



**UCIL**  
Union des Comités  
d'Intérêts Locaux  
du Grand Lyon

## Eclairer malin



## Sommaire

<b>1.</b>	<b>Les excès de lumière .....</b>	<b>5</b>
1.1.	Constatons les excès de lumière .....	5
1.2.	Les principales sources de luminosité nocturne .....	6
1.3.	Pourquoi cette profusion de lumière ?.....	6
<b>2.</b>	<b>Conséquences des excès de luminosité sur le vivant.....</b>	<b>7</b>
2.1.	Conséquence sur la santé humaine des excès de luminosité.....	7
2.2.	Impact des excès de luminosité nocturne sur la faune .....	7
2.3.	Impact des excès de luminosité sur la flore.....	8
2.4.	Conséquences sur la vision et sur l'observation astronomique.....	8
2.5.	Conditions de confort visuel.....	9
2.5.1.	Confort lié à la composition (distribution spectrale) de la lumière d'éclairage	9
2.5.2.	Confort dépendant de l'éclairement	9
2.5.3.	Confort par l'uniformité de l'éclairement	10
2.6.	Peu de corrélation entre de l'intensité de l'éclairage public et la sécurité urbaine.....	11
2.6.1.	Luminosité et délinquance	11
2.6.2.	Luminosité et sécurité routière	12
<b>3.</b>	<b>Conséquences économiques et écologiques des excès d'éclairage.....</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>Propositions pour réduire des excès de lumière .....</b>	<b>14</b>
4.1.	Prise de conscience des nuisances de l'éclairage nocturne excessif.....	14
4.2.	Eclairer selon la législation écologique.....	15
4.3.	Stopper l'éclairage conformément à l'arrêté du 25 janvier 2013 .....	15
4.4.	Se conformer à la Norme Européenne d'éclairage.....	15
4.5.	Economiser grâce à la technologie .....	16
4.5.1.	Economiser par le choix des ampoules	16
4.6.	Economiser par l'ajustement de la puissance au besoin .....	21

4.7.	Economiser par l'ajustement de la durée de la puissance maximale d'éclairage .....	21
4.8.	Minimiser le halo inutile selon les prescriptions de la CIE calculé selon les normes AFNOR.....	21
4.9.	Economiser selon les engagements de la Charte de l'éclairage Durable (Association Noé).....	22
4.9.1.	Initier la démarche	22
4.9.2.	Sensibiliser les habitants aux bénéfices de l'éclairage durable	22
4.9.3.	Développer les bonnes pratiques d'éclairage durable	22
4.9.4.	L'accueil par les élus de cette Charte	23
<b>5.</b>	<b>Réalisations expérimentales en cours .....</b>	<b>24</b>
5.1.	Extinctions .....	24
5.2.	Réduction de durée d'éclairage .....	24
5.3.	Réduction d'éclairage sans présence .....	24
5.4.	Réduction d'éclairement.....	25
5.6.	Bilan des expériences d'amélioration de l'éclairage.....	26
5.7.	Préserver de sur-luminosité les espaces protégés.....	26
<b>6.</b>	<b>En conclusion : éclairer malin en modérant l'éclairage urbain et en l'optimisant.....</b>	<b>27</b>
	<b>Références et Notes.....</b>	<b>28</b>

## Résumé

Nous constatons une profusion de lumière nocturne dans nos municipalités et notamment dans notre ville des lumières. Or les excès de lumière sont préjudiciables à la santé des citoyens, de la faune urbaine et à la flore. De plus, les dépenses d'électricité d'éclairage pèsent lourdement dans le budget énergétique public de la métropole et entraînent, à certaines heures, des émissions de CO<sub>2</sub> réductibles.

Il serait raisonnable de modérer l'éclairage de la ville et de l'illuminer plus intelligemment. Cela consisterait notamment à :

- ⇒ opter pour des améliorations techniques des luminaires, pour mieux concentrer la luminosité sur les trottoirs et la chaussée,
- ⇒ à modérer l'éclairement du sol, conformément aux prescriptions de la norme européenne de l'éclairage,
- ⇒ à réduire cette luminosité ambiante pendant les plages horaires tardives, et à la rétablir temporairement en cas de présence, pour rassurer les passants tardifs,
- ⇒ à recourir à la technologie à LED (de couleur chaude, avec bon rendu de couleur), autorisant ce fonctionnement intelligent et confortable pour les usagers.

Des économies de fonctionnement de plus de 50% sont à attendre, autant en maintenance, grâce à la fiabilité décuplée de la technologie à LED qu'en dépense d'électricité.

Compte tenu de la baisse constante du coût des nouvelles technologies, le délai de retour d'investissement devient incitatif et justifie au moins une expérimentation d'ampleur significative, comme celle effectuée à Bordeaux et dans diverses autres municipalités de France et d'ailleurs. Un Plan d'Eclairage Urbain Durable déclinant les prescriptions de Plan Climat du Grand Lyon par un scénario précis d'optimisation de l'éclairage serait le bien venu pour que la Métropole des Lumières devienne aussi et rapidement une Métropole de la Lumière Optimale, intelligente et sobre en carbone. Il est temps, réagissons !

## 1. Les excès de lumière

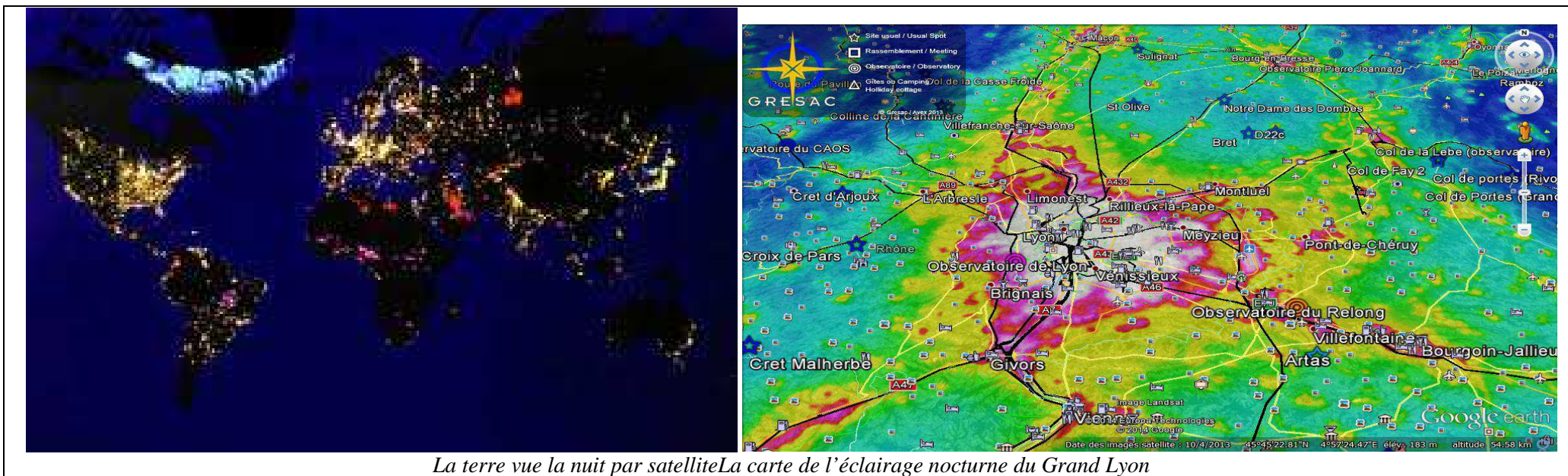
### 1.1. Constatons les excès de lumière

La nuit n'est plus noire en France, contrairement aux années 60.

La lumière est réfléchiée vers le ciel par la réflexion sur les particules en suspension (poussières, aérosols, humidité) ou de la diffusion intrinsèque de l'atmosphère. Les agglomérations se repèrent la nuit à des dizaines de km de distance par leurs halos.

Les constellations, la voie lactée ne sont bien visibles que depuis quelques zones de Corse, des Pyrénées ou des Alpes.

L'accroissement de luminosité, constaté par satellite est impressionnant.



*La terre vue la nuit par satellite La carte de l'éclairage nocturne du Grand Lyon*

## **1.2. Les principales sources de luminosité nocturne**

Les principales sources de lumière nocturne sont :

- ⇒ l'éclairage public, en et hors agglomération (9 millions de lampadaires en France) notamment sur les voies de communication,
- ⇒ la mise valeur du patrimoine,
- ⇒ les devantures de magasins,
- ⇒ l'habitat, notamment les lotissements équipés de lampadaires illuminant souvent le ciel, toute la nuit,
- ⇒ Les sites industriels généralement en périphérie, comme les sites pétroliers, les raffineries, les entrepôts (pour des raisons de « sécurité »).

Dans les agglomérations, l'éclairage urbain concerne notamment :

- ⇒ la voirie (9M de lampadaires en France),
- ⇒ les parcs de stationnement,
- ⇒ la valorisation lumineuse des façades d'immeubles, des monuments, des ponts,
- ⇒ les installations sportives extérieures,
- ⇒ les magasins, les enseignes lumineuses,
- ⇒ le tertiaire, notamment les bureaux illuminés tard le soir, voire la nuit complète,
- ⇒ les éclairages intérieurs visibles de l'extérieur.

## **1.3. Pourquoi cette profusion de lumière ?**

La lumière symbolise la vie, apporte aussi un sentiment de sécurité (justifié ou non). On laisse les lampadaires éclairés toute la nuit par facilité, par prudence ou par négligence.

De nombreux citoyens aspirent à un éclairage intense des espaces publics, parce que le renforcement de l'éclairage procure une impression de sécurité, bien qu'aucune étude ne le confirme.

Les collectivités territoriales : souhaitent satisfaire cette demande de luminosité et se mettre en conformité avec le contrat d'assurance souscrit. Souvent aussi, elles négligent souvent l'optimisation de l'éclairage public.

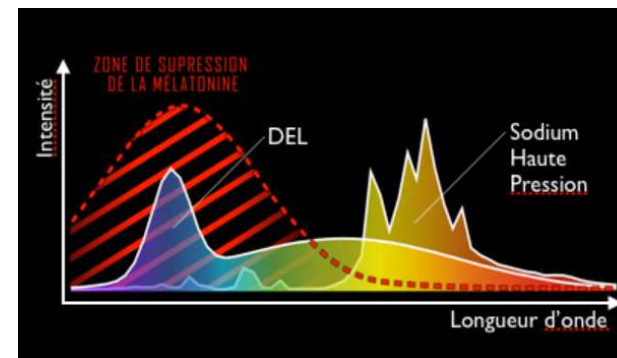
## 2. Conséquences des excès de luminosité sur le vivant

### 2.1. Conséquence sur la santé humaine des excès de luminosité

L'obscurité nocturne est un facteur essentiel au repos.

