



CLÉS POUR AGIR

Rénover l'éclairage extérieur

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Direction de la rédaction :

Bruno Lafitte, ingénieur en charge de l'éclairage et des technologies de l'information et de la communication, Service Bâtiments, ADEME
Dominique Ouvrard, délégué général adjoint du Syndicat de l'éclairage

Rédaction :

Isabelle Arnaud, journaliste

Couverture :

© Abel. Photo Xavier Boymond

Création graphique et réalisation :

Planète Graphique Studio, Paris

Impression :

Imprimerie Chirat, Saint-Just-La-Pendue
FSC® - PEFC® - Imprim'Vert®

Brochure réf. : 011298

ISBN : 979-10-297-1658-4

ISBN Web : 979-10-297-1659-1

Dépôt légal : © ADEME Éditions, octobre 2021

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal.

Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

AVANT-PROPOS

Sujet de nombreux enjeux économiques, politiques ou encore environnementaux, l'éclairage extérieur, et notamment sa gestion dans les espaces publics, apparaît aujourd'hui comme une compétence à part entière.

Depuis une quinzaine d'années, le prix du kWh d'électricité n'a cessé d'augmenter et par conséquent d'obérer le budget des collectivités qui représente chaque année en France 1 milliard d'euros. Dotés d'un parc d'éclairage vieillissant et énergivore, les territoires se sont emparés du sujet depuis plusieurs années afin de limiter les consommations et donc les dépenses énergétiques. Certains ont mis en place des programmes de rénovation cohérents et ambitieux à leur échelle ou à une échelle intercommunale. Malgré les 500 millions d'investissements annuels injectés par les collectivités pour renouveler et moderniser le parc d'éclairage public, les consommations demeurent conséquentes, les efforts menés doivent s'amplifier.

L'éclairage public est aujourd'hui au cœur des attentes des citoyens, qui sont de plus en plus soucieux de la manière dont est administrée la ville, mais également de plus en plus impliqués dans la préservation de l'environnement. L'éclairage public est vecteur de nuisances lumineuses qui participent à la fragmentation des habitats naturels. Une gestion intelligente de l'éclairage est donc primordiale. Les outils technologiques permettant cette gestion existent d'ores et déjà. Par ailleurs, de nouveaux besoins émergent dans nos territoires : vidéoprotection, bornes wifi, bornes de recharges de véhicules électriques... Les infrastructures d'éclairage sont de plus en plus sollicitées et devraient devenir à terme un des supports de mutualisation des équipements relatifs à ces nouveaux besoins. C'est la raison pour laquelle il devient urgent d'accélérer la rénovation du réseau, et de le rendre communicant dans la perspective du développement et de l'aménagement des futurs territoires intelligents.

L'éclairage public est un des acteurs majeurs de la transition écologique et un levier d'action permettant de limiter les nuisances lumineuses et les consommations énergétiques. Ce guide édité par l'ADEME devrait permettre aux lecteurs de mieux connaître le parc d'éclairage public, d'en appréhender davantage les enjeux et de devenir acteurs de sa transformation.

Xavier Pintat,
*Président de la Fédération nationale
des collectivités concédantes et régies*

SOMMAIRE



État des lieux 6

- A. Un parc obsolète 6
- B. Durée d'utilisation de l'éclairage 7
- C. Les gisements d'économies 8

Objectifs nationaux et internationaux 9

- A. Europe : le *Green New Deal for Europe* 9
- B. La stratégie nationale bas-carbone (SNBC) 10

Définitions 11

Le projet d'éclairage 13

- A. Un projet sur mesure 13
- B. La planification et l'étude en coût global 13
- C. Plans de régulation 13

Applications de l'arrêté

« Nuisances lumineuses » 14

- A. Éclairage des déplacements, voirie 14
- B. Mise en lumière du patrimoine, parcs et jardins 16
- C. Équipements sportifs 17
- D. Bâtiments non résidentiels 17
- E. Parcs de stationnement 17
- F. Événementiel 18
- G. Chantiers 19
- H. Espaces protégés 19

Biodiversité et trames noires 20

Impacts photobiologiques de l'éclairage sur l'homme 21

- A. La modulation temporelle 21
- B. L'éblouissement 21
- C. Les effets sur la rétine 21
- D. Perturbation du rythme circadien 21

Luminaires

- A. Typologie des luminaires **22**
- B. Caractéristiques des luminaires **22**
- C. La charte LED **23**
- D. Luminaires solaires autonomes **24**



Gestion de l'éclairage

- A. Les différentes fonctions de gestion **26**
- B. De l'éclairage intelligent aux territoires intelligents **27**

Textes de référence

- A. La réglementation **29**
- B. Les normes techniques **30**

Écoconception

- A. Analyse du cycle de vie (ACV) **31**
- B. Déclaration environnementale du produit (PEP) **32**

Collecte et traitement des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)

- A. Lampes **33**
- B. Luminaires ménagers **33**
- C. Luminaires professionnels **33**
- D. La collecte des lampes et luminaires **33**
- E. Les textes de référence **34**

Outil de calcul en coût global

35

Aides au financement

36

- A. Certificats d'économies d'énergie (CEE) **36**
- B. La taxe communale sur la consommation finale d'électricité **36**
- C. Les fonds de concours **37**
- D. Financements bancaires et tiers financements **37**
- E. L'éclairage en location **37**

Les partenaires – Remerciements

38



ÉTAT DES LIEUX

L'éclairage extérieur comprend des installations privées et publiques. C'est à ces dernières que se rapporte cet état des lieux.

L'éclairage public représente l'ensemble des moyens d'éclairage mis en œuvre pour favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens, le confort des usagers et la mise en valeur des espaces dans le domaine public. Si l'éclairage public est majoritairement géré en régie, selon le rapport de la Cour des comptes de 2021, 30 % des communes ont transféré cette compétence (investissement et/ou exploitation) à un groupement de communes, ou à un syndicat local d'énergie. L'enjeu est important puisque l'éclairage public est le deuxième poste de consommation d'énergie des communes après les bâtiments, avec 12 % des consommations et 18 % des coûts d'énergie. Ce qui représente 32 % de la consommation d'électricité des communes de métropole pour 31 % des [dépenses d'électricité](#), et respectivement 46 % et 38 % pour les communes d'outre-mer¹.

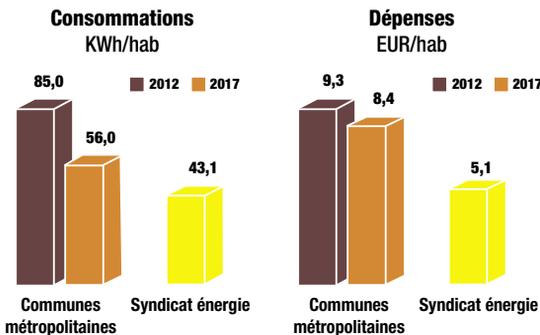


© Abel. Photo Xavier Boyrmond

On compte environ 30 points lumineux par kilomètre de voies éclairées (en constante diminution depuis une quinzaine d'années) et environ 160 points lumineux pour 1 000 habitants. Le nombre de points lumineux ramené au kilomètre de voies éclairées est évidemment plus faible dans les petites communes que dans les grandes villes. À l'inverse, les kilomètres de voies éclairées pour 1 000 habitants sont plus élevés dans les petites communes, conséquence de la moindre densité de l'habitat. L'éclairage public représente un potentiel d'économies d'énergie pour les collectivités et par conséquent pour les citoyens, évalué entre 50 et 80 %.

Consommations et dépenses d'électricité pour l'éclairage public par habitant selon le type de gestionnaires, en 2012 et 2017

(Source : ADEME/FNCCR)



A. Un parc obsolète

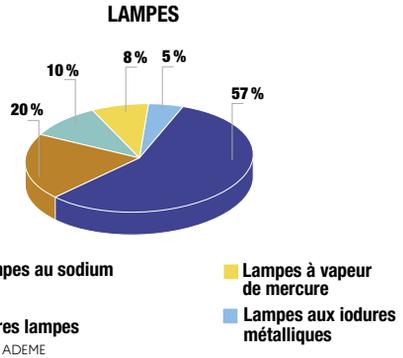
Trop de luminaires installés ont plus de 25 ans et seulement 3 à 5% sont remplacés chaque année, ce qui signifie qu'à ce rythme, il faudrait entre 20 et 30 ans pour renouveler l'ensemble du parc, estimé à 11 millions de points lumineux avec plusieurs technologies de sources de lumière². Les lampes utilisées varient assez peu selon la taille de la commune, les lampes au sodium étant partout encore majoritaires.

¹ Dépenses énergétiques des collectivités locales. ADEME Caisse des Dépôts FNCCR AITF CEP. 2019.

² Guide de l'élu local et intercommunal. Éclairage public. [FNCCR](#). 2021.

Les lampes aux halogénures (ou iodures) métalliques équipent surtout les grandes communes (19 % des lampes des communes de plus de 50 000 habitants, et 4 % des lampes des petites communes). À l'inverse, les petites communes ont davantage recours aux LED et c'est chez elles qu'on trouve encore des lampes à vapeur de mercure.

Apparues dans les années 1950, les lampes au sodium représentent 57 % du parc actuel. Elles sont reconnaissables à leur lumière orangée. Dans les années 1970, les lampes au sodium haute pression (SHP) ont progressivement remplacé les lampes au sodium basse pression. Les lampes à vapeur de mercure (ou ballons fluorescents), qui diffusent une lumière blanche, considérées comme énergivores, représentent encore 8 % du parc³. Elles ont été interdites de mise sur le marché européen en 2015 mais restent présentes dans le parc installé. Enfin, les lampes aux halogénures (ou iodures) métalliques (apparues dans les années 1990) produisent généralement une lumière blanche et constituent aujourd'hui environ 5 % du parc. Quant aux LED (diodes électroluminescentes installées depuis une quinzaine d'années), elles représentent aujourd'hui environ 20 % du parc. Le reste (10 %) est constitué principalement de tubes fluorescents et de lampes fluocompactes.



B. Durée d'utilisation de l'éclairage

L'éclairage public représentait en 2017 une puissance appelée de 1 260 MW, soit environ une tranche de centrale nucléaire. On estime les consommations à 4,7 TWh par an. La puissance moyenne d'une source lumineuse est de 145 W hors ballast, avec des variations assez importantes selon la taille de la commune. Un point lumineux coûte, pour sa consommation d'électricité, en moyenne 50 € par an. Le nombre d'heures d'utilisation de l'éclairage public est passé de 3 305 heures en 2012 à 2 818 heures en 2017⁴. Il s'agit du nombre d'heures en équivalent pleine puissance (pour un fonctionnement en puissance réduite de 50 % pendant 6 heures, on compte 3 heures).

Évolution de l'usage de l'éclairage public (communes de métropole, plus de 500 hab. hors Paris-Lyon-Marseille) (Source : ADEME)

	2000	2005	2012	2017	Estimations 2020
Points lumineux par km de voies éclairées	33	35	33	30,2	30
Puissance de la source lumineuse (W)	160	155	150	145	140
Heures d'utilisation équivalentes à pleine puissance	3 568	3 469	3 305	2 818	2 800
% du parc en lampes sodium	50 %	56 %	66 %	57 %	

³ Guide de l'élu local et intercommunal. Éclairage public. FNCCR. 2021.

⁴ Dépenses énergétiques des collectivités locales 2019. ADEME Caisse des Dépôts FNCCR AITF. CEP. 2019.



