

ÉDITION 2024

Charte éclairage & biodiversité





Sommaire

- 3** Édito
- 4** Les enjeux de l'éclairage public
- 5** Un projet d'éclairage
- 19** Les équipements
- 30** Réduire l'impact sur l'environnement
- 34** Conclusion
- 42** Glossaire



Pour un éclairage
économe et
de qualité

► Édito



Le Syndicat Départemental d'Énergie 35 (SDE35), autorité organisatrice de la distribution d'électricité sur l'ensemble du département d'Ille-et-Vilaine, est doté d'une compétence en éclairage public depuis 2007 pour la maintenance et 2015 pour les travaux. Aujourd'hui, il est le gestionnaire de l'éclairage public pour 230 collectivités comprenant la gestion de plus de 82 000 points lumineux et 2 930 armoires d'éclairage.

La sobriété énergétique passe avant tout par le changement de comportement et d'attitude pour infléchir la consommation énergétique. Le SDE35, en tant qu'acteur public des énergies, joue un rôle central dans cette prise de conscience collective.

Avec un parc d'une puissance cumulée équivalente à 9,4 MW, le Syndicat se doit de maîtriser cette puissance utilisée principalement lors des pics de consommation.

Pour cela, le Syndicat s'est donné pour objectif de réduire de 30 % la consommation énergétique du parc d'éclairage d'ici 2027. L'économie énergétique cumulée serait alors de 3,6 GWh.

En 2013, le Syndicat publiait une charte de l'éclairage pour un éclairage économe et de qualité ; document pédagogique et pratique à l'attention des élus et agents des collectivités locales.

Cependant, l'éclairage public a depuis beaucoup évolué vers plus de sobriété et un meilleur respect de la biodiversité.

Cette nouvelle charte intègre donc ces éléments et un glossaire destiné à expliciter les nombreux termes techniques employés par les professionnels de l'éclairage.

Christelle LONCLE

Vice-Présidente du SDE35,
en charge de l'Éclairage public

Olivier DEHAESE

Président du SDE35

►► L'éclairage public a beaucoup évolué vers plus de sobriété et un meilleur respect de la biodiversité

Les enjeux de l'éclairage public

Enjeu 1

Réduire les consommations énergétiques

L'éclairage public en France représente 1 260 MW de puissance appelée, soit l'équivalent d'une tranche de centrale nucléaire, et la consommation annuelle est d'environ 4.7 TWh.

Péninsule électrique, la Bretagne ne produit que 20 % de l'électricité qu'elle consomme. La capacité maximale de son réseau électrique s'approche de la rupture lors des périodes de pointes hivernales qui coïncident avec celles de l'allumage de l'éclairage public. La gestion raisonnée de l'éclairage public répond à un double objectif : limiter les coûts pour les collectivités et éviter les ruptures électriques.

Un des leviers est de **réduire le temps d'utilisation de l'éclairage afin de réduire sa consommation tout en pilotant son allumage et ainsi réduire les pics de consommation.**

Enjeu 2

Intégrer la biodiversité dans les projets d'éclairage

Certains luminaires éclairent autant le ciel et les environs que le sol à l'endroit désiré. Ils gênent ainsi la vie de nombreuses espèces animales et végétales, empêchent de profiter du ciel étoilé et créent parfois des zones sur-éclairées. La préservation de l'environnement nocturne est désormais réglementée par l'arrêté du 27 décembre 2018 et ses dernières révisions.

Cette réglementation est désormais centrale dans la conception de tout projet d'éclairage public, et doit être appliquée pour toutes les opérations.

Enjeu 3

Intégrer les projets privés

Les travaux neufs d'éclairage en lotissement ou ZAC sont généralement rétrocédés à la commune à la fin des travaux.

Il est donc essentiel de sensibiliser les acteurs privés de l'aménagement aux enjeux de préservation de la biodiversité et de sobriété énergétique. Le Syndicat met à disposition des aménageurs un ensemble de prescriptions à intégrer dans leurs études et travaux.

Les voiries et réseaux des lotissements privés étant souvent rétrocédés aux communes au bout de quelques années, elles ont toute légitimité pour être associées au choix de matériels dont elles devront par la suite, via le SDE35, assumer la maintenance et les consommations électriques.

Enjeu 4

Renouveler un parc d'éclairage obsolète

L'éclairage public permet de voir et d'être vu. Sécurité et confort des usagers de l'espace public en sont les principaux enjeux.

Le parc d'éclairage a une moyenne d'âge de 25 années avec un taux de renouvellement proche de 1.5 %. Il faudrait donc 51 ans pour le renouveler complètement alors que sa durée de vie est estimée à 30 ans. Le nombre de points lumineux par habitant est d'environ 160 pour 1000 habitants.

Enjeu 5

Éclairer « Juste »

L'éclairage public est souvent ressenti par les communes comme une contrainte, une dépense. C'est oublier qu'il s'agit, en premier lieu, d'un service public permettant de sécuriser les habitants et les espaces.

Le Maire par son pouvoir de Police, est responsable des horaires et des lieux devant être éclairés. **Le SDE35, lui, est responsable du respect des normes en vigueur quand la ville est éclairée.**

Les dernières avancées technologiques permettent aux collectivités de disposer d'un autre outil que l'extinction pour réduire leur consommation. La rénovation permet ainsi de réduire les consommations énergétiques tout en redonnant aux collectivités la possibilité d'être plus efficaces en matière d'éclairage de leurs espaces publics, en fonction des usages et des espaces, tout en réduisant au maximum la perturbation du monde nocturne.

Un projet d'éclairage

Un projet d'éclairage se veut aussi 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.

L'éclairage public est un moyen au service des usagers, qui relève du devoir de police du Maire (cf. articles L 2212-1 et L 2212-2 du CGCT). Toutefois, les textes n'imposent pas l'obligation d'éclairer.

► La logique de hiérarchisation de la voirie pour définir des niveaux d'éclairement est essentielle

► L'utilité de l'éclairage

Le besoin de réaliser des économies d'énergie ne doit pas occulter l'utilité de l'éclairage public et les obligations en matière de devoir de police du Maire. Une maintenance maîtrisée et une rénovation ciblée permettent une baisse des consommations énergétiques, tout en maintenant un service aux populations et en préservant leur sécurité.

► Les préconisations liées aux différents types d'éclairage

#1 La hiérarchisation des voies

La logique de hiérarchisation de la voirie pour définir des niveaux d'éclairement est essentielle.

Qu'il s'agisse d'un axe structurant, d'une voie résidentielle, d'une piste cyclable ou d'un cheminement piéton, l'éclairage ne peut être conçu de la même manière. Une hiérarchisation de la voirie communale permet de définir des niveaux d'éclairement (hauteurs de feux, types de luminaires, inter-distances et puissance des sources) appropriés à chaque type de voie, de manière cohérente avec le reste de la commune. La logique de hiérarchisation de la voirie pour définir des niveaux d'éclairement est essentielle.

#2 Utilité de l'éclairage

Le besoin de réaliser des économies d'énergie ne doit pas occulter l'utilité de l'éclairage public et les obligations en matière de devoir de police du Maire. Une maintenance maîtrisée et une rénovation ciblée permettent une baisse des consommations énergétiques, tout en maintenant un service aux populations et en préservant leur sécurité. La norme européenne Éclairage public EN 13-201 définit des niveaux d'éclairement en fonction du type d'usagers, de la vitesse autorisée, du trafic et du type de chaussée. Elle rend compte de toutes les exigences et particularités rencontrées par les organismes de normalisation des pays de l'Union Européenne. Il est possible de retrouver le détail des enjeux d'application de cette norme au travers, notamment, des publications de L'Association Française de l'Éclairage (AFE) et de la Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et des Régies (FNCCR).

En cas d'action en justice de plaignants, la preuve du respect de la norme est une justification de la qualité de l'installation contestée. Toutefois, l'application de la norme n'est pas obligatoire. La Justice étudiera les moyens mis en œuvre par la collectivité par rapport aux besoins d'éclairage dans le cadre d'un danger, d'une problématique spécifique motivant le recours à l'éclairage.