En effet, la mélatonine secrétée en réponse à l'obscurité favorise l'endormissement (en ayant d'autres propriétés physiologiques utiles).

L'excès de lumière intrusive et l'amplitude horaire de l'éclairage trompe l'horloge de l'organisme, incite à se coucher plus tard et à modifier nos rythmes biologiques. Cette désynchronisation circadienne serait plus ou moins importante selon notre génétique. Les personnes originaires des régions équatoriales seraient plus sensibles.



Influence de la luminosité sur la diminution de mélatonine

Ces modifications favoriseraient, selon diverses études<sup>1</sup> :

- ⇒ des dérèglements nerveux, hormonaux, digestifs, cardiovasculaires,
- ⇒ des troubles du sommeil en perturbant les rythmes nyctéméraux,
- ⇒ l'obésité,
- ⇒ le développement de cancers (selon certaines études).

L'excès de lumière, s'il tranquillise certaines personnes en gêne d'autres.

Par ailleurs, en exploitant les propriétés photo-réceptrices uniques de la mélanopsine, cellule photo-réceptrice sensible à la lumière dans l'œil, et une approche de pointe en Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle les chercheurs Belges de l'ULg et de l'INSERM ont montré que la capacité à réaliser une tâche cognitive dépendait de la couleur spécifique de la lumière reçue plus d'une heure auparavant<sup>2</sup>.

### 2.2. Impact des excès de luminosité nocturne sur la faune

Une étude réalisée par le Service Environnement du Conseil Régional Nord Pas de Calais a montré qu'après 2 ans de fonctionnement continu, un point d'éclairage éliminait la quasi-totalité des insectes nocturnes dans un périmètre de 200 mètres par épuisement, prédation ou désertion. Nous ne disposons pas d'étude concernant Lyon.

Rappelons, cependant, l'impact mesuré par une étude effectuée dans les Causses du Quercy sur 108 espèces dont la plupart des constatations peuvent être extrapolées à une ville, pour des espèces analogues.

La luminosité massive provoque une mortalité directe (sur 18 / 108 espèces) par

- ⇒ aveuglement passager = scotomes (chouettes, hiboux, amphibiens, batraciens, papillons),
- ⇒ attraction par la lumière (insectes),
- ⇒ brûlures mortelles (papillons, collemboles),
- ⇒ chutes ou contacts violents avec des falaises, des ponts,
- ⇒ vulnérabilité accrue face aux prédateurs.

La luminosité diffuse entraîne des dérèglements divers selon les espèces (Stone et al. 2009) :

- ⇒ La fragmentation des territoires chez les mammifères nocturnes (mustélidés) ;
- ⇒ Des difficultés de chasse chez les prédateurs (rapaces, chauve-souris...) ;
- ⇒ La diminution de nourriture des espèces insectivores (chauves-souris, mammifères oiseaux...) ;
- ⇒ La diminution de la protection par l'obscurité chez les proies potentielles (batraciens...) ;
- ⇒ La diminution de la spermatogenèse (chauve-souris) ;
- ⇒ La désorientation par modification des « boussoles internes » des migrants (oiseaux) ;
- ⇒ La modification des temps d'hibernation et de quiescence (reptiles) ;
- ⇒ Le dérèglement des cycles de plumage (oiseaux) et pelage (hermine, loutre) ;
- ⇒ Le dérèglement des photopériodes et de la reproduction (mammifères) ;
- ⇒ La disparition d'espèces (coléoptères) ;
- ⇒ La prolifération de certaines espèces ;
- ⇒ L'attraction par la lumière de certains insectes, de la pipistrelle commune qui chasse dans la lumière des lampadaires.

### **2.3. Impact des excès de luminosité sur la flore<sup>3</sup>**

En l'absence d'étude sur Lyon, l'impact pourrait être extrapolé d'une étude menée sur 200 espèces :

- ⇒ Perte de feuille
- ⇒ perturbation de la croissance,
- ⇒ Modification des rythmes nycthémeraux<sup>4</sup>.

Ces modifications entraînent donc des perturbations :

- ⇒ de la photosynthèse (régénération cellulaire perturbée),
- ⇒ de la floraison,
- ⇒ des perturbations de la pollinisation par la disparition d'insectes nocturnes,
- ⇒ des proliférations d'algues (comme sur la Saône au confluent, par exemple)

### **2.4. Conséquences sur la vision et sur l'observation astronomique<sup>5</sup>**

La pollution lumineuse prive les citadins de la beauté du ciel étoilé. A Lyon, 90 % des étoiles ne sont plus visibles. La voie lactée ne se voit plus.

La plupart des enfants ne connaissent plus les constellations.

En Chine, c'est pire dans de très grandes régions.

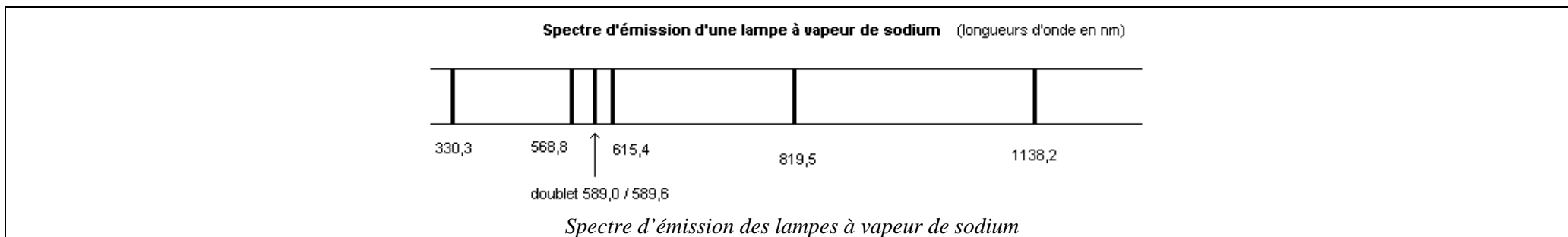
Les observatoires s'installent en Cordillère des Andes.



## 2.5. Conditions de confort visuel

### 2.5.1. Confort lié à la composition (distribution spectrale) de la lumière d'éclairage

Les êtres vivants sont accoutumés à la lumière solaire. Rappelons qu'elle se compose d'un spectre continu de radiations couvrant une gamme de radiations visibles par l'homme de 400nm (rouge) à 760nm (violet). Au-delà, de ce spectre, nous recevons aussi de l'infrarouge qui nous réchauffe et des ultraviolet qui nous font bronzer ou prendre des coups de soleil. Les éclairages sont caractérisés par leur IRC indice de rendu des couleurs (de 0 à 100), qui traduit la capacité d'une lampe à restituer fidèlement les couleurs telles qu'elles le sont sous la lumière naturelle (IRC=100). Il traduit le confort comparé à celui de la vision diurne en couleur, meilleure que la vision noir et blanc ou en éclairage monochromatique ou même polychromatique concentré dans le jaune du spectre visible, comme celle des lampes à vapeur de sodium.



### 2.5.2. Confort dépendant de l'éclairement<sup>6</sup>

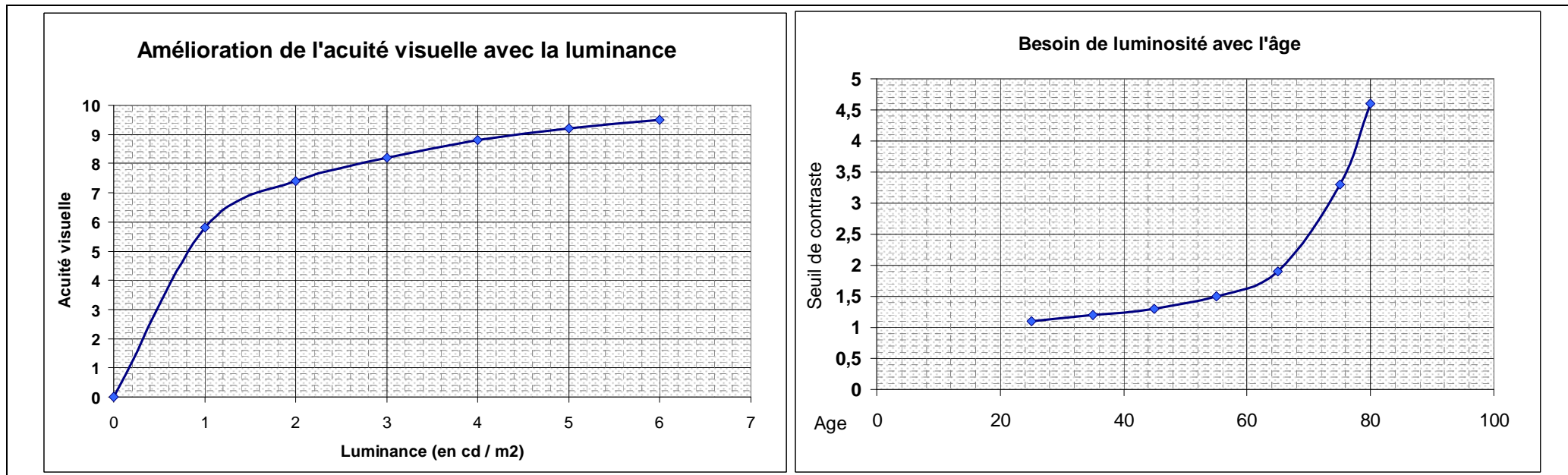
Ce confort peut être mesuré :

- ⇒ soit par l'acuité visuelle (que l'on mesure chez l'ophtalmologiste et égale ou supérieure à 10 pour que la vision soit excellente),
- ⇒ soit par le contraste perçu.



L'acuité baisse quand l'éclairement faiblit (mesurée en lux) selon la courbe ci-après. On voit qu'il faut un éclairement de 5 lux pour que l'acuité soit supérieure à 9. Cet éclairement correspond à la valeur préconisée dans les normes européennes pour les piétons (voir § 4.4. Se conformer à la Norme Européenne d'éclairage). Autrement dit une personne voyant correctement doit pouvoir lire son journal sous un réverbère éclairant avec 5 lux.

Le contraste perçu diminue avec l'âge, selon la courbe ci-après. Cela explique que les personnes âgées réclament plus de luminosité.



### 2.5.3. Confort par l'uniformité de l'éclairage

Il est compréhensible que l'éclairage soit d'autant plus confortable qu'il est uniforme, c'est à dire qu'il ne génère pas une succession de zones éclairée et de zones d'ombre. Avec un réflecteur et une lampe, de forme non ponctuelle, unique par lampadaire, cette condition est quasiment inatteignable.

