



Schweizer Licht Gesellschaft
Association Suisse pour l'éclairage
Associazione Svizzera per la luce
Associazion Svizra per la glisch



LED's go!

Conseils et consignes à propos des éclairages LED



Conseils et consignes

- Les LED sont jusqu'à 80 % plus efficaces que les ampoules classiques.
- Les LED émettent immédiatement leur flux lumineux à l'allumage. Elles génèrent une lumière qui ne vacille pas. Les lampes LED de substitution permettent un nombre de cycles de commutation compris entre 50 000 et 200 000.
- À condition de disposer d'un variateur approprié, l'intensité lumineuse des LED se règle sans subir de pertes.
- Un ballast ou une commande permettent de modifier les couleurs et les températures de couleur des LED dans le cas d'appareils spéciaux. Un tel dispositif donne une certaine marge de manœuvre en termes de conception créative.
- Les LED s'intègrent partout grâce à leurs formes compactes et à leur faible profondeur d'encastrement. La perte due au réflecteur peut être limitée à un niveau minimum.
- Les diodes électroluminescentes sont insensibles aux vibrations, ce qui constitue un avantage considérable notamment dans un environnement industriel et dans le domaine de l'éclairage public.
- Les LED produisent un éclairage précis tout en émettant une lumière diffuse très faible. Elles permettent ainsi d'éviter les émissions de lumière superflues et indésirables.
- Les LED de bonne qualité correctement encastrées présentent une longévité très importante, comprise entre 30 000 et 100 000 heures. C'est la raison pour laquelle elles ne nécessitent que très peu d'entretien.
- Les LED ne contiennent pas de mercure et peuvent donc être éliminées avec les autres déchets électriques et électroniques.
- Les diodes électroluminescentes présentent des différences de qualité considérables.
- Les LED émettent certes un flux lumineux sans chaleur, la face arrière de la diode génère toutefois de la chaleur. Cette dernière doit être évacuée étant donné qu'une surchauffe est susceptible d'endommager les LED. La gestion thermique des LED de puissance constitue un défi majeur à relever pour les concepteurs d'éclairage.
- Une mise à niveau avec une commande de l'éclairage doit être effectuée par des spécialistes car un montage ultérieur est susceptible de nuire à la sécurité de fonctionnement.

Au moment d'acheter leurs ampoules, les consommateurs orientent leur choix en fonction de la consommation électrique (indication du nombre de watts), indication à laquelle est immédiatement associée la puissance lumineuse d'une lampe. C'est toutefois le lumen (lm) qui sert de valeur indicative en ce qui concerne la quantité de lumière émise par les lampes. Cette unité de mesure s'applique à toutes les lampes et permet ainsi de comparer directement les différents produits.

Tableau d'équivalence lumen-watt

Remplacement d'une ampoule par une lampe LED* de

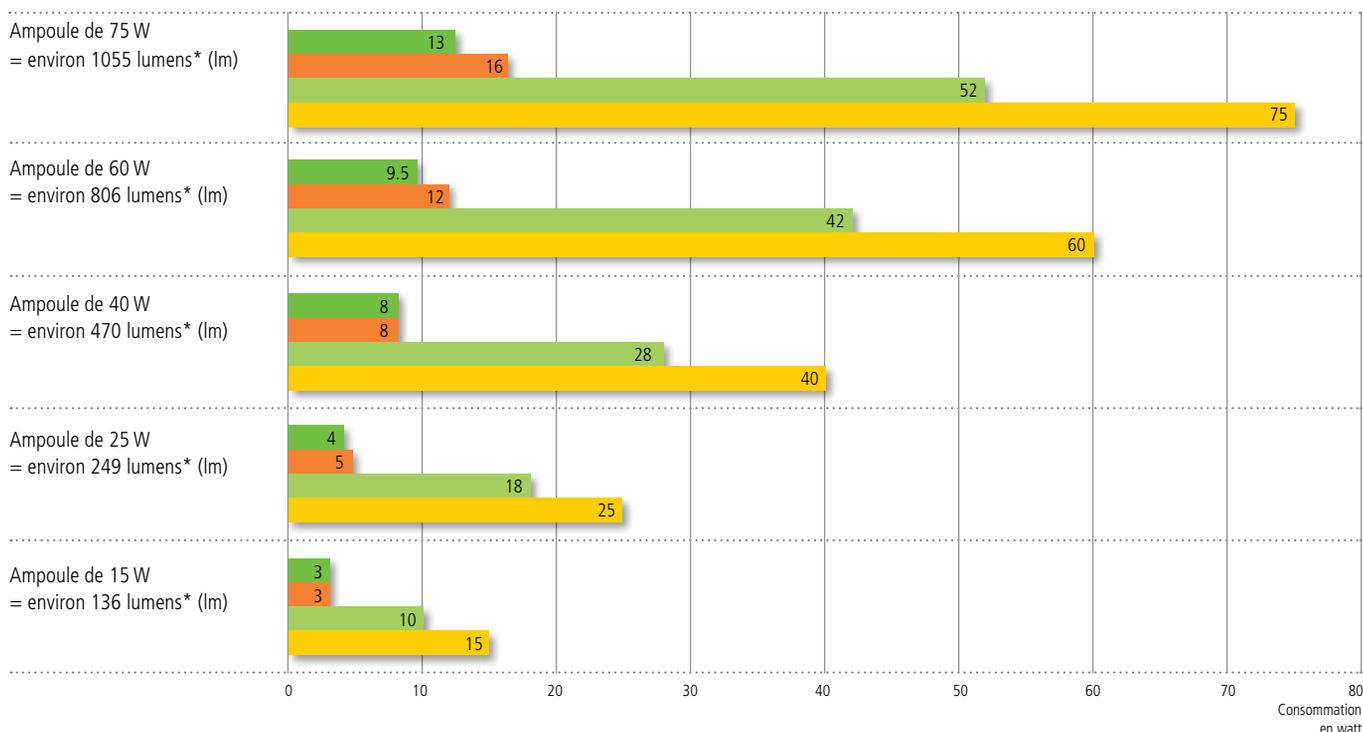
15 watts (W)	136 lumens (lm)
25 watts (W)	249 lumens (lm)
40 watts (W)	470 lumens (lm)
60 watts (W)	806 lumens (lm)
75 watts (W)	1055 lumens (lm)
100 watts (W)	1525 lumens (lm)
150 watts (W)	2442 lumens (lm)
200 watts (W)	3452 lumens (lm)



*Conformément au règlement européen 244/2009

«Le lumen, le nouveau watt»

Comparaison des ampoules avec des LED, des lampes à économie d'énergie et des lampes halogènes



* Conformément au règlement européen 244/2009 (relatif aux LED)

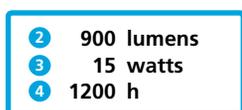
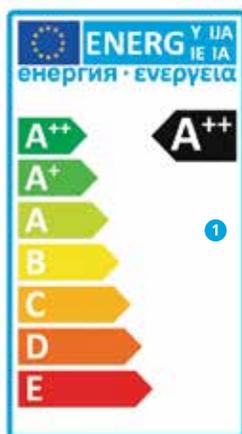
- LED
- Lampe à économie d'énergie
- Halogène
- Ampoule

L'étiquette-énergie

Les nouvelles classes d'efficacité énergétique et désignations sont entrées en vigueur depuis le 1er janvier 2013. Chaque lampe proposée à la vente est munie d'une étiquette-énergie. Celle-ci répartit l'efficacité énergétique en sept classes, A++ étant celle la plus efficace.