© Selux. Photo Xavier Boymond

C. Les gisements d'économies d'énergie

Le remplacement des matériels d'anciennes technologies peut générer d'importantes économies sur les factures des collectivités et permettre de réduire les coûts d'énergie et de maintenance d'un

Près de 40 % des communes de métropole éteignent leur parc d'éclairage public une partie de la nuit et 8 % font varier l'intensité de l'éclairage. Les petites communes ont davantage tendance à éteindre totalement l'éclairage public en cœur de nuit, alors que les grandes communes se contentent de diminuer l'intensité :

- 43 % des communes de moins de 2 000 habitants éteignent l'éclairage public contre 7 % seulement des communes de plus de 50 000 habitants ;
- 6 % des petites communes font appel à une gradation d'intensité contre 19 % pour les grandes villes. On peut en déduire que ces dernières sont davantage équipées de systèmes de gestion.

En 2015, un [sondage](#)⁵ faisait apparaître que les habitants souhaitent être consultés avant toute décision de leur maire d'éteindre l'éclairage public de leur commune, estimant qu'un éclairage public de qualité renforce l'attractivité d'une commune et en révèle le dynamisme. La majorité, surtout dans les villes, jugeait que l'extinction n'est pas la meilleure solution pour faire des économies d'énergie car l'éclairage public joue un rôle important pour leur sécurité.

facteur 4 à 5 si des automatismes intelligents d'allumage, d'extinction, de gradation sont associés aux luminaires remplacés.

Concrètement, selon la [FNCCR](#), le [Serce](#) et le [Syndicat de l'éclairage](#)⁶, si l'on remplaçait par des luminaires performants :

- le million de luminaires conçus pour des lampes à vapeur de mercure qui restent encore sur le parc installé, les économies d'énergie annuelles sont estimées à 350 millions de kWh, soit 22 470 tonnes d'émission d'équivalent CO₂ évitée ; pour un budget d'investissement estimé à 1,5 milliard d'euros, on obtiendrait un temps de retour sur investissement entre 4 et 6 ans ;
- les 2,5 millions de luminaires d'une puissance supérieure ou égale à 250 W encore en service, les économies annuelles se monteraient à 1 600 millions de kWh, soit 102 720 tonnes de CO₂ ; pour un budget d'investissement estimé à 4 milliards d'euros, le retour sur investissement serait de 3 à 5 ans.

Les économies et temps de retour sont estimés à durées d'éclairage égales. Avec la mise en œuvre d'automatismes d'allumage, de gradation, d'extinction, les résultats seraient améliorés en moyenne de 20 à 30 %.

⁵ Sondage IPSOS commandé par le Syndicat de l'éclairage.

⁶ Propositions pour le Plan de relance 2021.

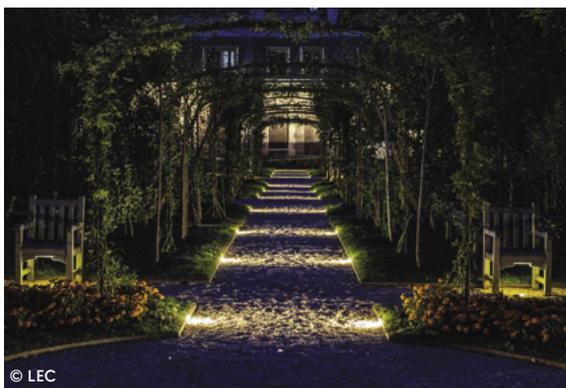
OBJECTIFS INTERNATIONAUX ET NATIONAUX

Le protocole de Kyoto a été signé le 11 décembre 1997. 196 Parties (195 États et l'Union européenne) l'ont ratifié. La première période de ce protocole n'a réellement engagé que 37 pays industrialisés. Les États-Unis, alors plus gros émetteurs de gaz à effet de serre, ont signé ce protocole mais ne l'ont toujours pas (en 2021) ratifié. Les pays engagés par le protocole de Kyoto ont décidé de réduire d'au moins 5 % leurs émissions de gaz à effet de serre sur la période 2008-2012 par rapport aux niveaux de 1990. Ils ont collectivement atteint cet objectif (avec une réduction supérieure à 20 %).

Une seconde période d'engagement du protocole a été fixée lors du sommet de Doha en décembre 2012 et s'étend du 1^{er} janvier 2013 au 31 décembre 2020. Le 12 décembre 2015, lors de la COP21 à Paris, les Parties à la CCNUCC (Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques) sont parvenues à un accord pour lutter contre le changement climatique et pour accélérer et intensifier les actions et les investissements nécessaires à un avenir durable à faible intensité de carbone. L'objectif de [l'Accord de Paris](#) est de renforcer la réponse mondiale à la menace du changement climatique en maintenant l'augmentation de la température mondiale à un niveau bien inférieur à 2° Celsius par rapport aux niveaux préindustriels et de poursuivre les efforts pour limiter encore davantage l'augmentation de la température à 1,5° Celsius. L'Accord de Paris est entré en vigueur le 4 novembre 2016. Le régime de l'Accord de Paris a pris la suite de la seconde période du protocole de Kyoto le 1^{er} janvier 2021, pour une durée indéterminée.

A. Europe : le Green New Deal for Europe

Le mouvement Green New Deal pour l'Europe entend fournir aux institutions de l'Union un cadre économique, technique et légal pour la conduite d'investissements importants dans des infrastructures stratégiques et des activités économiques ayant un impact conséquent dans la lutte contre le changement climatique et la gestion de ses conséquences. Le Green New Deal propose des solutions afin que ces investissements aient des retombées importantes et réelles dans les domaines de l'emploi, de la santé, de la sécurité, de l'éducation, du coût de la vie, de la justice sociale, des services publics, etc. Après l'accord du Conseil européen sur une réduction d'au moins 55 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990, l'Union et les vingt-sept États membres de l'Union européenne ont officiellement présenté cet objectif comme leur nouvelle [contribution déterminée au niveau national](#) (CDN).





© Abel. Photo Xavier Boymond

Dans le cadre de l'Accord de Paris, chaque pays doit présenter tous les cinq ans les mesures qu'il prévoit de mettre en place pour réduire ses émissions nationales et s'adapter aux effets du changement climatique. Pour l'Union européenne, cette nouvelle CDN doit servir « *d'exemple en incitant nos partenaires internationaux à accroître leurs CDN en amont de la COP26 de Glasgow [en novembre 2021]* ».

B. La stratégie nationale bas-carbone (SNBC)

La stratégie nationale bas-carbone a été adoptée par le gouvernement (décret relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone, livre II, titre II, chapitre II, section 1, du Code de l'environnement). La SNBC décrit la feuille de route de la France pour conduire la politique d'atténuation du changement climatique. Elle donne des orientations pour mettre en œuvre la

transition vers une économie bas-carbone dans tous les secteurs d'activité.

Elle définit des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle de la France à court/moyen terme – les budgets carbone⁷ – et a deux ambitions : atteindre la neutralité carbone, c'est-à-dire zéro émission nette⁸ à l'horizon 2050 (objectif introduit par le Plan Climat de juillet 2017 et inscrit dans la loi), et réduire l'empreinte carbone des Français. Sont spécifiquement concernés par la prise en compte de la stratégie nationale bas-carbone :

- les documents de planification et de programmation qui ont des incidences significatives sur les émissions de gaz à effet de serre (documents de politiques sectorielles et de planifications territoriales) ;
 - depuis le 10 octobre 2017, les décisions de financement de projets publics, par des personnes publiques ou privées qui doivent prendre en compte, parmi d'autres critères, l'impact du projet en termes d'émissions de gaz à effet de serre⁹ ;
 - dans le domaine énergétique, ce lien juridique est plus étroit pour la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de métropole continentale, qui doit être compatible avec la SNBC¹⁰.
- La SNBC fait l'objet d'un cycle complet de révision tous les cinq ans. Entre chaque révision, le suivi de la stratégie repose sur un jeu d'indicateurs régulièrement analysés et actualisés ainsi qu'une revue régulière de la prise en compte de ses orientations dans les politiques publiques.

⁷ Plafonds d'émissions à ne pas dépasser par période de cinq ans.

⁸ Soit un équilibre entre les émissions de gaz à effet de serre et l'absorption de carbone par les écosystèmes gérés par l'homme (forêts, sols agricoles...) et les procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation de carbone) à l'échelle du territoire national, sans recours à la compensation par des crédits internationaux.

⁹ Article L. 222-1 B.III du Code de l'environnement créé par la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

¹⁰ La compatibilité implique une obligation de non-contrariété aux orientations fondamentales, en laissant une certaine marge de manœuvre pour préciser et développer ces orientations.

DÉFINITIONS



© iGuzzini. Photo Didier Boy de la Tour

- **Code de flux CIE** (Commission internationale de l'éclairage) n°3 en % : proportion de flux lumineux émis dans l'hémisphère inférieur dans un angle solide de $3\pi/2$ sr (angle solide équivalent à un cône de demi-angle $75,5^\circ$) par rapport au flux lumineux émis dans tout l'hémisphère inférieur.

- **Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI)** : flux lumineux total des sources, rapporté à la surface destinée à être éclairée. Elle s'exprime en lumens par mètre carré (lm/m^2).

- **Durée de vie utile médiane**, en heures (h) : durée de fonctionnement à l'issue de laquelle 50 % d'une population de luminaires encore opérationnels de même type présentent un flux lumineux au moins égal à x % du flux lumineux initial, x correspondant au facteur de maintien du flux lumineux. Exemple : L90 = 75 000 signifie qu'après 75 000 heures de fonctionnement, la moitié des luminaires encore opérationnels délivrera un flux au moins égal à 90 % du flux lumineux initial.

- **Éclairage (en lux)** : flux lumineux reçu par unité de surface mesuré au niveau du sol (éclairage horizontal) ou d'une paroi (mur, façade : éclairage vertical).

- **Flux lumineux**, en lumens (lm) : quantité de lumière totale sortant du luminaire.

- **Efficacité lumineuse**, en lumens par watt (lm/W) : quotient du flux lumineux total sortant du luminaire par la puissance totale consommée par ce luminaire.

- **Étalement initial de coordonnées trichromatiques (niveaux d'ellipses de McAdam ou SDCM)** : qualifie l'homogénéité de la couleur de la lumière d'un type de luminaires. Plus la valeur est faible, plus la couleur de lumière est homogène. Les valeurs conventionnelles sont 3, 5, 7 ou 7+.

- **IK** : la résistance aux chocs mécaniques est définie par la norme NF EN 62262 et symbolisée par les lettres IK suivies d'un chiffre.

- **Indice de rendu des couleurs (IRC ou indice Ra)** : capacité d'une source de lumière à restituer fidèlement les couleurs telles qu'elles apparaissent en éclairage naturel.

- **Intensité lumineuse (unité : candela, cd)** : caractérise la quantité de lumière émise selon une direction donnée.

Indice IK	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
Énergie du choc (en joules, j)	1	2	5	10	20

Chiffre	1 ^{er} chiffre (dizaine) Protection contre les solides	2 ^e chiffre (unité) Protection contre l'intrusion d'eau
5	Protégé contre les poussières et autres résidus microscopiques	Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance (buse de 6,3 mm, distance 2,5 à 3 m, débit 12,5 l/min ±5 %)
6	Totalement protégé contre les poussières	Protégé contre les forts jets d'eau de toutes directions à la lance (buse de 12,5 mm, distance 2,5 m à 3 m, débit 100 l/min ±5 %)
7		Protégé contre les effets de l'immersion temporaire (jusqu'à 1 m) et pendant 30 minutes. La pénétration d'eau en quantité nuisible ne sera pas possible lorsque l'équipement est immergé dans l'eau dans des conditions définies de pression et de temps (jusqu'à 1 m de submersion)
8		Matériel submersible dans des conditions spécifiées en durée et en pression (immersion prolongée) au-delà de 1 m. Normalement, cela signifie que l'équipement est hermétiquement fermé, cependant, avec certains types de matériel, cela peut signifier que l'eau peut pénétrer, mais sans produire d'effets nuisibles. Protection contre la submersion durant 1 heure.
9		Protection contre le nettoyage à haute pression, à haute température et venant de plusieurs directions. Attention, un matériel IPx9 n'est pas nécessairement submersible. Exemple : véhicules routiers. Si le matériel est submersible, il doit avoir une double indication telle que IP67 / IP69

- **IP** : il détermine le degré de protection contre la pénétration des corps solides (1^{er} chiffre) et des liquides (2^e chiffre).
- **Lumen** : quantité de lumière émise par une source lumineuse dans toutes les directions.
- **Lux** : unité de mesure de l'éclairement. Caractérise le flux lumineux reçu par unité de surface.
- **Température de couleur, en kelvins (K)** : elle varie des teintes chaudes, à dominante

orangée, inférieures à 3 000 K, aux teintes froides, d'un aspect bleuté, à 6 500 K.