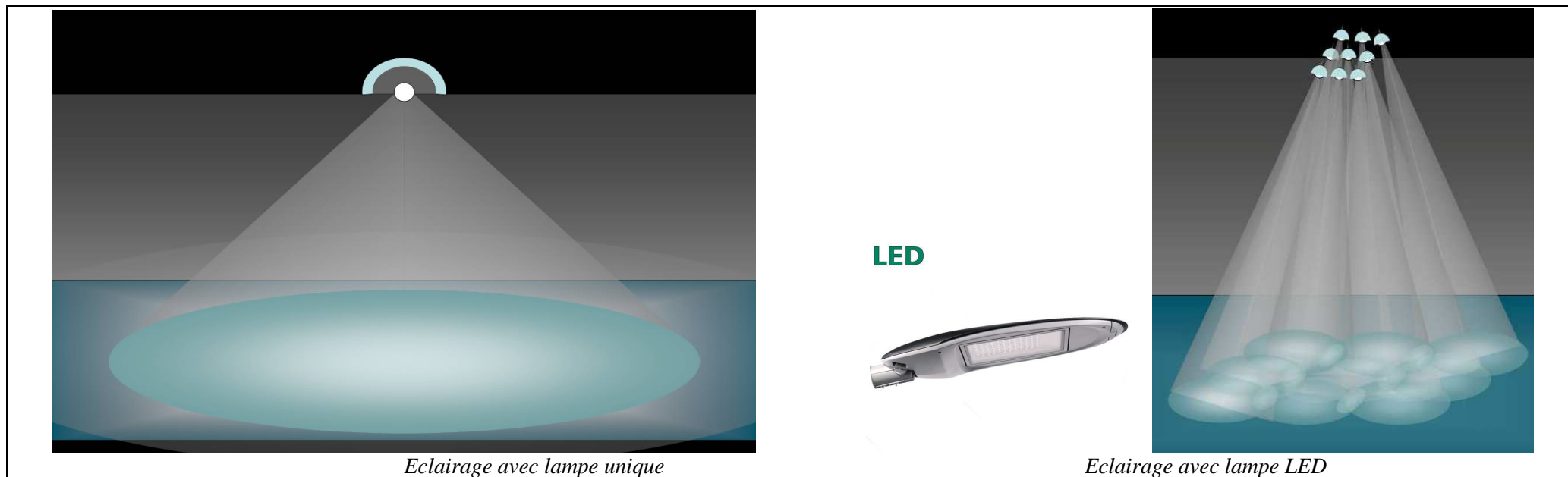
Au mieux, l'éclairage se compose :

- ⇒ d'un cône utile où se superpose un flux direct et d'un flux réfléchi chacun plus lumineux au centre qu'en périphérie et
- ⇒ d'une diffusion de lumière parasite autour, d'autant moins forte que les rayons sont plus horizontaux, constitué si possible moins de 40% de la lumière émise.

En revanche, l'éclairage peut être rendu plus uniforme avec de multiples lampes LED, qui émettent chacune un faisceau directif.

De plus, la forme de la surface éclairée ressemble plus à un rectangle qu'à un cercle, ce qui permet de juxtaposer les plages éclairées et les ajuster à une voie à éclairer.

En général, à Lyon, les lampadaires sont distants de 30 à 40m, avec une lampe à une douzaine de m de hauteur. Beaucoup sont équipés aussi de lampes côté trottoir, placés environ 2 fois plus bas. Dans ces conditions, autant l'écartement pour l'éclairage peut être jugé acceptable, autant les piétons peuvent regretter l'absence d'uniformité de l'éclairage résultant.



## 2.6. Peu de corrélation entre de l'intensité de l'éclairage public et la sécurité urbaine

L'intensité lumineuse ressentie comme confortable semble varier selon les individus.

Il est indéniable qu'une majorité d'habitants déclarent être rassurés par une augmentation de l'intensité de l'éclairage, bien que les études ne détectent pas d'accroissement de la délinquance liées à l'abaissement de luminosité. Au contraire d'autres habitants sont apaisés par une lumière plus douce, sans contraste entre lumières et ombres.

### 2.6.1. Luminosité et délinquance

Pour des raisons d'économie, une trentaine de villages et quelques villes ont décidé d'éteindre leurs lampadaires jusqu'à l'aube. Dans les municipalités (Saumur, Haguenau, Evreux) où a eu lieu une extinction de l'éclairage nocturne, aucune augmentation de délinquance<sup>7</sup> ou de criminalité n'a été constatée<sup>8</sup>. Rappelons que 80 % des vols ont lieu en plein jour (mais il y a aussi moins de piétons dehors la nuit que le jour). Les gendarmes estiment que le sentiment d'insécurité dans les lieux faiblement éclairés ne semble pas corroboré par des statistiques de surcroît de délinquance ou d'accidents. A Saumur, la décision a été prise de pérenniser la solution. A Ballancourt, l'extinction avait été testée d'avril 2012 à janvier 2013 sur l'ensemble de la ville. « La mesure n'a pas été suivie d'une augmentation de la délinquance, mais le sentiment d'insécurité reste bien réel », selon le maire, Charles de Bourbon-Busset. Dans ces conditions, des statistiques et des analyses de retours d'expérience plus nombreuses seront intéressantes, même si l'on peut se demander si les villes n'auraient tendance à vouloir justifier leur décision, a posteriori.

En revanche, les économies réalisées financeraient largement des patrouilles de police, ce qui indéniablement tendrait à abaisser la délinquance.

## 2.6.2. Luminosité et sécurité routière

Rappelons que si, en 40 ans, le nombre d'accidents de la route a été divisé par 4, alors que le trafic était multiplié par 4, la proportion des accidents de nuit reste de l'ordre de 50%, alors que la circulation est beaucoup plus réduite. Parmi les causes des accidents nocturnes, figure, outre l'endormissement, la moindre visibilité. L'éclairage des rues et routes a donc été prévu pour améliorer la visibilité des points dangereux, des piétons et des cyclistes.

### 2.6.2.1. Sur les voies rapides, peu d'effet positif de l'éclairage sur la sécurité

En 2007, selon une étude française d'[accidentologie](#) comparative reposant sur 11 ans de statistiques d'accidents, toutes choses égales par ailleurs, entre l'A16 dans le Nord-Pas-de-Calais, seule autoroute française éclairée, avec d'autres autoroutes régionales ou voies à configuration autoroutière, il a été conclu que malgré l'extinction des autoroutes (ou voies rapides) ni le nombre d'accidents, ni la gravité des accidents n'ont augmenté. L'A16 est éteinte depuis fin 2006, avec une économie de 0,9M€/an. L'accidentologie est inchangée, en revanche le taux de gravité a baissé. En Mai 2010, la Direction Interdépartementale des Routes d'Ile-de-France a annoncé la suppression de l'éclairage sur 130 km de voies. A Lyon, on a supprimé l'éclairage du contournement Est, sans noter de recrudescence des accidents. On observe également une diminution des accidents et de leur gravité sur une portion de l'A15 éteinte depuis début 2007. Ces constatations confirment les résultats d'une enquête de 2002 du ministère des transports belges. Cependant, ceci est constaté dans une tendance générale à la baisse des accidents (la diminution aurait-elle été inférieure en éclairant ?).

L'effet positif de l'éclairage sur le nombre d'accidents n'a donc pas été prouvé en conditions réelles. S'il existe, il est trop faible pour avoir été démontré.

### 2.6.2.2. En ville, visualiser les obstacles

En ville, on peut également penser qu'**en réduisant l'éclairage ambiant et en éclairant spécifiquement** les passages piétons, ronds-points, carrefours de lumières fixes ou des flashes, ou bien en les équipant de dispositifs réfléchissants ou fluorescents ainsi que les piétons, ces dangers sont mieux perçus que noyés dans un halo lumineux continu. Ainsi, les départements de l'Essonne ou du Maine-et-Loire privilégient la signalisation réfléchissante sur les giratoires hors agglomération. En ville, un résultat équivalent pourrait cependant être obtenu.

De plus, on peut lire que l'éclairage excessif:

- ⇒ limite la capacité de l'œil à s'adapter à l'obscurité, peut provoquer un éblouissement et donc une fatigue du conducteur,
- ⇒ invite les automobilistes à accroître leur vitesse<sup>9</sup>, (*sauf à compenser par des mesures adaptées*) ce qui, alors, accroît la gravité des accidents.

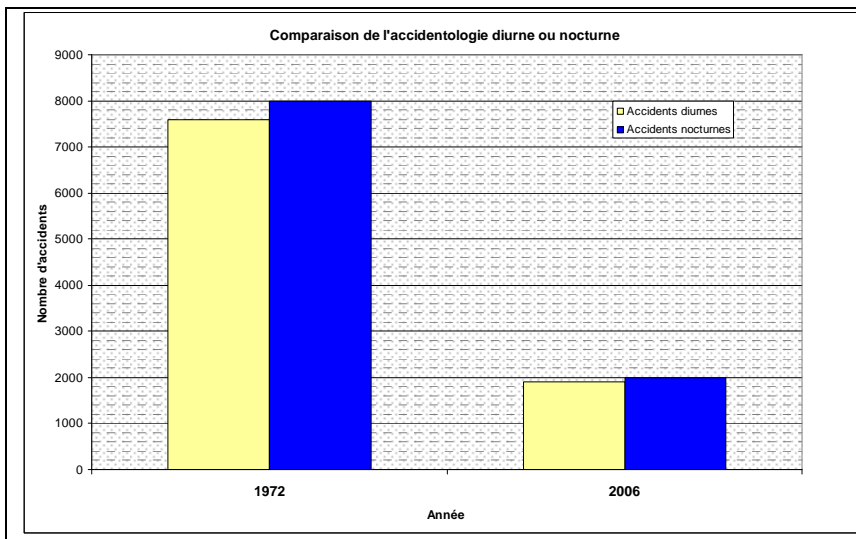
En ville, les supputations et informations disponibles sur la corrélation entre éclairage et sécurité routière sont contradictoires.

Pour trancher sur cette question, 2 types d'études ont été effectuées :

- ⇒ une analyse des publications d'accidentologie,
- ⇒ des simulations prolongées de conduite nocturne face à des situations dangereuses, menées par le CNRS et le Centre de Physiologie appliquée de Strasbourg, à la demande de l'AFE, avec une population significative de conducteurs (divers âges, sexes).

La simulation ne confirme pas que la vitesse croît sensiblement avec une meilleure visibilité (mais avec un simulateur avec lequel il n'y a pas de réel danger).

Selon ces 2 études, un éclairage des rues ou des routes, qui améliore la visibilité et notamment la perception des piétons et des obstacles, semble participer légèrement à la diminution du risque d'accidents, toutes choses égales par ailleurs. Cependant on remarque que la simulation visualise un éclairage peu réaliste, plus homogène et moins éblouissant que la plupart des éclairages réels (cf. image et photo ci-après).



Voie express avec éclairage simulé



Autoroute éclairée en conditions réelles.

