de vie utile moyenne L90 se rapporte à la durée pendant laquelle 50 % (B50) d'une population de luminaires LED du même type ont un flux dégradé à moins de 90 % (L90) de leur flux lumineux initial, mais fonctionnent toujours.

Outre la valeur moyenne (B50), la valeur B10 et d'autres valeurs sont présentes sur le marché. Si B_y est une caractéristique de performance définie, la norme CEI 62722-2-1 ne fournit aucune explication technique concernant la façon dont ce paramètre doit être vérifié ou appliqué. Les normes relatives à la conception des applications d'éclairage ne fournissent pas non plus d'indications. Une évaluation technique plus précise est par conséquent nécessaire.

Il faut s'attendre à retrouver une proportion supérieure et une proportion inférieure à la valeur de performance mesurée à travers une distribution de produits. Le graphique ci-dessous montre un exemple de distribution normale pour un produit classé L90, illustrant ainsi la différence entre une valeur B10 et une valeur B50.

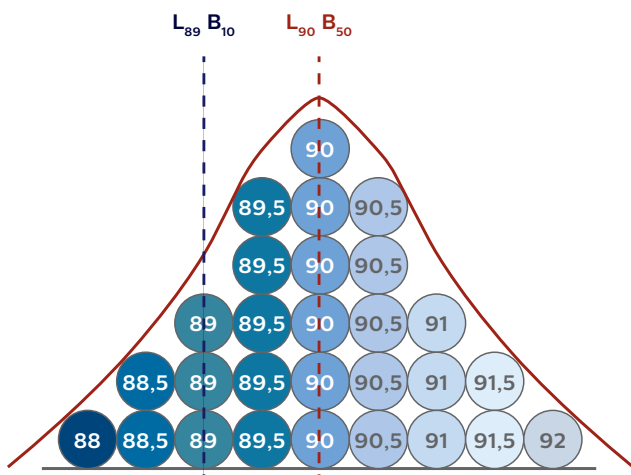


Figure 6 – Exemple de distribution normale pour un produit classé L90

Une analyse détaillée de différents fabricants de LightingEurope avec des données de produit portant sur les luminaires LED montre qu'en prévoyant une durée de vie allant jusqu'à 100 000 heures pour une installation, la différence de dégradation du flux entre les valeurs B10 et B50 est d'environ 1 %.

Concrètement, cela signifie qu'en prenant l'exemple de la valeur L90 à 100 000 heures, un flux lumineux initial de 10 000 lumens sera de 9 000 lumens pour le B50. Si le même luminaire est classé B10, la valeur correspondante sera de 8 910 lumens. En gardant à l'esprit que les données du flux lumineux mesuré sur les sources lumineuses LED et traditionnelles sont soumises à des tolérances caractéristiques de 10 %, la différence concrète peut être considérée comme négligeable.

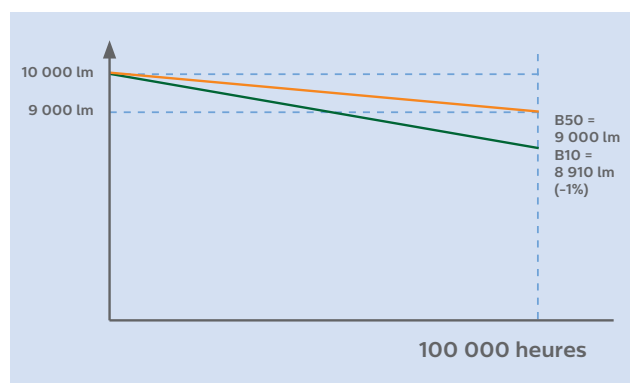


Figure 7 – Analyse des données de produit à partir d'un exemple de luminaire LED

Les valeurs B10 et B50 étant très proches, la diffusion due à la dépréciation est faible et la valeur moyenne (B50) représente précisément le comportement de dépréciation de plusieurs produits pour la durée de vie projetée (dans cet exemple 100 000 heures). Le processus de mesure de la valeur B50 est normalisé et bien plus largement accepté que toute autre mesure B_y .