- **ULR (Upward Light Ratio)** : rapport du flux des luminaires émis dans l'hémisphère supérieur au flux total sortant des luminaires dans leur position d'installation.
- **Watt (W)** : unité de puissance d'un système dans lequel une énergie d'un joule est transférée uniformément pendant une seconde.



© Technilum. Photo Hugo Da Costa

LE PROJET D'ÉCLAIRAGE

On parle aussi de projet d'urbanisme lumière car, si les schémas directeurs d'aménagement lumière (SDAL) ou les plans lumière existent depuis une trentaine d'années, la démarche projet a évolué. C'est avant tout une immersion dans un territoire avec une analyse quantitative et une étude de l'environnement afin de comprendre l'existant et de procéder à une analyse qualitative sur le terrain. Elle permet d'apprécier l'aspect nocturne du site et d'en cerner l'identité propre. Ainsi, les qualités intrinsèques à chaque territoire permettent de définir une lumière adaptée et de tenir compte des souhaits des riverains, par exemple à travers des marches nocturnes au cours desquelles les usagers peuvent exprimer leurs besoins. Ensuite, un travail cartographique est effectué en recoupant les critères de fonctionnalité (quel niveau, où, quelle puissance, quel matériel, etc.); puis vient l'étude de l'impact de l'éclairage sur la biodiversité (voir p. 20 et 21), la dynamique de la faune nocturne, les espaces verts, etc., qui permet de réaliser le projet en tenant compte des critères environnementaux et dans le respect de la réglementation.

A. Un projet sur mesure

Il n'y a pas de recette, chaque projet doit être adapté à la taille et aux besoins de la collectivité, mais il existe des outils de méthodologie généraux associés de plus en plus souvent à des critères particuliers liés à la convivialité et au bien-être des usagers de chaque site. Aujourd'hui, sociologues, écologues, paysagistes, urbanistes, architectes, électriciens, concepteurs lumière et éclairagistes travaillent de concert, apportant leur expertise pour comprendre les

polarités de quartier, les liaisons actives, les flux de personnes, et définir l'identité et la cohérence du projet. Cette chronotopie enrichit la démarche en incitant les experts à penser le lieu et le projet dans la durée sociologique, biologique, climatique, politique...

B. La planification et l'étude en coût global

Une fois cette cartographie réalisée, le projeteur planifie la rénovation de l'éclairage : comment, avec quel type de matériel, et en faisant appel le plus possible à l'interopérabilité, car l'installation d'éclairage va durer au moins 20 ans ; la modularité est donc de mise. De même, les solutions mises en œuvre doivent tenir compte des moyens techniques, humains et financiers dont dispose la collectivité pour entretenir l'installation : comment faire le mieux possible en adaptant la sophistication des solutions à la réalité du terrain, sans surcoût. Une étude en coût global sur la durée de vie prévue de l'installation est indispensable, pour identifier les offres qui peuvent être moins coûteuses en énergie en entretien et maintenance, et pour garantir une pérennité du fonctionnement.

C. Plans de régulation

Enfin, se pose la question de la gestion de l'éclairage en fonction des zones : identifier les espaces où il est possible d'abaisser la puissance, de faire appel à la détection de présence et de mouvement quand il n'y a plus personne, comment dimensionner la maintenance, etc. Cette gestion peut se faire grâce à une bonne compréhension du territoire et des infrastructures disponibles et des habitudes des usagers.

APPLICATIONS DE L'ARRÊTÉ « NUISANCES LUMINEUSES »

[L'arrêté du 27 décembre 2018¹¹](#) est le premier règlement spécifique aux émissions de lumière artificielle des installations d'éclairage extérieur. Ces dernières, ainsi que celles des éclairages intérieurs émis volontairement vers l'extérieur, doivent désormais être conçues de manière à prévenir, limiter et réduire les nuisances lumineuses, notamment les troubles excessifs aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, mais aussi le gaspillage énergétique et les obstacles à l'observation du ciel nocturne.

Attention : l'arrêté distingue différentes catégories d'installations d'éclairage, auxquelles sont associées des exigences bien spécifiques. Il existe également des prescriptions communes exposées ci-après.

Concernant les éventuelles prescriptions d'allumage et d'extinction de l'arrêté, des dispositifs automatiques de détection de présence et d'asservissement à la lumière naturelle permettent d'y déroger. Le cas échéant, les gestionnaires d'installations d'éclairage lancent une réflexion avec les acteurs concernés sur les possibilités d'extinction.

Les balisages, dont la fonction est principalement d'assurer la sécurité ou la sûreté sur un cheminement mais dont le flux lumineux n'assure pas la visibilité pour circuler, sont exclus du champ de l'arrêté. Sont considérées comme étant des dispositifs de balisage, les installations dont le flux lumineux unitaire est inférieur à 100 lumens.

Du fait de l'application obligatoire de l'arrêté, ses exigences prévalent sur certaines prescriptions de la norme NF EN 13201.

En revanche, pour l'éclairage des cheminements des ERP (établissements recevant du public) et des IOP (installations ouvertes au public), les exigences de [l'arrêté du 20 avril 2017](#), relatif à l'accessibilité des personnes en situation de handicap, prévalent sur celles de l'arrêté nuisances lumineuses. L'exigence est donc de 20 lux moyens.

Les installations d'éclairage ne doivent pas émettre de lumière intrusive excessive dans les logements (particulièrement gênants pour le sommeil), quelle que soit la source de cette lumière (éclairage public ou privé, vitrines, enseignes lumineuses, etc., sauf éclairage événementiel). L'éclairage direct des surfaces en eau est proscrit.

A. Éclairage des déplacements et de la voirie

Il s'agit de l'éclairage extérieur destiné à favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens et le confort des usagers sur l'espace public ou privé, en particulier la voirie. L'éclairage intégré aux véhicules, l'éclairage des tunnels, les installations d'éclairage destinées à assurer la sécurité aéronautique, ferroviaire, maritime ou fluviale ne sont pas concernés.

Il n'y a pas d'exigence de temporalité (allumage / extinction) pour l'éclairage public. Seules les installations d'éclairage situées dans une zone d'activité économique,

¹¹ Se référer à la version en vigueur.

délimitée par une barrière physique, sont éteintes au plus tard une heure après la cessation de l'activité et sont rallumées à 7 h du matin au plus tôt ou une heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt.

Pour ces installations, lorsque les luminaires sont commandés par des systèmes de détection de présence, il est permis d'éclairer le temps du passage des personnes. Cette dérogation n'est tolérée que pour un éclairage ponctuel, c'est-à-dire si le dispositif permet également l'extinction peu de temps après le passage des personnes.

C'est pour cette catégorie, ainsi que pour les parcs de stationnement, que l'arrêté fixe des exigences d'ULR (*upward light ratio* : pourcentage du flux émis au-dessus de l'horizontale) nominal des luminaires : inférieur à 1 %. L'installation d'éclairage respecte les conditions de montage recommandées par le fabricant et offre un ULR inférieur à 4 %.

Les luminaires de cette catégorie qui présentent un ULR supérieur à 50 % doivent être remplacés avant janvier 2025.

Les lanternes de style, qui reproduisent « un modèle présent avant 1945 et a été reconstitué à partir d'archives [ou] est protégé au titre des monuments historiques ou par le règlement d'un site patrimonial [ou] est intégré à un immeuble ou à un ensemble immobilier protégé » sont exemptées des exigences sur l'ULR jusqu'au 31.12.2023.

Le code flux CIE n°3 est supérieur ou égal à 95 %.

La température de couleur ne dépasse pas 3 000 K (plusieurs types de sources offrent des températures de couleur à partir de 1 800 K).

La DSFLI ne doit pas dépasser 35 lm/m² en agglomération¹² et 25 lm/m² hors agglomération.

1. LA VOIRIE EN PLEINE ÉVOLUTION

Pendant les cinquante dernières années, la voiture était au cœur des déplacements en ville. Aujourd'hui, la tendance, surtout dans les métropoles, est à une urbanisation davantage orientée sur les cyclistes et les piétons. L'éclairage suit cette évolution avec des appareils d'éclairage conçus à cet effet et placés à plus faible hauteur (5 ou 6 m). Les chaussées bénéficient d'éclairages plus faibles, sauf au niveau des zones de traversée piétonnes ou d'interaction avec les pistes cyclables. L'IRC est un critère déterminant pour la qualité des ambiances, pour les piétons et les transports doux.

Autre changement notoire : les arbres retrouvent leur place dans la ville, avec des ombres portées et une saisonnalité qui créent une nouvelle façon d'éclairer en volume.

2. LE CONFORT VISUEL

Compte tenu de ces nouvelles habitudes, en particulier des hauteurs de feu plus faibles, le contrôle de l'éblouissement est devenu primordial. Afin d'améliorer le confort visuel des usagers, les concepteurs font de plus en plus souvent appel à des accessoires comme des grilles de défilement, des optiques basse luminance, des filtres prismatiques, utilisés jusque-là principalement pour l'éclairage dans les bâtiments.

Quant à l'IRC, un minimum de 80 est approprié dans les zones de convivialité.

¹² La distinction entre « en agglomération » et « hors agglomération » est donnée par le Code de la route, article R.110-2 et indiquée par les panneaux d'entrée de ville ou de sortie de ville.

B. Mise en lumière du patrimoine, des parcs et jardins

Il s'agit de l'éclairage de mise en lumière du patrimoine, c'est-à-dire de l'ensemble des biens, immobiliers ou mobiliers, relevant de la propriété publique ou privée, qui présentent un intérêt historique, artistique, archéologique, esthétique, scientifique ou technique. Le périmètre pris en compte pour entrer dans ce cadre est défini par les différents classements au titre du Code du patrimoine comme le classement au titre des monuments historiques. Entrent également dans le champ de ce chapitre la mise en lumière du cadre bâti, ainsi que des parcs et jardins privés et publics accessibles au public ou appartenant à des entreprises, des bailleurs sociaux ou des copropriétés.

Les éclairages sont allumés au plus tôt au coucher du soleil et sont éteints au plus tard à 1 h du matin.

C'est seulement pour les parcs et jardins qu'il existe des exigences de DSFLI : elle ne doit pas dépasser 25 lm/m² en agglomération et 10 lm/m² hors agglomération.

Il n'y a aucune exigence pour les autres bâtiments ou espaces de cette catégorie.



1. LA MISE EN LUMIÈRE DU PATRIMOINE

L'éclairage architectural a également évolué vers des puissances beaucoup moins fortes, grâce aux nouvelles technologies qui permettent de mieux maîtriser l'équilibre des contrastes, allant vers plus de sobriété et laissant de côté les gros projecteurs de 400 W au profit de luminaires miniaturisés. Ainsi, il est devenu facile de révéler les détails architecturaux des façades en plaçant les appareils sur celles-ci sans qu'ils soient visibles directement par les usagers.

De plus, on éclaire beaucoup moins en contre-plongée mais en plongée, ce qui permet de limiter les flux vers le ciel.

La couleur peut aussi être plus facilement utilisée sans pour autant écraser le bâtiment, offrant des possibilités d'éclairage dynamique variées, et ouvrant aussi le champ artistique grâce à la gradation. Ces outils permettent de mettre en place plusieurs intentions qui donnent à voir d'autres facettes des monuments, à des coûts raisonnables. Le travail de conception lumière s'apparente de plus en plus au dessin via la vidéo et le « mapping ».

