

Dossier de presse

« Systèmes d'éclairage utilisant des diodes
électroluminescentes :
des effets sanitaires à prendre en compte »

- 25 octobre 2010 -

Contact presse :

Elena Seité – elena.seite@anses.fr - 01 49 77 27 80

Systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED) : des effets sanitaires à prendre en compte

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses)¹ publie ce jour un rapport d'expertise sur les effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des LED ; un tel travail n'avait jamais été réalisé. De par leur faible consommation électrique et leur fort rendement, les éclairages utilisant des LED présentent des performances énergétiques de premier plan et trouvent toute leur place dans les politiques d'économie d'énergie. Leur marché est en pleine progression. Cependant, des risques liés à l'usage de certaines lampes à LED, pouvant conduire à des effets sanitaires pour la population générale et les professionnels, ont été identifiés.

Les diodes mises sur le marché à des fins d'éclairage sont principalement caractérisées par la grande proportion de bleu dans la lumière blanche émise et par leur très forte luminance (« intensité lumineuse »). Les enjeux les plus préoccupants identifiés par l'Agence concernent l'œil : effet toxique de la lumière bleue et risque d'éblouissement.

La lumière bleue nécessaire pour obtenir des LED blanches conduit à un stress toxique pour la rétine. Les enfants sont particulièrement sensibles à ce risque, dans la mesure où leur cristallin reste en développement et ne peut assurer son rôle efficace de filtre de la lumière.

Ces nouveaux éclairages peuvent conduire à des « intensités de lumière » jusqu'à 1 000 fois plus élevées que les éclairages classiques, générant ainsi un risque d'éblouissement. Leur éclairage très directif, ainsi que la qualité de la lumière émise, peuvent par ailleurs être source d'inconfort visuel.

Dans le cadre de son expertise, et dans un contexte pionnier, l'Anses a conduit différents essais visant à évaluer les risques de ces nouveaux éclairages à l'aune de la norme européenne de sécurité photobiologique². Certains de ces produits relèvent de groupes de risques supérieurs à ceux des éclairages traditionnels, jusqu'alors accessibles par le grand public.

Dans ce contexte, l'Anses recommande que seules les LED appartenant à des groupes de risques similaires à ceux des éclairages traditionnels soient accessibles pour le grand public, les éclairages les plus à risque devant être réservés à des utilisations professionnelles dans des conditions permettant de garantir la sécurité des travailleurs.

Par ailleurs, l'Agence souligne la nécessité de diminuer les intensités lumineuses perçues, afin de limiter les risques d'éblouissement.

L'Agence recommande également d'éviter l'utilisation de sources de lumière riches en couleur bleue dans les lieux fréquentés par les enfants.

¹ L'Anses reprend, depuis le 1^{er} juillet 2010, l'ensemble des missions antérieurement dévolues à l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) et à l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset).

² Norme NF EN 62471. Cette norme s'applique aux lampes et aux appareils utilisant des lampes. Elle propose des limites d'exposition au rayonnement de ces sources de lumière. Elle s'intéresse à l'ensemble des dangers photobiologiques pour l'œil (dangers thermiques et photochimiques) et définit 4 groupes de risques : le groupe de risque 0 (exempt de risque), le groupe de risque 1 (risque faible), le groupe de risque 2 (risque modéré) et le groupe de risque 3 (risque élevé).

Enfin, l'Anses formule différentes recommandations relatives à l'information du consommateur, à l'évolution et la mise en œuvre des normes en vigueur et à l'acquisition de nouvelles connaissances sur les effets sanitaires des éclairages artificiels.

Sommaire :

- 1- Les recommandations de l'Anses
- 2- LED et santé : quels risques ?
- 3- Cadre réglementaire et normatif : des marges de progression
- 4- Rapport LED : comment l'Anses a-t-elle travaillé ?
- 5- Eclairage et LED : quelques repères
- 6- Où trouve-t-on des LED ?