Il est admis que l'uniformité de l'éclairage urbain ambiant diminue légèrement le nombre d'accident de la route<sup>10</sup>, notamment impliquant des piétons<sup>11</sup>, car en l'absence de zones d'ombre, les conducteurs les voient mieux et sans éblouissement.

Ces études nous conduisent à préconiser, dans les périodes nocturnes tardives (après 23h par exemple), un éclairage de circonstance intelligent (en présence de véhicules ou de piétons) le plus uniforme possible, se superposant à un éclairage d'ambiance très modéré (plutôt qu'à une extinction totale) complété d'un éclairage localisé ou d'une signalisation passive des points dangereux (passages piétons), des vélos et des piétons. Les intensités d'éclairage de circonstance devraient se limiter à la norme européenne d'éclairage.

### 3. Conséquences économiques et écologiques des excès d'éclairage

En France, l'éclairage public induit une consommation énergétique annuelle de 1,260 GWh<sup>12</sup> (production d'une centrale), 2% de la production, 85kWh/an/habitant (70kWh en 1990). C'est environ 2 fois la consommation allemande. Il représente, dans le budget 2014 des communes, 23% de la facture globale d'énergie (15 729 630€ dans le budget 2014 de Lyon, hors maintenance et investissement soit 13% des dépenses), 42 % de la facture d'électricité<sup>13</sup> et 50% des kWh consommés. Malgré un tarif réduit, l'énergie électrique nocturne représente un coût notable pour les municipalités, bien que sa production soit disponible.

L'éclairage coûte annuellement aux communes environ :

- ⇒ 800 M€ de frais de maintenance,
- ⇒ 400 M€ d'investissements des points lumineux, soit 50 à 200€/lampadaire,
- ⇒ 475 M€<sup>14</sup> de consommation électrique (en 2014 contre 524 en 2005), soit 40 à 70€/lampadaire<sup>15</sup> (pour un coût global de l'ordre de 120€).

Une autre source<sup>16</sup> annonce une répartition des coûts équivalente sur ces 3 chapitres en détaillant les coûts selon la taille des villes.

	Coût par communes / habitant		
	<2000 habitants	> 2000 habitants	Moyenne
<b>Investissement</b>			3,80 €
<b>Maintenance</b>	0,24 €	de 4,53€ à 8,65€	4,68 €
<b>Energie</b>	5,06 €	6,69 €	5,88 €
<b>Fonctionnement</b>	de 9€ à 15,4€		10,56 €
<b>Total</b>	de 12,8€ à 19€		14,36 €

	Coût / lampadaire selon les communes		
	<2000 habitants	> 2000 habitants	Moyenne ~
<b>Investissement</b>	30,50 €	45,70 €	38,10 €
<b>Maintenance</b>			
<b>Energie</b>			
<b>Fonctionnement</b>	68,60 €	94,50 €	81,55 €
<b>Total</b>	99,10 €	140,20 €	120 €

Cet éclairage implique l'utilisation d'énergie thermique, les soirées d'hiver, soit 4% du CO<sub>2</sub> émis alors.

Une enquête réalisée par le CERTU, sur les 10 dernières années, auprès de 800 villes permet de tirer de nombreux enseignements :

- ⇒ progression de plus de 30 % du nombre de points lumineux par habitant ;
- ⇒ augmentation du temps d'éclairage ;
- ⇒ diminution de la puissance d'installation par points lumineux, passant en moyenne de 300 à 180W ;
- ⇒ augmentation néanmoins de 71 kWh à 91 kWh de la consommation électrique par habitant ;
- ⇒ 40 % des lampes peuvent être remplacées par des lampes consommant deux fois moins pour un même éclairage ;
- ⇒ moins de 2 % des points lumineux sont alimentés par des auxiliaires électroniques ou des systèmes de contrôle de puissance ;
- ⇒ les organes de commande en service sont souvent inadaptés aux nouveaux besoins.

Après avoir augmenté jusqu'à 2005, la consommation d'éclairage des municipalités a baissé de 9.4% depuis, alors que le tarif de l'électricité consommée en éclairage augmentait de 40%.

Il est possible d'éclairer mieux en consommant moins.

Rappelons, aussi, qu'il est prévisible que les coûts énergétiques continuent à croître dans le futur (tant qu'on ne maîtrisera pas la fusion nucléaire) et donc aussi la contrainte économique.

## 4. Propositions pour réduire des excès de lumière

Ces constats nous conduisent à faire un ensemble de propositions pour réduire les excès de lumière qui sont d'ailleurs dans la ligne des propositions conjointes<sup>17</sup> de l'ADEME, du syndicat de l'éclairage et de l'AFE.

### 4.1. Prise de conscience des nuisances de l'éclairage nocturne excessif

Fin des années 1980, a commencé une prise de conscience que cette pollution n'est pas sans conséquences sur le vivant.

En 1992 l'Unesco consacre un article : « Les Générations futures ont droit à une terre et à un ciel non pollués ».

Dès 1990, la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) s'est souciée des nuisances dues à la lumière répercutant aux inquiétudes des astronomes à propos du halo nocturne. En 1997, publication CIE 126, sur ce sujet.

L'ONU envisage de déclarer le ciel étoilé comme « Patrimoine commun de l'Humanité ».

## 4.2. Eclairer selon la législation écologique

Le [Grenelle de l'environnement](#) a introduit la notion de [pollution lumineuse](#). L'article 36 du Grenelle I indique que « La politique environnementale sera prise en compte comme une composante de la politique de santé dont le lien étroit avec l'environnement et la santé des écosystèmes sera reconnu. ».

L'article 173 de la loi « [Grenelle 2](#) » (12 juillet 2010) a introduit dans le [droit de l'environnement](#), la [prévention](#) des [nuisances lumineuses](#) et un objectif d'économie d'énergie, *en visant à réduire les émissions inutiles de lumière artificielle, sans nuire : à la [sécurité publique](#), la [défense nationale](#) ou à la [sûreté d'installations et d'ouvrages sensibles](#)*. Il précise le pouvoir du ministre de l'Ecologie et du préfet concernant l'interdiction ou la limitation du fonctionnement de sources lumineuses.

Il autorise des décrets sur les prescriptions d'installations lumineuses :

- ⇒ leur puissance lumineuse totale,
- ⇒ la technologie de l'éclairage (en cause l'éclairage par incandescence),
- ⇒ la zone d'implantation et
- ⇒ l'équipement mis en place (en cause la mauvaise orientation des flux).

## 4.3. Stopper l'éclairage conformément à l'[arrêté du 25 janvier 2013](#)

Depuis le 1er juillet 2013, l'[éclairage nocturne](#) des [bureaux](#) et [commerces](#) doit être restreint :

- ⇒ Les éclairages intérieurs des locaux à usage professionnel doivent être éteints une heure après leur fin d'occupation ;
- ⇒ Les illuminations des façades des bâtiments devront attendre le coucher du soleil et s'arrêter au plus tard à 1 heure du matin ;
- ⇒ Les éclairages des vitrines devront être suspendus entre 1h et 7h du matin.

Ces mesures ont été adoptées, bien qu'en France, à ces heures là, la consommation d'énergie nocturne, ne génère pas de CO2 et utilise une production nucléaire disponible, contrairement aux consommations énergétiques qui ont lieu entre le coucher du soleil et l'arrêt des activités (autour de 19 heures).

## 4.4. Se conformer à la Norme Européenne d'éclairage

Zone	Lieu et activité	$E_{moy}(lux^{18})$	$E_{min}/E_{moy}$	Zone	Lieu et activité	$E_{moy}(lux)$	$E_{min}/E_{moy}$
<b>Voie de circulation</b>	Trottoir	5	25%	<b>Site industriel</b>	Manutention de courte durée	20	25%
	Vélos	10	40%		Manutention continue	50	40%
	Véhicule vitesse < 40km/h	20	40%		Plateforme de chargement	100	50%
	Passages piétons	50	40%	<b>Parking</b>	Circulation peu intense	5	25%
			Circulation moyenne		10	25%	
			Circulation intense		20	25%	

Les préconisations non obligatoires de la norme européenne sont résumées dans le tableau ci-avant, extrait des publications de l'AFE<sup>19</sup>. Rappelons que 5 lux correspondent à une nuit de pleine lune. La sensation d'éclairage croît moins que le facteur multiplicatif de la luminosité. A noter l'éclairage important demandé pour les passages piétons.

## 4.5. Economiser grâce à la technologie

### 4.5.1. Economiser par le choix des ampoules

#### 4.5.1.1. Caractéristiques de rendement et de durée de vie selon la technologie des ampoules

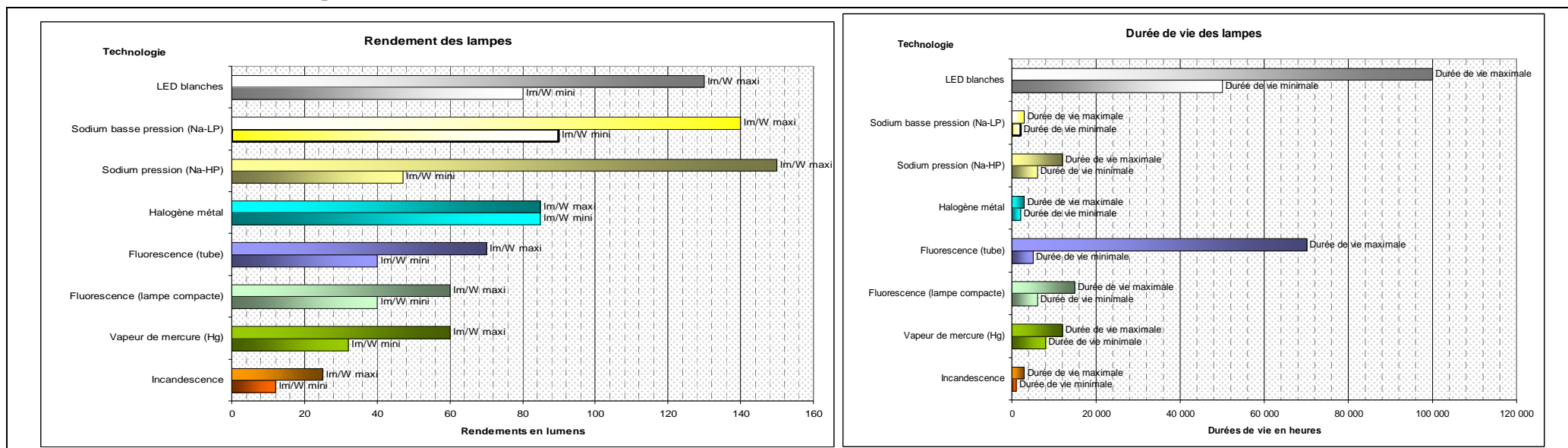
Les évolutions futures de la législation imposeront de changer les matériels équipés de lampe à vapeur de mercure.

