

The background image shows a modern office space with glass-walled rooms and a dark wood floor. Recessed ceiling lights are visible, illuminating the space. The overall color palette is dominated by blues and greys, with the warm tones of the wood floor providing contrast.

PHILIPS

Luminaires LED

Livre Blanc

Evaluer les
performances des
**luminaires
à LED**

Evaluer les performances des luminaires à LED

Evitons de comparer les pommes et les poires

Ces dernières années on a vu un accroissement significatif de l'usage des luminaires à LED. Initialement, il n'a avait aucun standard universel permettant de mesurer ou de comparer les performances des appareils d'éclairage à LED. La situation s'est compliquée avec l'arrivée de nouveaux acteurs peu expérimentés, qui ont inondé le marché, certains n'hésitant pas à annoncer pour leurs produits des performances sujettes à caution. D'où une certaine confusion chez les consommateurs qui ne savent plus quel système LED choisir.

C'est pourquoi, le défi majeur pour le marché professionnel va être d'améliorer le moyen pour les utilisateurs de LED d'évaluer les performances affichées des différents appareils d'éclairage à LED. Cela aidera les prescripteurs, les concepteurs, les ingénieurs techniciens et les décideurs politiques dans l'élaboration de projets d'éclairage ou de cahiers des charges. Aujourd'hui, ces derniers sont amenés malgré eux à comparer des pommes et des poires.



Ce Livre Blanc a pour but de clarifier les choses. Il veut faciliter l'évaluation des performances affichées par les constructeurs en expliquant les deux critères de performance établis par la récente norme IEC concernant les luminaires à LED.

Philips Professional Lighting Solution croit en une approche en 3 étapes pour instaurer une totale transparence sur le marché

1. Fournir les spécifications de performance des produits en conformité avec les normes appropriées de l'IEC ;
2. Convaincre les utilisateurs de luminaires à LED que les critères de qualité peuvent les aider à comparer et à instaurer la confiance ;
3. Travailler à la mise en place de vérifications de performance des luminaires à LED par des tierces parties indépendantes.

NOTE

Une approche vers un système d'évaluation sur des bases comparables, fondée sur les normes de performances IEC, c'est ce qu'on veut voir mis en place largement en Europe.



Figure 1 – approche en 3 étapes

1.1 Critères de qualité standardisés – remplacer la confusion par l'ordre

Dans l'état actuel des choses, évaluer les systèmes LED est complexe.

Pour deux raisons essentielles :

- a. Les différents constructeurs ont recours à des définitions techniques différentes pour décrire les performances de leurs produits. Cela rend ces derniers difficiles à comparer.
- b. La conception technique d'un produit génère des différences majeures en termes de performance. Deux luminaires composés exactement des mêmes LED peuvent présenter des performances très différentes selon la configuration qui a été choisie.

Pour pouvoir se fier aux luminaires à LED, il faut en mesurer les performances, tant à l'état initial qu'au fil du temps. Il s'agit de vérifier si leurs caractéristiques annoncées se confirment après des années d'utilisation.

| Puce LED | Conception technique | | Driver | | Optique | | Persistance à 5000 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 sur la performance des choix de conception

Lorsqu'on évalue les performances annoncées de différents constructeurs

- a. Il faut appliquer un ensemble standardisé de critères de qualité pour toute comparaison
- b. Il ne faut évaluer que les produits mesurés en conformité avec les normes IEC appropriées.

Cela vous permettra de juger les performances annoncées sur base comparable, autrement dit en comparant des pommes et des pommes, plutôt que des pommes et des poires.

2. Critères IEC de performance

Tant les performances « initiales » que celles « au fil du temps » doivent être évaluées pour avoir une idée fiable de la façon dont les luminaires à LED vont se comporter et jusqu'à quand ils vont maintenir leurs caractéristiques au fil des années d'utilisation. A l'heure actuelle, il est difficile de savoir à qui se fier et sur quoi se reposer.