1- Les recommandations de l'Anses

- Adapter le cadre réglementaire et normatif

Considérant notamment les risques sanitaires liés à la lumière bleue émise par certains éclairages à LED, les risques d'éblouissement important induit par ces éclairages et la présence sur le marché de produits à LED à visée luminothérapeutique, de confort ou de bien être, l'Agence demande que :

- seules les LED appartenant à des groupes de risques similaires à ceux des éclairages traditionnels soient accessibles pour le grand public, les éclairages les plus à risque devant être réservés à des utilisations professionnelles dans des conditions permettant de garantir la sécurité des travailleurs.
- les fabricants et intégrateurs de systèmes d'éclairage à LED soient incités :
 - à concevoir des systèmes d'éclairage ne permettant pas une vision directe du faisceau émis par les LED afin de prévenir l'éblouissement. En particulier, l'Anses recommande d'utiliser des dispositifs optiques pour limiter les luminances perçues directes ou réfléchies et rendre les sources de lumière à LED plus diffuses ;
 - à prendre en compte l'usure des couches de phosphore des LED blanches, qui pourrait conduire à terme à un niveau plus élevé du groupe de risque photobiologique.
- que la nocivité et la conformité des appareils à visée luminothérapeutique, de confort ou de bien être soit évaluée et que leur utilisation soit réglementée.

Considérant que les normes en vigueur pour concevoir les installations d'éclairage à LED ne sont actuellement pas toujours appliquées par les professionnels (électriciens, éclairagistes, concepteurs d'éclairages) et que la norme de sécurité photobiologique paraît insuffisamment adaptée aux éclairages à LED, l'Anses recommande :

- de faire appliquer, par les professionnels concevant des installations d'éclairage à LED, l'ensemble des normes relatives à la qualité de l'éclairage³
- d'adapter la norme « Sécurité photobiologique des lampes et appareils utilisant des lampes » aux systèmes d'éclairage à LED pour faciliter sa prise en compte par les fabricants et de lever toute ambiguïté quant à la façon dont elle doit être appliquée à ces systèmes à LED.

Pour l'Anses, il est nécessaire :

- de préciser les conditions de mesure et d'évaluation des systèmes à LED dans la norme
- d'éditer un guide d'application de cette norme exclusivement dédié aux systèmes à LED
- de déterminer le groupe de risque pour le pire cas d'observation (à une distance de 200 mm du système) conduisant ainsi au groupe de risque le plus défavorable
- d'adapter la norme aux enfants, personnes aphakes ou pseudophakes, en prenant en compte la courbe de phototoxicité de la lumière pertinente proposée par l'ICNIRP⁴

³ Normes NF X 35-103 « Ergonomie : Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail », NF EN 12464-1 « Éclairage des lieux de travail – Partie 1 : Lieux de travail intérieurs », NF EN 12464-2 « Éclairage des lieux de travail – Partie 2 : Lieux de travail extérieurs », série de normes NF EN 13201 « Éclairage public », NF EN 12193 « Éclairage des installations sportives ».

⁴ Commission Internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants



de proposer éventuellement pour chaque groupe de risque des sous-groupes de risque qui permettraient d'affiner l'évaluation du risque en fonction des temps d'exposition ;

- dans le cas de groupes de risque supérieurs à 0, d'évaluer les distances de sécurité (distance à laquelle l'observation correspond au groupe de risque 0) et de les préciser de manière explicite sur les produits destinés aux consommateurs (cas des dispositifs grand public) ou aux professionnels en charge de la réalisation de l'installation d'éclairage.
- d'introduire les exigences de sécurité photobiologique dans toutes les normes de sécurité relatives aux LED⁵.

- Utilisation, information et traçabilité

Dès à présent et dans l'attente de la mise en œuvre d'un cadre réglementaire adapté, l'Anses recommande d'informer le consommateur des risques sanitaires liés à l'usage des systèmes d'éclairage par LED.