On note :

- ⇒ des rendements énergétiques variant dans un rapport de 1 à 20 selon la technologie (en faveur des LED et Na-LP)
- ⇒ des durées de vie et donc des coûts de maintenance variant aussi dans un rapport de 1 à 20 (en faveur des LED).

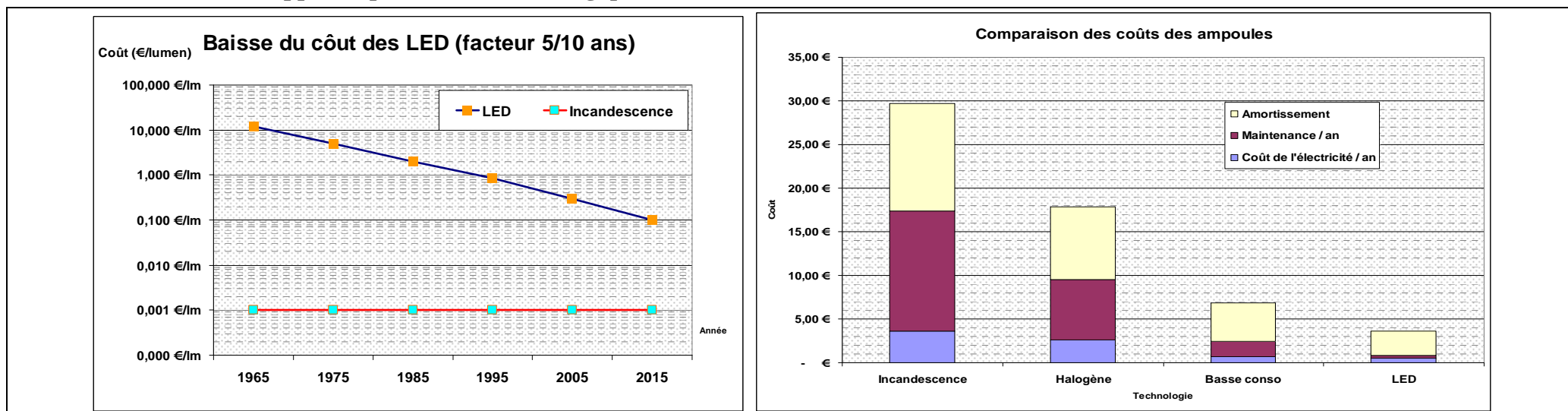
Rappelons que :

- ⇒ les consommations électriques représentent entre un quart et un tiers de la dépense,
- ⇒ la maintenance entre un tiers et la moitié et
- ⇒ l'investissement entre un quart et un tiers.





#### 4.5.1.2. Economie apportée par le choix technologique des LED



Le surcoût d'investissement en LED est important, en revanche l'amortissement des lampes est beaucoup plus faible. De plus, les prix des LED sont divisés par 5 tous les 10 ans, alors que leurs performances doublent tous les 3 ans.

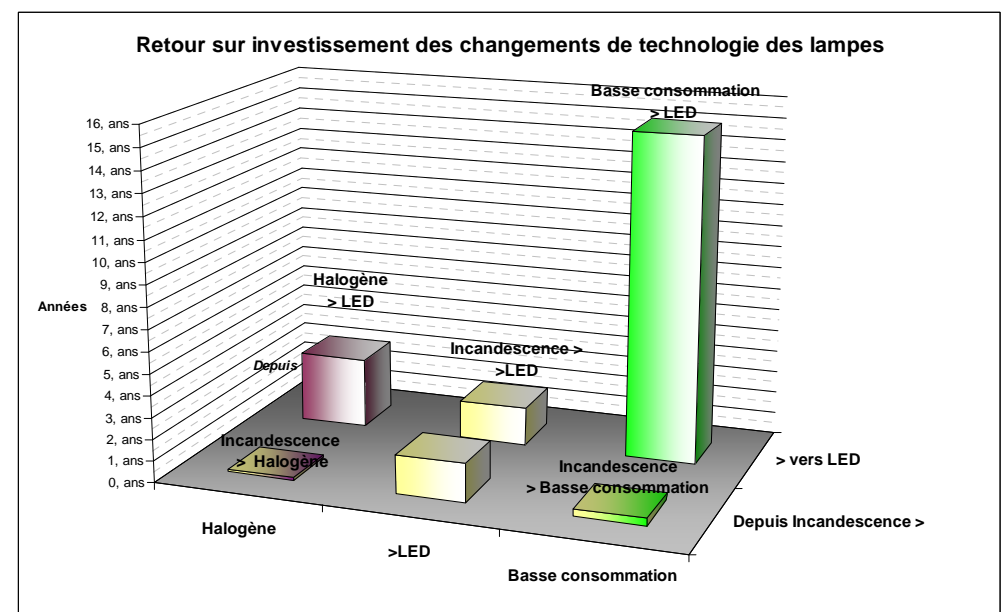
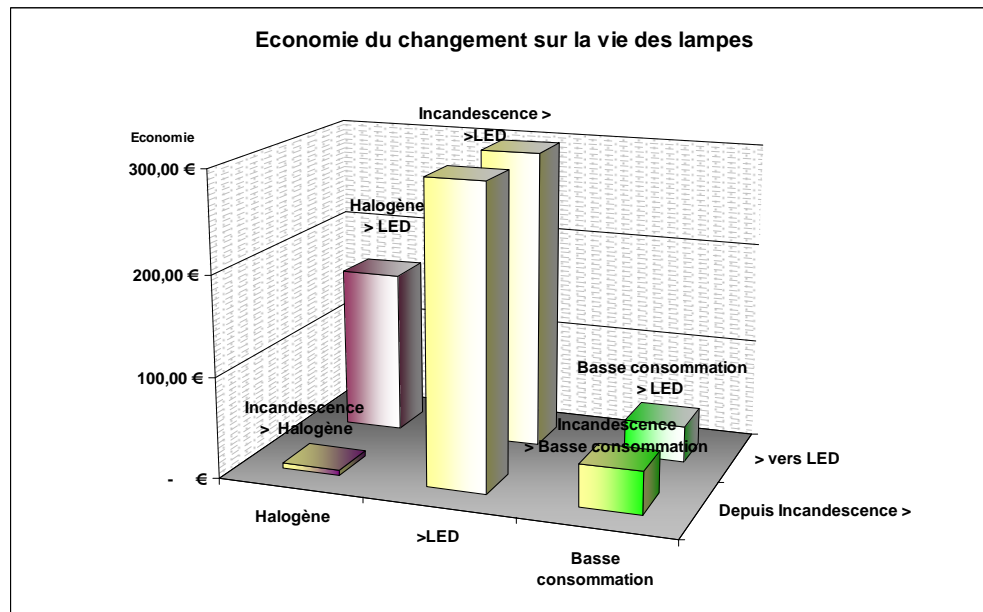
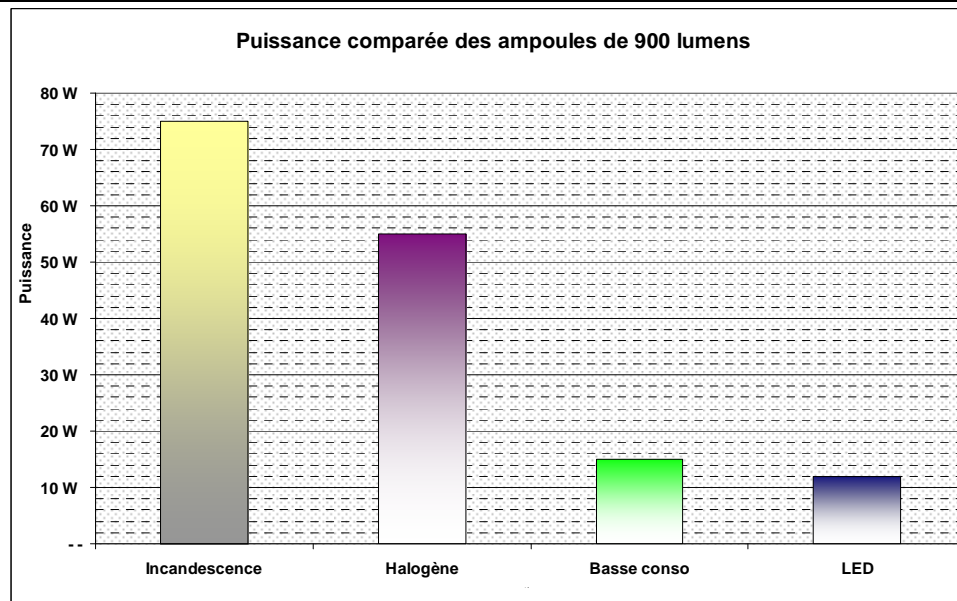
La faible consommation énergétique des LED, plus un contrôle intelligent permettent de générer 80 % d'économie (selon les fabricants).

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Diode\\_%C3%A9lectroluminescente\\_-\\_cite\\_note-3](http://fr.wikipedia.org/wiki/Diode_%C3%A9lectroluminescente_-_cite_note-3): Du fait de la fiabilité des LED, le coût de maintenance (changement de lampe) est considérablement réduit (délai entre interventions proportionnel à la durée de vie).

Nous donnons ci-dessous, un tableau qui explicite, sur un exemple, les économies réalisables en changeant seulement le type d'ampoule, bien que, fréquemment, le changement s'accompagne du remplacement du lampadaire complet.

Dans ces conditions, le retour sur investissement du choix des luminaires à LED,

- ⇒ dépend de la technologie de comparaison, mais reste très bref,
- ⇒ baissera comme le coût des LED et aussi
- ⇒ décroîtra avec l'accroissement du coût de l'énergie.



### 4.5.1.3. Inconvénients et avantages des LED

#### 4.5.1.3.1. Absence de risques d'émissions d'ultra-violet sauf pour les LED de mauvaise facture

Les LED émettent normalement dans le spectre visible de 400nm (violet) à 760nm (rouge), comme le montre le tableau ci-dessous.

Dans un rapport publié en octobre 2010, l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail (ANSES), a émis un rapport constatant l'existence d'effets sanitaires potentiels liés à l'usage des LED blanches. Ce rapport indique qu'outre leur forte luminance pouvant entraîner un éblouissement, les LED blanches peuvent émettre des longueurs d'ondes proches de l'ultra-violet. Les analyses du laboratoire LNE-INM/Cnam montrent que les LED de bonne qualité, de type blanc froid n'émettent pas d'UV, mais par contre, une certaine proportion de lumière bleue violette de 400 à 480 nm de longueur d'onde. Ces émissions risqueraient de provoquer des lésions oculaires dues à un « stress oxydatif cellulaire ».