#3 Le déplacement et 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 aérienne, ferroviaire, maritime ou fluviale ne sont pas concernés. Il n'y a pas d'obligation sur l'exigence de temporalité (allumage/extinction) en matière d'éclairage public. Seules les installations d'éclairage situées dans une zone d'activité économique, 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.

Entrent également dans le champ de ce chapitre la mise en lumière 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.

► Ces outils permettent de mettre en place plusieurs intentions qui donnent à voir d'autres facettes des monuments, à des coûts raisonnables



C'est seulement pour les parcs et jardins qu'il existe des exigences de DSFLI (Densité Surfactive du Flux Lumineux Installée) : elle ne doit pas dépasser 25 lm/m² en agglomération et 10 lm/m² hors agglomération. Les Parcs Naturels Régionaux et Nationaux rencontrent des exigences particulières en termes de température de couleur (voir figure 4).

#4 La 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.



● La mise en lumière du patrimoine

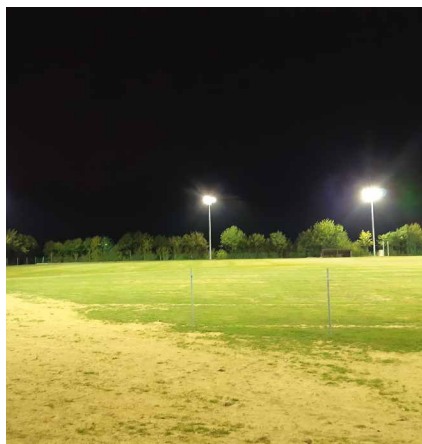
L'éclairage architectural a également évolué vers des puissances beaucoup moins fortes, grâce aux nouvelles technologies qui permettent de mieux maîtriser l'équilibre des contrastes, allant vers plus de sobriété et laissant de côté les gros projecteurs de 400 W au profit de luminaires miniaturisés. Ainsi, 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 ».

Les plots au sol et les encastrés au sol doivent être proscrits tout comme l'éclairage direct des végétaux.

● 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 un éclairage adapté en le limitant à quelques zones de circulation de piétons.

► Les parcs de stationnement annexés à un équipement sportif doivent respecter les obligations

#5 Les 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.

#6 Les 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 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.

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 %.

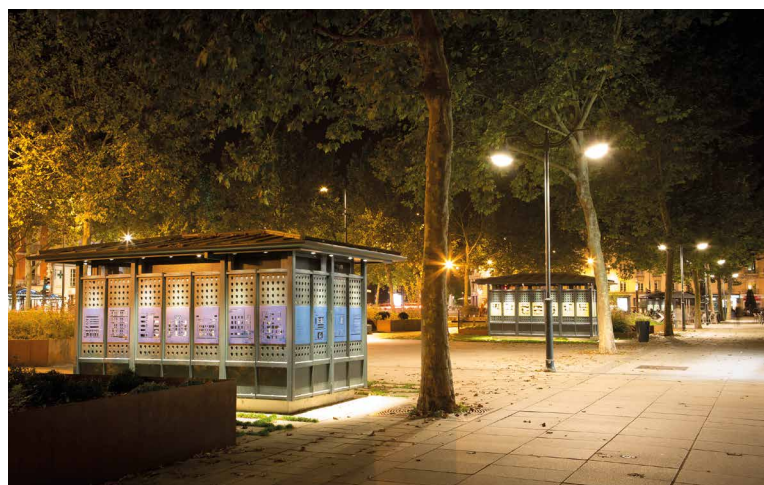
Comme pour l'éclairage des déplacements, les lanternes de style sont exemptées des exigences sur l'ULR jusqu'au 31 décembre 2023, et les luminaires qui présentent un ULR supérieur à 50 % sont remplacés avant janvier 2025.

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.



#7 L'accessibilité des personnes à mobilité réduite

Un arrêté ministériel du 1^{er} août 2006 fixe les dispositions relatives à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public (ERP) et des installations ouvertes au public lors de leur construction ou de leur création :

« Le dispositif d'éclairage artificiel [...] doit permettre d'assurer des valeurs d'éclairement mesurées au sol d'au moins 20 lux moyen du cheminement extérieur accessible ; Des valeurs d'uniformité auraient pu être introduites pour garantir un réel confort des usagers handicapés et permettre de diminuer ces niveaux d'éclairement excessifs. »

Pour faciliter l'interprétation de cet arrêté, le ministère de l'égalité des territoires et du logement a publié, dans la rubrique « Questions / Réponses » de son site « Réglementation Accessibilité » des éléments qui devraient servir de référence en cas d'action en justice :

« Par « valeur d'éclairement minimale mesurée au sol en tout point », il faut comprendre « niveau d'éclairement moyen horizontal à maintenir ». [...] L'éclairement moyen à maintenir de 50 lux est à respecter dans les circulations piétonnes des parcs de stationnement couverts uniquement. Les parkings extérieurs, quant à eux, doivent respecter la même exigence de 20 lux moyens à maintenir, que ce soit sur les places de stationnement elles-mêmes, ou bien sur les cheminements piétons de ces parkings. »

Compte tenu de ces exigences réglementaires, des solutions techniques astucieuses doivent être recherchées. Deux exemples de pistes à étudier et expérimenter :

- des boucles de détection sous les places de stationnement des personnes à mobilité réduite qui déclenchent l'allumage de luminaires LED lorsqu'elles identifient l'arrivée d'un véhicule ;
- un éclairage spécifique du cheminement accessible, complémentaire avec l'éclairage du lieu.

► L'éclairage

Un rapport de l'ANSES de mai 2019 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.

#1 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.

● Les unités d'éclairage

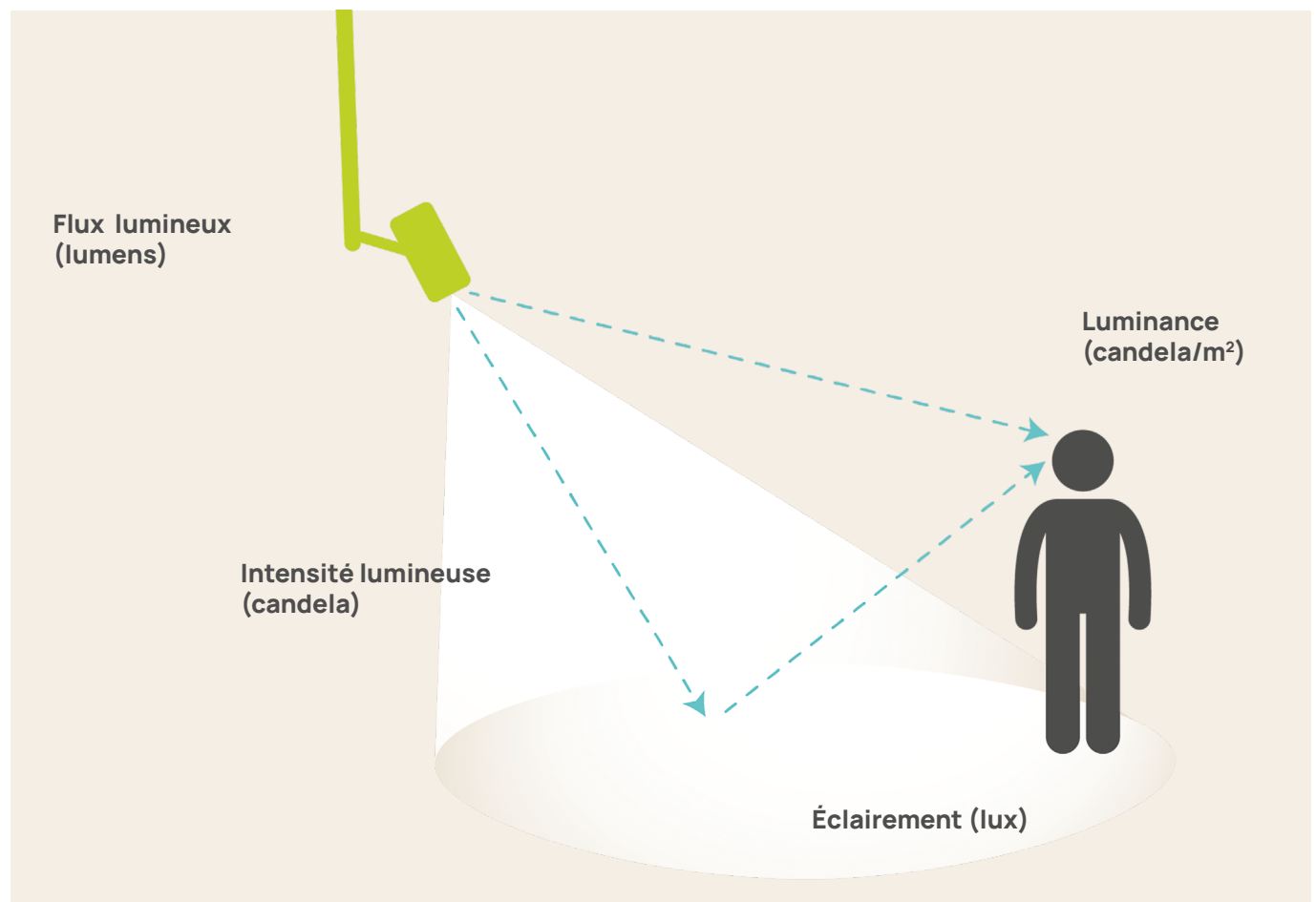


Schéma d'explication des unités de lumière artificielle -
Source : « Données Observatoire de la nuit »