Considérant notamment les risques avérés d'une exposition aiguë à la lumière bleue et les incertitudes quant aux effets d'une exposition chronique à de faibles doses, ainsi que l'existence de populations sensibles à la lumière en général⁶, l'Anses recommande :

- d'éviter l'utilisation de sources de lumière émettant une forte lumière froide (lumière riche en couleur bleue) dans les lieux fréquentés par les enfants (maternités, crèches, écoles, lieux de loisirs, etc.) ou dans les objets qu'ils utilisent (jouets, afficheurs lumineux, consoles et manettes de jeu, veilleuses nocturnes, etc.) ;
- d'informer les patients sous médicaments photo-sensibilisants des risques liés à l'exposition à la lumière riche en couleur bleue.

Considérant l'existence de populations de travailleurs pouvant être exposés à des éclairages à LED de forte intensité, l'Anses préconise de développer des moyens de protection adéquats⁷ pour les travailleurs particulièrement exposés à un éclairage à LED.

Considérant le manque d'informations accessibles au public concernant les éclairages à LED disponibles sur le marché, l'Anses recommande :

- de veiller à ce que les fabricants et intégrateurs de LED réalisent des contrôles de qualité et qualifient leurs produits au regard des différents groupes de risque
- la mise en place d'un étiquetage intelligible pour le consommateur relatif notamment aux caractéristiques techniques de l'éclairage et de ses effets sanitaires éventuels
- de rendre obligatoire le marquage du groupe de risque de sécurité photobiologique, évalué à la distance de 200 mm, sur l'emballage des produits à LED. Pour les sources appartenant au groupe de risque 1, il serait nécessaire d'indiquer la distance de sécurité au-delà de laquelle le groupe de risque redescend à 0.
- de rendre obligatoire le marquage du groupe de risque de sécurité photobiologique pour tous les types d'éclairage.

⁵ Notamment série de normes NF EN 60 598 « Luminaires » ; norme NF EN 62 031 : « Modules de LED pour l'éclairage général : spécifications de sécurité » ; norme CEI 62 560 : « Lampes à LED auto-ballastées pour l'éclairage général fonctionnant à des tensions > 50 V - Spécifications de sécurité » ; le projet de norme Pr CEI 62 663-1 « Non ballasted single capped LED lamps for general lighting – safety requirements ».

⁶ enfants, aphakes, pseudophakes, patients atteints de certaines maladies oculaires et cutanées, patients consommant des substances photo-sensibilisantes, ...

⁷ type lunettes de protection optique spécifiques aux LED



- **Etudes et recherches à mener**

S'agissant du manque de données sur l'exposition de la population générale et professionnelle à la lumière artificielle, l'Anses recommande de :

- mieux documenter l'exposition de la population à la lumière artificielle tant en milieu professionnel que dans l'environnement général
- définir un indice pertinent permettant d'estimer le niveau d'éblouissement d'une source à LED. En effet, l'UGR⁸ utilisé pour les autres types d'éclairage ne convient pas aux LED, qui sont des sources de faible dimension angulaire.

En matière d'études et recherches sur les effets sanitaires des systèmes d'éclairage à LED, l'Anses préconise :

- de développer des recherches cliniques afin de définir des valeurs limites d'exposition à la lumière bleue et pour cela notamment d'étudier les effets cumulatifs à moyen et long terme d'une exposition à la lumière bleue et de réaliser des études prospectives et rétrospectives sur les populations traitées par luminothérapie avec des LED bleues
- de mener des recherches afin de mieux caractériser les effets de la lumière artificielle et en particulier de la lumière issue de systèmes à LED sur les rythmes biologiques. L'Anses recommande ainsi :
 - d'approfondir les études permettant de mieux caractériser les spectres d'action des mécanismes de régulation de l'horloge biologique par la lumière
 - de quantifier les conséquences d'une exposition à des lumières artificielles froides sur les rythmes circadiens et la contraction pupillaire
 - de manière générale, d'étudier l'incidence sur la santé de la pollution lumineuse (en lien avec de possibles dérèglements de l'horloge biologique) et de la systématisation d'un éclairage à LED
- d'étudier le déclenchement ou l'aggravation des photo-dermatoses par un éclairage à LED
- de mener des campagnes de mesures afin de caractériser les champs électromagnétiques émis par les systèmes d'éclairage à LED.