La standardisation des exigences de performance est une première étape cruciale vers la transparence quant aux performances des luminaires à LED utilisés sur le marché professionnel. C'est pourquoi l'IEC a récemment développé et publié des normes spécifiques pour les luminaires à LED.

Ces normes montrent comment mesurer la performance « initiale » et fournissent un modèle de mesure de la performance « au fil du temps »

Il faut noter que les spécifications initiales d'un produit sont **mesurées** tandis que les performances au fil du temps sont **calculées** selon le modèle de la durée de vie de l'IEC pour les appareils d'éclairage à LED.

| Type de produit | Standard de sécurité | Standard de performance |
|----------------------------|---|--|
| dispositif de contrôle LED | IEC 61347-2-13 Ed.2.0 Publication 2014 | IEC 62384 Ed.1.1 Publication 2011 |
| Lampes LED | IEC 62560 Ed.1.0 Publication 2011 | IEC 62612 Ed.1.0 Publication 2013 |
| Modules LED | IEC 62031 Ed. 1.1 Publication 2012 | IEC 62717 Ed. 1.0 Publication 2014 |
| Luminaires LED | IEC 60598-1 Ed.8.0 Publication 2014 | IEC 62722-2-1 Ed.1.0 Publication 2014 |

Figure 3 – aperçu des normes IEC pour les produits LED

Ce que Philips publie sur la performance initiale

Pour que chacun puisse bénéficier de nos efforts au sein de l'IEC pour développer des standards, les spécifications de performance initiale de tous les dispositifs d'éclairage à LED de Philips Professional Lighting Solutions Europe sont mesurées conformément aux standards de performance appropriés.

1. évaluation initiale de puissance absorbée (en W)
2. évaluation initiale du flux lumineux (en lm)
3. efficacité initiale du luminaire à LED (en lm/W)
4. distribution de l'émission lumineuse
5. température de couleur corrélée initiale (CCT) en K
6. évaluation initiale de l'indice de rendu des couleurs (CRI)
7. évaluation initiale de la valeur des coordonnées chromatiques et de la tolérance attendue $(x,y) < x$ SDCM

Les spécifications initiales de tous les luminaires à LED sont valables à température ambiante de 25 °C.

2.2 Critères IEC de performance « au fil du temps »

Deux indices de performance « au fil du temps » doivent être prises en compte : ils concernent les aspects progressif et abrupt de la dégradation de l'émission lumineuse d'un luminaire à LED.

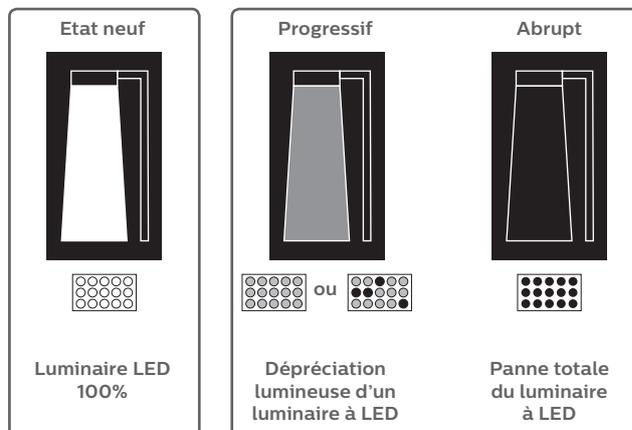


Figure 4 – Performances au fil du temps

La **dégradation progressive de l'émission lumineuse** est liée à la persistance dans le temps de la luminosité d'un luminaire. Cela montre le niveau d'émission qui persiste après un certain laps de temps. La dépréciation lumineuse peut résulter de la combinaison de deux formes de dégradation des éléments optiques : certains LED produisant moins de lumière, d'autres n'en donnant plus aucune.

La **dégradation abrupte de l'émission lumineuse**, c'est le moment où le luminaire à LED ne produit plus aucune lumière parce que le système, ou certains de ses composants essentiels, est en panne.

La mesure IEC de la durée de vie des luminaires à LED fait la distinction entre « durée de vie utile » et « temps de la défaillance brusque ».