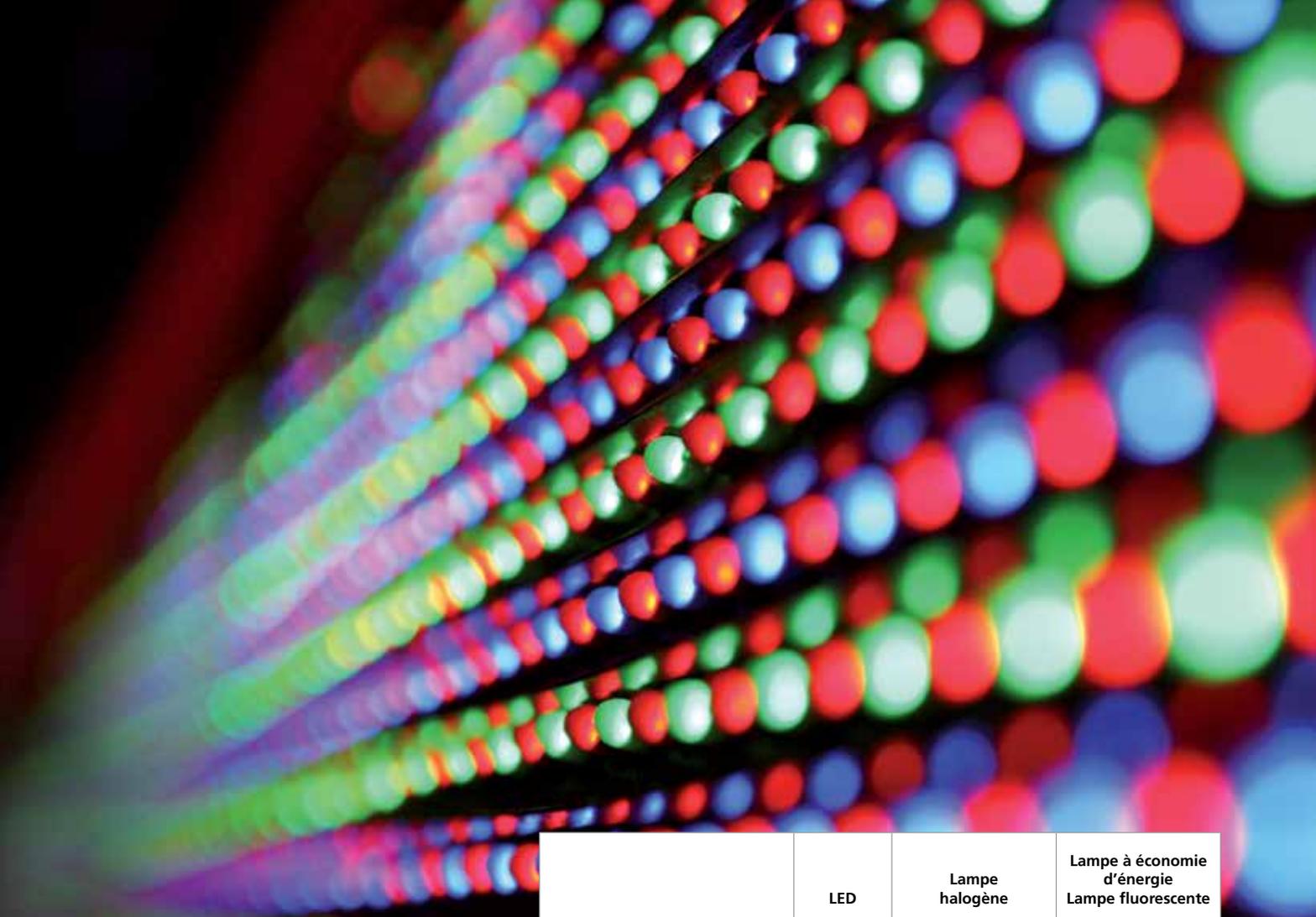
À partir de 2016, seule la vente d'ampoules appartenant aux classes d'efficacité B ou supérieures sera autorisée. Par conséquent, la plupart des lampes halogènes vont disparaître du marché (voir le site Internet www.led-know-how.ch).

- A+B** LED, lampes à économie d'énergie, lampes fluorescentes
- B+C** Lampes halogènes ECO (nouvelle génération)
- D** Lampes halogènes traditionnelles
- E** Ampoules normales
- F+G** Petites ampoules et ampoules spéciales



- 1 Classe d'efficacité énergétique (les caractéristiques techniques appropriées sont définies dans les directives CE)
- 2 Flux lumineux des lampes exprimé en lumen (lm)
- 3 Consommation électrique de la lampe (W)
- 4 Durée de vie moyenne exprimée en heure.

Pour plus de détails sur l'étiquette-énergie: www.ledknowhow.ch



La bonne lampe au bon endroit

Quel type de lampe convient à tel ou tel endroit? Quel est le type de lampe le plus efficace pour cet endroit? Le tableau ci-contre donne un aperçu global de l'aptitude fondamentale des différentes lampes. Afin de bénéficier de solutions lumineuses optimales, il est recommandé de demander un conseil personnalisé auprès de spécialistes.

	LED	Lampe halogène	Lampe à économie d'énergie Lampe fluorescente
Particuliers			
Éclairage général	😊	😊	😊
Éclairage d'accentuation	😊	😊	😞
Travail de précision	😊	😊	😊
Éclairage extérieur	😊	😊	😞
Bureau/bâtiment administratif			
Zone d'accès extérieure	😊	😞	😊
Couloirs/zones de passage	😊	😞	😊
Postes de travail	😊	😞	😊
Industrie/artisanat			
Éclairage de salle	😊	😞	😊
Poste de travail	😊	😞	😊
Vente/hôtels, etc.			
Éclairage d'accentuation	😊	😞	😊
Meuble frigorifique	😊	😞	😊
Éclairage d'effet	😊	😞	😊

Table des matières

Introduction	3	
Informations générales LED Quels sont les facteurs qui définissent une solution d'éclairage de bonne qualité? Quelles sont les méthodes destinées à générer de la lumière? Quels sites conviennent à l'utilisation des LED? Quels sont les produits fabriqués avec des LED et leur application?	4	
Particuliers Locataires Lampe ou luminaire? Quelles sont mes exigences en matière de lampes? La lumière est-elle un moyen d'expression personnel? Les LED conviennent-elles aux particuliers?	8	
Propriétaires et administrateurs de biens immobiliers Les lampes LED permettent-elles de diminuer les coûts d'énergie? Les LED sont-elles synonymes d'optimisation de l'éclairage? Quelles sont les économies générées par le remplacement des lampes par des LED?	11	
Entreprises Prestataires de services Industrie et commerce Les économies d'énergie protègent-elles l'environnement? Les LED permettent-elles d'optimiser le poste de travail? Les LED conviennent-elles à mon entreprise? Une mise en scène des ambiances et des vitrines est-elle possible?	12	
Architectes Concepteurs d'éclairage Installateurs et planificateurs Quels sont les normes et standards utilisés en matière de conception d'éclairage? L'éclairage doit-il être certifié selon le standard Minergie? L'échantillonnage des LED est-il toujours indispensable? La gestion thermique.	14	
Communes Institutions publiques L'éclairage remplit-il ses fonctions d'orientation et de sécurité? L'éclairage LED apporte-t-il sa contribution à l'efficacité énergétique? Est-il nécessaire d'agir dans sa commune? Quel rôle jouent les LED dans l'éclairage public? Que signifie la notion d'éclairage intelligent?	17	
Perspectives Technologie et tendances Que signifie la lumière à la demande? Est-il possible de créer une ambiance sur commande? Les OLED: des murs et des plafonds de lumière?	19	
Glossaire Mentions légales	20	

«Les LED, un avenir lumineux»



Introduction

Que la lumière soit! Mais de quelle façon?