En matière d'études et recherches à mener sur la technologie des LED pour prévenir les risques sanitaires éventuels, l'Anses émet les recommandations suivantes :

- encourager des recherches pour développer de nouveaux matériaux émissifs couplés avec des luminophores optimisés, pour obtenir une lumière blanche de bonne qualité, avec une efficacité lumineuse aussi élevée que possible
- développer la recherche sur la conception de luminaires adaptés aux LED afin d'en limiter la luminance, en recourant à des solutions optiques
- étudier les mécanismes de dégradation des couches de phosphore des LED blanches pouvant conduire à une augmentation de la quantité de lumière bleue émise

⁸ Unified Glaring Rate – taux d'éblouissement unifié

2- LED et santé : quels risques ?

Les risques identifiés comme les plus préoccupants par l'Anses, tant par la gravité des dangers associés, que par la probabilité d'occurrence dans le cadre d'une généralisation de l'emploi des LED à des fins d'éclairage, sont liés aux effets photochimiques de la lumière bleue sur l'œil et à l'éblouissement. Il s'agit de risques à long terme résultant :

- du déséquilibre spectral des LED (forte proportion de lumière bleue dans les LED blanches)
- des très fortes luminances⁹ des LED (fortes densités surfaciques d'intensité lumineuse émises par ces sources de taille très faible)

Risque lié à la lumière bleue

Le risque d'effet photochimique est associé à la lumière bleue. Son niveau dépend de la dose cumulée de lumière bleue à laquelle la personne a été exposée. Il résulte généralement d'expositions peu intenses répétées sur de longues durées. Des arguments issus d'observations humaines et d'études expérimentales sur des cultures cellulaires et sur différentes espèces animales convergent pour démontrer une toxicité particulière des courtes longueurs d'ondes (bleues) pour la rétine. La lumière bleue est ainsi reconnue pour ses effets néfastes et dangereux sur la rétine, résultant d'un stress oxydatif cellulaire.

Trois populations plus particulièrement sensibles au risque ou particulièrement exposées à la lumière bleue ont été identifiées :

- les **enfants** (en raison de la transparence du cristallin) et les personnes aphakes (sans cristallin) ou pseudophakes (cristallin artificiel) qui ne filtrent pas (ou peu) les courtes longueurs d'ondes (notamment la lumière bleue) du fait de leur cristallin ;
- les **populations sensibles à la lumière** : patients atteints de certaines maladies oculaires (par exemple la DMLA) et cutanées, patients consommant des substances photo-sensibilisantes, *etc.* pour lesquels la lumière bleue peut être un facteur aggravant de leur pathologie ;
- les **populations particulièrement exposées aux LED** (certaines populations de travailleurs : installateurs éclairagistes, métiers du spectacle, *etc.*) qui sont soumises à des éclairages de forte intensité, et sont donc susceptibles d'être exposées à de grandes quantités de lumière bleue.

Risque lié à l'éblouissement

En éclairage d'intérieur, il est admis qu'une luminance supérieure à 10 000 cd/m² est visuellement gênante quelle que soit la position du luminaire dans le champ visuel. En raison notamment du caractère ponctuel de leur surface d'émission, les LED peuvent présenter des luminances 1 000 fois plus élevées. Le niveau de rayonnement direct de ce type de source peut ainsi largement dépasser le niveau d'inconfort visuel, bien plus qu'avec les éclairages dits « classiques ».