2. LES PARCS ET JARDINS

Dans ces espaces, la tendance est un peu inversée, la couleur bleue étant plutôt à proscrire car très gênante pour les animaux nocturnes. Grâce aux technologies et systèmes disponibles, il est possible



d'associer le beau et le sobre sans tomber dans une approche trop fonctionnaliste ni chercher la performance muséale dans les espaces publics. Il faut privilégier la détection de présence et un éclairage adapté en le limitant à quelques zones de circulation de piétons.

C. Équipements sportifs

Entrent dans ce champ les équipements sportifs de plein air ou découvrables (stades dont la toiture est modulable).

Si l'arrêté ne donne pas d'obligations particulières pour les équipements sportifs à proprement parler, les parcs de stationnement annexés à un équipement sportif doivent respecter les obligations applicables aux parcs de stationnement et détaillés ci-après (voir *paragraphe E : Parcs de stationnement*).

D. Bâtiments non résidentiels

Il s'agit de l'illumination extérieure et de l'éclairage intérieur de ces bâtiments (hors gares de péage).

Les installations d'éclairage des voies d'ac-

cès à ces bâtiments doivent se conformer aux exigences relatives à l'éclairage des déplacements (voir p.14).

La température de couleur des illuminations extérieures et de l'éclairage intérieur émis délibérément vers l'extérieur ne dépasse pas 3 000 K.

Pour l'illumination des bâtiments, la DSFLI ne doit pas dépasser 25 lm/m² en agglomération et 20 lm/m² hors agglomération. S'agissant de façades, c'est la surface verticale éclairée qui doit être considérée.

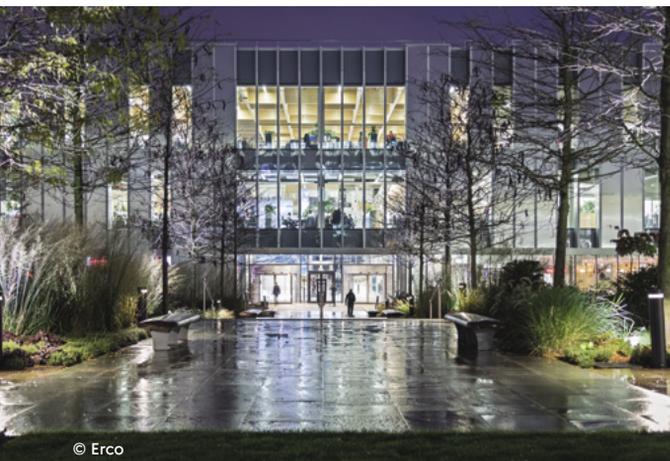
L'éclairage intérieur des locaux doit être éteint une heure après la fin de l'activité. Les éclairages de vitrines de magasins de commerce ou d'exposition peuvent rester allumés jusqu'à 1 h du matin et doivent être éteints une heure après la fin de l'activité. Ils peuvent être rallumés une heure avant le début d'activité le matin.

Ces prescriptions temporelles sont atteintes normalement dans le cas de la majorité des bâtiments dont l'éclairage est rénové depuis janvier 2018, car l'arrêté du 3 mai 2007, modifié en mars 2017, impose, lors de ces rénovations, la mise en œuvre de dispositifs automatiques permettant

l'abaissement ou l'extinction de l'éclairage si le local est inoccupé, associé à la gradation automatique de l'éclairage artificiel en fonction des apports de lumière du jour.

E. Parcs de stationnement

Il s'agit de l'éclairage des parcs de stationnements non couverts ou semi-couverts, privés ou publics. Les balisages, dont la fonc-



© Erco



© Novéa Énergies



© Selux

tion est principalement d'assurer la sécurité ou la sûreté sur un cheminement mais dont le flux lumineux n'assure pas la visibilité pour circuler, sont exclus du champ de l'arrêté. Sont considérées comme étant des dispositifs de balisage, les installations dont le flux lumineux unitaire est inférieur à 100 lumens.

Il n'y a pas d'exigence d'allumage et d'extinction pour les parkings publics. En revanche, les installations d'éclairage des parcs de stationnement d'une zone d'activité économique sont allumées au plus tôt au coucher du soleil et sont éteints deux heures après la cessation de l'activité. Ces éclairages peuvent être rallumés à 7 h du matin au plus tôt ou une heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt. Toutefois, lorsque les installations d'éclairage sont couplées à des dispositifs de détection, l'arrêté permet à ces installations d'éclairer le temps du passage des personnes. Cette dérogation n'est tolérée que pour un éclairage ponctuel, c'est-à-dire si le dispositif permet également l'extinction peu de temps après le passage des personnes.

L'ULR nominal des luminaires est inférieur à 1 %. L'installation d'éclairage respecte les conditions de montage recommandées par le fabricant et assure un ULR inférieur à 4 %. Comme pour l'éclairage des déplace-

ments, les lanternes de style sont exemptées des exigences sur l'ULR jusqu'au 31 décembre 2023, et les luminaires qui présentent un ULR supérieur à 50 % sont remplacés avant janvier 2025.

Le code flux CIE n°3 est supérieur ou égal à 95 %.

La température de couleur ne dépasse pas 3 000 K.

La DSFLI ne doit pas dépasser 25 lm/m² en agglomération et 20 lm/m² hors agglomération.

Pour les parcs de stationnement semi-couverts, les exigences d'ULR, de température de couleur, de code flux CIE et de DSFLI ne s'appliquent qu'aux niveaux du bâtiment qui ne sont pas couverts. Les niveaux couverts doivent se conformer aux exigences des bâtiments non résidentiels.

F. Événementiel

L'événementiel extérieur est constitué d'installations lumineuses temporaires utilisées à l'occasion d'une manifestation artistique, culturelle, commerciale, sportive ou de loisirs.

Compte tenu de l'aspect éphémère de l'événementiel, il n'est pas fixé de condition de temporalité ni de prescriptions techniques à l'exception de l'interdiction de la lumière intrusive dans les logements.

Il n'y a aucune limitation de température de couleur.

G. Chantiers

Les prescriptions s'appliquant aux chantiers sont les suivantes : allumage, au plus tôt au coucher du soleil ; extinction, au plus tard une heure après cessation de l'activité.

H. Espaces protégés

Dans ces espaces (réserves naturelles, parcs nationaux, parcs naturels, sites d'observation astronomique), le préfet peut renforcer les prescriptions en fixant des obligations plus contraignantes, aussi bien pour la temporalité que pour les prescriptions techniques, après avoir pris l'avis des parties prenantes. Dans le périmètre des cœurs de parcs nationaux, les températures de couleur maximales de l'éclairage sont de 2 700 K en agglomération et de 2 400 K hors agglomération.

Les 56 territoires labellisés « Parcs naturels régionaux » abritent de nombreuses espèces végétales et animales (l'Inventaire national du patrimoine naturel mentionne environ 183 000 espèces présentes en France) et ont pour vocation d'asseoir un développement économique et social du territoire, tout en préservant et valorisant le patrimoine naturel, culturel et paysager. Ils veillent notamment à limiter les nuisances lumineuses. Certains ont reçu le label « réserve internationale de ciel étoilé » (RICE) attribué par l'Association internationale Dark Sky (IDA).

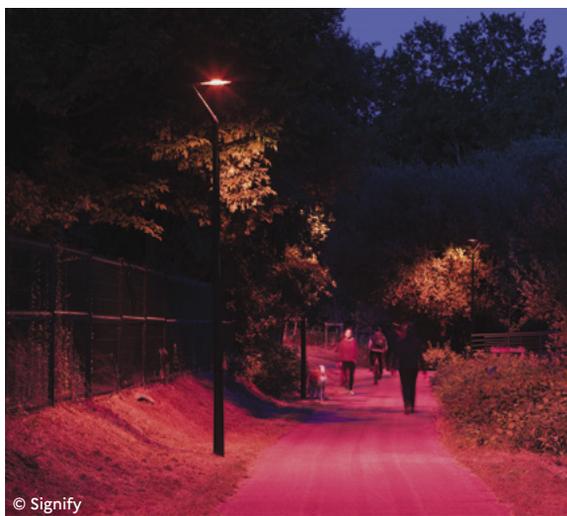
Il existe trois RICE en France : la RICE Alpes Azur Mercantour (2019), portée par le parc national du Mercantour, le parc naturel régional des Préalpes d'Azur et la communauté de communes Alpes d'Azur ; la RICE

du parc national des Cévennes (2018), la plus grande réserve de ciel étoilé d'Europe ; la RICE du pic du Midi de Bigorre, première labellisée en France (2013).

Dans le périmètre des sites d'observation astronomique, les prescriptions techniques de DSFLI, définies pour la zone hors agglomération, s'appliquent.

Les parcs naturels aident les communes à réduire les nuisances lumineuses en les accompagnant dans la rénovation de leur éclairage public : par exemple, via des conférences pour expliquer les normes et les textes réglementaires (arrêté du 27 décembre 2018 notamment) et les règles de l'art (éviter le halo lumineux, définir la température de couleur, l'éblouissement, etc.), et via des sorties nocturnes qui permettent de découvrir la faune et la flore existantes.

Associés aux autres acteurs, dans le cadre d'une démarche pluridisciplinaire, ils peuvent accompagner la rénovation de l'éclairage public, expliquer le projet d'éclairage et les conseiller pour trouver les financements nécessaires (*voir p. 36 et 37*).



© Signify

BIODIVERSITÉ ET TRAMES NOIRES

Selon l'[Office français de la biodiversité](#) (OFB¹³), en France, le ministère de la Transition écologique et les collectivités territoriales portent une politique publique destinée à lutter contre la fragmentation des habitats naturels : la trame verte et bleue (TVB). Cette notion est apparue en 2007 lors du Grenelle de l'environnement. Elle a permis de mieux prendre en compte la biodiversité dans l'aménagement du territoire via les continuités écologiques. Issue de cette prise de conscience, la trame noire, quant à elle, prend en compte l'impact de l'éclairage sur la faune, la flore et les écosystèmes, ainsi que la dégradation et la fragmentation des habitats naturels la nuit. L'OFB définit la trame noire comme « *un ensemble connecté de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques pour différents milieux (sous-trames), dont l'identification tient compte d'un niveau d'obscurité suffisant pour la biodiversité nocturne* ». Cette trame noire doit être identifiée, préservée et restaurée. Sur le plan conceptuel, la trame noire est un moyen de reconnaître la dimension temporelle des processus écologiques. En effet, l'activité de la faune est cyclique à l'échelle d'une journée, on parle de rythme nyctéméral. Sur l'ensemble des animaux, on estime qu'environ 30 % des vertébrés et 65 % des invertébrés sont, en tout ou partie, nocturnes. Cette périodi-



© Trilux

cité peut engendrer des problématiques très spécifiques de fragmentation dues à la lumière artificielle, variables en fonction du moment dans le cycle journalier et des espèces concernées.

« *Les trames noires associent aux schémas directeurs d'aménagement lumière des études sur l'environnement afin de définir des éclairages bienveillants et de maintenir un équilibre entre les activités nocturnes et le respect de l'environnement*¹⁴ ». Dès 2011, l'agence Concepto a mis au point une trame noire au sein du sdal de Rennes avec des cartographies de l'obscurité, des choix de spectres lumineux, de gradation, d'extinction, de typologie d'éclairage, de hauteurs de feu, de cadrage de ce qu'on éclaire, etc., afin de limiter au maximum l'impact de l'éclairage sur la biodiversité. Depuis, de nombreuses autres trames noires ont été identifiées sous l'impulsion de métropoles (Douai, Nantes, Amiens, Limoges, etc.), de bureaux d'études ou de gestionnaires d'espaces naturels (parcs naturels régionaux, parcs nationaux). Aujourd'hui, la France est à l'avant-garde mondiale avec ce concept de trame noire, comme elle l'est aussi en matière de réglementation contre les nuisances lumineuses.