L'éclairage artificiel constitue un pilier d'une société moderne qui vit 24 heures sur 24. Et cette tendance n'est pas près de s'inverser. 24 lampes éclairent en moyenne chaque foyer suisse: un chiffre qui a pratiquement doublé au regard de celui affiché il y a 10 ans.

Une lumière artificielle assure à la fois orientation, sécurité et bien-être. Toutefois, de tels avantages ont un prix. En effet, la Suisse utilise pratiquement 15 % de son courant électrique à des fins d'éclairage. Cette situation représente une nuisance à la fois pour l'environnement et pour le porte-monnaie. Plusieurs solutions d'éclairage efficaces permettent de réduire ce chiffre de moitié.

Mais que signifie en fait cette notion de solution d'éclairage efficace? Les ampoules inefficaces ont certes disparu du marché depuis le 1er septembre 2012, mais les rayons des magasins n'ont toutefois jamais été aussi remplis de lampes halogènes (ECO), de lampes à économie d'énergie, ainsi que d'un nombre croissant de lampes LED (diodes électroluminescentes). Alors que choisir? Les qualités des LED sont vantées par les spécialistes et qualifiées de «lumière de l'avenir», voire de «révolution lumineuse». Mais la situation se résume-t-elle simplement à un départ des ampoules et à une arrivée des LED?

La présente brochure d'information se penche sur toutes ces questions. Elle aborde également les points essentiels relatifs à l'éclairage et à la technologie des LED tout en expliquant dans quels domaines d'application ces dernières constituent d'ores et déjà une solution de premier choix.

Les spécialistes des associations et des organisations suisses compétentes ont également apporté leur contribution au contenu de ce document. Ils se tiennent également à votre disposition afin de vous apporter des informations et des conseils supplémentaires.

Association suisse pour
l'éclairage (SLG)

Electrosuisse Association pour l'électrotechnique,
les technologies de l'énergie et de l'information

Informations générales | LED

Sans lumière, impossible de vivre et de s'orienter. Les êtres humains perçoivent environ 80 % de leur environnement grâce à leurs yeux. La lumière est un rayonnement électromagnétique. La lumière visible comprend un spectre relativement étroit du rayonnement total, à savoir le domaine compris entre 380 (violet) et 780 (rouge) nanomètres. En dessous de cette limite se trouve le domaine du rayonnement ultraviolet (UV) alors qu'au-dessus s'étend le domaine du rayonnement infrarouge (IR). La lumière présente une couleur différente en fonction de la longueur d'onde.

Non seulement la lumière aide l'être humain à percevoir son environnement, mais elle influence également son bien-être, ainsi que sa santé. De plus, elle influe également sur l'ambiance donnée à un lieu et permet de commander l'horloge interne.

Une «bonne» solution d'éclairage ...

- ... offre une vue conforme à la tâche effectuée et un confort visuel agréable tout en favorisant et en protégeant le bien-être et la santé.
- ... consomme peu d'énergie pendant les processus de fabrication et d'exploitation.
- ... est intéressante d'un point de vue économique (coûts d'acquisition, durée de vie, entretien).

Le triangle composé des facteurs écologie, économie et ergonomie doit faire l'objet d'une nouvelle évaluation à chaque conception d'éclairage. À titre d'exemple, les locaux dans lesquels les ouvriers travaillent avec des outils de précision posent d'autres exigences que le séjour d'une maison. Et les œuvres d'art nécessitent également un type d'éclairage différent de celui d'un passage souterrain public. Pour conclure, chaque lampe et chaque luminaire conviennent tous à une finalité spécifique.

Écologie

Économie d'énergie
Réduction des émissions de CO₂
Préservation des matières premières grâce à la longévité importante des lampes
Quantité réduite de déchets

Économie

Diminution des coûts d'énergie
Baisse des coûts dus au remplacement des lampes
Longévité importante des appareils
Meilleure productivité

Ergonomie

Confort visuel élevé
Bien-être des personnes
Une lumière adaptée aux besoins

Trois méthodes pour générer de la lumière

Une quantité importante de lampes différentes sont disponibles sur le marché. Tous les produits peuvent être classés selon trois méthodes fondamentales destinées à générer de la lumière:

- **Radiateurs thermiques**
Ampoule/lampe halogène
- **Lampes à décharge**
Lampes à économie d'énergie, lampes fluorescentes, lampes à vapeur métallique
- **Diodes électroluminescentes/LED**
Lampes LED de substitution, modules LED, luminaires intégrés

L'application favorite des LED

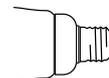
L'éclairage LED présente un caractère rentable et attractif aux endroits où ses avantages uniques sont mis en valeur, à savoir une lumière pleine immédiate, une possibilité de commutation illimitée, une lumière orientée, une longévité très importante, peu d'entretien, l'absence de chaleur diffusée par le flux lumineux, une variation de lumière ne subissant que très peu de pertes, des dimensions restreintes, une lumière sans rayonnement ultraviolet et une modulation des couleurs.

Assurance qualité et comparaison des produits

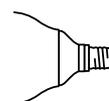
La luminosité et la couleur de la lumière des LED varient en fonction de leur production, et ce, même chez les fabricants expérimentés. Une fois fabriquée, chaque LED doit être classée et répartie dans des catégories appelées «bins» (classement des couleurs de la lumière). La compatibilité des Light Engines LED ne dispose pas encore d'une réglementation homogène à l'échelle mondiale. En raison du manque d'uniformité actuel en matière de normalisation et des différences de qualité constatées, les produits LED doivent faire l'objet d'une vérification avant leur usage.

«LM-80» désigne une norme d'éclairage respectée par les grands fabricants de LED afin de tester le comportement du flux lumineux pendant la durée d'utilisation (maintien du flux lumineux). L'objectif du test LM-80 consiste à démontrer au moyen d'un essai de 6000 heures (correspondant à une durée d'utilisation d'environ 9 mois) les capacités des LED en termes d'évolution de la luminosité et de durée de vie dans le cadre d'une procédure industrielle cohérente. Un test LM-80 passé avec succès constitue la condition préalable à l'obtention du label «Energy Star».

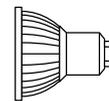
Les différents culots



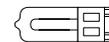
E27, filetage à grand diamètre



E14, filetage à petit diamètre



GU10, douille en forme de tête de champignon qui s'enfonce et se visse; pour les spots sans transformateur



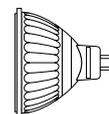
G9, lampe halogène tension réseau



G4



GU5.3



Gx5.3

«Aucune vie sans lumière»



Informations générales | LED

Les produits LED et leur application

La technologie LED est issue du domaine de l'électronique et poursuit son développement à une vitesse fulgurante. En effet, elle révolutionne le marché de l'éclairage à l'heure actuelle. L'efficacité lumineuse des puces LED augmente alors que les prix enregistrent une baisse. Par ailleurs, les spécialistes sont unanimes quant au fait que les LED ne se contenteront pas de compléter les lampes actuelles, mais qu'elles deviendront tout simplement leurs successeurs.

• Les lampes de substitution

Les lampes de substitution disposent pratiquement toutes de culots classiques. Elles remplacent les lampes conventionnelles des luminaires actuels.

• Les lampes intégrées

En raison de la longévité importante des LED, un nombre croissant de luminaires sont commercialisés avec des puces LED intégrées. Ils offrent aux concepteurs une liberté importante et permet d'exploiter de nouvelles formes extraplates. Un inconvénient: ces lampes LED sont spécifiques à leur fabricant et elles ne sont souvent pas interchangeables.