Statistiquement, la valeur moyenne (B50) représente avec un degré de précision suffisant le comportement de dépréciation du flux d'une population de luminaires LED pour la durée de vie projetée. Par conséquent, LightingEurope recommande de promouvoir et d'exprimer la durée de vie utile moyenne avec la valeur L_x et sans mentionner la valeur B50.

Nous avalisons les directives de LightingEurope et nous publierons les spécifications de durée de vie conformément à celles-ci.

2.2.2 Temps écoulé avant une défaillance brusque et Valeur de brusque défaillance



Une baisse brutale du flux lumineux due à une panne ou une défaillance du produit ou de tout composant du système

Un paramètre important à prendre en compte lorsque la durée de vie prévue est longue est celui de la fiabilité du système. Un luminaire LED durera plus longtemps que le composant utilisé présentant la durée de vie la plus courte. Plusieurs composants essentiels d'un luminaire LED influent sur la fiabilité d'un système.

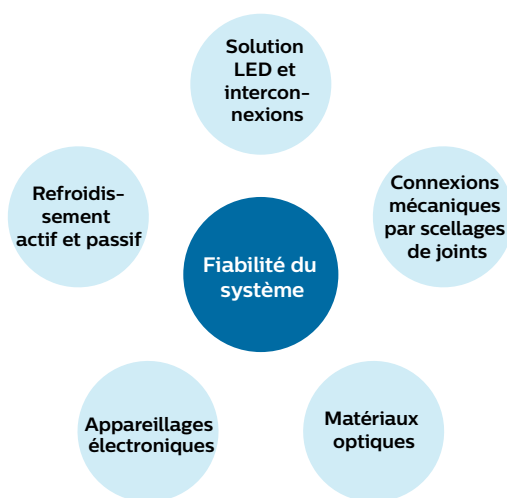


Figure 8 – Composants LED essentiels des luminaires LED

La dégradation des matériaux optiques peut entraîner la réduction du flux lumineux au lieu de sa dégradation brusque. Une défaillance de l'un des composants principaux restants entraîne généralement une panne complète du luminaire LED. Ce n'est pas pris en compte dans la durée de vie utile moyenne. Par conséquent, les pannes brusques doivent toujours être prises en compte séparément au niveau de l'ingénierie et de la planification de l'éclairage. C'est pourquoi la mesure de la durée de vie CEI définit dès lors également le temps écoulé 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 population de luminaires LED à un moment donné dans le temps s'appelle le temps écoulé avant une défaillance brusque, et elle est généralement exprimée par la valeur C_y . Elle exprime l'âge auquel un centile donné (y) des luminaires LED a présenté une défaillance brusque.

Afin de simplifier l'évaluation des données de performance des fabricants, la CEI a introduit la valeur de brusque défaillance (Abrupt Failure Value, AFV) d'une population de luminaires LED. La valeur de brusque défaillance est le pourcentage de luminaires LED qui cessent de fonctionner au moment d'atteindre la durée de vie utile moyenne (L_x). Par exemple, une valeur de brusque défaillance de 10 % indique que 10 % de la population de luminaires LED initialement opérationnels cesse de produire un flux lumineux une fois la durée de vie utile moyenne atteinte.

Les normes CEI actuelles ne décrivent pas complètement les modes de défaillance des principaux composants à inclure dans les calculs de la valeur de brusque défaillance (AFV). Sachant que la plupart des défaillances brusques se produisent au niveau de l'appareillage de commande LED, LightingEurope recommande de spécifier le taux de défaillance de l'appareillage de commande prévu pour l'appareil tel qu'indiqué pour la valeur de brusque défaillance relative à la durée du vie utile moyenne du luminaire LED.

Nous avalisons la présente recommandation et nous publierons les valeurs de défaillance brusque de l'appareillage de commande en conséquence.