¹³ « *Trame noire - Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre* », par Romain Sordello, Fabien Paquier et Aurélien Daloz. Publié par l'OFB, mars 2021. <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/trame-noire-methodes-delaboration-outils-mise-en-oeuvre>

¹⁴ Voir « *Les défis de l'éclairage public* », par Roger Narboni, agence Concepto et Fanny Guérad, Ville d'Asnières-sur-Seine. Éditions Territorial.

IMPACTS PHOTOBIOLOGIQUES DE L'ÉCLAIRAGE SUR L'HOMME

Un [rapport de l'ANSES](#) de mai 2019¹⁵ a mis en évidence les impacts biologiques de la lumière émise par les LED sur la santé humaine : citons notamment les effets liés à la modulation temporelle de la lumière, l'éblouissement, les effets sur la rétine et la perturbation du rythme circadien.

A. La modulation temporelle

Très sensibles aux fluctuations de leur courant d'alimentation, les sources lumineuses LED peuvent présenter des variations de l'intensité de la lumière qu'elles émettent, c'est la « modulation temporelle de la lumière ». Elle varie en fonction de la qualité de l'électronique associée à la LED et peut être perceptible. Trois phénomènes visuels sont identifiables : le papillotement (flicker), l'effet stroboscopique (immobilité ou ralentissement apparent d'un objet en mouvement) et l'effet de réseau fantôme (vision d'images multiples lors de mouvements oculaires) qui peuvent induire une sensation d'inconfort, voire une distorsion de la vision potentiellement accidentogène, au même titre que le manque de lumière ou l'éblouissement. Même non visible, une modulation à la fréquence de 100 Hz peut déclencher des migraines, et réduire ainsi les performances visuelles.

B. L'éblouissement

L'éblouissement d'incapacité correspond à une baisse des performances visuelles provoquée par une diffusion importante de la lumière dans les milieux oculaires, est pris en compte dans la norme NF EN 13201.

Néanmoins, la Commission internationale de l'éclairage¹⁶, a conclu, en 2013, qu'un nouveau système d'évaluation de l'éblouissement était nécessaire pour mieux prendre en compte l'éclairage à LED, en particulier pour l'extérieur. Depuis l'avènement des LED, l'éblouissement d'inconfort, sensation de gêne ressentie par un observateur en présence de sources très lumineuses dans son champ de vision est incorrectement pris en compte dans la norme NF EN 13201. L'éblouissement est également causé par l'éclairage extérieur privé, l'éclairage des installations sportives, des zones commerciales et industrielles, l'éclairage des véhicules, les enseignes et les publicités lumineuses.

C. Les effets sur la rétine

Ils sont limités en éclairage extérieur car les sources lumineuses des luminaires d'éclairage extérieur se trouvent généralement à des distances supérieures à plusieurs mètres de la rétine des usagers. Dans le cas d'une possibilité de distance plus faible entre la rétine et la source de lumière, le groupe de risque photobiologique des luminaires devra être 0 ou 1, évalué selon la norme NF EN 62471.

D. Perturbation du rythme circadien

L'exposition à la lumière la nuit retarde l'horloge biologique, agissant ainsi sur des fonctions physiologiques, comme le sommeil. Cet effet est plus important lorsque l'exposition est intense, prolongée et lorsque la lumière est riche en lumière bleue.

¹⁵ <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2014SA0253Ra.pdf>

¹⁶ *Discomfort Glare in Road Lighting and Vehicle Lighting*, Rapport Technique CIE 243, 2021, ISBN 978-3-902842-92-3

LES LUMINAIRES

Un luminaire est un appareil qui permet de répartir, filtrer, transformer et diriger le flux lumineux émis par la ou les sources de lumière qu'il renferme et protège. Il présente des caractéristiques esthétiques, mécaniques, électriques et optiques qui constituent des critères essentiels lors du projet d'éclairage.

A. Typologie des luminaires

On distingue plusieurs familles de luminaires, selon leur type d'installation et le mode d'éclairage choisi :

- les luminaires sur mâts ou sur crosses en façade : d'une hauteur de 3 à 5 m pour l'éclairage des places et zones piétonnes ; et supérieure à 5 m pour l'éclairage des rues, des routes ;
- les bornes et colonnes : les bornes excèdent rarement 1 m de hauteur et sont principalement utilisées pour ponctuer les cheminements piétons ; les colonnes peuvent éclairer des espaces plus larges ;
- les appliques murales : destinées à l'éclairage des façades ou entrées d'immeubles ;
- les projecteurs : des petits appareils à poser au sol ou à installer sur les bâtiments (parfois aussi sur mâts) pour la mise en valeur de détails architecturaux, aux luminaires de fortes puissances, le choix est large et dépend de l'application ;
- les encastrés de sol : plutôt destinés au balisage et guidage et la mise en valeur du patrimoine, dans les cas autorisés par l'arrêté de décembre 2018.

B. Caractéristiques des luminaires

La photométrie du luminaire, représentée, par la distribution de ses intensités lumi-



neuses (en candelas par kilolumen : cd/klm) selon différents plans, indique dans quelles directions et avec quelle intensité le luminaire éclaire.

L'efficacité énergétique ou lumineuse du luminaire correspond à sa capacité à produire de la lumière pour un watt consommé. Elle est exprimée en lumens par watt (lm/W). Le rendement total du luminaire est sa capacité à restituer la lumière produite par la source lumineuse qu'il contient.

La plupart des luminaires sont équipés d'un appareillage pour faire fonctionner leur source : ballast ou driver (pour les LED). Les appareillages électroniques, qui intègrent une fonction de pilotage, permettent la gestion performante de l'éclairage : détection, gradation, scénarios lumineux. En termes d'efficacité et de durée de vie, les nouvelles sources lumineuses surpassent aujourd'hui toutes les anciennes technologies.

Le moyen le plus efficace de diminuer les coûts de fonctionnement réside dans une solution avec une gestion adaptée aux besoins qui réduit à la fois la consommation d'énergie et les frais de maintenance. Selon leur type, les luminaires LED offrent une durée de vie de 50 000 à 100 000 heures. Pour une utilisation de longue durée en

extérieur, un luminaire doit résister à la pénétration des poussières et de l'humidité (voir tableau p. 12), c'est-à-dire être IP55 a minima, et en général IP65 ou IP66.

C. La charte LED

La [Charte LED](#), proposée par le Syndicat de l'éclairage et la Fédération de la distribution de matériel électrique, est un document de référence ouvert qui permet de comparer les performances réelles des luminaires proposés par les fournisseurs. Elle donne vingt critères indispensables pour évaluer leur qualité et leur fiabilité. Chaque critère est défini le plus simplement possible avec un renvoi au paragraphe précis de la norme technique qui doit être utilisé par le fabricant pour indiquer le niveau de performance de son produit. Pour les luminaires d'éclairage extérieur, il s'agit des critères suivants :

1. Le flux lumineux initial total sortant du luminaire muni de son optique Φ , en lumens (lm).
2. La puissance totale du luminaire **P** en watts (W).
3. L'efficacité lumineuse en lumens par watt (**lm/W**)
4. La courbe photométrique du luminaire (répartition de l'intensité lumineuse qui donne des valeurs en candelas (**cd**), ou candelas / 1 000 lm).
5. Les valeur(s) d'intensité maximale en candelas (cd) ;
6. La température ambiante de fonctionnement assignée liée aux performances du luminaire **tq**, en °C.
7. Le facteur de maintien du flux lumineux x , en %.
8. La durée de vie utile médiane **LXX**, en heures.
9. L'étalement initial de coordonnées tri-

chromatiques qui s'exprime en niveaux d'ellipses de MacAdam (ou **SDCM**, pour Standard Deviation Colour Matching qui qualifie l'homogénéité de la couleur de la lumière d'un type de luminaires).

10. La température de couleur proximale en kelvins (**K**).
11. L'indice de rendu des couleurs (**IRC**, ou **Ra**).
12. La puissance en veille, pour les luminaires équipés de capteurs et détecteurs, en watts (**W**).
13. La température ambiante de fonctionnement maximale assignée t_a , en °C
14. Le groupe de risque photobiologique lié à la lumière bleue auquel appartient le luminaire.
15. Le facteur de puissance de l'appareillage d'alimentation.
16. L'indice de protection **IP**.
17. La distorsion harmonique (Total Harmonic Distorsion) **THDi**.
18. L'indice **IK** est noté sur une échelle de 0 à 10, en fonction de l'énergie d'impact, qui peut aller de 0 à 20 joules.
19. La proportion de lumière émise au-dessus de l'horizontale (Upward Light Ratio) **ULR**.
20. Le code de flux CIE n°3.





© Fonroche

D. Luminaires solaires autonomes

Les luminaires solaires sont des appareils d'éclairage qui fonctionnent grâce à l'énergie solaire captée de jour par des panneaux photovoltaïques. Cette énergie, stockée dans une batterie, est restituée de nuit pour alimenter les luminaires LED. Le panneau solaire peut jouer le rôle de cellule crépusculaire pour déclencher l'allumage du luminaire. Ce fonctionnement (production + stockage + consommation de l'énergie) nécessite une électronique de gestion afin d'optimiser les performances du système et de rationaliser les consommations d'énergie.

L'éclairage solaire autonome, c'est-à-dire non connecté au réseau électrique, est d'autant plus pertinent économiquement¹⁷ quand celui-ci est défectueux voire absent. Ces systèmes complexes, bien dimensionnés, permettent de satisfaire à beaucoup de situations d'éclairage. Les luminaires sont soumis aux mêmes exigences normatives et réglementaires que ceux raccordés au réseau électrique.

L'éclairage solaire doit être suffisant pour obtenir les niveaux d'éclairement recom-

mandés dans la zone à éclairer. Cela impose de faire une étude du taux d'ensoleillement et du niveau d'usage : le système permet d'adapter le profil d'éclairage aux besoins réels.

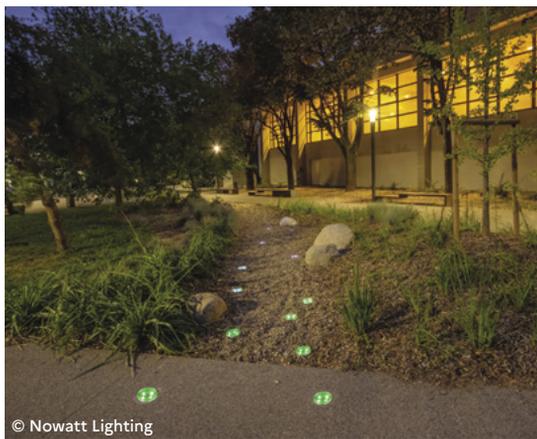
Avec les systèmes hybrides (à la fois en réseau et solaire), les niveaux d'éclairement sont assurés toute la nuit, car l'alimentation bascule sur le réseau au cours de la nuit. Ces systèmes, qui combinent les deux modes d'alimentation, doivent toutefois être correctement dimensionnés pour en minimiser l'impact environnemental.

1. LES BATTERIES

Il existe trois types de technologies de batteries employées pour les lampadaires solaires autonomes. Le choix dépend de plusieurs facteurs tels que la température extérieure, la ventilation de la batterie, etc. :

- au plomb : à proscrire, car elles ont un rendement faible et utilisent beaucoup de matière d'origine à une plage d'utilisation restreinte, elles doivent être remplacées tous les 5 à 6 ans ;

- au NiMH (nickel métal hydrure) : la capacité utile plus importante permet de



© Nowatt Lighting

¹⁷ Voir « Outil de calcul en coût global » p. 35.



réduire la taille des batteries qui peuvent fonctionner à des températures extrêmes (de -40° à $+70^{\circ}$) ;

– au LiFePO_4 (lithium-fer-phosphate) : ces batteries acceptent des profondeurs de décharge importantes tout en préservant leur durée de vie.