#2 L'uniformité d'éclairage

Des luminaires trop espacés, un flux mal dirigé ou des optiques non adaptées au site génèrent des zones de moindre éclairage, voire des zones d'ombres qui provoquent un inconfort visuel.

L'uniformité d'éclairage est donc primordiale. Elle consiste à obtenir un éclairage de même niveau sur l'ensemble d'un espace de même usage (une place ou une rue par exemple). Le calcul de l'uniformité d'éclairage complète le calcul du niveau d'éclairage.

►► L'uniformité de l'éclairage est primordiale

#3 Les niveaux d'éclairage

L'éclairage, quantité de lumière émise sur une surface, s'exprime en lux (ou en lumen/m²). En éclairage public, les niveaux s'échelonnent de 6 à 10 lux sur les voies secondaires et 10 à 15 lux sur les voies principales. La norme EN 13-201 (cf. partie 1.1) définit plus précisément les niveaux d'éclairage selon :

- 

la configuration de l'espace public
- 

le type d'utilisateurs
- 

la vitesse autorisée
- 

le trafic moyen
- 

le type de chaussée
- 

les zones de vigilance (proximité de bâtiments recevant du public, carrefour...)
- 

les contraintes du site (champs de vision, risque d'agression)
- 

le niveau lumineux ambiant

La norme EN 13-201 recommande une uniformité sur la chaussée de $U0 = 0,4$ qui correspond à un confort visuel suffisant (plus l'uniformité est élevée, meilleur est le ressenti des utilisateurs). À noter toutefois de bien prendre en compte la typologie du revêtement. En effet, si le revêtement de la surface varie (d'une surface sombre à une surface claire), le confort visuel sera altéré par un effet de contraste dû à la différence de luminance entre les 2 matériaux (la quantité de lumière que va renvoyer la surface). Il est donc important de coupler l'uniformité de l'éclairage à l'uniformité des matériaux de surface.

#4 La photométrie

De plus en plus performantes, les optiques LED permettent d'espacer les luminaires tout en gardant une uniformité satisfaisante. Il existe plusieurs types d'optiques ; les quatre principales sont :

● Configuration des optiques selon l'utilisation

Optiques	Routière	Urbaine	Circulaire	Longitudinale
Utilisations	Configuration standard. Permet d'espacer les candélabres tout en concentrant le flux lumineux sur la chaussée.	Chaussées larges (avec pistes cyclables, places de stationnements...)	Places, parkings, trottoirs, inter-distances limitées.	Grandes inter-distances avec faibles largeurs (pistes cyclables par exemple).
Schémas				
Types de luminaires	Fonctionnel	Fonctionnel	Ambiance, style	Luminaires LED exclusivement

Le faisceau lumineux des luminaires LED est extrêmement précis, marquant de manière très nette la séparation entre la zone éclairée et celle qui ne l'est pas.

#5 L'éblouissement

Les études photométriques sont généralisées en amont des décisions politiques pour définir les projets d'éclairage public. Elles permettent d'optimiser l'implantation des luminaires, de choisir des systèmes optiques et des sources adaptées aux besoins. Ces études ne sont pas forcément complexes ni onéreuses et les fournisseurs de matériel d'éclairage public peuvent les réaliser facilement.

L'éblouissement d'incapacité correspond à une baisse des performances visuelles provoquée par une diffusion importante de la lumière dans les milieux oculaires, il est pris en compte dans la norme NF EN 13-201. 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 13-201. 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.

Le regard prolongé d'une source lumineuse particulièrement intense ou l'alternance rapide entre un milieu obscur et un endroit fortement éclairé provoque un éblouissement.

Celui-ci entraîne :



soit une réduction de l'aptitude à distinguer des objets occasionnant une perte de réflexe dans la conduite par exemple (éblouissement d'incapacité) ;



soit une gêne (éblouissement d'inconfort) ;



soit les deux sensations simultanément.

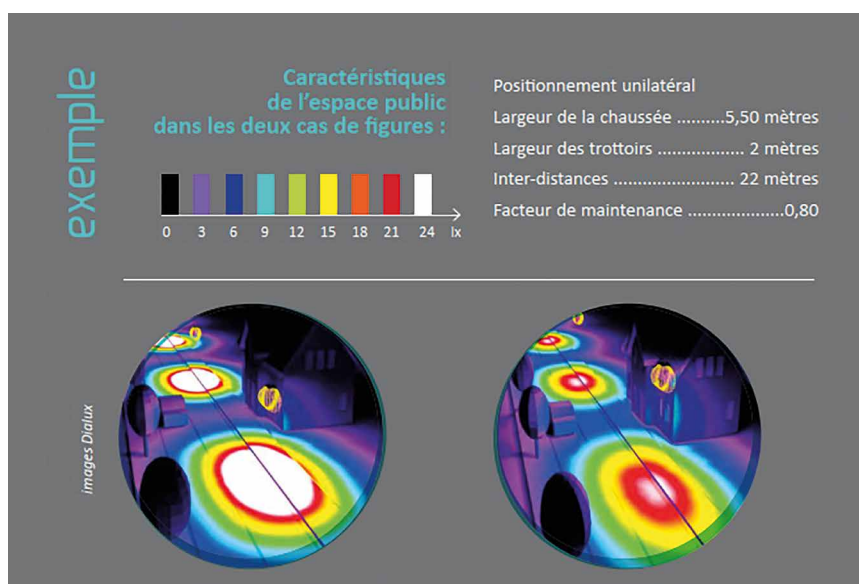
►► Un choix approprié du type de luminaire, de lampe et de disposition de l'installation limite les risques d'éblouissement

Un luminaire mal positionné, mal incliné ou mal orienté peut occasionner une réelle gêne visuelle. Un choix approprié du type de luminaire, de lampe et de disposition de l'installation limite les risques d'éblouissement liés à l'éclairage public.