• Les modules LED «Zhaga»

Zhaga est un consortium international appartenant à l'industrie de l'éclairage qui poursuit l'objectif de garantir l'interchangeabilité des sources lumineuses LED des différents fabricants, à l'image de ce qui se pratiquait à l'époque du filetage Edison bien connu E27. Zhaga parle de «Light Engine LED» pour qualifier ces sources lumineuses LED. Les premiers modules LED conformes au standard Zhaga sont d'ores et déjà disponibles sur le marché.

Outre une application dans le secteur de l'éclairage classique, les LED sont également utilisées dans les domaines suivants:

- l'éclairage d'effet et les lampes de poche
- la technologie de signalisation et la circulation (par exemple les feux de signalisation et l'éclairage des véhicules)
- le rétroéclairage des écrans à cristaux liquides
- la technologie médicale et le laser

Luminosité et rendement lumineux

Les puissances familières de 15, 25, 40, 60, 75 et 100 watts ont perdu leur fonction de valeur indicative. Les lampes actuelles présentent une efficacité supérieure et nécessitent une puissance moindre (watt) à rendement lumineux égal. L'unité de mesure de la luminosité d'une lampe est le flux lumineux qui s'exprime en lumen (lm). L'efficacité d'une lampe est indiquée par le rapport lumen/watt.

La température de couleur

La température de couleur est exprimée en kelvin (K). Plus la valeur en kelvins augmente, plus une source lumineuse blanche produit une couleur «froide» et bleutée. À l'inverse, plus la valeur en kelvins diminue, plus la lumière prend un aspect plus «chaud» et agréable. Les ergonomes recommandent des températures de couleur d'environ 4000 K pour des travaux de bureau sans fatigue qui requièrent une concentration maximale. Quant à l'éclairage d'un séjour, il est conseillé de diffuser une lumière plutôt chaude dont la température de couleur est comprise entre 2700 et 3000 K.

Récapitulatif des couleurs de lumière:

- Blanc chaud: < 3300 kelvins
- Blanc neutre: de 3300 à 5300 kelvins
- Blanc lumière du jour: > 5300 kelvins

Les premières LED rouges ont été commercialisées en 1962. En raison de leur faible flux lumineux, elles ont servi principalement d'affichage pour les horloges numériques et de témoins lumineux pour la veille des appareils. Les diodes de couleur verte, orange et jaune ont suivi environ 10 ans plus tard. La première diode commercialisée avec succès a fait son apparition sur le marché au début des années 1990. Les fabricants sont également parvenus à produire une lumière LED blanche autour de l'an 2000. Cette étape a jeté les fondations d'une utilisation étendue des LED dans le domaine de l'éclairage artificiel.

Le rendu des couleurs

Outre la couleur de la lumière, l'indice de rendu des couleurs (R_a) de la lampe doit présenter une valeur correcte. Cet indice signale le niveau de solidité des couleurs auquel les objets sont perçus. La valeur maximale d'un rendu naturel des couleurs est de R_a 100. La valeur minimale pour l'intérieur d'une maison doit s'élever à R_a 80.

Les OLED

Les OLED sont composées de matériaux semi-conducteurs organiques. Elles se distinguent des LED par leur densité de courant et leur luminance plus faibles. Leur durée de vie est encore relativement modeste et incomparable à celle des LED.

Les OLED permettent de générer des surfaces éclairantes. Toutefois, elles se limitent pour l'instant à des surfaces de petite taille, équivalentes à quelques centimètres carrés. La technologie OLED n'en est encore qu'à ses premiers balbutiements. Le secteur industriel est encore bien loin de la vision consistant à tapisser tous les plafonds et les murs d'OLED d'une façon fiable à des prix raisonnables.

«Les LED révolutionnent le marché de l'éclairage»



Particuliers | Locataires

Les solutions d'éclairage domestiques doivent remplir les fonctions les plus diverses. L'éclairage de fond assure une luminosité de fond, ce qui permet de favoriser notamment l'orientation. L'éclairage d'accentuation constitue avant tout un moyen d'expression personnelle des occupants. Sa finalité est multiple: outil de conception, créateur d'ambiances, diffuseur d'une sensation de sécurité et vecteur de bien-être.

Lampe ou luminaire?

Les non-initiés parlent de «lampe» pendant que les spécialistes qualifient cet objet de «luminaire». Le luminaire établit la connexion avec le courant, oriente la lumière et protège la lampe. Afin de simplifier la compréhension de tous, cette brochure d'information emploie au maximum le terme «lampe» pour qualifier la notion d'«ampoule».

Les emballages des lampes fournissent une multitude d'informations. Le remplacement des lampes existantes est assisté de façon très utile par le configurateur de lampes disponible à l'adresse suivante: www.led-know-how.ch. Les points essentiels suivants servent également d'orientation:

- Quel culot convient à mon luminaire?
- Quelle forme de lampe convient à mon luminaire?
- De quelle intensité lumineuse ai-je besoin?
- Quelle température de couleur et quelle couleur de lumière ma lampe doit-elle avoir?
- Quelles doivent être les autres fonctions de ma lampe (par exemple la variation de lumière, la production immédiate de lumière, etc.)?
- Quelle est la rentabilité de ma lampe pendant tout son cycle de vie?

Le culot

Le culot relie la lampe à la douille et permet d'établir un contact électrique. Les culots sont normalisés à l'échelle européenne (voir p. 4).

La forme de la lampe

Les lampes de forme linéaire ou hélicoïdale conviennent aux luminaires avec abat-jour fermés et opaques. La forme dite «ampoule» est, elle, appropriée aux luminaires ouverts et transparents.

Les caractéristiques des lampes

Une variation de la lumière émise par la lampe est-elle souhaitée? Celle-ci est-elle souvent allumée et éteinte? La lumière est-elle allumée en permanence? La lumière doit-elle s'allumer immédiatement ou bien une période d'attente est-elle admise avant que le flux lumineux total ne soit généré? Toutes les lampes ne savent pas tout faire. Ainsi, les lampes à économie d'énergie nécessitent davantage de temps pour s'allumer alors que les LED ne sont pas toutes capables de faire varier la lumière. Les emballages des lampes apportent également des réponses à toutes ces questions.

La rentabilité

Les lampes à économie d'énergie et les lampes LED sont pratiquement à égalité en matière d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie. Le prix d'achat des LED est toutefois nettement supérieur à celui des lampes à économie d'énergie. Sachant qu'une durée d'éclairage annuelle moyenne d'environ 1000 heures permet aux LED de présenter une durée de vie allant jusqu'à 25 ans, leur acquisition peut toutefois se révéler rentable au cours de cette période. Plusieurs suggestions concrètes relatives aux économies liées à l'énergie et aux coûts de l'éclairage sont évoquées, à titre d'exemple, dans le guide pratique de l'éclairage domestique proposé par S.A.F.E. et SuisseEnergie et disponible à l'adresse suivante: www.toplicht.ch.

Les solutions LED pour les particuliers

En général, les LED sont intéressantes pour les particuliers dans les pièces où les lampes sont allumées pendant une période prolongée et où elles sont fréquemment allumées et éteintes. Mais les LED présentent également un attrait considérable dans les pièces où un effet d'accentuation doit être produit.

La plupart des luminaires existants disposent de lampes LED de substitution. Ces luminaires sont particulièrement intéressants pour les spots halogènes et les lampes à incandescence en termes d'efficacité. Les lampes LED de substitution ne sont pas encore disponibles pour les halogènes linéaires à très forte intensité lumineuse.

«Un éclairage adapté aux besoins de chaque personne»



«Économiser de l'électricité avec des solutions d'éclairage efficaces»



Propriétaires et administrateurs de biens immobiliers

L'éclairage est susceptible de représenter jusqu'à 40 % des coûts d'énergie pour les bâtiments commerciaux. C'est la raison pour laquelle un regard pointu porté sur l'efficacité de l'éclairage se révèle payant. L'expérience pratique démontre qu'il est possible d'économiser entre 30 % et 40 % d'énergie avec des périodes d'amortissement relativement courtes.