Le nombre de cycles de charge-décharge possibles dépend de la profondeur de décharge (pourcentage minimum d'énergie restante) à chaque cycle. Les profondeurs de décharge acceptées par les batteries NiMH et LiFePO_4 sont bien plus importantes que pour les batteries au plomb. Les luminaires équipés de ces batteries ne nécessitent pas de maintenance lourde pendant plusieurs années.

2. LE DIMENSIONNEMENT DES PANNEAUX

Le projet d'éclairage solaire requiert une bonne connaissance de la durée d'utilisation du luminaire. En effet, il ne suffit pas de savoir qu'on a besoin d'une certaine puissance par luminaire, il est indispensable de connaître la durée d'allumage du luminaire pour dimensionner le panneau photovoltaïque. Par exemple, on calcule qu'on a besoin de 100 Wh d'énergie par nuit (20 W de puissance pendant 5 heures, ou 2 heures à 100 % et 6 heures à 50 %).

Si l'on souhaite que le luminaire dispose de trois jours d'autonomie ; il faut donc que la batterie puisse stocker $100 \text{ Wh} \times 3$, soit 300 Wh. En fonction de la technologie de batterie et de son rendement, on en déduit la quantité d'énergie totale dont on doit disposer. Le panneau solaire perd environ 0,8 % de sa puissance par an, il est d'usage de le surdimensionner dès le départ par rapport aux besoins pour compenser l'énergie perdue dans le temps et permettre au panneau solaire de produire la même quantité d'énergie au bout de 25 ans.

Des logiciels de dimensionnement permettent de calculer la taille des panneaux solaires en fonction également de la situation géographique de la ville : il est recommandé de faire les calculs sur le temps d'ensoleillement au mois de décembre. Par ailleurs, l'inclinaison du panneau constitue aussi un élément important à prendre en compte pour assurer une production d'énergie suffisante toute l'année.

Il peut dans certains cas être judicieux d'accepter un taux de service réduit en fonction de la charge de la batterie pour préserver sa durée de vie, par exemple. Ceci doit se faire en transparence et concertation avec la collectivité.



© Tridonic

GESTION DE L'ÉCLAIRAGE

La transition technologique, vers la LED notamment, a apporté de l'électronique à tous les niveaux : celui de l'alimentation, de la protection, de la source de lumière (permettant de faire de la variation d'intensité et de températures de couleurs), de la détection, et a intégré de la connectique qui offre la possibilité d'ajouter des systèmes communicants.

La mise en œuvre de ces outils doit être simple pour le distributeur et l'installateur qui vont programmer la maintenance et pour le diagnostic en cas de panne. Ces outils vont de petites applications sur smartphone qui permettent de scanner le driver aux systèmes très sophistiqués de gestion.

Il est important que les opérations de rénovation soient réalisées autant que possible avec des luminaires évolutifs. Le fait de passer à des sources plus efficaces génère déjà au moins 40 % d'économies (gains moyens constatés pour des LED). Pour obtenir des gains énergétiques maximum, on peut ajouter des systèmes qui

détectent la présence. En outre, ces dispositifs permettent de répondre aux exigences de l'arrêté de décembre 2018 sur les nuisances lumineuses et la qualité du ciel nocturne et accompagnent la préservation de l'environnement (*voir pages 20 et 21*).

Une installation vieillissante, faisant appel à des sources d'ancienne technologie et qu'on éteint quelques heures par nuit, consommera toujours globalement plus qu'une installation utilisant les sources les plus efficaces aujourd'hui, dotée d'une photométrie diminuant les nuisances lumineuses, et pourvues de dispositifs de gestion, avec détection de présence, par exemple.

A. Les différentes fonctions de gestion

L'enjeu est de trouver le niveau d'intelligence adéquat pour chaque contexte. Donc dans une même agglomération, on mixte toujours les réponses.

- L'allumage et l'extinction peuvent s'effectuer à l'aide d'une horloge astronomique ou d'un système de détection de luminosité.
- Le driver ou ballast peut être paramétré pour des abaissements de puissance au cœur de la nuit, par exemple, à 100 % en début et fin de nuit, et avec des plateaux à des niveaux inférieurs aux heures intermédiaires.
- La détection de présence, notamment sur les pistes cyclables ou les zones avec circulation de piétons.
- La fonction de groupe : un ensemble de luminaires qui communiquent entre eux, par exemple, un luminaire est capable d'envoyer un signal à un luminaire voisin pour indiquer qu'il a détecté une présence et ainsi de suite, pour éclairer toute une zone. Par des paramétrages, il est possible de créer des groupes et de définir des scénarios d'éclairage. Cette fonction est déployée pour les lieux de conflits entre la biodiversité et les usages humains et donc souvent liés à des capteurs (le long d'un canal, dans un parc, etc.), ou en liaison avec des axes de mobilités (accompagnement de tramway, pistes cyclables).

• La mutualisation des capteurs et des systèmes communicants permet de réduire encore les coûts d'exploitation, de faciliter le déploiement de ces technologies afin de les rendre pertinentes pour les usagers qui doivent être accompagnés d'une lumière suffisante pour voir et être vu. Une profonde réflexion et une bonne planification de la part des maîtres d'ouvrage sont nécessaires pour atteindre ce niveau.

B. De l'éclairage intelligent aux territoires intelligents

La ville intelligente est d'abord celle qui est correctement éclairée, là où il le faut et quand il le faut. Aujourd'hui la technologie le permet : avec notamment des capteurs, des détecteurs de présence, des systèmes de gradation qui offrent la possibilité de baisser le niveau d'éclairage en mode veille et de le remonter à un niveau d'usage lors de la détection de mouvement, qu'il s'agisse du passage d'une personne ou d'un véhicule.

À ce niveau de gestion, on dispose d'automatismes de commandes propres à l'éclairage, par exemple :



- collecter des données afin d’assurer la maintenance et l’exploitation ;
- comparer différentes zones pour en affiner la gestion ;
- programmer des systèmes à distance et les piloter selon les événements (14 juillet, Fête de la musique, Nuit des musées, etc.) ou en fonction de certaines contraintes, ou encore pour renforcer la sécurité en cas de conditions météorologiques difficiles, d’embouteillages, d’accidents.

Mais il est aussi possible d’ajouter des fonctionnalités qui prennent en compte d’autres services et ce, à l’échelle de la ville. Dès lors que le luminaire est connecté et capable de faire remonter des informations vers une passerelle sécurisée, le luminaire peut collecter ces données utiles (mesure du trafic, par exemple). Il est désormais essentiel de prendre en compte les exigences de sécurité numérique conformément au Cybersecurity Act européen et de choisir des systèmes connectés par construction assurant une protection contre les actes malveillants.

L’infrastructure dense et maillée, constituée par les mâts et candélabres de l’éclairage urbain, permet d’imaginer d’autres applications numériques, d’autant plus qu’elle bénéficie d’un réseau électrique dédié. Par exemple, il est possible d’intégrer une antenne relais de communication sur un candélabre ; le mât peut recevoir également des capteurs d’air, des haut-parleurs, des caméras de surveillance, etc., autant d’éléments connectés qui nécessiteraient normalement l’installation de supports supplémentaires. Ces passerelles avec d’autres usages sortent du domaine purement éclairage mais considèrent le mât comme un support qui propose de nouveaux services. La conception de telles installations se fait de manière transversale entre différents métiers.

Le réseau ainsi créé constitue une infrastructure de communication pour tous les capteurs de la ville intelligente de demain.



TEXTES DE RÉFÉRENCE

A. La réglementation

L'arrêté du 20 avril 2017 est relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public (ERP) lors de leur construction et des installations ouvertes au public (IOP) lors de leur aménagement. Il ne s'applique donc pas aux voies publiques, mais aux espaces dépendant des ERP ou IOP. La qualité de l'éclairage, artificiel ou naturel, des circulations intérieures et extérieures est telle que l'ensemble du cheminement est traité sans créer de gêne visuelle. Les parties du cheminement qui peuvent être source de perte d'équilibre pour les personnes handicapées, les dispositifs d'accès et les informations fournies par la signalétique font l'objet d'une qualité d'éclairage renforcée.

Le dispositif d'éclairage artificiel permet d'assurer des valeurs d'éclairement moyen horizontal mesurées au sol le long du parcours usuel de circulation en tenant compte des zones de transition entre les tronçons d'un parcours :

- 20 lux moyens pour le cheminement extérieur accessible ainsi que les parcs de stationnement extérieurs et leurs circulations piétonnes accessibles ;
- 150 lux pour chaque escalier et équipement mobile.

Lorsque la durée de fonctionnement d'un système d'éclairage est temporisée, l'extinction est progressive. Dans le cas d'un fonctionnement par détection de présence, la détection couvre l'ensemble de l'espace concerné et deux zones de détection successives se chevauchent obligatoirement. La mise en œuvre des points lumineux évite tout effet d'éblouissement direct des usa-

gers en position « debout » comme « assis » ou de reflet sur la signalétique.

L'arrêté du 27 décembre 2018 est relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses. Il s'applique aux installations d'éclairage :

- a) extérieur destiné à favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens et le confort des usagers sur l'espace public ou privé, en particulier la voirie, à l'exclusion des dispositifs d'éclairage et de signalisation des véhicules, de l'éclairage des tunnels, aux installations d'éclairage établies pour assurer la sécurité aéronautique, la sécurité ferroviaire et la sécurité maritime et la sécurité fluviale ;
- b) de mise en lumière du patrimoine, tel que défini à l'article L.1 du Code du patrimoine, du cadre bâti, ainsi que des parcs et jardins privés et publics accessibles au public ou appartenant à des entreprises, des bailleurs sociaux ou des copropriétés ;
- c) des équipements sportifs de plein air ou découvrables ;
- d) des bâtiments non résidentiels, recouvrant à la fois l'illumination des bâtiments et l'éclairage intérieur émis vers l'extérieur de ces mêmes bâtiments, à l'exclusion des gares de péage ;
- e) des parcs de stationnements non couverts ou semi-couverts ;
- f) événementiel extérieur, constitué d'installations lumineuses temporaires utilisées à l'occasion d'une manifestation artistique, culturelle, commerciale, sportive ou de loisirs ;





© Sylvania

g) de chantiers en extérieur.

Les exigences sont différentes selon ces cas, voir le détail par application page 23 et suivantes.

B. Les normes techniques

Ces normes techniques servent à évaluer ou mesurer le respect des exigences réglementaires. Certaines sont d'application obligatoire, mais la plupart sont d'application volontaire. Elles sont régulièrement mises à jour en fonction des progrès techniques. Dans les cahiers des charges, en l'absence d'autres référentiels techniques objectifs, il est utile de s'y référer en utilisant la dernière version publiée.

- **NF EN 6058-1** : spécifie, pour les luminaires incorporant des sources lumineuses électriques, les exigences générales de sécurité pour le fonctionnement à des tensions d'alimentation jusqu'à 1 000 V. Les exigences et les essais correspondants de cette norme concernent la classification, le marquage, la construction mécanique et électrique. Cette norme comprend plusieurs parties dont certaines sont spécifiques aux luminaires d'éclairage extérieur comme la NF EN 60598-2-3.