Les effets sur la rétine sont limités en éclairage extérieur car les sources lumineuses des luminaires d'éclairage extérieur se trouvent généralement

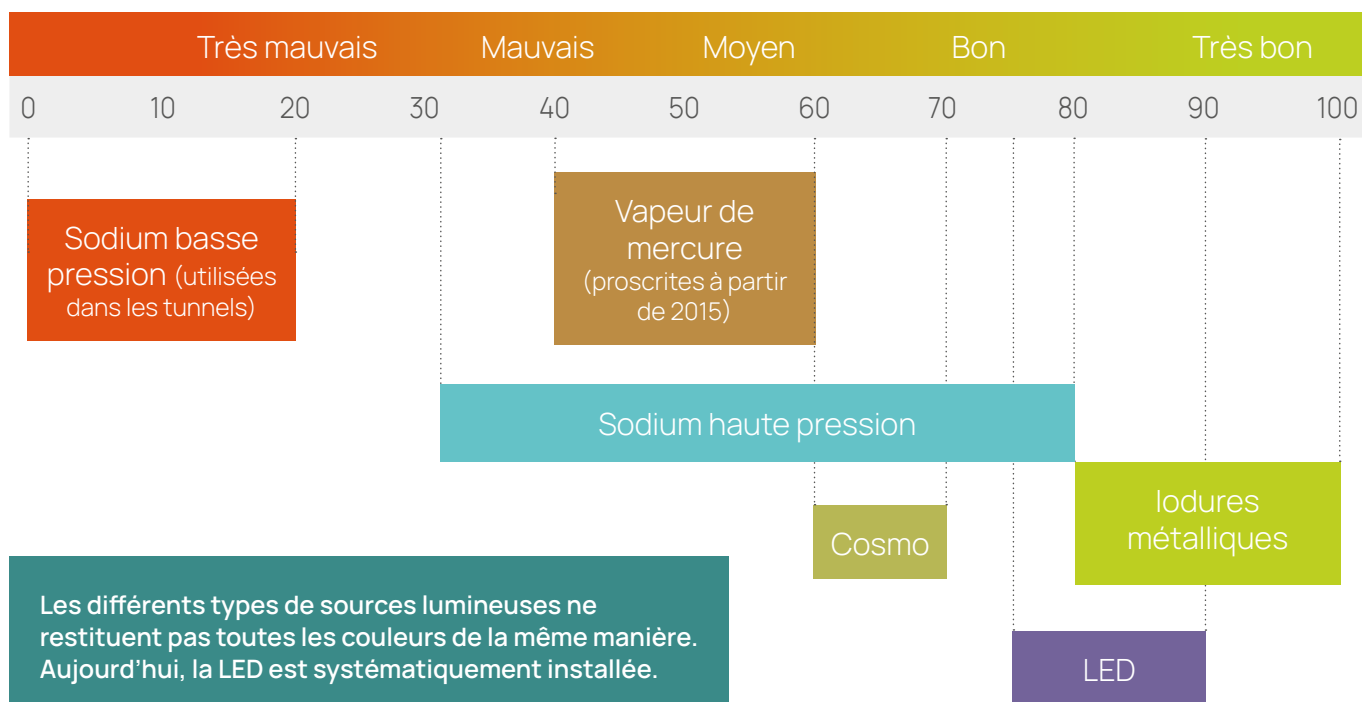
à des distances supérieures à plusieurs mètres de la rétine des usagers. Dans le cas d'une possibilité de distance plus faible entre la rétine et la source de lumière, le groupe de risque photobiologique des luminaires devra être 0 ou 1, évalué selon la norme NF EN 62-471.

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.



▲
Relevé photométrique

● Le rendu des couleurs (IRC)



▲
Sodium basse pression



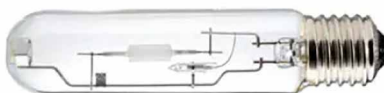
▲
Vapeur de mercure



▲
Sodium haute pression



▲
Cosmo



▲
Iodure métallique



▲
LED

#6 Température des couleurs

La notion de température de couleur est particulièrement importante pour les LED. Effectivement, plus une LED a une température de couleur élevée :

- moins elle consomme d'électricité ;
- mais plus elle crée une ambiance froide.



#7 Le balisage

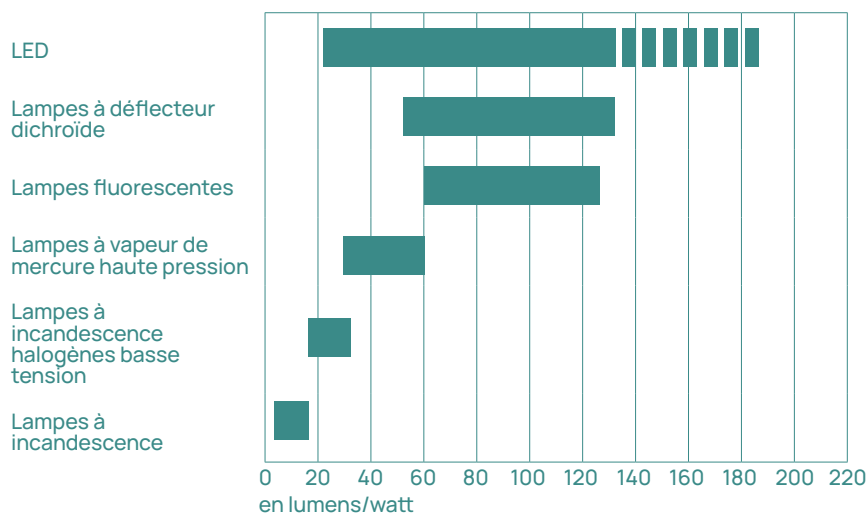
Le balisage se conçoit différemment de l'éclairage. Il permet simplement de guider les passants sur un site ne présentant pas de danger particulier.

Pour éclairer (et pas seulement baliser) un chemin, les lanternes de qualité au flux maîtrisé seront préférées aux bornes. Elles offrent une meilleure qualité d'éclairément et limitent les risques de vandalisme sans augmenter les consommations énergétiques.



#8 L'efficacité lumineuse

Une efficacité lumineuse (lumens/Watt) élevée permet de diminuer la puissance électrique consommée pour un même flux. L'efficacité lumineuse d'un luminaire est à apprécier au regard de l'efficacité de l'ensemble lampe + appareillage.

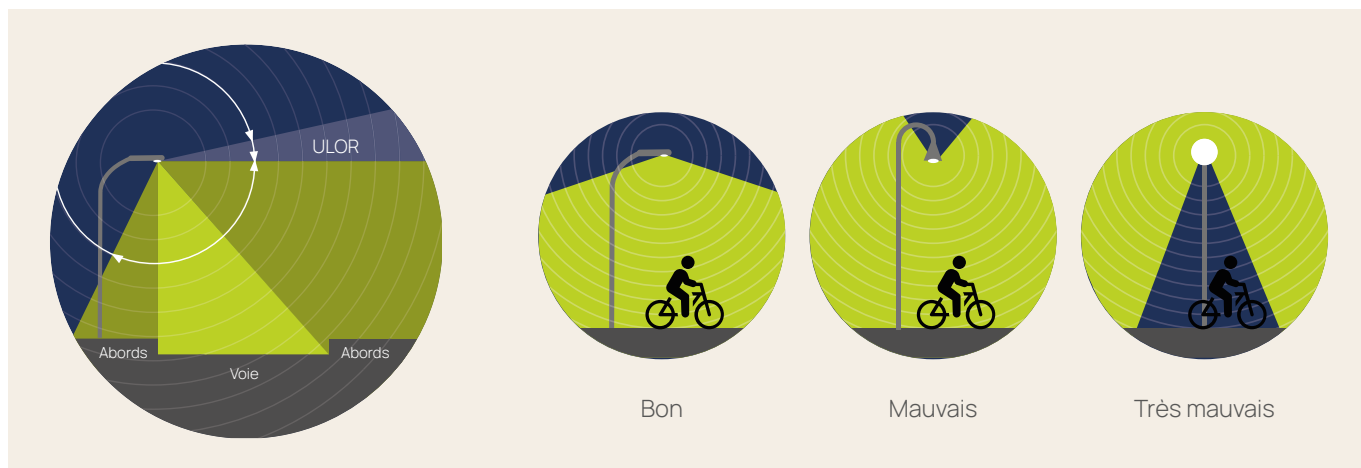


Le choix d'un luminaire se fait au regard de son efficacité lumineuse globale, intégrant à la fois l'efficacité lumineuse de la lampe et celle de l'auxiliaire d'alimentation.