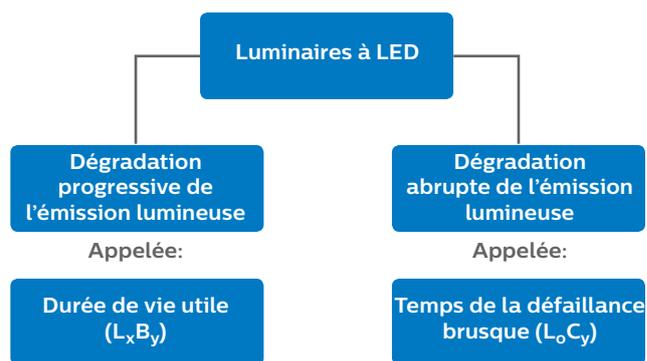


Figure 5 – modèle IEC de durée de vie

2.2.1 Dégradation progressive de l'émission lumineuse / durée de vie utile



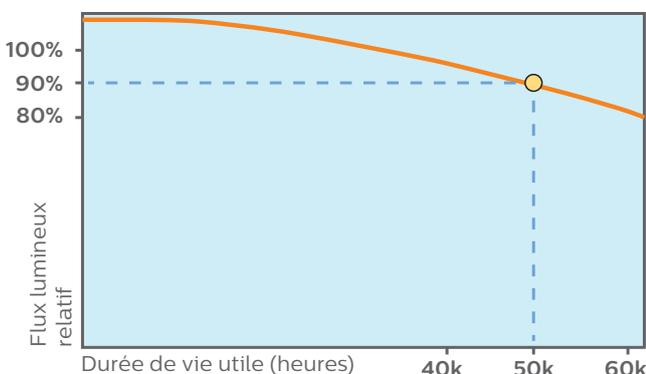
Une réduction progressive de la production de lumière et une perte d'efficacité

La dégradation progressive de l'émission lumineuse d'un groupe d'éléments LED, à un moment donné, est qualifiée de « durée de vie utile ». Elle est généralement exprimée en L_xB_y . La « durée de vie utile » décrit la persistance dans le temps d'un luminaire à LED.

La durée de vie utile est exprimée en L_xB_y , c'est à dire le moment à partir duquel $y\%$ du groupe de lampes LED du même type ne réussissent plus à produire au moins $x\%$ de l'émission lumineuse initiale. L_x mesure le maintien de luminosité. Un indice de L80 signifie que les lampes LED d'un type spécifique produisent encore 80% de l'émission initiale.

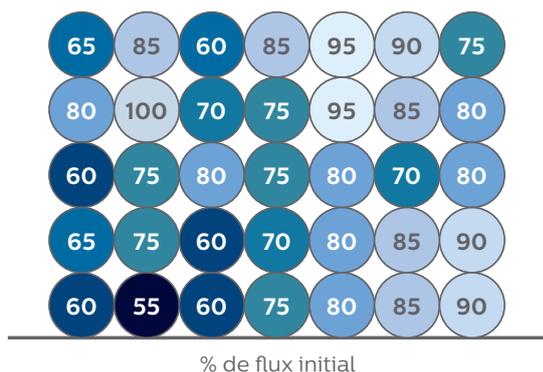
B_y décrit le pourcentage d'éléments concernés par cet indice. Par exemple, un indice $L_{80}B_{50}$ reflète une durée (en heures) à partir de laquelle 50% des éléments du groupe ne répondent plus au paramètre. Le paramètre dans l'indice ci-dessus, c'est un luminaire à LED produisant moins de 80% de l'émission lumineuse initiale mais qui continue néanmoins à fonctionner.

En examinant de plus près la courbe caractéristique du déclin de l'émission lumineuse avec le temps, on peut vérifier la valeur particulière du niveau d'émission lumineuse à un moment donné.