Les LED permettent d'optimiser l'éclairage

Intégrée de façon judicieuse, la technologie LED offre des possibilités d'économie supplémentaires. Les LED présentent une longévité très importante et permettent donc de réduire les frais d'entretien. L'éclairage peut être optimisé à différents niveaux:

• Remplacement des lampes inefficaces

Un remplacement par des lampes LED se révèle payant tout particulièrement pour les lampes halogènes et les lampes à incandescence. 20 % de la puissance fournie par les anciennes lampes à incandescence suffisent aux lampes LED actuelles.

• Mise à niveau et remplacement des luminaires

S'il était impossible de remplacer les lampes existantes notamment en raison des dimensions des culots ou bien des appareils incompatibles, le remplacement de ces derniers peut s'avérer rentable afin de réaliser des économies substantielles. Il convient également d'utiliser, dans la mesure du possible, des spots LED à encastrer pour les couloirs.

• Installation ou optimisation de la commande de l'éclairage

Étant donné que les LED s'allument immédiatement et qu'un allumage et une extinction rapides ne leur causent aucun dommage, elles conviennent très bien à une utilisation combinée avec des capteurs. À titre d'exemple, l'association des LED aux détecteurs de présence permet d'économiser une quantité importante d'électricité principalement dans les zones de passage et les couloirs. Une telle réduction de la consommation d'électricité présente un avantage supplémentaire éventuel: les bâtiments s'échauffent moins et contribuent à une baisse des coûts de climatisation.

La rentabilité des éclairages LED

L'achat des lampes LED se révèle toujours plus onéreux que celui d'autres luminaires conventionnels. Toutefois, il est recommandé de considérer la rentabilité pendant tout le cycle de vie des produits («total cost of ownership», coût total de possession en français).

Le flux lumineux d'un système d'éclairage diminue en fonction de son vieillissement et de son encrassement pendant la durée de son exploitation. L'éclairage des systèmes intégrés dans des bâtiments fonctionnels ne doit pas être inférieur à une certaine valeur.

L'exigence croissante des usagers souhaitant des bâtiments «verts» constitue un autre facteur de rentabilité à prendre en considération. Les solutions d'éclairage peuvent être également certifiées selon les critères du standard suisse Minergie ou bien selon ceux du programme européen «GreenLight Initiative» (voir chapitre Architectes | Concepteurs d'éclairage | Installateurs et planificateurs-électriciens).

Bilan énergétique et rentabilité d'un supermarché

Coûts d'exploitation annuels, Manor, Genève, 3393 m², comparaison avant-après (2012)

Description	Unité	Ancien éclairage	Nouvel éclairage LED
Nombre de lampes	Pièce	980 (SDW-T)	980
Durée de vie moyenne	h	10 000	50 000
Puissance de l'installation	kW	107,8	50,9
Tarif de l'électricité / kWh	CHF	0.15	0.15
Consommation électrique annuelle de l'éclairage	kWh	393 470	185 785
Consommation électrique annuelle de la climatisation*	kWh	173 400	81 600
Consommation électrique annuelle totale	kWh	566 870	267 385
Coûts d'énergie	CHF	85 030	40 107
Coûts de remplacement des lampes	CHF	18 620	0
Coûts d'exploitation annuels	CHF	103 650	40 107
Économie / an	CHF	- 63 543	

* Consommation moindre en raison d'un dégagement de chaleur plus faible favorisé par les LED

Entreprises | Prestataires de services | Industrie et commerce

La planification de l'éclairage des entreprises doit être réalisée avec un soin tout particulier selon le triangle «ergonomie-écologie-économie» (voir illustration page 4). En dépit de la pression exercée sur les coûts, l'éclairage doit tenir compte de l'aspect environnemental et satisfait aux besoins, ainsi qu'aux exigences des collaborateurs et des clients.

La norme SN EN 12464-1 spécifie les exigences en matière de qualité de l'éclairage pour les bâtiments fonctionnels qui sont définies dans la loi sur le travail. Ces exigences comprennent également une lumière du jour maximale, une intensité lumineuse appropriée, un environnement à éblouissement réduit, un rendu suffisant des couleurs, ainsi que la prévention des scintillements et des effets stroboscopiques. Les directives exactes dépendent de chaque tâche visuelle et des conditions de construction du lieu de travail (par exemple un bureau de petite taille, une salle à haut plafond, etc.).

L'éclairage dans les immeubles de bureaux

Le travail sur PC nécessite une lumière suffisamment anti-éblouissante. Tout travail exigeant concentration et créativité pendant une période prolongée se réalise dans les meilleures conditions à la lumière du jour. Les bureaux de grande taille ne permettent pas, la plupart du temps, de fournir une quantité suffisante de lumière du jour pour tous les postes de travail. Toutefois, les commandes d'éclairage qui fonctionnent selon la lumière du jour viennent compenser l'absence de lumière d'une façon judicieuse. Les systèmes d'éclairage LED dotés de variateurs conviennent tout particulièrement à ce type de conditions. Une option de modification des couleurs permet également de reproduire l'évolution de la lumière du jour. Dans les bureaux de grande taille et les zones de passage, les systèmes d'éclairage intelligents équipés de détecteurs de présence et de minuteries présentent l'avantage supplémentaire de n'allumer la lumière qu'au moment où cela est nécessaire. On économise ainsi de l'énergie et de l'argent.

L'éclairage pour l'industrie et l'artisanat

Les lampes fluorescentes et un nombre croissant de lampes LED permettent de générer avec une rentabilité maximale des flux lumineux importants et nécessaires aux usines, aux entrepôts ou aux salles de sport de grande taille. Les lampes LED et les luminaires se distinguent par leur solidité et leur absence de sensibilité aux vibrations et aux chocs. C'est la raison pour laquelle elles conviennent parfaitement à l'éclairage des postes de travail sur les sites de production. La lumière claire favorise également la réalisation de tâches visuelles difficiles, telles que les travaux d'orfèvre et d'horloger.

L'éclairage dans les salles de vente et d'exposition

L'éclairage présente une importance toujours plus grande pour le commerce de détail. Un éclairage parfaitement conçu est censé remplir plusieurs objectifs: retenir l'attention du public, procurer aux clients une expérience agréable et véhiculer l'identité de l'entreprise. C'est la raison pour laquelle la consommation d'énergie liée à l'éclairage est également importante dans ce domaine.

Les solutions d'éclairage LED constituent de plus en plus souvent le premier choix dans les locaux destinés à la vente car elles satisfont de façon idéale certaines exigences très spécifiques en matière d'éclairage et permettent de réaliser des économies (voir tableau p. 11).

• La mise en scène des produits

Les spots LED qui ne diffusent pratiquement aucune chaleur ni aucun rayonnement ultraviolet permettent de mettre en scène sans les endommager des articles sensibles, tels que des denrées alimentaires, des produits de beauté ou des œuvres d'art, et de les éclairer avec un rayon lumineux d'une très grande précision.

• Les LED conviennent remarquablement bien aux meubles frigorifiques

Le flux lumineux «froid» produit un effet positif sur la puissance frigorifique des appareils et permet donc de réaliser des économies d'énergie à double titre. De plus, ni les températures négatives ni l'ouverture et la fermeture fréquentes des portes des réfrigérateurs ne compromettent la durée de vie des diodes électroluminescentes, qui se distinguent par leur solidité.