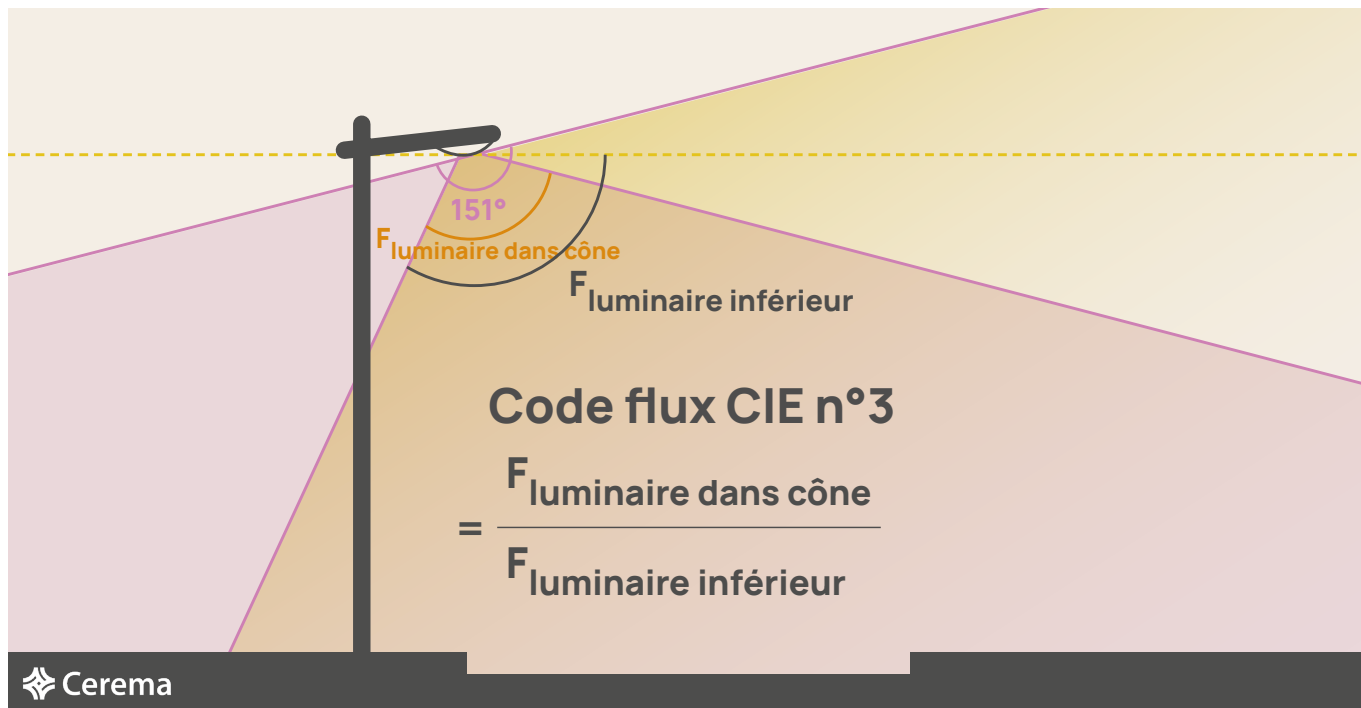
#9 L'ULOR (Upward Light Output Ratio)

L'ULOR (Upward Light Output Ratio) est le flux lumineux sortant du luminaire vers le ciel. Ce flux est gâché en matière d'efficacité énergétique et gênant en matière de nuisance lumineuse. L'exemple le plus flagrant de luminaires présentant un ULOR déplorable est celui des luminaires boules qui sont désormais bannis. Une vigilance particulière doit être portée à l'inclinaison des projecteurs et encastrés de sol qui sont susceptibles d'éclairer autant le ciel que le monument à mettre en valeur.

Le SDE35 recommande d'installer des luminaires dont l'indice ULOR $\leq 1\%$. 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 inférieurs à 1 %.



Incidence du flux lumineux



Représentation du flux lumineux - Visuel code flux cie n°3 - Source : « Données CEREMA »

Le code de flux CIE n°3 représente la proportion de flux lumineux émis dans l'hémisphère inférieur dans un angle solide de $3\pi/2$ stéradian par rapport au flux lumineux émis dans tout l'hémisphère inférieur.

Tableau de synthèse des indicateurs

Catégorie	ULR		Température	
	Rendement supérieur du luminaire (ULR) Inclinaison : 0° (valeur nominale des fabricants)	Rendement supérieur du luminaire (ULR) installé (en accord avec l'inclinaison identifiée dans les études d'éclairage)	Espaces extérieurs	Sites d'observation astronomique
Installation d'éclairage extérieure	< 1 %	< 4 %	≤ 3 000 K	≤ 3 000 K
Mise en valeur du patrimoine				≤ 3 000 K
Équipements sportifs				≤ 3 000 K
Bâtiments non-résidentiels			≤ 3 000 K	≤ 3 000 K
Parcs de stationnement			≤ 3 000 K	≤ 3 000 K
Événementiel				≤ 3 000 K
Chantiers				≤ 3 000 K

Tableau de synthèse des indicateurs ULR, température de couleur et DSFLI retrouvés dans l'arrêté du 27 décembre 2018



Représentation de la densité surfacique - Visuel DSFLI - Source : « Données CEREMA »

La densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) représente le rapport entre le flux total émis et l'ensemble de la surface destinée à être éclairée par l'installation d'éclairage. Elle s'exprime en lumen par mètre carré. Précisons que dans ce calcul les flux considérés sont les flux des sources présentes à l'intérieur des luminaires, et non pas les flux sortants des luminaires. Le flux lumineux maximal d'une installation se calcule donc à partir de la surface à éclairer, via la valeur de densité surfacique de flux lumineux défini par l'arrêt. La DSFLI ne doit pas dépasser 35 lm/m² en agglomération et 25 lm/m² hors agglomération.

de couleur maximale			Densité surfacique		Code flux CIE n°3
Parcs naturels		Réserves naturelles	En agglomération	Hors agglomération	
En agglomération	Hors agglomération				
≤ 2 700 K	≤ 2 400 K	≤ 2 400 K	< 35 lm/m²	< 25 lm/m²	> 95 %
≤ 2 700 K	≤ 2 400 K	≤ 2 400 K	< 25 lm/m²	< 10 lm/m²	
≤ 2 700 K	≤ 2 400 K	≤ 2 400 K			
≤ 2 700 K	≤ 2 400 K	≤ 2 400 K	< 25 lm/m²	< 20 lm/m²	
≤ 2 700 K	≤ 2 400 K	≤ 2 400 K	< 25 lm/m²	< 20 lm/m²	> 95 %
≤ 2 700 K	≤ 2 400 K	≤ 2 400 K			
≤ 2 700 K	≤ 2 400 K	≤ 3 000 K			

Le dimensionnement d'un projet

Les objectifs d'éclairage précisés, le projet doit désormais définir :

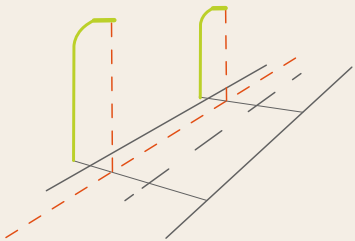
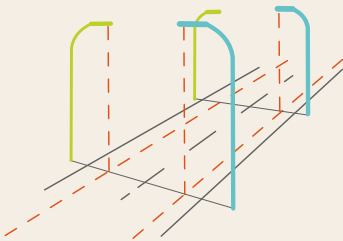
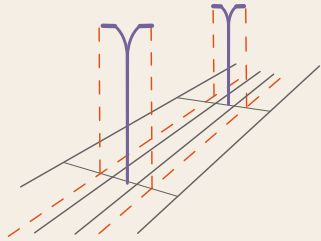
- 
 - le type d'éclairage : fonctionnel (à systématiser sur les voies structurantes) ou d'ambiance (envisageable sur les trottoirs, places, parkings, lotissements) ;
- 
 - les hauteurs de mâts ;
- 
 - les distances inter-lumineux (inter-distances) ;
- 
 - les types et puissances de lampes.
- 
 - l'implantation sur l'espace public : unilatérale ou bilatérale ;

L'espacement des points lumineux permet de diminuer leur nombre et donc :

- 
 - le montant de l'investissement ;
- 
 - la consommation électrique ;
- 
 - les coûts de maintenance.

Attention toutefois à conserver une uniformité d'au moins 0,4.