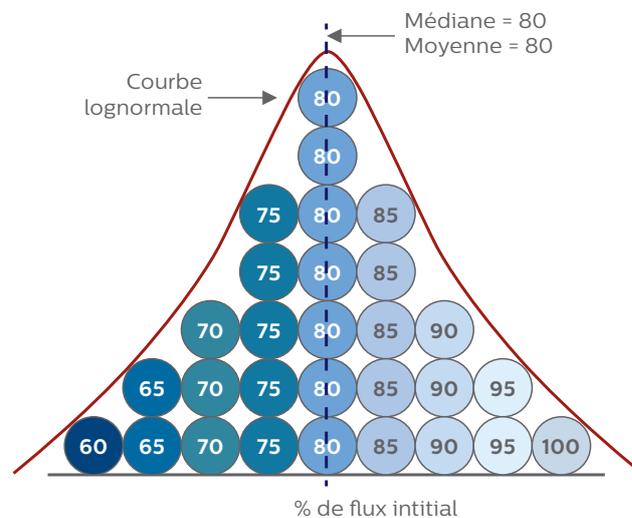


Cependant, pour bien comprendre la durée de vie utile des luminaires à LED, il est nécessaire d'investiguer ce qui se passe réellement.

Ce que nous faisons, c'est mesurer un lot complet d'éléments et obtenir une fourchette de valeurs.



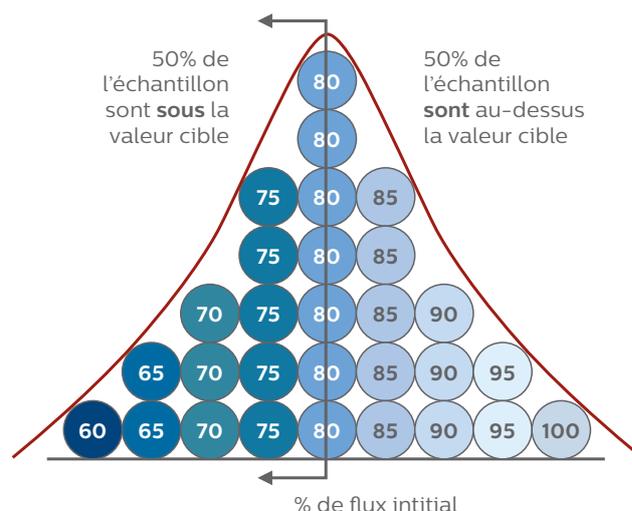
Lorsque nous calculons la moyenne des éléments mesurés, nous obtenons un point sur notre courbe de dépréciation. En fait, certains éléments seront au dessus de la moyenne et d'autres en dessous. Ils n'auront pas tous la même valeur. Réorganisons alors nos données de façon plus pertinente.



Maintenant que nous avons réorganisé nos données, nous voyons combien d'éléments sont sous la moyenne et combien sont au dessus. Il est utile d'examiner la médiane, c'est à dire le point sur le graphique où nous avons le même nombre de points en dessous de la médiane que de points en dessous.

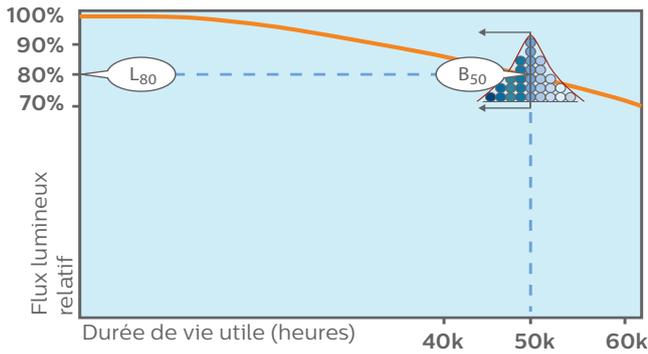
Avec les LED, la distribution du déclin lumineux est logarithmique. Dans ce genre de distribution, la médiane est proche de la moyenne. C'est significatif si nous voulons utiliser la moyenne dans nos calculs de conception et la médiane pour prédire la durée de vie au-delà des mesures.

Dans cet exemple, la médiane est 80 et nous avons le même nombre de points ci-dessus comme ci-dessous. Nous disons que la durée de vie est le temps au bout duquel la moyenne est de 80 % de la valeur moyenne initiale.