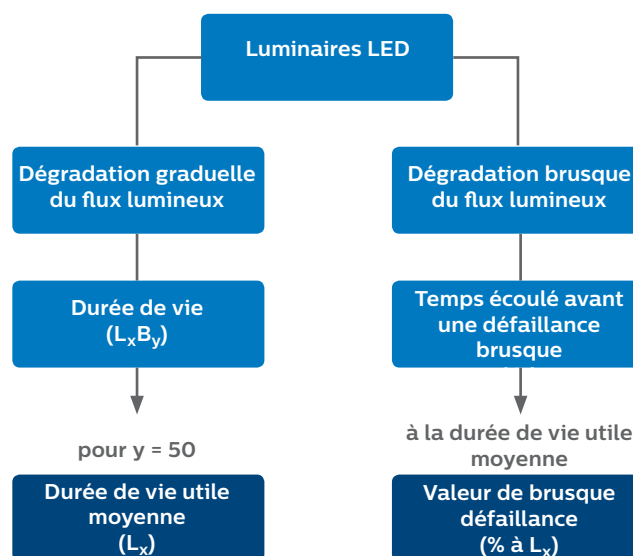


Figure 9 – Nouvelle mesure de la durée de vie CEI

2.2.3 Pourquoi la durée de vie n'est pas toujours un facteur essentiel

Dans la pratique, les données relatives à la durée de vie des luminaires LED relèvent souvent de la course au plus grand nombre d'heures de durée de vie utile moyenne L80B50. Nous savons que sur le marché professionnel, les exigences sont spécifiques à la solution d'éclairage dans l'application, et qu'une conception d'éclairage doit être réalisée. L'indication est souvent la durée de vie moyenne de l'installation, ce qui laisse entendre que le nombre d'heures le plus élevé n'est pas un critère discriminatoire pertinent pour choisir un luminaire LED.

Pour aller plus loin, la durée de vie moyenne de l'installation a été calculée pour diverses applications en intérieur et en extérieur, sur la base des heures de fonctionnement à l'année et de la durée moyenne de rénovation d'un produit dans une application spécifique. À noter que ces valeurs ne sont pas forcément réalistes en toute situation. On pourrait citer en exemple l'utilisation des commandes d'éclairage automatique ou une application nécessitant un éclairage 24 h/24 et 7 j/7.

Applications intérieures	Heures de fonctionnement par défaut à l'année (EN15193)	Durée de rénovation moyenne	Durée d'installation moyenne
	pour	années	heures
Bureaux	2500	20	50.000
Établissements scolaires	2000	25	50.000
Hôpitaux	5000	10	50.000
HÔTELS	5000	10	50.000
Restaurants	2500	10	25.000
Sports	4000	25	100.000
Commerces	5000	10	50.000
Fabrication	4000	25	100.000

Tableau 1 – Exemples possibles relativement à la durée de vie moyenne de l'installation pour différentes applications en intérieur



Applications en extérieur	Heures de fonctionnement par défaut à l'année (EN13201-5)	Durée de rénovation moyenne	Durée d'installation moyenne
	pour	années	heures
Rue	4000	25	100.000
Tunnel (entrée)	4000	25	100.000
Tunnel (intérieur)	8760	12	100.000
Sport (de loisirs)	1250	20	25.000
Zone	4000	25	100.000

Tableau 2 – Exemples de durée de vie moyenne de l'installation pour différentes applications en extérieur



Finalement, pour les produits utilisés dans la plupart des applications en intérieur, la durée de vie moyenne de l'installation ne dépassera pas 50 000 heures. Pour les produits utilisés dans la plupart des applications en extérieur, la durée de vie moyenne de l'installation ne dépassera pas 100 000 heures.

De plus, nous considérons que le « nombre d'heures » ne doit pas être un facteur discriminatoire principal pour choisir des luminaires LED dans les applications professionnelles. Pour la conception d'éclairage, le flux lumineux maintenu à la durée de vie moyenne de l'installation pour une application spécifique est bien plus pertinent et peut aider à réaliser des économies d'énergie grâce à la réduction de la conception en trop entraînant des pertes tout au long de la durée de vie.