Couleur	Infrarouge	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Ultraviolet	Blanc
Longueur d'onde minimale (nm)	760	610	590	570	500	450	400		610
Longueur d'onde maximale (nm)		760	610	590	570	500	450	400	500
Tension de seuil minimale (V)		1,63	2,03	2,10	2,18	2,48	2,76	3,10	3,50
Tension de seuil maximale (V)	1,63	2,03	2,10	2,18	2,48	2,76	3,10	3,50	
<a href="#">arséniure de gallium-aluminium</a> (AlGaAs)									
<a href="#">phospho-arséniure de gallium</a> (GaAsP)									
<a href="#">nitride de gallium</a> (GaN)									
<a href="#">phosphure de gallium</a> (GaP)									
<a href="#">séléniure de zinc</a> (ZnSe)									
<a href="#">nitride de gallium-indium</a> (InGaN)									
<a href="#">carbure de silicium</a> (SiC)									
<a href="#">diamant</a> (C)									
<a href="#">nitride d'aluminium</a> (AlN)									
<a href="#">nitride d'aluminium-gallium</a> (AlGaN)									

Depuis octobre 2013, une technologie de filtrage brevetée « ILT » d'Energy protège de ces effets nocifs de la « lumière bleue » et garantit l'absence de risque pour sa santé oculaire.

Ce risque sanitaire est inexistant avec des LED « blanc-chaud », hormis toutefois l'éblouissement, si on les fixe (comme ce serait le cas avec des lampes à incandescence).

Signalons également que les meilleures performances d'éclairage blanc peuvent aussi être atteintes avec des groupes de LEDS de couleurs différentes.

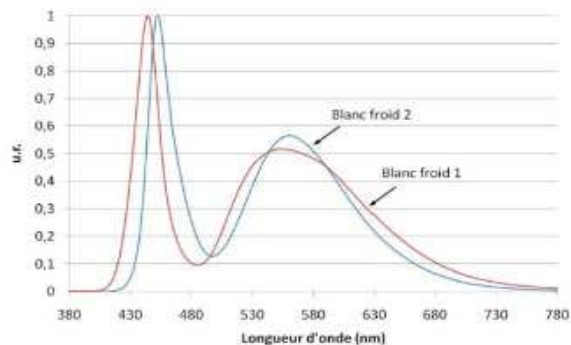


Figure 2a - Spectres des systèmes d'éclairage à LED de type blanc froid montés dans la cabine à lumière du LNE-INM/Cnam.

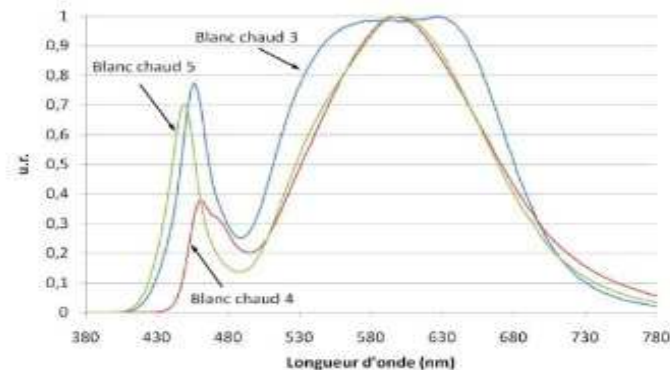


Figure 2b - Spectres des systèmes d'éclairage à LED de type blanc chaud montés dans la cabine à lumière du LNE-INM/Cnam.

#### 4.5.1.3.2. Inconvénients des LED

Comme pour les lampes fluorescentes, le fonctionnement des LED impose une régulation de courant électronique. Comme tout semi-conducteur, les LED chauffent et plus elles chauffent, plus la tension directe de jonction décroît, et leur rendement lumineux et leur fiabilité se dégrade. Un écartement suffisant entre LED et un système de dissipation thermique s'impose donc pour les modèles de puissance.

Par ailleurs, un recyclage des lampes devrait être mieux organisé. En effet les LED peuvent contenir notamment de l'arsenic, ainsi que des métaux rares.

Les lampes halogènes, elles, contiennent du mercure.

L'inconvénient majeur des LED est leur prix d'achat plusieurs fois plus élevé que celui des lampes classiques, à luminosité égale, mais ce prix baisse de 50% chaque décennie. En 2014, il est de l'ordre de 1€ / 2 000lm.

#### 4.5.1.3.3. Importants avantages des LED

Comme le montrent les diagrammes de rendement du § : « 4.4. Se conformer à la Norme Européenne d'éclairage », les avantages des LED sont :

- ⇒ leur rendement énergétique (20% des Watts transformable en flux lumineux donnant 100 lm/W, au même niveau que les ampoules au sodium, (au lieu de 20 lm/W pour les lampes à incandescence) et
- ⇒ leur durée de vie, donc l'effondrement des coûts de maintenance et de l'amortissement qui en résulte.

Contrairement aux lampes à décharge, leur spectre n'est pas composé de fréquences monochromes, mais s'étale sur le spectre du visible et donc conserve les couleurs.

Contrairement aux autres, les LED acceptent les extinctions et allumages répétés, ce qui autorise un éclairage de circonstance et pas seulement un éclairage d'ambiance.

Associée à un détecteur de présence, la technologie de lampes LED assure donc :

- ⇒ l'efficacité énergétique,
- ⇒ la longévité des lampes, réduisant le coût de maintenance,
- ⇒ la directivité de faisceaux multiple, pour un éclairage plus uniforme,
- ⇒ l'extinction des lampadaires selon l'absence de présence et pas seulement de l'heure et de la luminosité.

#### 4.6. Economiser par l'ajustement de la puissance au besoin

Le besoin en puissance dépend :

- ⇒ de la distance entre lampadaires,
- ⇒ du taux d'utilisation de la lumière,
- ⇒ du rendement des lampes,
- ⇒ du besoin d'éclairage.

Nous donnons, ci-joint, à titre d'exemple le besoin de puissance pour une technologie à LED.

Besoins en puissance de lampe			
	entre luminaires	Rayon à éclairer	Surface éclairée =2*p*Rayon
<b>Distances</b>	35 m	26 m	165 m <sup>2</sup>
	<b>Déperdition</b>	<b>Rendement des lampes</b>	
	30%	100 lm/W	
	<b>Besoin d'éclairage</b>		<b>Puissance requise</b>
<b>Piétons</b>	5 lux	Surface*BesoinPiétons/ (1-Déperdition)/Rendement=	12 W
<b>Automobiles</b>	20 lux	Surface*BesoinAutos/ (1-Déperdition)/Rendement=	110 W

On notera que dans les exemples d'expériences cités ci-après, les puissances installées sont supérieures au strict besoin de puissance calculé ci-avant.

#### 4.7. Economiser par l'ajustement de la durée de la puissance maximale d'éclairage<sup>20</sup>

L'ajustement de lumière peut être une extinction totale ou une réduction de puissance à minima (par un variateur ou l'extinction d'une partie des LED). Cette option techniquement plus complexe obtiendra probablement une approbation plus généralisée de la population. La plage d'ajustement peut être, par exemple, de 23 h. à 5 heures du matin.

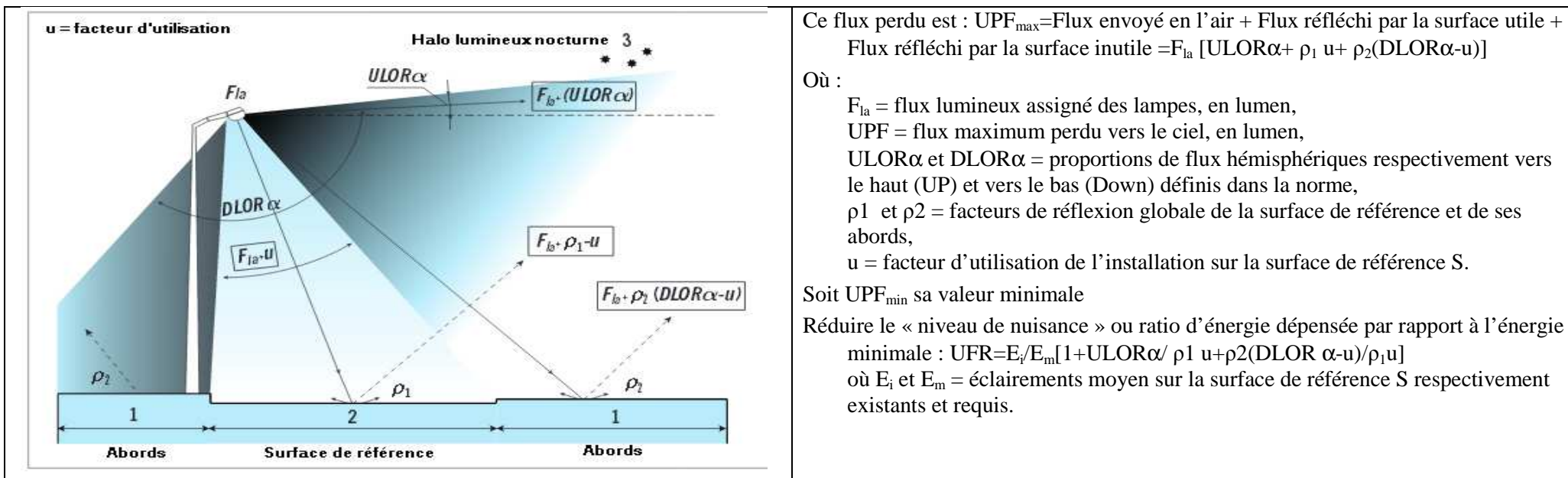
Cet ajustement de puissance consommée, centralisé ou non, peut se faire de diverses manières :

- ⇒ modulation horaire plus ou moins bien temporisée ou astronomique pour piloter l'allumage et l'extinction selon l'heure de coucher et de lever du soleil,
- ⇒ modulation crépusculaire ajustée à la luminosité naturelle,
- ⇒ en complément, modulation complémentaire à certaines heures de nuit.

La commande (centralisée ou non) et l'ajustement doivent cependant rester d'une grande fiabilité et suffisamment simples pour n'obérer que très peu la fiabilité et le coût. Ces dispositions induisent un facteur de réduction de la dépense énergétique, de l'ordre de 40% à 50% du coût, en complément de l'économie due au choix technologique.

#### 4.8. Minimiser le halo inutile selon les prescriptions de la CIE calculé selon les normes AFNOR

Il s'agit d'éclairer la chaussée et de minimiser le flux lumineux envoyé vers le ciel. Dans les régions italiennes de Lombardie, des Marches, d'Emilie-Romagne, d'Ombrie et des Pouilles (qui regroupent 70% de la population italienne), la loi prescrit « moins de 0,49 candela/klm dans la demi-sphère au-dessus de l'horizon ».