- **NF EN 12464-2** : décrit les exigences d'éclairages pour les postes de travail extérieurs.
- **NF EN 13201** : concerne les exigences de performance, d'aide au dimensionnement des installations d'éclairage extérieur et à la sélection des classes d'éclairage. Elle a également pour objectif d'optimiser les performances énergétiques.
- **NF EN 13032-2** : spécifie les données requises pour vérifier la conformité des lampes et des luminaires aux exigences de la norme 12464-2 et indique les données qui sont communément utilisées pour l'éclairage des lieux de travail extérieurs.
- **NF EN 13032-5** : présente des données relatives aux luminaires utilisés pour l'éclairage public.
- **NF C 17-200** : précise les règles de sécurité spécifiques aux installations électriques connectées au réseau à l'extérieur des bâtiments : éclairage public, feux de signalisation routière, vidéoprotection, infrastructures de recharge des véhicules électriques, coffrets permanents de prises de courant pour foires et marchés, installations temporaires d'illuminations, fontaines à eau.
- **NF C 15-100** : porte sur les installations électriques à basse tension des bâtiments et de leurs espaces extérieurs.
- **NFC 18-510** : énumère les règles concernant les opérations sur les ouvrages et les installations électriques dans un environnement électrique, ainsi que la prévention du risque électrique.
- **XP X90-013** : définit une méthode permettant de minimiser les nuisances nocturnes dues à la lumière qui émane directement des sources lumineuses vers la voûte céleste ou y est réfléchi par le sol. Elle concerne les projets d'éclairage extérieur pour les nouvelles réalisations ou la rénovation des installations existantes.

ÉCOCONCEPTION

A. Analyse du cycle de vie (ACV)

L'analyse du cycle de vie est l'outil le plus abouti en matière d'évaluation globale et multicritères des impacts environnementaux. Cette méthode normalisée permet de mesurer les effets de produits ou de services sur l'environnement.

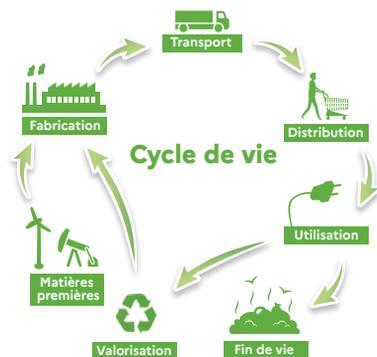
L'ACV recense et quantifie, tout au long de la vie des produits, les flux physiques de matière et d'énergie associés aux activités humaines. Elle en évalue les impacts potentiels puis interprète les résultats obtenus en fonction de ses objectifs initiaux. Sa robustesse est fondée sur une double approche.

1. UNE APPROCHE « CYCLE DE VIE »

Qu'il s'agisse d'un bien, d'un service, voire d'un procédé, toutes les étapes du cycle de vie d'un produit sont prises en compte pour l'inventaire des flux, du « berceau à la tombe » : extraction des matières premières énergétiques et non énergétiques nécessaires à la fabrication du produit, distribution, utilisation, collecte et élimination vers les filières de fin de vie ainsi que toutes les phases de transport.

2. UNE APPROCHE « MULTICRITÈRES »

Une ACV se fonde sur plusieurs critères d'analyse des flux entrants et sortants. On appelle « flux » tout ce qui entre dans la fabrication du produit et tout ce qui sort en matière de pollution. Parmi les flux entrants, on trouve, par exemple, ceux des matières et de l'énergie : ressources en fer, eau, pétrole, gaz. Quant aux flux sortants, ils



peuvent correspondre aux déchets, émissions gazeuses, liquide rejeté, etc.

La collecte des informations relatives aux flux est une étape importante de l'ACV. Ils sont quantifiés à chaque étape du cycle et correspondent à des indicateurs d'impacts potentiels sur l'environnement. La complexité des phénomènes en jeu et de leurs interactions est une source d'incertitude sur la valeur réelle des impacts, c'est pourquoi on les qualifie de « potentiels ».

3. UN OUTIL NORMALISÉ

Bien que l'ACV ait été qualifiée d'expérimentale, voire de partielle au début des années 1990, sa pratique, sa diffusion et, surtout, sa normalisation au niveau international en font aujourd'hui un outil performant et reconnu. La normalisation internationale ISO ([14040](#) à [14043](#)), développée à partir de 1994, a fixé les bases méthodologiques et déontologiques de ce type d'évaluation, favorisant une harmonisation de la méthodologie employée, davantage de robustesse et de fiabilité des résultats et une communication plus formalisée (exigence d'une revue critique pour les ACV comparatives). D'après la norme ISO 14040, l'ACV est une « compilation et évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie ».



B. Déclaration environnementale du produit (PEP)

Dans le secteur de l'éclairage, les règles spécifiques d'élaboration des ACV avec certification tierce partie publiées en 2018 permettent désormais d'évaluer au mieux l'impact environnemental des luminaires.

1. PEP ÉCOPASSPORT, UN PROGRAMME RECONNU POUR MESURER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Créée en 2010, l'association PEP (Profil Environnemental Produit) a pour vocation de porter le programme de déclarations environnementales PEP Écopassport, pour la filière des équipements électriques du bâtiment. Les membres fondateurs de l'association sont des syndicats de la filière électrique – adhérents à la FIEEC – et des entreprises en leur nom propre.

L'objectif du programme PEP Écopassport est de permettre une évaluation de l'impact environnemental des produits électriques du bâtiment et de certifier ces évaluations, grâce à un réseau de vérificateurs habilités. Le programme PEP Écopassport est reconnu par l'ensemble des acteurs de la filière. Au niveau national, par exemple, les pouvoirs publics reconnaissent les fiches PEP (fiches qui déclarent l'impact environnemental du produit) comme satisfaisant aux exigences de certification tierce partie des allégations environnementales de l'arrêté du 31 août 2015.

2. DES RÈGLES SPECIFIQUES AU SECTEUR DE L'ÉCLAIRAGE

Pour fonctionner, le programme PEP Écopassport s'appuie sur la norme interna-

tionale de référence [ISO 14025](#) et sur une analyse du cycle de vie multicritères. Il comporte des règles générales communes à tous les équipements électriques du bâtiment (*Product Category Rules - PCR*) et un ensemble de règles spécifiques à chaque catégorie (*Product Specific Rules - PSR*). Grâce à la publication, en juillet 2018, du [PSR Luminaires](#), il est possible de déterminer l'impact environnemental des luminaires de manière plus équitable. En effet, les hypothèses choisies sont communes à toute la famille de produits (scénario d'utilisation, de fin de vie...), avec deux bénéfices principaux :

- faire des ACV (et des fiches PEP) devient plus aisé car les fabricants sont aidés par les règles du PSR pour conduire cette analyse ;
- la comparaison de l'impact environnemental des luminaires entre eux est améliorée car disposer de règles communes permet de mettre les produits sur le même pied d'égalité.

3. UNITÉ FONCTIONNELLE UNIVERSELLE POUR L'ÉCLAIRAGE

Le PSR Luminaires spécifie l'unité fonctionnelle suivante : « Assurer un éclairage qui délivre un flux lumineux artificiel ramené à 1 000 lumens pendant une durée de vie de référence de 35 000 heures ». Celle-ci convient pour tous types de luminaires, et sera considérée à toutes les étapes du cycle de vie du produit. Les scénarios décrits dans le PSR permettent ensuite de déterminer l'impact environnemental du luminaire de manière équitable.

Plus de détails sur :

http://www.pep-ecopassport.org/fileadmin/user_upload/PSR-0014-ed1-FR-2018_07_18.pdf

COLLECTE ET TRAITEMENT DES DÉCHETS D'ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES (DEEE)



L'éco-organisme [ecosystem](#) est agréé pour la collecte et le traitement des lampes usagées, des luminaires utilisés par les ménages ou les professionnels, et de leurs systèmes de commande et de gestion. Il coordonne le traitement (dépollution, recyclage ou valorisation des matières récupérées) des lampes et des luminaires usagés. Différents dispositifs de collecte sont proposés : apport dans un point de collecte, ou enlèvement directement sur site, en fonction des volumes concernés et de la fréquence du besoin. Conformément au Code de l'environnement, le fait de remettre des déchets à un éco-organisme agréé pour les traiter relève les producteurs du déchet (ici le maître d'ouvrage) de toute responsabilité quant au devenir des déchets.

A. Lampes

Il s'agit de toutes les lampes à décharge et sources à LED qui portent le symbole « poubelle barrée » et principalement : les tubes fluorescents et tubes LED, les lampes fluocompactes, à vapeur de mercure, au sodium basse ou haute pression, aux iodures métalliques, et les lampes à LED.

B. Luminaires ménagers

Depuis le 15 août 2018, cette catégorie désigne les luminaires intérieurs, extérieurs ou de sécurité, incluant leurs organes de

commande et leurs alimentations, quel que soit le canal de distribution, pouvant être en possession des ménages et donc appartenant à ce titre à la catégorie « ménager ».

C. Luminaires professionnels

Il s'agit également des luminaires intérieurs, extérieurs ou de sécurité, incluant leurs organes de commande et leurs alimentations, destinés aux usages professionnels, et qui, du fait de leur conception ou de leur usage, ne sont pas destinés à être utilisés par les ménages.

D. La collecte des lampes et luminaires

Le maître d'ouvrage est légalement responsable du devenir des déchets générés par les travaux de maintenance, rénovation et démolition réalisés sur son patrimoine immobilier. Il doit à ce titre s'assurer que les entreprises auxquelles il fait appel déposent et conditionnent de façon appropriée les équipements et matériaux dont il souhaite se séparer, pour permettre leur traitement/recyclage dans des conditions respectueuses du Code de l'environnement. Le maître d'ouvrage s'assure, dès le stade du référencement ou des appels d'offre, que les candidats à la fourniture d'équipements électriques ou à leur maintenance, seront à même

de répondre aux obligations de prise en charge des DEEE issus de leurs prestations.

– faire traiter les DEEE (articles R543-200 du Code de l'environnement) ou les remettre à un éco-organisme agréé (articles R543-188 ou R543-196 du Code de l'environnement) ;

– fournir le cas échéant un justificatif du partenariat de collecte qui le lie avec un ou des éco-organismes.

À la fin du marché et à chaque date anniversaire de ce dernier si sa durée est supérieure à un an, transmettre au maître d'ouvrage une attestation sur l'honneur précisant pour l'année écoulée les quantités de DEEE évacués dans le cadre du marché et leur destination finale.

E. Les textes de référence

• **Loi 75-633 du 15 juillet 1975** : « Toute personne qui produit ou détient des déchets... est tenue d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination », dans des filières respectueuses de l'environnement. Le producteur du déchet est légalement responsable de sa complète élimination sauf à le remettre à un éco-organisme agréé par les pouvoirs publics dans le cadre des filières REP (responsabilité élargie du producteur).

• **Décret n° 2002-540 du 18 avril 2002** relatif à la classification des déchets : il identifie les lampes contenant du mercure, comme déchets dangereux.

• **Décret n° 2005-829 du 20 juillet 2005** relatif à la composition des équipements électriques et électroniques et à l'élimination des déchets issus de ces équipements. Il impose aux producteurs d'organiser et de financer la collecte et l'élimination des équipements qu'ils mettent sur le marché (lampes à décharge

– dont les tubes fluorescents – lampes LED, luminaires à usage professionnel : DEEE professionnels).

• **Décret n° 2011-610 du 31 mai 2011** relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition totale ou partielle de certains bâtiments. Préalablement à la demande de permis de démolir de tout bâtiment de plus de 1 000 m², le maître d'ouvrage fait procéder, par un expert indépendant, à un inventaire des déchets que générera le chantier. Au terme de celui-ci, le maître d'ouvrage communique aux pouvoirs publics la destination de tous les déchets ayant fait l'objet de l'inventaire préalable.

• **Décret n° 2012-617 du 2 mai 2012** relatif à la gestion des déchets de piles et accumulateurs et d'équipements électriques et électroniques.

L'ensemble de ces décrets a été codifié dans le chapitre 1^{er} – Prévention et gestion des déchets – du titre 4 du livre V du Code de l'environnement.