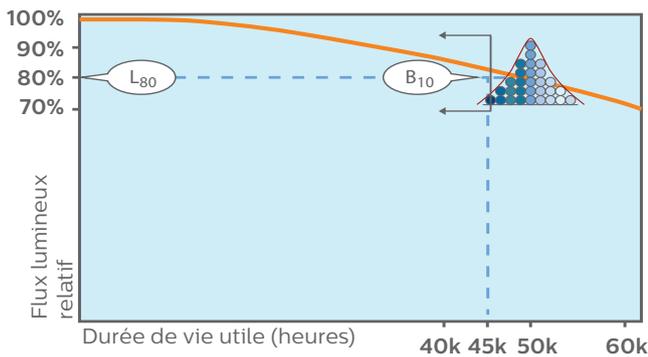
Une intensité lumineuse en dessous de la valeur cible (dans ce cas 80) est appelée « défaillance paramétrique » parce que le produit émet moins de lumière mais fonctionne néanmoins.

Si nous plaçons maintenant cette donnée sur notre graphique, nous voyons que la moyenne est de 80 en ayant une défaillance paramétrique de 50%, avec 50% des éléments continuant à émettre au dessus de la valeur fixée de 80%.

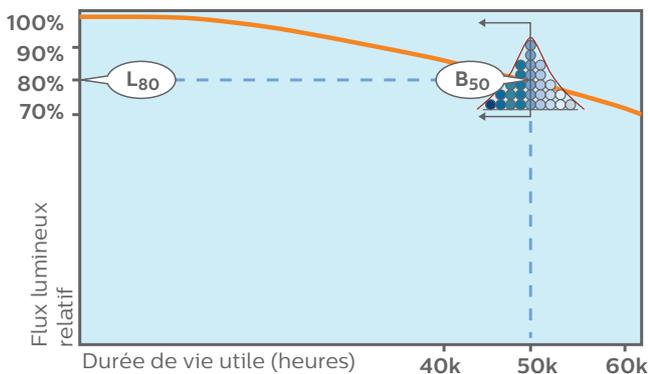


A l'IEC, on définit cela par « durée de vie utile ». Nous utilisons l'indice L_x pour quantifier la valeur moyenne et l'indice B_y pour exprimer la proportion d'éléments émettant au-dessus de la moyenne et en dessous de celle-ci. Dans l'exemple ci-dessus, on pourrait dire que la durée de vie utile ($L_{80}B_{50}$) est de 50.000 heures. Le temps de durée de vie utile doit comprendre les deux indices L et B.

Nous pouvons décider que 50% de notre échantillon sous la moyenne est excessif et préférer un pourcentage inférieur. Si nous n'acceptons, par exemple, que 10% de notre lot sous la moyenne, alors le temps pour atteindre cette valeur sera plus court. Dans l'exemple ci-dessous, nous dirions que la durée de vie utile ($L_{80}B_{10}$) est de 45.000 heures.



Cependant, dans la plupart des cas on considère comme normale une valeur y de 50.



Dans ce cas précis, les valeurs moyenne et médiane sont identiques. Nous pouvons donc définir l'indice L_x comme durée nominale médiane de vie utile. Dans ce cas, nous n'avons pas besoin d'utiliser l'indice B puisque la médiane y est toujours de 50. La durée nominale médiane de vie utile, ou « durée nominale de vie utile » dans la nouvelle définition générale de l'IEC, est la valeur indiquée sur les produits, les fiches techniques, brochures ou site Internet.

2.2.2 Dégradation brutale de l'émission lumineuse / Temps de défaillance brutale



Un déclin abrupt de l'émission lumineuse dû à la panne ou au dysfonctionnement de l'équipement ou d'un des composants du dispositif.

A côté de la persistance lumineuse (durée de vie utile), d'autres facteurs doivent être pris en compte pour évaluer la performance au fil du temps.