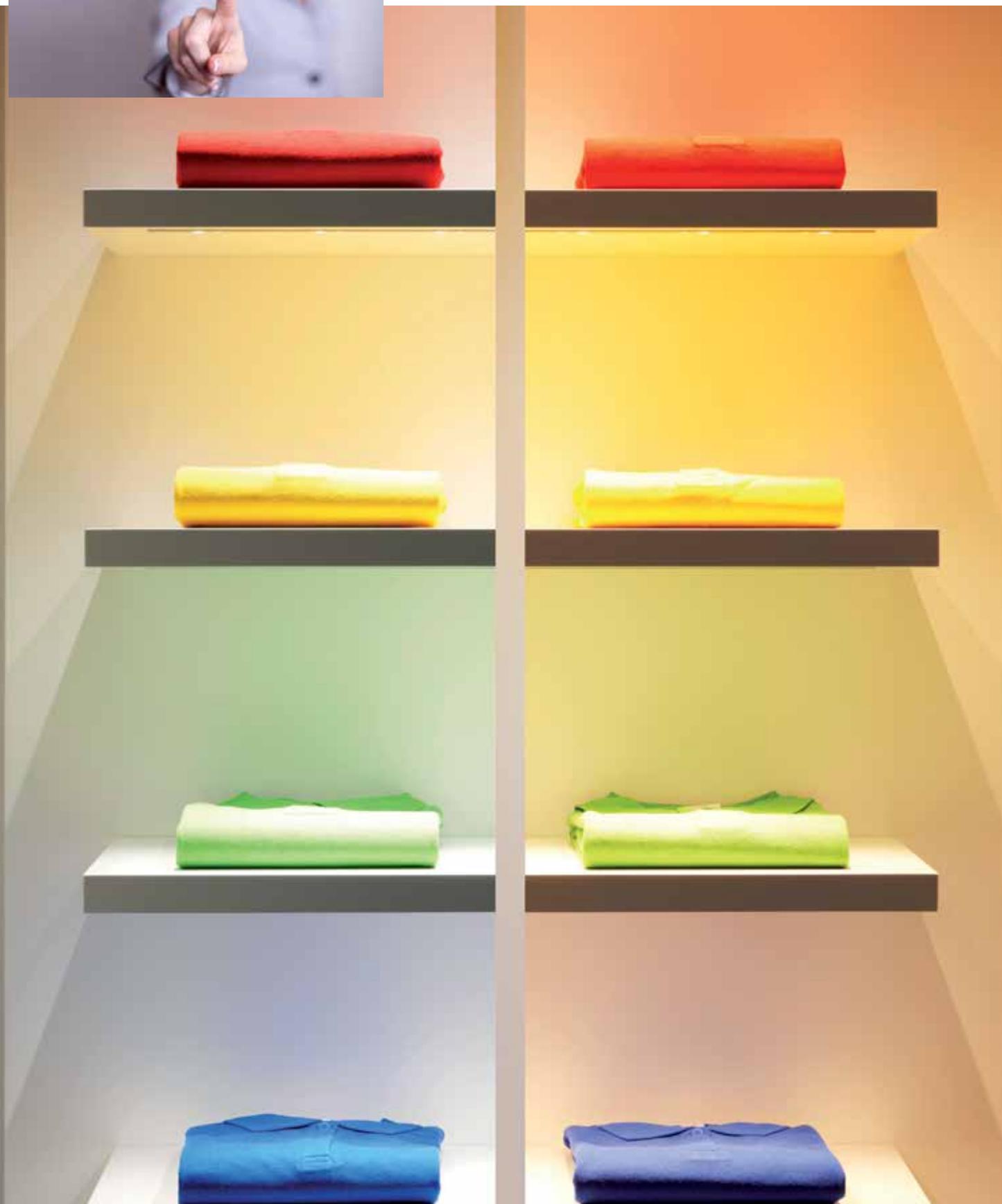
• Des couleurs de lumière flexibles

La couleur de la lumière émise par les LED haut de gamme peut se moduler en toute simplicité. La même solution permet d'éclairer, à titre d'exemple, des vêtements de différentes façons (en fonction de la saison ou du style) ou de placer sous leur meilleur éclairage les couleurs particulières de certaines denrées alimentaires. Les centres commerciaux peuvent également bénéficier de la mise en scène d'une ambiance propice au shopping grâce à l'utilisation de lampes appropriées.

• Les éclairages publicitaires et les éclairages de façades

Les LED à faible consommation d'énergie ne cessent de supplanter les lampes traditionnelles dans les domaines du rétroéclairage des enseignes et des posters et de l'éclairage de façades. Souvent disposés à des endroits difficiles d'accès, les diodes électroluminescentes à la longévité importante présentent un avantage considérable, à savoir qu'il n'est nécessaire de les remplacer qu'en de très rares occasions.

«Des objets placés sous leur meilleur éclairage»



Architectes | Concepteurs d'éclairage | Installateurs et planificateurs

L'orientation, le plan, la façade et le choix des matériaux influent sur l'éclairage et les besoins en lumière d'un bâtiment. C'est la raison pour laquelle, dans l'idéal, les concepts d'éclairage et d'aménagement doivent être adaptés les uns aux autres afin de créer une synergie optimale entre lumière du jour et lumière artificielle.

Les LED conviennent parfaitement aux luminaires d'orientation situés dans les couloirs et les escaliers, à l'éclairage des plantes et des tableaux, ainsi qu'aux lumières d'ambiance posées aux plafonds, sur les murs et dans les vitrines. Leurs propriétés multiples et efficaces d'un point de vue énergétique les prédestinent également à l'éclairage des bâtiments, des marches d'escaliers et des chemins, ainsi qu'à un usage pour les appliques murales ou les plafonniers équipés de détecteurs de présence.

Les normes et standards relatifs à la planification d'éclairage

La norme SN EN 12464-1 intitulée «Éclairage des lieux de travail» fixe les critères à respecter sur les lieux de travail. La norme SIA 380/4 «L'énergie électrique dans le bâtiment» définit les directives et les dimensions de planification destinées à une utilisation rationnelle de l'électricité dans les bâtiments résidentiels et fonctionnels. La nouvelle norme SIA 491 réglemente quant à elle les aspects importants de l'éclairage extérieur.

Un récapitulatif de toutes les normes et directives est disponible sur les sites Internet de l'Association suisse pour l'éclairage www.led-know-how.ch et www.sia.ch.

Plusieurs standards «verts» sont en vigueur non seulement pour les ensembles de bâtiments, mais aussi pour l'éclairage intérieur. Le standard d'efficacité «Minergie®» permet de certifier les éclairages depuis 2001. Son obtention nécessite le respect des critères suivants:

- un aménagement lumineux de l'espace
- des lampes appartenant aux classes d'efficacité européennes comprises entre «A» et «A++»
- des luminaires équipés de ballasts électroniques
- des réflecteurs de luminaire optimaux présentant une part importante de lumière directe
- une commande de la lumière du jour (dans les locaux ouverts à celle-ci)

L'efficacité de l'éclairage d'un bâtiment peut être également justifiée par les programmes «Green Building» (<http://iet.jrc.ec.europa.eu>) et «GreenLight-Partner». Les informations et les aides au calcul relatives à la planification de l'éclairage sont proposées par les logiciels de planification Relux disponibles à l'adresse suivante: www.relux.biz. Le logiciel de calcul gratuit «Relux Energy» permet de planifier les installations d'éclairage en fonction du standard Minergie.

Un assainissement réalisé par des spécialistes

Une mise à niveau des systèmes d'éclairage existants s'impose pour les installations non assainies ou pour celles qui ne le sont que d'une façon restreinte. Il est toutefois nécessaire de noter par exemple que le remplacement d'un ballast est susceptible de nuire à la sécurité du luminaire. Par conséquent, l'exploitant devient responsable de la sécurité de l'installation. Par ailleurs, les valeurs de la planification de l'éclairage ne sont plus valables. L'installation ne répond éventuellement plus aux normes en vigueur. La mise à niveau avec une commande d'éclairage doit être effectuée par des spécialistes.