Conformément au document d'orientation de LightingEurope, nous recommandons de ne pas spécifier ni déclarer une durée de vie supérieure à 100 000 heures, sauf si des applications d'éclairage spécifiques le demandent expressément et qu'une période de test appropriée a permis de vérifier cette donnée.

Nous publierons les valeurs Lx relatives aux applications en intérieur et en extérieur compatibles avec l'utilisation du produit (voir respectivement le tableau 1 et le tableau 2).

2.2.3 Pour résumer – performances au fil du temps

La durée de vie des luminaires résulte toujours d'une combinaison entre dégradation lumineuse graduelle et brusque. Il convient de noter que la durée de vie annoncée du luminaire doit toujours être spécifiée, de même qu'une température ambiante spécifique, un nombre d'heures de fonctionnement et les cycles de commutation associés.

Tel que mentionné plus haut, la conception du luminaire LED peut influencer considérablement sur ses performances, y compris sur sa durée de vie.

C'est pourquoi il importe de se rendre compte que les données présentées par les fournisseurs de LED ou de panneaux LED ne peuvent être simplement transposées individuellement comme des données de performances de luminaires LED. Il faut donc se méfier de revendications du type « ces luminaires utilisent les mêmes LED, aussi leurs performances (au fil du temps) sont-elles les mêmes ».

Il importe également de se souvenir que les valeurs des performances au fil du temps sont des prévisions plutôt que des mesures. Au vu de la longueur de la durée de vie utile et du temps écoulé avant une défaillance brusque des luminaires LED, il n'est pas possible pour les fabricants de les mesurer avant de lancer de nouveaux produits. Au lieu de cela, ils utilisent des mesures plus courtes qu'ils extrapolent pour établir des prévisions.

En raison de l'absence de toute norme en place décrivant comment ces prévisions ou extrapolations doivent être effectuées, la qualité de ces prévisions varie grandement. À l'heure actuelle, la CEI décrit uniquement une mesure de la durée de vie pour les produits LED, à savoir quels paramètres mentionner en termes de durée de vie utile et de temps écoulé avant une défaillance brusque. Elle omet toutefois d'expliquer comment les calculer.

Nous avons mis au point un outil inédit dans sa catégorie, permettant de calculer la durée de vie utile et le temps écoulé avant une défaillance brusque pour les luminaires LED. Les calculs sont basés sur des données de tests d'endurance en temps réel des panneaux LED, le test accéléré des composants essentiels et une compréhension approfondie des paramètres de conception jugés essentiels pour prolonger la durée de vie du luminaire.

Nos revendications en termes de performances au fil du temps pour les luminaires LED tiennent compte des mesures des performances des modules LED individuels, des paramètres de conception thermique, des paramètres de dégradation optique et des modes de défaillances possibles de tous les composants critiques dans la conception des luminaires LED.



Ce que nous publions au sujet des performances au fil du temps

Les spécifications concernant les performances « au fil du temps » des luminaires LED Philips sont calculées à l'aide de la mesure CEI de la durée de vie pour les produits d'éclairage LED et conformément au document d'orientation de LightingEurope « Évaluer les performances des luminaires LED ». Les performances annoncées quant à la durée de vie au fil du temps sont spécifiées pour une température ambiante de fonctionnement Tq de 25 °C.

Pour **les luminaires LED d'intérieur**, nous publierons deux critères de qualité conformes à la CEI :

1. Maintien du flux lumineux à la durée de vie utile moyenne :
 - à 50 000 heures pour tous les produits
 - à 100 000 heures pour les produits industriels en plus
2. Taux de défaillance de l'appareillage de commande (%) à la durée de vie utile moyenne.

Pour **les luminaires LED d'extérieur**, nous publierons deux critères de qualité conformes à la CEI :

1. Maintien du flux lumineux à la durée de vie utile moyenne :
 - à 100 000 heures pour la plupart des produits
 - en fonction de l'application (p. ex les sports), un nombre d'heures inférieur est publié pour certains produits (35 000, 50 000 ou 75 000 heures)
2. Taux de défaillance de l'appareillage de commande (%) à la durée de vie utile moyenne.