Zoom sur l'implantation sur l'espace public

Implantations	Unilatérale	Bilatérale en vis-à-vis	Axiale
Avantages	Investissement moins lourds.	Répond aux profils de chaussée importants. Éclairage identique sur toute la chaussée.	Pas d'encombrement des trottoirs. Adapté aux chaussées doubles.
Inconvénients	Ne convient pas à des profils importants (chaussée et/ou trottoir larges). Éclairage faible sur la chaussée et le trottoir opposé.	Investissement plus lourd (double mobilier d'éclairage). Encombrement des trottoirs.	Intervention sur la chaussée pour la maintenance. Éclairage réduit sur le côté opposé.
Applications	Voiries urbaines Pistes cyclables. Cheminements piétons.	Voiries urbaines. Chaussées doubles.	Voiries importantes et mixtes (ex : voirie avec transport en commun).
Schémas			

#1 Typologie de réseau

Lors d'une rénovation, il faut préalablement s'assurer de l'état du réseau souterrain avant de rénover l'éclairage public en surface. En cas de doute sur l'état du réseau souterrain (relative vétusté ou pannes sans raison apparente), le SDE35 conseille de réaliser un diagnostic sur l'état des câbles. En cas de défauts, la réfection du réseau concomitamment aux travaux de rénovation évitera une intervention quelques mois ou années plus tard.



#2 Dimensionnement de réseau

À l'occasion d'un projet de rénovation ou d'extension du réseau d'éclairage public, l'analyse de l'organisation du réseau alentour et de ses possibilités d'extension est essentielle.

Les réseaux triphasés offrent une capacité d'adaptation bien supérieure aux réseaux monophasés.

Ils permettent, sur une même armoire, de différencier plusieurs départs en fonction des rues, du mode de fonctionnement, de la puissance installée et de la longueur de réseau. **À cela deux principaux avantages :**

- limiter les risques de surcharge des disjoncteurs ;
- circonscrire un secteur en panne à un départ seulement.

Lorsque des illuminations festives sont prévues, le SDE35 conseille de les installer sur un départ spécifique d'un réseau triphasé. Ainsi, un défaut sur un motif d'illumination n'impactera pas l'éclairage public raccordé sur les autres départs.

Les réseaux monophasés doivent être réservés aux secteurs très simples tels qu'une impasse ou un secteur isolé sans urbanisation future.

Historiquement, les réseaux aériens en fils nus comportaient un fil neutre commun au réseau d'éclairage public et au réseau basse tension. Les réseaux d'éclairage public souterrains et aériens torsadés disposent désormais de leurs propres neutres. Ils sont donc indépendants des réseaux de distribution électrique.

La norme C 17-200 précise qu'il est interdit d'alimenter un réseau torsadé ou souterrain à partir d'un réseau nu au neutre commun (dans ce cas de figure, le réseau nu doit être remplacé par un réseau torsadé aux neutres séparés).

Une vigilance particulière doit donc être portée sur les remaniements de réseaux et les installations mixtes aérien – souterrain.

L'installation d'un réseau d'éclairage public est un investissement à long terme, connecté à d'autres parties de réseau, existantes ou à venir. Son calibrage doit tenir compte des différentes contraintes électriques présentes et futures.

Des logiciels spécifiques permettent de réaliser ces dimensionnements.

Avant le raccordement d'une nouvelle installation sur une armoire d'éclairage public et après réflexion sur les projets à venir alentour à intégrer dans le calcul des charges (selon la norme NFC 17-205), il faut s'assurer, pour organiser le réseau de manière cohérente, que :

- l'armoire et les sections de câbles éventuellement en place peuvent supporter la nouvelle installation sans difficulté ;
- le disjoncteur du départ concerné peut supporter l'extension ;
- les différentes phases sont équilibrées en cas de réseau triphasé ;
- le câble à mettre en place pour l'extension est de même section avec un nombre ;
- identique de conducteurs pour permettre l'équilibrage des phases.

Lors d'une extension sur un réseau aérien commun avec le réseau de distribution publique, les distances réglementaires de la norme C17-200 doivent être respectées.

En vue de permettre de futurs remaniements ou extensions de réseau, le SDE35 préconise d'installer des câbles en sortie d'armoire d'une section de 16 mm² minimum.

#3 Propriété mécanique des ouvrages

Un élément à prendre en compte dans le dimensionnement des ouvrages, est l'usage qu'il en sera fait en matière de support « occasionnel » ou « permanent ».

Il est très important de bien recenser auprès de la collectivité si des équipements ayant une incidence mécanique sur le patrimoine seront installés.

Ces équipements peuvent être du type :

- Jardinière,
- Panneaux routiers,
- Décoration de Noël, notamment les traversées de rue,
- Contrôle de vitesse,
- Antennes, Caméra, etc.

►► Il est très important de bien recenser les équipements qui seront installés sur les mâts car ils auront une incidence mécanique

Il est impératif de définir ces équipements afin de les soumettre aux fournisseurs de mâts et de crosses, pour qu'ils puissent dimensionner les épaisseurs et les choix techniques de leur solution afin d'éviter une usure prématurée des équipements, voire des casses. Ces informations sont encore plus importantes depuis l'avènement des aciers à haute limite d'élasticité, permettant de réduire les épaisseurs des produits, et donc contenir leur prix, mais les rendant potentiellement plus fragiles à des usages connexes.

#4 Éclairage public intelligent

Compte tenu de sa présence régulière et continue sur l'ensemble du domaine public et même privé, le patrimoine et le réseau d'éclairage public sont souvent des supports envisagés afin de développer des usages différents que celui auquel il est destiné initialement.

Ainsi, l'installation d'équipement de vidéoprotection, de capteur multi senseurs (qualité de l'air, sonomètre, température, suivi du trafic de véhicule, etc.) se généralise de plus en plus sur le patrimoine d'éclairage public. Des dispositifs « hybrides » existent également autour de la mobilité électrique, en disposant des équipements de recharges sur le mobilier d'éclairage. L'ensemble de ces dispositifs peut être regroupé au sein de l'appellation « éclairage public intelligent » qui s'intègre de façon plus générale, à la notion de Ville Intelligente, de SMART CITY. Compte tenu de la démultiplication des possibilités offertes maintenant, il est très important de bien dimensionner les attentes afin de mettre en œuvre les équipements nécessaires afin d'éviter les interférences entre ces outils et bien sûr anticiper les problématiques liées à la maintenance.

Les éléments à prendre en compte sont les suivants :

- Présence de phases électriques dédiées ou non à l'alimentation de ces équipements, séparés de la commande de l'éclairage public
- À défaut, en cas de coupure de l'éclairage la nuit, les équipements annexés ne seraient plus alimentés, les batteries pourraient ne pas être assez rechargées
- Prévoir le cas échéant l'installation de dispositif de type IoT, permettant une alimentation permanente du réseau tout en pilotant les horaires d'éclairage
- Dimensionnement des réseaux électriques en fonction non plus du seul usage de l'éclairage mais également des autres équipements à alimenter
- Tant que possible, privilégier les alimentations des équipements annexes sur des phases dédiées, avec des protections électriques spécifiques aux appareillages,
- S'assurer que les caractéristiques mécaniques des supports d'éclairage (mâts, crosse, lanterne) sont en capacité à supporter les poids et prises au vent de ces équipements additionnels.

Si ces prérequis ne sont pas respectés, la mise en œuvre risque de poser de nombreux soucis dans le suivi de la maintenance et du bon fonctionnement des appareillages.

Les équipements

► Les prérequis

#1 L'étanchéité

L'indice de protection (IP) détermine le degré de protection du matériel contre la pénétration des corps solides.

Pour garantir une étanchéité suffisante, le SDE35 préconise de choisir des luminaires dont l'indice de protection est à minima de 65 ($IP \geq 65$).

L'atteinte de ce niveau de protection fait d'ailleurs partie des critères d'éligibilité aux Certificats d'Économies d'Énergie (CEE).

#2 La solidité

L'indice IK détermine le degré de protection du matériel contre les chocs d'origine mécanique.

Pour garantir une résistance suffisante, le SDE35 préconise de choisir des luminaires dont l'indice de résistance aux chocs est :

- d'au moins 8 ($IK \geq 08$) pour une hauteur de feu $> 2.5m$
- IK 10 pour une hauteur de feu $< \text{à } 2.5m$

#3 La réglementation et les normes

Concernant la solidité des supports de candélabres, la série de normes européennes, rassemblées sous l'appellation de norme EN 40, sert de référence en matière de marquage CE, d'obligations réglementaires et recommandations de pose.

Les candélabres sont construits pour résister à une charge donnée et connue, tenant compte des contraintes liées à une zone géographique et un site.

En cas de rénovation :

- en cas d'incertitude sur l'état des mâts : vérifier l'état de l'embase sur un échantillon ou faire réaliser des tests mécaniques ;
- changer les mâts en mauvais état.