Les luminaires et modules à LED sont des produits complexes qui intègrent de nombreux composants. Un paramètre important à considérer, dans la perspective d'une longue durée de vie, c'est la fiabilité du système. Un luminaire à LED aura une durée de vie égale à celle du moins résistant de ses composants. Dans un luminaire à LED, il y a plusieurs composants critiques qui vont déterminer la fiabilité du système.

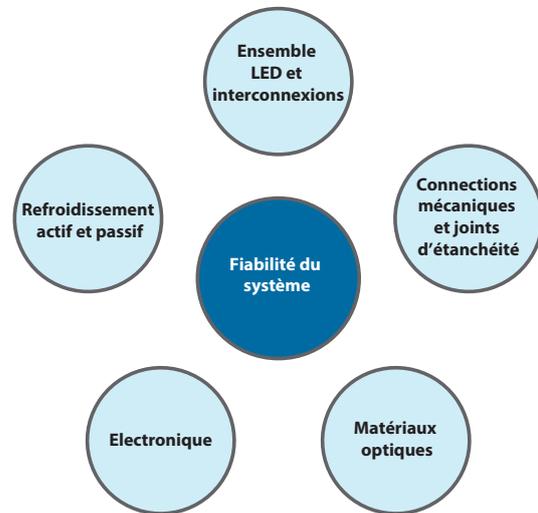


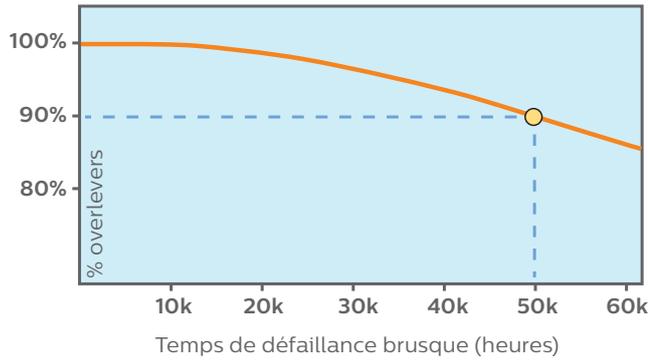
Figure 5 – Les composantes essentielles d'un luminaire LED

C'est pourquoi le modèle IEC de la durée de vie indique également le moment de la défaillance brusque, qui prend en compte des défauts des composants critiques qui composent un luminaire à LED.

La dégradation brutale de l'émission lumineuse de dispositifs à LED à un moment précis est appelée temps de la défaillance brusque et est exprimée en L_0C_y . Le temps de la défaillance brusque décrit le moment où le luminaire à LED ne produit plus aucune lumière.

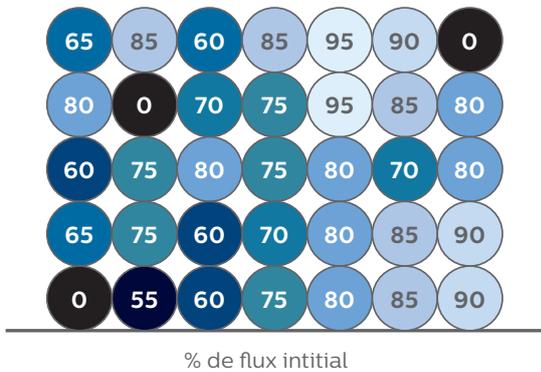
L_x décrit la persistance lumineuse, L_0 signifie que les luminaires à LED d'un certain type donnent désormais 0% de leur émission lumineuse initiale. C_y décrit le pourcentage de lampes auquel cette situation s'applique. Par exemple, L_0C_{10} est la durée en heures à partir de laquelle le 10% de l'ensemble est en défaillance brusque.

En examinant de plus près la courbe de défaillance, on peut voir le pourcentage de défektivité à un moment donné.