• **Loi n° 2020-105 du 10 février 2020** relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire introduit plusieurs obligations relatives à la caractérisation et à la traçabilité des déchets :

– article 51 : extension aux chantiers de réhabilitation significative de plus de 1 000 m² de l'obligation de faire réaliser un diagnostic préalable relatif aux quantités et à la destination des déchets, produits et matériaux générés par les travaux ;

– article 106 : les devis relatifs aux travaux de construction, rénovation et démolition, mentionnent les modalités d'enlèvement et de gestion des déchets générés par les travaux. L'entreprise ayant réalisé les travaux transmet à son client les bordereaux de remise des déchets aux installations autorisées pour les traiter.

OUTIL DE CALCUL EN COÛT GLOBAL

		connecté réseau	non connecté réseau
Investissement			
Nombre de luminaires	a		
Coût du luminaire	b	€ TTC	€ TTC
Coût de pose par luminaire (mât + massif + coffret)	c	€ TTC	€ TTC
Coût de tranchée par luminaire (100 € du mètre linéaire)	d	€ TTC	NA
Coût fourni, posé luminaire + appareillage (TTC)		$a \times (b + c + d)$	$a \times (b + c)$
FCTVA (16 %)	e		
Consommation			
Puissance nominale par luminaire (incluant le driver)	f	W	W
Durée de fonctionnement annuelle	g	h	h
Pourcentage de temps par an de gradation/extinction	h	%	%
Niveau de puissance après gradation/extinction	i	%	%
Prix du kWh inclus abonnement	j	€ TTC	€ TTC
Évolution annuelle moyenne du coût du kWh sur 25 ans	k	%	%
Coût de la consommation sur 25 ans		$a \times (f \times (g \times (1 - h)) + f \times g \times (h \times i) / 1\,000 \times j \times (1 - (1 + k)^{25}) / (1 - (1 + k)))$	0
Maintenance			
Durée de vie utile du luminaire (dépend de la perte de flux)	l	h	h
Coût du remplacement du module et driver	m	€ TTC	€ TTC
Fréquence de nettoyage par an (ici tous les 4 ans : $0,25 \times 4 = 1$)	n	0,25	0,25
Coût du nettoyage (luminaire et PV selon le cas)	o	€ TTC	€ TTC
Durée de vie économique de la batterie	p	NA	ans
Coût batterie	q	NA	€ TTC
Coût changement de batterie (recyclage inclus)	r	NA	€ TTC
Durée de vie économique des PV	s	NA	ans
Coût du PV	t	NA	€ TTC
Coût de remplacement du PV	u	NA	€ TTC
Coût de la maintenance sur 25 ans		$a \times ((25 \times g) / l \times m + 25 \times n \times o)$	$a \times ((25 \times g) / l \times m + 25 \times n \times o + 1 \times (q + r) + (25 / s) \times (t + u))$
Coût fourni posé, luminaire + appareillage		€ TTC	€ TTC
Coût de la consommation sur 25 ans		€ TTC	0
Coût de la maintenance sur 25 ans		€ TTC	€ TTC
Coût total		€ TTC	€ TTC

AIDES AU FINANCEMENT

A. Certificats d'économies d'énergie (CEE)

Les certificats d'économies d'énergie peuvent représenter une aide financière au maître d'ouvrage pour la rénovation de ses installations d'éclairage.

Le dispositif des CEE repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée aux fournisseurs d'énergie. Ces économies sont exprimées en kWh cumulés actualisés (cumac) : kWh économisés cumulés sur la durée de vie conventionnelle d'un équipement et corrigés d'un coefficient d'actualisation. Environ 300 fiches d'opérations standardisées, c'est-à-dire d'actions dont les économies attendues ont été pré-calculées, sont identifiées. Il s'agit du répertoire des meilleures technologies ou pratiques disponibles, dans tous les usages de l'énergie et tous secteurs d'activités.

Pour l'éclairage extérieur, les [fiches d'opérations standardisées](#) sont les suivantes :

- RES-EC-101 : système de régulation de tension en éclairage extérieur ;
- RES-EC-102 : système de maîtrise de la puissance réactive en éclairage extérieur ;
- RES-EC-103 : système de variation de la puissance en éclairage extérieur ;
- RES-EC-104 : rénovation d'éclairage extérieur par dépose de luminaires et mise en place de luminaires neufs dont la source lumineuse peut être remplacée ;
- RES-EC-107 : mise en place d'une ou plusieurs horloge(s) astronomique(s) pour commander un éclairage extérieur.



© Ragni

La preuve des travaux d'économie d'énergie réalisés intéresse les fournisseurs d'énergie (ou leur représentants), auxquels l'État impose de concourir à la transition énergétique en incitant les maîtres d'ouvrages à réaliser des rénovations. Elle peut être négociée dans le cadre d'un marché de gré à gré et ainsi concourir au financement de l'investissement.

Les fiches standardisées concernant l'éclairage sont susceptibles d'évoluer fréquemment pour suivre les changements du marché de l'éclairage. Les fiches en vigueur sont consultables via l'adresse suivante : <https://www.ecologie.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie>.

B. La taxe communale sur la consommation finale d'électricité (TCCFE)¹⁸

Jusqu'à présent les communes ou les syndicats de communes ou mixtes ayant la qualité d'AODE (Autorité organisatrice de la distribution d'énergie) sont fondées à percevoir la TCCFE : elle est alors destinée au financement de travaux sur le réseau de distribution d'électricité mais également au financement d'opérations d'éclairage public communales. Les AODE peuvent percevoir la TCCFE à la place des communes membres de moins de 2 000

¹⁸ *Guide de l' élu local et intercommunal. Éclairage public.* FNCCR, 2021.

habitants, ainsi que celles pour lesquelles elles percevaient cette taxe à leur place au 31 décembre 2010. Elles peuvent également percevoir cette taxe à la place des autres communes avec leur accord, à condition de leur en reverser une partie. Le taux de la TCCFE, fixé par chaque commune via son conseil municipal, est d'environ 8 % de la consommation des usagers ayant souscrit une puissance inférieure ou égale à 250 kVa. Il peut toutefois varier entre 0 et 8,5 %.

C. Les fonds de concours¹⁹

Un fonds de concours désigne le versement de subvention entre un établissement public de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre et ses communes membres ou entre un syndicat intercommunal ou mixte exerçant la compétence d'autorité organisatrice de la distribution publique d'électricité (syndicat d'énergie) et ses membres afin de financer la réalisation ou le fonctionnement d'un équipement.

S'agissant des EPCI à fiscalité propre, le montant total des fonds de concours ne peut excéder la part du financement assurée, hors subventions, par le bénéficiaire du fonds de concours (règle de la participation minimale). S'agissant des syndicats d'énergie, le montant total des fonds de concours ne peut excéder 75 % du coût hors taxes de l'opération concernée.

Les fonds de concours peuvent être utilisés entre les communes et les AODE pour des opérations de maîtrise de la consommation d'électricité de l'éclairage public, telles que le remplacement des luminaires énergivores ou des dispositifs de réduction de puissance ou d'extinction, totale ou partielle, aux heures où l'éclairage n'est pas utile.



© Selux. Photo Xavier Boymond

D. Financements bancaires et tiers financements

De grands établissements bancaires engagés dans la transition énergétique proposent des solutions de financement des investissements de rénovation des installations d'éclairage.

La Caisse des dépôts est porteuse d'importants programmes d'actions pour faciliter les rénovations énergétiques dans les collectivités locales.

Les contrats de performance énergétique (CPE) sont des partenariats publics/privés associés à des engagements de résultat. Ils comprennent souvent la maintenance des installations et offrent des possibilités de tiers financement pour l'investissement. Pour les collectivités locales, des initiatives de type « intracting » fournissent également des solutions de financement de la rénovation.

E. L'éclairage en location

Certaines sociétés, fabricants ou autres, proposent, avec des contrats spécifiques, des solutions de location d'installations d'éclairage, avec une maintenance continue des performances et possibilité de remise à niveau des luminaires afin d'améliorer le service apporté par l'éclairage.

¹⁹ Guide de l'élu local et intercommunal. Éclairage public. FNCCR. 2021.

Les partenaires

ADEME : agence de la transition écologique. www.ademe.fr

Syndicat de l'éclairage : fabricants de lampes, luminaires et systèmes de gestion de l'éclairage. www.syndicat-eclairage.com

ACE : Association des concepteurs lumière et éclairagistes. www.ace-fr.org

AFE : Association française de l'éclairage. www.afe-eclairage.fr

CAPEB : Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment. www.capeb.fr

CSTB : Centre scientifique et technique du bâtiment. www.cstb.fr/fr

ecosystem : éco-organisme qui organise la collecte et le recyclage des équipements d'éclairage. www.ecosystem.eco

FDME : Fédération des distributeurs en matériel électrique. www.fdme.net

FFIE : Fédération française des intégrateurs électriciens. www.ffie.fr

FNCCR : Fédération nationale des collectivités concédantes et régies www.fnccr.asso.fr

SERCE : Syndicat des entreprises de la transition énergétique et numérique. www.serce.fr

Remerciements

Romain Sordello, MNHN (Muséum national d'histoire naturelle)

Paul Verny et Matthieu Iodice, CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement)

Dans la même collection, à télécharger à partir de la librairie sur le site de l'ADEME et des sites des partenaires

Rénover l'éclairage des bâtiments tertiaires (2020)

Rénovation de l'éclairage des plateformes logistiques et entrepôts (2017)

Rénovation de l'éclairage des commerces de centre-ville (2013)

Éclairage des parties communes des bâtiments tertiaires et résidentiels (2012)

Repères bibliographiques

Dépenses énergétiques des collectivités locales, ADEME, Caisse des Dépôts, FNCCR, AITF, CEP. 2019.

Guide de l' élu local et intercommunal. Éclairage public. FNCCR. 2021.

Publications de l'Association française de l'éclairage relatives à l'éclairage extérieur.

Trame noire - Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre, par Romain Sordello, Fabien Paquier et Aurélien Daloz. Publié par l'Office français de la biodiversité, mars 2021.

Annexe SSL : Solid State Lighting, Association internationale de l'énergie.

Les défis de l'éclairage public, par Roger Narboni, Concepto, et Fanny Guerard, responsable éclairage public, smart city et environnement, ville d'Asnières-sur-Seine. Territorial Éditions. 2021.

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources. Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse. Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions. À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

www.ademe.fr

ou suivez-nous sur [@ademe](https://twitter.com/ademe)

Les collections de l'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur :

Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert :

Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent :

Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en oeuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir :

Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



Rénover l'éclairage extérieur

La rénovation de l'éclairage extérieur permet, en utilisant les dernières technologies de manière raisonnée, d'allier les économies d'énergie et les impératifs environnementaux de sauvegarde de la biodiversité, tout en améliorant le service rendu au citoyen.

Ce guide présente les prescriptions de base pour le matériel et sa gestion afin de respecter les normes et les exigences réglementaires relatives à l'efficacité énergétique et la limitation des nuisances lumineuses pour de nombreuses situations : éclairage des déplacements et de la voirie, mise en lumière du patrimoine, éclairage des parcs et jardins, des équipements sportifs, des bâtiments non résidentiels, des parcs de stationnement, éclairages événementiels et de chantier, ainsi que dans les espaces protégés.

Au-delà de la réglementation, la rénovation d'une installation d'éclairage public est l'occasion d'en faire le vecteur des territoires intelligents, grâce au maillage dense de son réseau, ses supports en hauteur qui peuvent accueillir différents outils et son alimentation électrique dédiée. Les lampadaires solaires autonomes sont une solution à envisager dans bien des cas. Un outil de calcul en coût global permet de comparer cette solution avec des lampadaires connectés au réseau. Enfin, quelques pistes de financement sont recensées pour faciliter la mise en œuvre de la modernisation du parc d'éclairage extérieur.

Rénover l'éclairage extérieur permet de limiter son impact sur la biodiversité, de réduire les consommations énergétiques, et s'inscrit ainsi pleinement dans la transition écologique.