#### 4.9. Economiser selon les engagements de la Charte de l'éclairage Durable (Association Noé)

Lyon n'a pas rédigé de Plan d'éclairage durable, mais un Plan Lumière conçu plutôt comme une « démarche d'aménagement de la ville » et qui présente les projets d'illuminations. Bien que notre étude ait été menée en toute indépendance, il apparaît que nos suggestions se rapprochent de la Charte de l'Eclairage Durable établie par l'association Noé, dont il nous paraît intéressant de citer le contenu, car il se présente comme un Plan pour la modération de l'éclairage, dont les villes pourraient s'inspirer.

##### 4.9.1. Initier la démarche

- 1) Mieux connaître et inventorier la biodiversité et l'environnement nocturnes au niveau local ;
- 2) Identifier des zones propices et/ou stratégiques pour favoriser la mobilité et le développement des espèces ;
- 3) Impliquer toutes les parties-prenantes (acteurs techniques, politiques) au Schéma d'éclairage Public (et aux étapes suivantes).

##### 4.9.2. Sensibiliser les habitants aux bénéfices de l'éclairage durable

- 9) Entreprendre une pédagogie auprès des citoyens, des intervenants et des partenaires (pour favoriser le changement de comportements éco-citoyens)
- 10) Diffuser les bonnes pratiques d'éclairage durable (pour renforcer et valoriser la politique environnementale),

##### 4.9.3. Développer les bonnes pratiques d'éclairage durable

- 4) Mettre en place des systèmes économes en énergie et en assurer la bonne maintenance (pour optimiser les consommations des dispositifs existants et proposer des technologies plus sobres)

- 5) Limiter le halo lumineux de la commune (en travaillant l'orientation du flux lumineux, en prenant aussi en compte les facteurs accentuant le halo lumineux, pollution...).
- 6) Adapter le spectre lumineux de l'éclairage (pour prendre en compte les impacts de certains spectres lumineux sur les espèces nocturnes).
- 7) Mettre en place une temporalité de l'éclairage public (pour prendre en compte les cycles journaliers et saisonniers des espèces diurnes et nocturnes tout en intégrant les contraintes nécessaires à la sécurité des habitants).
- 8) Recycler le matériel et le confier dès que cela est possible à un éco-organisme.

#### **4.9.4. L'accueil par les élus de cette Charte**

Selon l'association Noé, Gérard Collomb aurait qualifié cette charte de démarche structurée et raisonnable:

*"L'initiative citoyenne qui sous-tend la Charte est d'autant plus honorable qu'elle est structurée et raisonnable, ce qui ne peut la rendre que plus crédible aux yeux des décideurs. La Charte s'inscrit dans les objectifs de développement et de gestion écologique durable."*

Il est indéniable que cette Charte décline sur le sujet de l'éclairage urbain, les objectifs de développement durable exprimés dans le Plan Climat et du ScoT.

## 5. Réalisations expérimentales en cours<sup>21</sup>

Quelques petites communes en France n'ont pas d'éclairage public : Saint-Georges Nigremont (23), Boissei-la-Lande (61), Saint-Franc (73), Yquebeuf (76), Justian (32)... De nombreuses villes ont lancé des évolutions ou des expérimentations d'étendue plus ou moins limitée pour réduire la luminosité nocturne de façon généralement temporaire ou expérimenter des technologies plus modernes et intelligentes. Nous en donnons une liste d'exemples.

### 5.1. Extinctions

- ⇒ Avrillé dans le Maine-et-Loire (13 000 hab.) et Vendôme dans le Loir-et-Cher (18 000hab.) pratiquent l'extinction totale.
- ⇒ Ploemeur dans le Morbihan (19000 hab.) et Fontaine dans l'Isère (22000 hab.) ont expérimenté l'extinction durant plusieurs mois en 2009 et 2010.
- ⇒ Cerny, en Essonne, 3000 habitants, pratique l'extinction entre minuit et 5 heures. Cette pratique a été validée par une consultation de la population.
- ⇒ Bouray-sur-Juine, 2000 hab., suit cet exemple depuis juillet 2008.

### 5.2. Réduction de durée d'éclairage

- ⇒ Melle, dans les Deux Sèvres, 4000 habitants, pratique l'extinction entre minuit et 6 heures.
- ⇒ Bouchemaine, dans le Maine-et-Loire, 6500 hab., coupe son éclairage après minuit, depuis mai 2006.
- ⇒ Normanville, dans l'Eure, 1300 hab., a initié une extinction entre minuit et 5 heures, en octobre 2007.
- ⇒ Plus de 60 communes du Loir et Cher, pratiquent l'extinction, généralement entre 22h30 et 5h45, et en été, l'éclairage jusqu'au matin, d'où une économie de 50%.
- ⇒ À **Auch** et dans les communes de la communauté du Bruaysis, depuis 2005, remplacement de 850 des luminaires les plus énergivores ou à vapeur de mercure par des ampoules munies de réflecteurs efficaces, pour orienter l'éclairage vers le cheminement piétonnier et la voirie. De plus la commande par ERDF allume et éteint selon des horloges astronomiques (Selekta 173) et une cellule photoélectrique centralisée qui déclenche l'éclairage en cas d'assombrissement pendant l'heure qui précède ou suit l'horaire astronomique. Des économies sont obtenues par l'allongement à 16 000 h. de la durée de vie des lampes de 1 an/ 4 et en baissant le coût élevé des interventions curatives. Sont aussi prévues des ampoules moins puissantes, de 75 W, 40 W et même 30 W.
- ⇒ A **Paris**, l'éclairage public de la ville est allumé lorsque la luminosité descend sous 25 lux.
- ⇒ A **Schorndorf**, 120 mâts équipés de 2 ampoules 80W HQL (à vapeur de Hg) sont remplacés par des luminaires à LED Wow de 36W, générant 106 lm/W, avec des réflecteurs en aluminium avec dépôts d'argent, multicouches, économisant 81% d'électricité. Un pilotage intelligent (Timeless Led) offre 4 modes de luminosité (350mA, 450mA, 525mA et une temporisation) et conduit à réduire le flux lumineux de 30% entre 22 h et 4 h du matin.

### 5.3. Réduction d'éclairage sans présence

- ⇒ A **Aubinges (Cher)**, un système simplifié d'éclairage par détection qui ne s'allume qu'au passage de piétons ou de véhicules est expérimenté dans deux rues.
- ⇒ A **Saint-André lez Lille**, pour un coût total de 16 000 €, éclairage du parc municipal par 5 lampadaires « floraeds » (en forme de fleur) de 30W, munis de détecteurs de présence, pour mieux éclairer en consommant moins (selon Eric Mielke, adjoint aux travaux et à la voirie). À bas régime, chacun consomme 10 % de son énergie nominale et quand approche un passant, en 15 s, il monte à un plein régime de 30s, puis après le passage de la personne retombe à son bas régime en 15s. L'économie d'électricité réalisée et la durée de vie des LED de plus 50 000 h, réduiront considérablement les factures courantes.



- ⇒ A **Bordeaux**, dans le quartier des Jardins de Carreire, installation par Thorm d'un éclairage intelligent, avec gestion centralisée, de 44 lampadaires (de 7m de haut) dotés d'ampoules LED de 56W, d'un IRC de 75, pour tester la durée de vie des lampes, l'économie d'énergie et la qualité de l'éclairage dans le cadre du programme européen LITES. L'intensité lumineuse est minimale, dite « sécuritaire » est maintenue pour rassurer la population. Trois lampadaires (précédents et suivants), dans un rayon de 150 m s'allument pleinement quand les capteurs détectent la présence des usagers (passants, vélos, véhicules).
- ⇒ A **Ruchweid**, Argovie, Suisse, devant les maisons bordant une rue, un capteur détecte les mouvements et déclenche l'éclairage extérieur pendant 3 minutes.

#### 5.4. Réduction d'éclairage

**Lyon** réduit la consommation énergétique (3 millions de kWh entre 2008 et 2011) pour retrouver le niveau 1989, malgré la hausse de ses points lumineux (+ 4.000). A la demande de la ville, 4 étudiants du laboratoire Environnement Vie Société de l'INSA sous le tutorat maître de conférence Jean-Michel Deleuil du Département Génie Civil et Urbanisme, en mai 2014, font comparer, dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement, des lampes au sodium haute pression à lumière jaune avec des lampes à iodure métallique à lumière blanche plus économes, pour savoir si l'on peut réaliser des économies d'énergie avec niveau d'éclairage inférieur, sans gêner ni les piétons ni les automobilistes : Cent piétons et 100 automobilistes sont conviés à donner leur avis : appréhension des obstacles, rendu des couleurs, sentiment ou non d'insécurité.

#### 5.5. Tests ou adoption de luminaires à LED pour raisons économiques

- ⇒ A **Grenoble** test des luminaires LED de 4 marques de lampadaires autour du square des Fusillés.
- ⇒ **Montpellier** teste, en 2014 et 2015, l'éclairage à LED sur les secteurs résidentiels et étudie celle des monuments.
- ⇒ **Issy-les-Moulineaux**, début décembre 2007, est la première ville à tester le "Windela", prototype de lampadaire urbain alimenté grâce à l'énergie du vent.
- ⇒ **Nice** investit 1M€ en éclairage à LED pour rendre accessible **la crypte Garibaldi** (du XVe siècle), visant des économies d'électricité.
- ⇒ **Arras** remplace sur les quais de gare, ses vieilles ampoules à sodium par **des ampoules LED** de 68W au total : 8 blanc froid et 8 blanc chaud, économisant (selon la SNCF) 2 000€ par an. De plus, des rampes LED de 26W remplacent des tubes au sodium de 60W, avec, en plus 2 luminaires autonomes à éolienne et photovoltaïques.
- ⇒ A **Laon**, la cathédrale gothique sera équipée de 100m de rampes de LED au niveau de la nef, des transepts et du chœur, d'une puissance de 4kW, pour un coût de 257k€.
- ⇒ A **Annoeullin**, la Communauté de Communes de la Haute Deûle (CCHD) remplace progressivement les lampadaires sphériques 125W BF de 136W, par 18 LED de 26W. Les LED blanches améliorent le meilleur rendement d'éclairage, la reconnaissance des personnes, des couleurs, de la vision périphérique favorable à la sécurisation, économisent 81% d'énergie soit 440€/an, réduisent les émissions de CO2 (37kg/an), ne diffusent ni mercure et ni UV. Leur longévité assurera des économies de maintenance en pièces et main d'œuvre. La multiplicité des LED offre la sécurité de fonctionnement et en fin de vie une performance de 70 % du flux initial.
- ⇒ **Saint-Amans-du-Pech** s'est équipée, d'un éclairage LED dernière génération, le long de la D656, très fréquentée. La consommation sera divisée par 4.
- ⇒ **Raleigh** USA, fin 2006, dans un étage de parking municipal, teste la satisfaction des usagers et la consommation d'un [éclairage public à LED](#) (Progress Energy), Les enquêtes de satisfaction avant et après, auprès de 200 usagers, indiquent un taux de satisfaction multiplié par 3, 74 % se sentant plus en sécurité. L'économie annoncée est de l'ordre de 40 %.
- ⇒ A la **Nouvelle Orléans**, depuis 2012 rénovation pour 14.7 M\$, de 17 000 points lumineux sur 54 000. Les LED prévues pour durer de 7 à 10 ans économiseront 30 à 50%.
- ⇒ A **San Diego**, en centre historique de la ville, remplacement de 3000 luminaires par des LED, mesure de la consommation de chacun, pour économiser plus de 182 k€.
- ⇒ L'Etat de **New York** soutient le remplacement des lampes fluorescentes du métro New Yorkais par des LED pour un montant total de \$242,000.