Les tubes LED ne cessent d'être proposés afin de remplacer les tubes fluorescents T8 existants dotés d'un culot G13. Un tel remplacement peut se révéler judicieux pour des raisons liées certes à l'efficacité énergétique, mais avant tout à la longévité importante des LED. Cette transformation doit être effectuée conformément aux normes afin d'éviter toute électrisation dans le cas d'un changement des tubes. La norme en vigueur est: SN EN 62560 (lampes LED autoballastées pour l'éclairage général), disponible à l'adresse: www.electrosuisse.ch / Online-Shop.

Les particularités de la planification de l'éclairage avec des LED

La technologie LED offre de nouvelles possibilités de conception aux architectes et aux planificateurs d'éclairage. Les dimensions des LED permettent à ces dernières de s'intégrer pratiquement dans tous les endroits. Les LED conviennent aux endroits difficiles d'accès étant donné qu'il n'est nécessaire de les remplacer qu'en de rares occasions en raison de leur longévité importante.

Les différences de qualité et les questions relatives à la compatibilité

Un échantillonnage est inévitable pour tous les projets LED d'envergure car la couleur de la lumière des LED est également susceptible de varier en fonction de leur production. Il est ainsi possible d'évaluer avec davantage de précision les différences constatées en termes de luminosité, de couleur, de répartition de la lumière, de température de surface, etc. Les produits qui satisfont à la «compatibilité Zhaga» bénéficient d'une garantie de remplacement sur le long terme (voir également la section «Informations générales I LED», p. 6).

La gestion thermique

Même si le flux lumineux d'une lampe LED ne génère pratiquement pas de chaleur, les LED en produisent une certaine quantité. Si elle n'est pas évacuée, la durée de vie des diodes diminue de façon spectaculaire. Dans le cas d'une surchauffe très importante, les LED peuvent aussi tomber en panne pendant une courte période. Afin d'éviter ce type de problème, il est nécessaire d'évacuer cette chaleur nuisible.

«Donner une nouvelle
orientation avec adresse»



«Une lumière qui assure
ambiance et sécurité»



Communes | Institutions publiques

L'éclairage public permet de marquer l'image d'une ville et de souligner le caractère de ses bâtiments et de ses places. Il assure la sécurité relative à la circulation et sert également de moyen d'orientation pendant la nuit.

Une part d'environ 1,5 % de l'énergie électrique est utilisée en Suisse pour l'éclairage public alors que ce chiffre avoisine les 3 % à l'échelle mondiale. À l'image de l'UE, la Suisse voit dans ces pourcentages une raison d'agir. À titre d'exemple, les lampes à vapeur de mercure seront interdites à la vente à partir de 2015.

La qualité des éclairages publics revêt une importance considérable pour l'environnement, et pas uniquement pour des raisons d'efficacité. Les émissions de lumière ont augmenté d'environ 20 % au cours de ces vingt dernières années. Ce constat traduit le besoin d'activité toujours plus important des personnes même pendant la nuit. Toutefois, un tel comportement est susceptible d'avoir une influence croissante sur le rythme de vie des insectes et des oiseaux.

Les besoins en assainissement

L'ordonnance relative à la loi sur l'énergie exige le remplacement des lampes inefficaces, une opération susceptible d'entraîner un assainissement total. Les évolutions croissantes dans les domaines des LED et des détecteurs de présence disposés dans les espaces publics incitent les représentants des communes à examiner cette question de plus près. Les besoins en assainissement majeurs relatifs à l'éclairage public ont toutefois été créés par l'interdiction d'utiliser des lampes à vapeur de mercure.

Un assainissement avec des LED n'est pas rentable si le système d'éclairage existant exploite des luminaires à haute pression de sodium qui n'ont pas encore atteint les 15 ans d'existence. Les experts proposent des analyses et des conseils à l'adresse suivante: www.topstreetlight.ch

Normalisation et recommandations

L'éclairage public suisse est principalement soumis aux normes SNEN 13201 (partie 2 à 4) «Éclairage public» et SNEN 12464-2 «Éclairage des lieux de travail extérieur», ainsi qu'aux recommandations de l'Association suisse pour l'éclairage (SLG) 450a/2008 relatives aux valeurs limites de puissance et d'énergie qu'il est possible de consulter à l'adresse suivante: www.slg.ch. De plus, une base de données établie sous forme de classement est disponible sur le site Internet www.topstreetlight.ch afin d'assister le processus d'évaluation d'un besoin en assainissement éventuellement nécessaire.

L'éclairage public au moyen des LED

L'assainissement de l'éclairage public devrait permettre d'opérer un choix entre les lampes à haute pression de sodium et les lampes LED. Au moment de distinguer l'efficacité de ces deux technologies, force est de constater que l'éclairage LED présente un avantage qui ne cesse de croître grâce à ses améliorations technologiques continues. Les produits LED présentent en général un coût supérieur, mais il existe toutefois un certain nombre d'arguments qui plaident en faveur de cette technologie:

- Les solutions LED proposent une lumière blanche de bonne qualité, ainsi qu'une variabilité intéressante.
- Les LED autorisent un éclairage ciblé de la zone souhaitée sans subir de pertes de diffusion importantes.
- La possibilité de minuter, d'accentuer et/ou d'apporter une couleur blanc chaud à l'éclairage des centres des villages et des places.
- Les LED bénéficient d'une capacité de commande intéressante (par exemple une variation totale de la lumière, un allumage immédiat, etc.).
- La commande de l'éclairage public dans les zones résidentielles ou à proximité des réserves naturelles permet aux LED de proposer des solutions intéressantes.
- Les LED peuvent être allumées et éteintes sans poser le moindre problème: un avantage pour les solutions d'éclairage fréquemment soumises à ces opérations (par exemple les détecteurs de présence, etc.).

«L'éclairage intelligent» «Smart Lighting»

La commande de l'éclairage public présente une importance croissante dans le but de réaliser des économies d'énergie ou de réduire les émissions de lumière. Une association à plusieurs commandes permet d'adapter les périodes d'exploitation des lampes LED au passage ou au trafic réels (abaissement de la lumière pendant la nuit, lumière du jour et/ou capteurs de présence, lumière à la demande, etc.). Également appelées «Smart Lighting», les commandes d'éclairage intelligentes offrent une flexibilité maximale, ainsi que des économies d'énergie allant jusqu'à 85 %. Les luminaires sont commandés un par un ou bien par groupes au moyen d'un ordinateur. Le flux de données est transmis de façon bidirectionnelle, ce qui permet aux luminaires de renvoyer les données d'énergie et les messages d'erreur au système. Les commandes d'éclairage intelligentes peuvent également s'intégrer dans des réseaux de grande envergure.



«Le risque d'un effet de rebond?»



Perspectives | Technologie et tendances

La technologie LED poursuit sa progression à pas de géant. L'efficacité lumineuse se place au tout premier plan de cette évolution. Elle permet de savoir à quel point les LED transforment l'énergie électrique en lumière de façon efficace. Par conséquent, cette valeur désigne également la chaleur produite par une certaine quantité de lumière. Sachant que les LED réagissent avec une sensibilité importante à la chaleur, il est nécessaire d'évacuer celle-ci par des mesures appropriées et aussi efficaces que possible.