Sur la base de la littérature scientifique existante, d'autres risques liés à l'utilisation des systèmes d'éclairage à LED, ont été évoqués et sont abordés plus largement dans le rapport et l'avis rendus par l'Agence. Cependant, des connaissances relatives à ces risques sont encore parcellaires et demande à être approfondies. L'Anses a fait une série de recommandations visant à pallier ce manque.

Au niveau européen, un groupe de travail a été mis en place par le SCENIHR¹⁰ afin d'évaluer les effets sanitaires liés aux éclairages artificiels au sens large, dont les LED.

⁹ La luminance est l'unité utilisée pour quantifier la lumière émise par une source étendue, par unité de surface, c'est à dire une densité de lumière. Elle est exprimée en candela par mètre carré. Le candela (cd) est l'unité utilisée pour quantifier l'intensité lumineuse, c'est-à-dire l'éclat perçu par l'œil humain d'une source lumineuse. Une bougie standard émet approximativement 1 cd.

3- Cadre réglementaire et normatif : des marges de progression

La directive relative à la sécurité générale des produits¹¹ s'applique à tous les produits en l'absence de législation sectorielle spécifique. Le marquage « CE », obligatoire sur tout dispositif électrique vendu en Europe, est un marquage autodéclaratif qui indique que le produit est conforme à toutes les dispositions communautaires prévoyant son apposition.

S'agissant des éclairages à LED, le marquage CE atteste du respect des exigences essentielles des directives européennes « basse tension »¹², de « compatibilité électromagnétique »¹³ et d'éco-conception « EuP »¹⁴, portant notamment sur la sécurité des produits, leur consommation en énergie, leurs émissions (bruit, vibrations, rayonnements, champs électromagnétiques), leur possibilité de valorisation, *etc.*

Les produits satisfaisant à ces exigences sont conformes à des normes élaborées spécifiquement, dites normes harmonisées, publiées au Journal officiel de l'Union européenne. Pour l'éclairage à LED, les exigences de sécurité rendues obligatoires par le marquage CE sont décrites dans les normes électrotechniques de sécurité matérielle, les normes de compatibilité électromagnétiques, et les normes d'exposition des personnes aux rayonnements optiques¹⁵ et électromagnétiques¹⁶.

Par ailleurs, le décret 2010-750 du 2 juillet 2010, qui transcrit en droit français la directive 2006/25/CE, fixe les mesures à mettre en œuvre pour assurer la protection des travailleurs contre les risques d'exposition aux rayonnements optiques artificiels.

Un cadre normatif à ajuster

Dans le cadre de son travail sur les effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes l'Anses a examiné le cadre normatif existant et son adaptation aux spécificités des LED. Il apparaît notamment que la norme de sécurité photobiologique¹⁷ est insuffisamment adaptée à des éclairages utilisant des LED :

- les valeurs limites d'exposition utilisées pour définir les groupes de risques ne sont pas adaptées pour des expositions répétées à la lumière bleue ; elles sont en effet calculées pour des expositions d'une journée de 8 heures, et ne tiennent pas compte de la possibilité d'exposition pendant la vie entière ;
- il existe des ambiguïtés concernant les protocoles de mesures permettant de déterminer le groupe de risque : une même LED considérée individuellement ou intégrée dans un système d'éclairage pourrait être classée dans des groupes de risques différents, la distance d'évaluation imposée par la norme pouvant être différente ;
- elle ne prend pas en compte la sensibilité de certaines populations particulières (enfants, aphakes, pseudophakes, *etc.*).

Dans le cadre de son rapport, l'Agence émet donc une série de recommandations visant à adapter le cadre réglementaire et normatif pour tenir compte des risques sanitaires identifiés et des spécificités des LED.

¹⁰ Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks

¹¹ Directive 2001/95/CE

¹² Directive 2006/95/CE

¹³ Directive 2004/108/CE

¹⁴ Directive 2005/32/CE

¹⁵ Norme NF EN 62471 relative à la sécurité photobiologique des lampes

¹⁶ Norme NF EN 62311 relative aux champs électromagnétiques

¹⁷ Norme NF EN 62 471

4- Rapport LED : comment l'Anses a-t-elle travaillé ?