## **5.6. Bilan des expériences d'amélioration de l'éclairage**

En France les expériences diverses restent d'importance limitée, mais traduisent une tendance. Des extinctions totales ont été décidées dans de petites communes. D'autres divisent par 2 la durée d'éclairage. Certaines expérimentent une forte diminution de luminosité en l'absence de présence. La plupart des tests visent aussi ou exclusivement des économies par l'adoption de la technologie des LED. Aucune expérience ne publie la luminosité avant et après. De même, aucune n'explique à la fois le surcoût d'installation, l'économie annuelle en énergie, en entretien ou le retour sur investissement. Celle menée à Lyon est à suivre à cet égard, bien qu'elle comporte aussi un passage d'un éclairage monochrome à un éclairage presque blanc, ce qui rendra délicate l'interprétation des résultats d'enquête.

Une expérimentation très intéressante est celle de Bordeaux, car elle combine tous les progrès possibles.

Les bilans économiques disponibles concernent les extinctions ou diminutions de durées. Les autres expériences chiffrent généralement des économies d'énergie de 30% à 80%, mais pas celles de maintenance (plus complexes à chiffrer) et ne comparent jamais les économies à l'investissement. Aucun compte rendu d'expérience n'exprime la durée du retour sur investissement.

## **5.7. Préserver de sur-luminosité les espaces protégés**

Pour protéger les parcs naturels d'excès de lumière le service du Patrimoine Naturel a prévu des prescriptions plus contraignantes sur :

- ⇒ les espaces naturels avec des enjeux de biodiversité :
- ⇒ les parcs nationaux,
- ⇒ les réserves et parcs naturels régionaux ou marins,
- ⇒ les sites classés et inscrits,
- ⇒ les sites Natura 2000,
- ⇒ certains sites d'observation astronomique.

Des mesures plus strictes que pour l'ensemble du territoire sont appliquées :

- 1) des exigences d'éclairage renforcées qui concernent :
  - ⇒ la réduction des niveaux d'éclairement,
  - ⇒ l'efficacité lumineuse et énergétique,
  - ⇒ la limitation des éblouissements ou
  - ⇒ la distribution des flux lumineux dans l'espace.
- 2) des économies dites « faciles » concernant l'éclairage « inutiles » de certains espaces ou à réduire en durée,
- 3) des mesures ciblées en faveur de certaines espèces menacées par la photo-pollution,
- 4) des mesures relatives aux sites accueillant une grande biodiversité nocturne dans le respect d'un patrimoine culture/nature ;
- 5) des mesures évitant de fragmenter le territoire, hors impact des points éclairés,
- 6) une vigilance accrue en amont, en intégrant les enjeux de photo-pollution dans les études d'impacts et d'incidences des projets et programmes.

## 6. En conclusion : éclairer malin en modérant l'éclairage urbain et en l'optimisant

Eclairer malin vise à :

- ⇒ cibler l'éclairage sur la zone à éclairer par des réflecteurs à haut rendement (pas de boule) et par des hauteurs de mats adéquat (suffisamment courtes),
- ⇒ réduire la réflexion de la surface éclairée,
- ⇒ limiter l'intensité lumineuse entre 5 et 20 lux sur chaussée, selon sa fréquentation (piétons, vélos, autos...) avec signalisation des points dangereux,
- ⇒ utiliser une technologie d'ampoules économique à LED chaudes (fiables et d'Indice de Rendu des Couleur plaisante) d'environ 100 lm/W<sup>22</sup> (en 2014),
- ⇒ optimiser l'éclairage des monuments, ponts, bâtiments, par une technologie économique de faisceaux lumineux surfaciques et une temporisation par horloge,
- ⇒ moduler l'existence d'éclairage public selon l'heure astronomique, la luminosité naturelle,
- ⇒ surtout, en **période calme, moduler l'intensité de l'éclairage en présence de mouvement de piétons, de cyclistes et de véhicules.**

Profiter des effets positifs de la technologie et notamment la diminution de la dépense énergétique ne risque t-il pas d'inciter à accroître la luminosité (par effet « rebond ») ? En effet, nous constatons que les municipalités ont plutôt tendance à vanter les surcroûts d'éclairage ou d'illumination ou les économies que les modérations de luminosité.

Les expériences d'évolution d'éclairage montrent que :

- ⇒ la diminution de l'intensité maximale de l'éclairage (en lux) n'est jamais citée, contrairement à la réduction de puissance,
- ⇒ la tendance citée pour Lyon et d'autres villes est même de contenir la puissance électrique en augmentant l'éclairage plutôt qu'en diminuant l'énergie consommée.

Modérer la luminosité nocturne de nos éclairages, implique donc, aussi, que chacun (citoyens, décideurs, conseils, fournisseurs de matériel et d'énergie...) prenne conscience non seulement :

- ⇒ du coût économique de l'éclairage trop puissant et inutilement permanent
- ⇒ de son empreinte carbone, les soirées d'hiver, mais aussi :
- ⇒ des effets bénéfiques de la modération sur la santé et sur la biodiversité,
- ⇒ du faible impact de la luminosité sur la sécurité,
- ⇒ de l'esthétique du ciel nocturne qui attire les astronomes amateurs.

L'évocation de l'optimisation de l'éclairage dans les Plans (comme le Plan Climat et le SCoT) serait bien venue pour décliner leurs propositions d'économie d'énergie.

C'est pourquoi, nous souhaitons qu'élus et décisionnaires, en accord avec les citoyens, fassent que la Ville des Lumières devienne aussi, progressivement, une Ville d'Optimisation de la Lumière.

## Références et Notes

<sup>1</sup> <http://www.e-sante.fr/trop-lumiere-tue-travailleurs-nocturnes/actualite/1519> Institut de recherche en santé et sécurité au travail : www.irsst.qc.ca. [www.cybersciences.com](http://www.cybersciences.com)

<sup>2</sup> <http://www.clusterlumiere.com/-Le-Cluster-a-note-pour-vous-.html>

<sup>3</sup> <http://www.astrosurf.com/licorness/Congres09/Commission-Impacts-sur-l-environnement/I3-Licorness-Nathallie-Brice-Imapct-PL-faune-flore.pdf>

<sup>4</sup> Succession de la nuit (nuctos en grec) et du jour (hémère en grec)

<sup>5</sup> <http://www.astrosurf.com/licorness/Congres09/Commission-Impacts-sur-l-environnement/I3-Licorness-Nathallie-Brice-Imapct-PL-faune-flore.pdf>

<sup>6</sup> Luminance = quotient de l'intensité lumineuse d'une surface par l'aire apparente de cette surface par un observateur lointain (mesurée en lux).

Un lux (lx) est l'éclairement d'une surface qui reçoit, d'une manière uniformément répartie, un **flux lumineux** d'un **lumen** par mètre carré.

1 lumen correspond au **flux lumineux** émis dans un **angle solide** de 1 **stéradian** par une source ponctuelle uniforme située au sommet de l'angle solide et dont l'**intensité** vaut 1 **candela**.

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Lumen\\_%28unit%C3%A9%29\\_-\\_cite\\_note-Levy-1](http://fr.wikipedia.org/wiki/Lumen_%28unit%C3%A9%29_-_cite_note-Levy-1)

<sup>7</sup> [http://www.cholet.fr/dossiers/dossier\\_3185\\_extinction+eclairage+public+toute+lumiere+sur+cette+experimentation.html](http://www.cholet.fr/dossiers/dossier_3185_extinction+eclairage+public+toute+lumiere+sur+cette+experimentation.html)

<sup>8</sup> [http://www.anpcen.fr/docs/20130704111517\\_g0v6ph\\_doc80.pdf](http://www.anpcen.fr/docs/20130704111517_g0v6ph_doc80.pdf)

<sup>9</sup> Selon une étude de la Ville de Paris

<sup>10</sup> Selon une revue systématique d'études : [http://cochrane.fr/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=4474:eclairage-public-pour-prevenir-les-blessures-liees-a-un-accident-de-la-route](http://cochrane.fr/index.php?option=com_k2&view=item&id=4474:eclairage-public-pour-prevenir-les-blessures-liees-a-un-accident-de-la-route)

<sup>11</sup> <http://www.securite-routiere.org/Connaitre/accidentologie.htm>

<sup>12</sup> "Gestion et enjeux de l'éclairage public dans les communes", organisée par la Cofhuat (Confédération française pour l'habitat, l'urbanisme, l'aménagement du territoire et l'environnement).

<sup>13</sup> Selon l'ADEME, Juillet 014.

<sup>14</sup> Jean-Louis Bal, directeur des énergies renouvelables à l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)

<sup>15</sup> selon [Frédéric Delord, directeur de Développement chez ETDE](#), filiale de Bouygues.

<sup>16</sup> [http://www.paysportesdegascogne.com/sites/default/files/CHARTE\\_Eclairage\\_Public\\_0.pdf](http://www.paysportesdegascogne.com/sites/default/files/CHARTE_Eclairage_Public_0.pdf)

<sup>17</sup> [www.syndicat-eclairage.com/pdf/publications/eclairer\\_juste.pdf](http://www.syndicat-eclairage.com/pdf/publications/eclairer_juste.pdf)

<sup>18</sup> Le **lux** est une **unité de mesure** de l'**éclairement lumineux** (symbole : lx). Il caractérise le flux lumineux reçu par unité de surface.

<sup>19</sup> AFE=Agence Française de l'Eclairage.

<sup>20</sup> <http://www.lemoniteur.fr/199-materiaux/article/a-suivre/769101-eclairage-a-leds-entre-seduction-et-mefiance>

<sup>21</sup> <http://www.eclairage-public-leds.com/category/eclairage-public>

<sup>22</sup> lm (lumen) = unité de luminosité des lampes, W (Watts) = puissance électrique des installations.