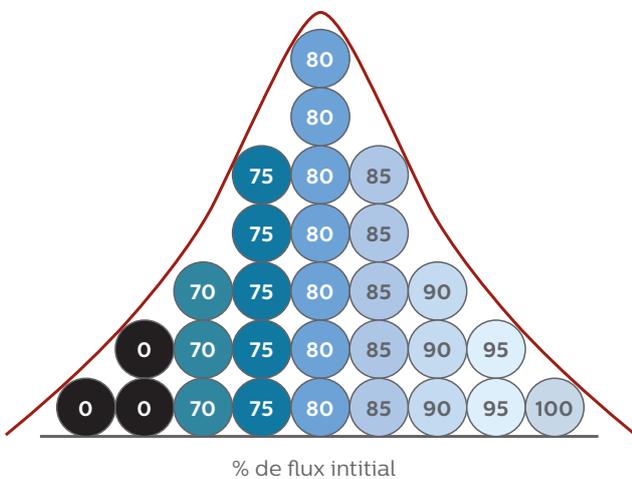
Cependant, pour bien comprendre le temps de défaillance brutale de chaque type de luminaire à LED, il est nécessaire d'investiguer de qui se passe à ce moment-là.

En regardant de plus près nos données on peut y voir plus de détails :

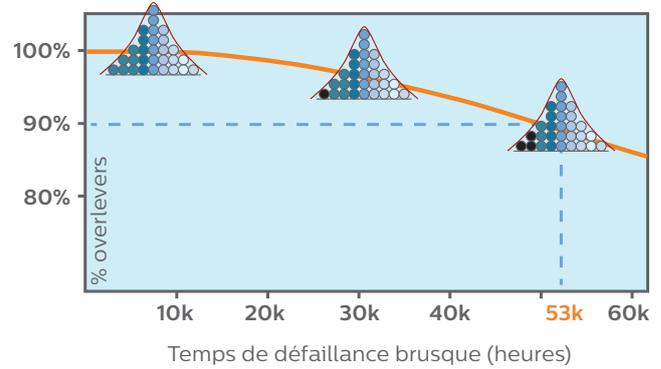


A l'intérieur de notre de lot d'éléments LED, nous pouvons voir que certains sont tombés en panne totale ou abrupte. Cela peut être du à une défaillance mécanique ou liée au driver, ou autre chose qui a pu causer la défaillance brusque.

Si nous classons les données de la même façon qu'au chapitre précédent, on peut voir les pannes comme un pourcentage de l'ensemble.

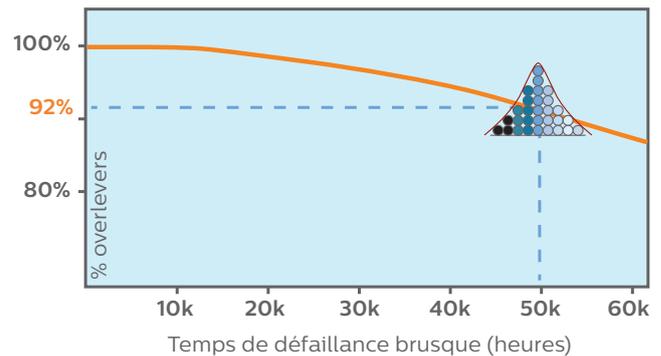


Ainsi, à chaque point donné de notre courbe de défaillance, nous indiquons simplement le pourcentage de panne par rapport à l'échantillon de départ et nous pouvons noter à quel moment cela survient.



Notez que nous ne nous intéressons ici qu'aux défaillances brusques et non aux défaillances progressives de la lumière. Nous appelons cela le « temps de défaillance brusque » ou C_y . Dans l'exemple ci-dessus, le temps de défaillance brusque (C_{10})= 53000 heures.

Maintenant, nous pouvons examiner une défaillance se produisant au temps nominal médian de vie utile.



La valeur nominale de défaillance brusque (AFV) est le pourcentage d'éléments LED qui ont cessé de fonctionner au temps nominal médian de vie utile L_x . Dans l'exemple ci-dessus, le temps nominal de vie utile est de 50.000 heures et la valeur AFV (valeur nominale de défaillance brusque) est de 8%.