La question de l'impact des systèmes d'éclairages utilisant des LED sur la santé a été traitée *via* une auto-saisine. Cette expertise a été confiée au Comité d'experts spécialisé « agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements » qui, suite d'un appel à candidatures public, a créé un groupe de travail réunissant des experts en ophtalmologie, en dermatologie, en éclairage et en physique des rayonnements optiques. Ce rapport est ainsi issu d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires. Il a été réalisé dans le respect de la norme NF X 50-110 « qualité en expertise » avec pour objectif de respecter les critères de compétence, d'indépendance et de transparence tout en assurant la traçabilité. Un tel travail n'avait jamais été réalisé auparavant.

Les travaux de ce collectif d'experts se sont articulés autour de 5 axes :

- un état des lieux de l'éclairage ;
- une présentation de la technologie des LED ;
- une analyse de l'interaction de la lumière avec les systèmes biologiques (œil, peau) ;
- une synthèse de la normalisation applicable aujourd'hui aux LED ;
- une analyse des effets sanitaires potentiels des LED, utilisées à des fins d'éclairage.

Pour réaliser cette expertise, le groupe de travail s'est appuyé sur une large revue de la littérature scientifique internationale issue de publications écrites dans des revues internationales anglophones à comité de lecture, complétée par des auditions d'experts scientifiques nationaux, internationaux et de représentants de l'Association française de l'éclairage (AFE). Une contribution écrite portant sur le marché de l'éclairage français et européen et sur le recyclage des lampes a été sollicitée auprès de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie).

Les membres du groupe de travail

Présidente

- Mme Francine BEHAR-COHEN - Directeur de recherche à l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (Inserm), Physiopathologie des maladies oculaires : innovations Thérapeutiques

Membres

- Mme Annick BARLIER-SALSI - Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), spécialiste des rayonnements optiques sur le lieu de travail
- M. Jean-Pierre CESARINI – Anato-mo-pathologiste (Ancien Directeur du laboratoire de recherche sur les tumeurs de la peau humaine, fondation A. de Rothschild et Inserm) – Ultra-violets. Membre du CES « agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements »
- M. Olivier ENOUF - Ingénieur en charge des essais de conformité des appareils à laser et de produits à LED, Laboratoire National d'Essais (LNE)
- M. Michel GARCIA - Ingénieur dans pôle Éclairage, Électricité et Électromagnétisme (3E), Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)
- M. Christophe MARTINSONS - Chef du pôle Éclairage, Électricité et Électromagnétisme (3E), Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

- M. Serge PICAUD - Directeur de recherche, Institut de la vision, Inserm, Traitement de l'information visuelle dans la rétine, pharmacologie et pathologies
- Mme Françoise VIENOT - Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle, Responsable de l'équipe « Vision, lumière et apparence » au Centre de recherche sur la conservation des collections (CRCC)
- M. Georges ZISSIS - Directeur adjoint du Laboratoire Plasma et Conversion d'Énergie, LaPlaCE, Université Toulouse 3

5- Eclairage et LED : quelques repères

L'éclairage représente en France 10 % de la consommation électrique totale, soit 350 kW / h par an et par ménage. En application de la directive européenne pour l'éco-conception¹⁸, la Commission européenne a prévu une interdiction progressive de la commercialisation des lampes les plus consommatrices d'énergie. Les ampoules fluoro-compactes dites « basse consommation », ou d'autres sources d'éclairage comme les diodes électroluminescentes plus économes en énergie, ont pour vocation, à terme, à les remplacer. Ces dernières ont d'ailleurs fait l'objet d'un avis de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (Ademe) en février 2010¹⁹.