► À retenir

- Tout ajout d'accessoires (guirlandes, panneaux, fleurissements...) doit faire l'objet d'une vérification préalable auprès du fabricant de mâts, fondée sur les caractéristiques précises des accessoires ;
- Les candélabres en acier ou en aluminium doivent obligatoirement être marqués CE (conformité européenne) ;
- Lors du remplacement d'un luminaire sur un candélabre en bon état, vérifier que le support reste conforme à la norme si celui-ci est de taille et/ou de poids supérieurs à celui existant ;
- Les installations d'illumination temporaires relèvent de la norme Nfc 17-202 lors de leur installation, puis de leur maintenance.

#4 La protection électrique

Tout matériel électrique raccordé à une alimentation doit comporter une protection contre les chocs électriques adaptée aux conditions d'installation.

Cette protection est assurée :

- soit par des dispositions internes propres aux matériels eux-mêmes ;
- soit par des conditions externes d'alimentation et, éventuellement, d'environnement ;
- soit par une combinaison appropriée de dispositions internes et de conditions externes.

Les protections ne peuvent être assurées que si les matériels sont en bon état et s'ils sont correctement choisis et installés.

Le SDE35 recommande l'installation de luminaires de classe II.

#5 Les matériaux et leur assemblage

Les lanternes sont généralement fabriquées en fonte d'aluminium, d'un seul bloc ou par assemblage des différentes parties. La vasque de la lanterne est généralement en verre ou en polycarbonate.

Le SDE35 recommande, autant que possible, l'installation de luminaires dont l'aluminium a été fondu en un seul bloc (souvent résumé sous le terme de « fonte d'alu mono-bloc »). Les risques d'usure aux points de soudure sont limités et la solidité d'ensemble du luminaire renforcée. L'utilisation de corps de luminaire en polyester est à proscrire.

Par ailleurs, le SDE35 recommande l'installation de vasques en verre : (elles sont faciles à nettoyer, permettent une meilleure diffusion de la lumière et résistent beaucoup mieux dans le temps), et un traitement spécifique doit être mis en place en bord de mer.



#6 ZHAGA

Le Zhaga Consortium est une organisation industrielle ouverte qui vise à standardiser les interfaces des composants des luminaires LED, y compris les modules LED, les pilotes LED, les connecteurs et les modules de capteurs et de communication.

Fondé en 2010, le Zhaga Consortium a développé une série de spécifications, qui définissent les interfaces des composants de luminaires LED.

Les spécifications Zhaga sont conçues pour améliorer l'efficacité, la durabilité, la sécurité et l'interopérabilité des luminaires LED. Elles permettent aux fabricants de luminaires et aux fournisseurs de composants de créer des produits qui sont compatibles entre eux, ce qui simplifie la conception, la fabrication, l'installation et la maintenance des systèmes d'éclairage LED.

Les spécifications Zhaga sont largement utilisées dans l'industrie de l'éclairage LED. Elles ont été adoptées par de nombreux fabricants de luminaires et de composants, et elles sont utilisées dans des projets d'éclairage LED à grande échelle dans le monde entier.

Le SDE35 recommande de préciser systématiquement, lors de l'établissement du choix d'un luminaire, que ceux-ci doivent impérativement être compatibles ZHAGA.

► Les Sources Lumineuses

#1 Les Lampes à décharges

Les lampes sodium haute pression (SHP) et les lampes aux iodures métalliques (IM) sont des sources lumineuses à décharge électrique, utilisées notamment pour l'éclairage public. Elles fonctionnent toutes deux en émettant de la lumière par l'excitation d'un gaz ou d'un mélange de gaz sous haute pression.

● Fonctionnement des lampes SHP

Les lampes SHP contiennent un mélange de sodium et de mercure sous haute pression. Lorsque le courant électrique est appliqué à la lampe, le mercure se vaporise et ionise. Le sodium est alors excité par les électrons libres et émet de la lumière jaune-orangé.

● Fonctionnement des lampes IM

Les lampes IM contiennent un mélange de mercure et d'halogénures métalliques (tels que le sodium, le potassium, le scandium, le dysprosium, etc.) sous haute pression. Lorsque le courant électrique est appliqué à la lampe, le mercure se vaporise et ionise. Les halogénures métalliques sont alors excités par les électrons libres et émettent de la lumière blanche.

● Les principales différences entre les lampes SHP et IM sont les suivantes :



Température de couleur

Les lampes SHP ont une température de couleur de 2 700 à 3 000 K, ce qui correspond à une lumière jaune-orangé. Les lampes IM ont une température de couleur de 3 000 à 6 500 K, ce qui correspond à une lumière blanche.



► Les lampes SHP contiennent un mélange de sodium et de mercure sous haute pression



Efficacité énergétique

Les lampes IM sont plus efficaces que les lampes SHP, avec un rendement lumineux pouvant atteindre 150 lumens par watt. Les lampes SHP ont un rendement lumineux pouvant atteindre 100 lumens par watt.



Durée de vie

Les lampes SHP peuvent atteindre 10 000 heures. Les lampes IM peuvent atteindre 20 000 heures. La directive européenne 2019/2020 sur les produits économes en énergie (Ecodesign) prévoit la fin de la production des lampes SHP et IM d'ici le 31 décembre 2027. Cette directive vise à réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.



Ces lampes sont donc à installer en remplacement des sources initialement prévues. Il est impératif lors de leur installation de supprimer la partie Ballast et remplacer le culot E40 afin d'éviter des interrogations lors des prochaines pannes. Elles permettent de réduire d'environ 50 % la consommation électrique, mais ne permettent aucune action de gestion en matière de modulation, d'optimisation d'optique (c'est le réflecteur de la lanterne qui joue le rôle d'optique). Elles doivent donc être utilisées en transition vers une rénovation complète avec une lanterne LED.

► Caractéristiques

- Température de couleur : 2 700 à 3 000 K,
- Durée de vie : les lampes LED peuvent atteindre 50 000 heures

#3 Les lanternes LED

Les lanternes LED fonctionnent en utilisant des diodes électroluminescentes (LED) pour produire de la lumière. Les LED sont des composants électroniques qui émettent de la lumière lorsqu'elles sont alimentées en courant électrique.

Une lanterne LED typique se compose des éléments suivants :

- **Une source d'alimentation :** la source d'alimentation fournit le courant électrique nécessaire aux LED.
- **Un circuit imprimé (PCB) :** le PCB connecte les LED à la source d'alimentation.
- **Les LED :** les LED sont les composants qui produisent de la lumière.
- **Un diffuseur :** le diffuseur répartit la lumière de manière uniforme.

Le PCB est un circuit imprimé qui connecte les LED à la source d'alimentation. Il est généralement fabriqué en fibre de verre ou en plastique et est recouvert d'une couche de cuivre. Les LED sont soudées au PCB et les fils de la source d'alimentation sont connectés au PCB.

► Les lanternes LED fonctionnent en utilisant des diodes électroluminescentes (LED) pour produire de la lumière



#2 Les Lampes LED

Les lampes LED sont une alternative plus économe en énergie et durable aux lampes HPS et HMI. Elles sont déjà largement utilisées dans l'éclairage public et devraient progressivement remplacer les lampes traditionnelles, notamment en maintenance suite à l'arrêt des lampes HPS et HMI en 2027.

Des dispositions sont à prendre toutefois dans le cadre de la mise en œuvre de ces ampoules LED. En effet, il est impératif de bien vérifier les modalités de mise en œuvre de ces ampoules car les caractéristiques varient d'un constructeur à l'autre (incompatibilité suivant les positionnements en horizontal ou vertical, longueurs différentes des sources initiales empêchant leur installation, etc..).

Un élément également à prendre en compte, est que la dissipation de la chaleur peut être différente avec cette nouvelle technologie et engendrer des usures prématurées de ces sources.

Il existe deux technologies principales de LED utilisées dans les lanternes LED :

- Les LED monochromatiques produisent une seule couleur de lumière. Elles sont généralement utilisées pour produire une lumière blanche.
- Les LED RGB produisent une combinaison de trois couleurs de lumière : rouge, vert et bleu. Elles sont généralement utilisées pour produire une lumière blanche ou pour créer des effets de couleur.