Les nouvelles générations de LED permettront d'obtenir une efficacité lumineuse supérieure

La chaleur produite par les lampes de substitution doit être évacuée par leurs ailettes de refroidissement et leur culot. Par ailleurs, il est recommandé de ne pas dépasser la taille de l'ampoule d'origine. Ce conflit d'objectifs a jusqu'à présent limité les fabricants d'ampoules à un flux lumineux d'environ 1000 lumens, ce qui correspond à une ampoule d'une puissance de 75 watts. C'est la raison pour laquelle ces fabricants travaillent d'arrache-pied afin d'améliorer l'efficacité lumineuse. À l'heure actuelle, le marché propose des produits qui présentent une efficacité lumineuse comprise entre 60 et 110 lumens par watt. Les laboratoires conçoivent d'ores et déjà des produits qui se distinguent par une efficacité nettement supérieure. Ainsi, plusieurs nouvelles générations de LED qui proposeront toutes une efficacité lumineuse supérieure ne cesseront de faire leur apparition sur le marché au cours des deux à trois prochaines années.

Au regard de la génération de LED actuelle, l'efficacité lumineuse devrait être multipliée par deux au minimum. Un tel progrès permettra à une lampe de taille identique de doubler la quantité de lumière produite et de réduire considérablement la taille des sources lumineuses. Dans le même temps, les prix de telles lampes diminueront à une vitesse fulgurante grâce à de nouvelles méthodes de production, des matériaux modernes et une quantité réduite de lampes utilisées.

«La lumière à la demande» dans les espaces privés et publics

Il est possible de faire varier l'intensité lumineuse des LED sans rencontrer de problèmes et sans subir de pertes. De plus, les LED peuvent être également allumées et éteintes de façon «illimitée». De tels avantages offrent de nombreuses perspectives supplémentaires en termes d'exploitation. À titre d'exemple, l'éclairage public est en mesure de fonctionner de telle sorte qu'il génère uniquement la quantité de lumière qui lui est nécessaire. Par ailleurs, les capteurs de présence sont capables d'allumer et d'éteindre la lumière d'une pièce sans endommager la source lumineuse. Pour conclure, de telles possibilités permettent d'économiser une quantité de lumière importante et de réaliser des économies d'énergie.

«Une ambiance» sur commande»

Les LED sont en mesure de produire non seulement une lumière aux couleurs exceptionnelles, mais aussi toutes les températures de blanc différentes. Elles permettent ainsi de créer de magnifiques ambiances lumineuses et de modifier sur commande l'impression visuelle donnée par une pièce. Plusieurs systèmes de commande simples et flexibles susceptibles d'être installés sans réaliser d'efforts considérables se trouvent actuellement dans leur phase de conception. Ces dispositifs ne seront pas réservés aux professionnels et feront également leur entrée bientôt chez les particuliers.

Les OLED: «des vitres qui s'éclairent»

Les OLED constituent la prochaine étape de l'évolution. L'acronyme OLED désigne une diode électroluminescente organique. Plusieurs couches sont superposées sur une vitre et dès que ces couches sont reliées à une source électrique, cette vitre se met à s'éclairer d'une façon uniforme. Les luminaires qui reposent sur ce principe permettront d'éclairer nos pièces sans causer le moindre éblouissement et de créer par conséquent un éclairage de fond qui satisfait nos besoins de façon idéale. En général, ces vitres peuvent se fabriquer dans toutes les tailles souhaitées et s'intégrer à la structure du plafond. Par ailleurs, les OLED sont proposées dans tous les coloris. Il est également possible de les allumer, de les éteindre et de faire varier leur intensité lumineuse.

Les premières versions de ces vitres qui s'éclairent sont disponibles dès à présent. Toutefois, elles ne se trouvent encore qu'au premier stade de leur évolution. Les différents modèles, tels que les OLED transparentes ou les OLED posées sur des films souples, proposeront une multitude de nouvelles possibilités en matière d'éclairage. Mais qu'advient-il alors de nos LED actuelles? Elles seront exclusivement destinées à la tâche qu'elles sont capables d'accomplir avec brio: créer une ambiance lumineuse formidable au moyen d'un éclairage d'accentuation bien orienté.

Glossaire

- LED** Light emitting diodes; diode électroluminescente; un composant semi-conducteur émetteur de lumière dont les propriétés électriques correspondent à celles d'une diode.
- lm** Le flux lumineux désigne le rendement lumineux d'une lampe. Il est exprimé en lumen (lm).
- lx** L'éclairement lumineux désigne le flux lumineux reçu par une certaine surface depuis une source lumineuse. Il est exprimé en lux (lx).
- K** La température de couleur exprimée en kelvins (K) désigne le «degré de blancheur» d'une source lumineuse. Le degré de blancheur ne constitue pas une caractéristique de qualité de la lumière.
- R_a** L'indice de rendu des couleurs (Ra) détermine la qualité du rendu des couleurs. La valeur R_a 100 désigne un rendu des couleurs idéal. Si la valeur est supérieure à 80, le rendu des couleurs est de bonne qualité. Si la valeur est supérieure à 90, le rendu des couleurs est de très bonne qualité.
- Bin** Classement des couleurs de la lumière. La couleur des LED varie en fonction de leur production. Selon leur fabrication, les LED doivent être classées par «bins» (catégorie de couleur) afin de préserver une qualité de couleur la plus homogène possible à l'intérieur d'une «bin».
- W** Le watt constitue l'unité destinée à quantifier une puissance (énergie/temps).

Mentions légales

Informations complémentaires

Les associations suivantes fournissent des informations relatives aux différents aspects des solutions d'éclairage efficaces:

www.electrosuisse.ch
www.slg.ch

Les organisations et institutions suivantes se font un plaisir de donner des renseignements supplémentaires:

www.led-know-how.ch
www.effelux.ch
www.suisseenergie.ch
www.relux.biz
www.toplicht.ch
www.topstreetlight.ch
www.topten.ch
www.vsei.ch

Autres brochures d'information de cette série:

«Créer le contact»

Mobilité électrique et infrastructure

«Energie solaire – évidemment»

Photovoltaïque: technique et infrastructure

Les exemplaires en petites quantités sont disponible gratuitement sur le site Internet www.electrosuisse.ch au format PDF ou en version papier.

Directeurs de la publication

Electrosuisse et Association suisse pour l'éclairage (SLG)

Responsables du contenu

Electrosuisse, Association suisse pour l'éclairage (SLG)

Sources, illustrations, tableaux et graphiques

Rabat: Philips, Zurich (label énergétique)
P. 7 + 13: XAL, Zurich, photographes: Paul Ott et Simon Bauer
P. 4 + 9: Osram, Winterthour
P. 11: Manor, Bâle (tableau)
P. 16: Station métro m1 de Vigie, Luce-sm, Marnand

Graphisme Leib&Gut, Visuelle Gestaltung, Berne

Impression FO-Fotorotar, Egg

Droit d'auteur Reproduction et publication autorisées sous réserve de la mention sources

Brochure disponible également au format PDF en allemand, en français et en italien.

Brochure disponible auprès des éditeurs et des entreprises et institutions qui soutiennent le projet.

Note:

La présente brochure sert uniquement à des fins d'information. Elle a été réalisée avec un maximum de soin. Le caractère exact, exhaustif et actuel de ses contenus n'est pas garanti. Elle ne dispense pas de consulter et de respecter notamment les recommandations, les normes et les prescriptions actuellement en vigueur. Nous déclinons expressément toute responsabilité quant aux dommages susceptibles de résulter de la consultation et du respect des indications contenues dans la présente brochure d'information (version du 1er septembre 2013).

Avec le soutien de



www.atesco.ch



www.ottofischer.ch



www.schreder.com



www.suisseenergie.ch



www.energyday.ch



Avec le soutien de



www.ekz.ch



Electrosuisse
Luppenstrasse 1
Postfach 269
CH-8320 Fehraltorf

T +41 44 956 11 11
info@electrosuisse.ch
www.electrosuisse.ch