Malheureusement, le secteur industriel n'as pas trouvé un consensus sur le type de composants critiques à prendre en compte dans le calcul du temps de la défaillance brusque. C'est pourquoi Philips Lighting a décidé de ne pas publier cette valeur tant qu'existe le risque de comparer des pommes et des poires.

2.2.3 En conclusion – les performances au fil du temps

La vie d'un luminaire est toujours la combinaison des dégradations brutale et progressive de la lumière. Il faut noter que les indications sur la durée de vie d'un luminaire doivent toujours être accompagnées d'informations sur la température ambiante, le nombre d'heures de fonctionnement et les cycles de commutations associés.

Comme mentionné plus haut, la conception d'un luminaire à LED peut avoir un impact significatif sur la performance de l'appareil, y compris sa durée de vie.

Il est dès lors important de réaliser que les données fournies par les fournisseurs de LED ou de panneaux à LED ne peuvent pas être simplement transposées telles quelles comme données de performances des luminaires à LED. Il faut donc être prudent devant des affirmations telles que « ces luminaires utilisent les mêmes LED donc leurs performances au fil du temps sont identiques »

Il est aussi important de se souvenir que les indices de performances au fil du temps sont des prédictions plutôt que des mesures. Avec les luminaires à LED, la durée de vie utile et le temps de défaillance brusque sont longs. Il n'est donc pas possible pour les fabricants de les mesurer avant le lancement de leurs nouveaux produits. Ce qu'ils font c'est réaliser des mesures plus courtes puis les extrapoler pour obtenir des prédictions.

A partir du moment où il n'existe toujours aucun standard qui décrirait comment ces prédictions ou ces extrapolations devraient être conduites, la qualité des prédictions est très variable. A ce stade, seule l'IEC décrit un modèle de mesure de la durée de vie des appareils à LED. Ces paramètres définissent les termes de « durée de vie utile » et de « temps de défaillance brusque ». Ils n'indiquent pas comment on les calcule.

Philips a développé un excellent outil pour calculer la durée de vie utile et le temps de défaillance brusque pour les luminaires à LED. Ces calculs sont basés sur les données issues de tests d'endurance en situation réelle sur des panneaux LED, d'autres tests accélérés de composants critiques ainsi qu'une compréhension approfondie des paramètres de conception qui jouent un rôle essentiel dans l'extension de la durée de vie d'un luminaire.

Les affirmations de Philips sur les performances au fil du temps de ses luminaires à LED tiennent compte des mesures de performance des modules LED individuels, des paramètres de conception thermique, des paramètres de dégradation optique et des modes de défaillance potentielle de tous les composants critiques d'un système de luminaire à LED.



Ce que Philips Lighting publie sur les performances au fil du temps

Les spécifications des performances au fil du temps des luminaires à LED de Philips sont calculées sur base du modèle de mesure de durée de vie de l'IEC pour les dispositifs d'éclairage à LED.

Pour les luminaires à LED **d'intérieur**, Philips Lighting publiera deux critères de qualité liés aux normes IEC :

1. le nombre d'heures correspondant aux valeurs médianes de durée de vie utile : L₉₀B₅₀, L₈₀B₅₀ et L₇₀B₅₀
2. l'indice de mortalité du driver à 5000 heures

Pour les luminaires à LED **d'extérieur**, Philips Lighting publiera deux critères de qualité liés aux normes IEC :

1. le nombre d'heures correspondant à la valeur de durée de vie utile : L₈₀B₁₀
2. l'indice de mortalité du driver à 5000 heures

Les indications au fil du temps sont spécifiées pour une température ambiante de 25° avec une temps d'utilisation de 12 heures par jour et un nombre de commutations correspondant à l'usage habituel.

Pour des projets spécifiques, des calculs sur mesure L_xB_y et L₀C_y sont disponibles sur demande

* Note : Dès qu'un consensus aura été dégagé dans le secteur industriel sur le type de composants critiques à inclure dans les évaluations, Philips Lighting publiera les indices de défaillance brusque correspondant aux nombre d'heures spécifiées dans les valeurs (médianes) de durée de vie utile mentionnées ci-dessus.