Les diodes électro-luminescentes sont des sources d'éclairage en plein développement technologique et économique. Utilisées depuis de nombreuses années dans l'électronique comme sources de lumières faibles et monochromatiques pour des applications de témoins lumineux, elles trouvent aujourd'hui leur place dans des systèmes d'éclairage à part entière : feux de signalisation, éclairage portatif, feux de véhicules et éclairages domestiques d'ambiance, par exemple.

Historique des LED

La première LED à spectre visible a été créée en 1962, émettant une intensité lumineuse extrêmement faible. La diode bleue a été inventée dans les années 90, suivie par la mise au point de la diode blanche qui a permis de nouvelles applications majeures (pour l'éclairage et les écrans de télévisions et d'ordinateurs notamment). Les premières LED blanches sont peu à peu apparues sur le marché, notamment celui de l'éclairage domestique et sont maintenant de plus en plus puissantes.

Quelle place des LED vis à vis des autres types d'éclairage ?

Ces éclairages, de part leur faible consommation électrique et leur fort rendement, présentent des performances énergétiques de premier plan et trouvent toute leur place dans les politiques d'économie d'énergie.

Comparées aux autres types d'éclairage, les LED présentent une meilleure efficacité énergétique (rendement). A titre d'exemple, certaines LED atteignent des rendements²⁰ allant jusqu'à 100 à 150 lm/W alors que ceux des lampes à incandescence de l'ordre de 10 à 15 lm/W, ceux des lampes halogènes de 15 à 30 lm /W, et ceux des lampes fluorescentes compactes de l'ordre de 50 à 100 lm/W. La durée de vie des LED actuelle est quant à elle estimée 50 fois supérieure à celle des lampes à incandescence et 3 à 5 fois supérieure à celles des lampes fluorescentes compactes.

La technologie des LED n'est cependant pas exempte d'inconvénients, la qualité de la lumière qu'elles émettent (température et indice de rendu de couleur) n'est notamment pas toujours équivalente.

Pour ne pas confondre

- **Le lumen** (lm) est l'unité utilisée pour quantifier un flux lumineux.
- **Le lux** (lx) est l'unité représentant l'éclairement, c'est à dire le flux lumineux reçu par une surface.
- **Le candela** (cd) est l'unité utilisée pour quantifier l'intensité lumineuse, c'est-à-dire l'éclat perçu par l'œil humain d'une source lumineuse. Une bougie standard émet approximativement 1 cd
- La **luminance** est l'unité utilisée pour quantifier la lumière émise par une source étendue, par unité de surface, c'est à dire une densité de lumière. Elle est exprimée en candéla par mètre carré (cd/m²).
- Le **rendement d'un éclairage** est exprimé en lumen par Watt.

¹⁸La Directive 2005/32/CE dite « EuP » (Energy using Products) prévoit l'amélioration des performances énergétiques de certains produits de consommation courante. Cette directive a été transposée en 2007 par les États membres de l'Union européenne et son entrée en vigueur a été planifiée entre 2008 et 2010.

¹⁹ Avis de l'ADEME « L'éclairage à diodes électroluminescentes (LED) » - consultable sur www.ademe.fr

²⁰ Le rendement d'un éclairage est exprimé en lumen par Watt. Le lumen est l'unité utilisée pour quantifier un flux lumineux.

6- Où trouve-t-on des LED ?

Compte tenu de leurs avantages en matière énergétique, le marché des LED est en pleine progression. Elles sont utilisées dans un nombre croissant de secteurs pour des applications très diverses, dont voici quelques exemples :

- **Signalisation** : feux de circulation, balisage urbain, sécurité routière, et automobile (feux), témoins lumineux, ...
- **Eclairage domestique ou professionnel** : lampes torches et frontales, luminaires, spots, éclairages décoratifs (spots, barrettes, guirlandes, ...), éclairages de blocs opératoires ou de fauteuils dentaires, ...
- **Soins et applications esthétiques** : lampes de luminothérapies, de soin ou d'esthétique