L'optique d'une lanterne LED est conçue pour répartir la lumière de manière uniforme. Elle est généralement composée d'un diffuseur, qui est une surface réfléchissante ou translucide qui diffuse la lumière.

Les lanternes LED offrent de nombreux avantages par rapport aux lampes traditionnelles, notamment :

- **Une efficacité énergétique accrue :** les lanternes LED consomment beaucoup moins d'énergie que les lampes traditionnelles.
- **Une durée de vie plus longue :** les lanternes LED ont une durée de vie beaucoup plus longue que les lampes traditionnelles.
- **Une meilleure qualité de la lumière :** les lanternes LED produisent une lumière disposant d'un meilleur IRC, plus homogène que les lampes traditionnelles.

► Focus

Attention toutefois aux phénomènes induits par cette technologie, notamment :

- le scintillement qui peut suivre la qualité des lampes être très perturbant,
- la problématique liée au spectre bleu, qui est reconnu comme un perturbateur pour la biodiversité.

► Les contrôleurs

#1 Les Ballasts

Auxiliaires d'alimentation interposés entre le réseau électrique et la lampe, les ballasts (ferromagnétiques ou électroniques) adaptent le courant nécessaire au fonctionnement des lampes selon leur type et leur puissance.

● Les ballasts ferromagnétiques

Les ballasts ferromagnétiques nécessitent l'utilisation :

- d'un condensateur pour limiter l'énergie réactive ;
- d'un amorceur pour allumer la lampe.

La présence d'un condensateur et/ou d'un amorceur demande une vérification et un remplacement périodique afin d'éviter surconsommations et dysfonctionnements.

● Les ballasts électroniques

Leur installation n'est guère compatible avec la présence de ballasts ferromagnétiques. Ne comportant pas de dispositif de protection intrinsèque, ils nécessitent en parallèle l'installation de parasurtenseurs pour les protéger des surtensions du réseau de distribution. Leur durée de vie est incertaine. Ils augmentent la durée de vie des lampes (grâce à un allumage progressif et une régulation de la tension d'alimentation). Ils assurent une lumière constante. Lorsqu'ils sont gradables, ils permettent de faire varier le niveau d'éclairage.



● Synthèse

Leurs usages tendent à disparaître avec la généralisation de la technologie LED, et leur pilotage via un contrôleur de type « Driver ». De plus, l'arrêt définitif des lampes à décharges à compter de 2027, va conduire à l'arrêt total de la production de ces dispositifs.



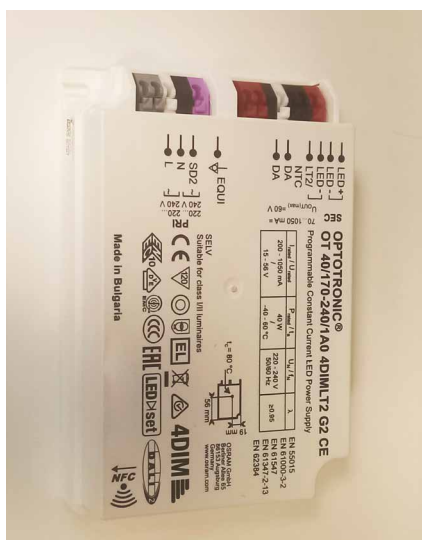
#2 Les Drivers

Les drivers de pilotage LED remplacent progressivement les anciens équipements d'éclairage public, comme les ballasts électroniques. Les principaux avantages des drivers LED par rapport aux ballasts électroniques sont les suivants :

Une meilleure efficacité énergétique : les drivers LED sont plus efficaces que les ballasts électroniques, ce qui permet de réduire la consommation d'énergie et les coûts d'exploitation.

- **Une meilleure qualité de la lumière** : les drivers LED offrent une meilleure qualité de la lumière, avec une meilleure homogénéité et moins de scintillement.
- **Une plus longue durée de vie** : les drivers LED ont une durée de vie plus longue que les ballasts électroniques, ce qui réduit les coûts de maintenance.

Les drivers de pilotage des lanternes d'éclairage public LED sont des composants électroniques qui convertissent le courant alternatif (CA) du réseau électrique en courant continu (CC) nécessaire à l'alimentation des luminaires LED. Ils sont essentiels au bon fonctionnement des lanternes LED et doivent être sélectionnés avec soin en fonction des caractéristiques des luminaires et des besoins de l'installation.



● DALI / DALI-2 / D4i

DALI (Digital Adressable Lighting Interface) est un standard de communication entre les contrôleurs (Drivers/Ballast) et les sources (Lampe / LED).

Ce protocole permet de standardiser l'ensemble du contrôle d'un système d'éclairage.

Le DALI permet :

- Une modulation du courant de sortie afin de permettre d'atteindre le niveau d'éclairage souhaité
- De réaliser des abaissements de puissance par période prédéfinie, afin d'obtenir des différences de niveau d'éclairage en fonction des horaires

Le DALI-2, est une évolution du DALI qui permet

- D'inclure des équipements annexes du type détecteurs de présence, etc..
- D'inclure des obligations d'interopérabilité

Le D4i, est une évolution du DALI-2 qui intègre en plus :

- Un contrôle et une remontée des informations de mesures des énergies de l'appareillage,
- La possibilité de réaliser des diagnostics de l'appareillage,
- Un cadre commun de gestion des informations du luminaire (Nom, fabricant, flux, IRC, T°), facilitant ainsi la maintenance future,
- Une compatibilité avec les interfaces de gestion à distance des luminaires

Le fonctionnement d'un driver de pilotage LED peut être décrit comme suit :

- **Conversion du courant alternatif en courant continu** : le driver de pilotage LED utilise un composant électronique appelé « redresseur » pour transformer les impulsions de courant alternatif en une tension continue.
- **Régulation du courant continu délivré au luminaire LED** : le driver de pilotage LED utilise un composant électronique appelé « régulateur » pour maintenir le courant délivré au luminaire LED à une valeur constante, quelle que soit la variation de la tension du réseau électrique.

Les drivers de pilotage LED peuvent disposer de différentes fonctionnalités, en fonction des besoins de l'installation. Les fonctionnalités les plus courantes sont les suivantes :

- **Protection contre les surtensions et les sous-tensions** : le driver de pilotage LED protège le luminaire LED des fluctuations de tension du réseau électrique.
- **Protection contre les surcharges et les courts-circuits** : le driver de pilotage LED protège le luminaire LED des surcharges et des courts-circuits.
- **Régulation de la luminosité** : le driver de pilotage LED permet de régler la luminosité du luminaire LED.
- **Modulation de l'éclairage** : le driver de pilotage LED permet de moduler l'éclairage du luminaire LED, par exemple pour créer des effets de lumière.
- **Communication avec le réseau** : le driver de pilotage LED peut communiquer avec le réseau électrique, par exemple pour recevoir des commandes de commande.
- **Paramétrage par DALI / BLUETOOTH** et préréglage des abaissements en usine.

► Les armoires

#1 Composants des Armoires

Tout projet d'éclairage public, qu'il concerne un nouveau quartier ou un quartier existant, gagnera à se fonder sur une bonne connaissance du patrimoine en place.

La plupart des caractéristiques des installations sont visibles depuis les armoires d'éclairage public. Implantées sur le domaine public, généralement à raison d'une par quartier, les armoires sont constituées d'un système de comptage, d'un tableau de commande et de protections électriques.

On y repère les départs des différents câbles.

L'ensemble des éléments de commande doit être conforme à la NFC17-200, qui précise les éléments à prendre en compte sur les organes de sécurité liés à la protection des biens et des personnes.

► La plupart des caractéristiques des installations sont visibles depuis les armoires d'éclairage public



Afin d'ajuster le contrat d'abonnement et le tableau de commande, il convient de connaître la puissance souscrite de l'armoire sur laquelle le projet viendra se raccorder et de prévoir le type d'alimentation (monophasé ou triphasé) le plus adapté. Par ailleurs, le SDE35 installe des disjoncteurs différentiels pour protéger les personnes contre les contacts indirects. Concernant les commandes d'allumage et d'extinction, le SDE35 préconise la mise en œuvre d'horloge astronomique associée ou non à un interrupteur crépusculaire ou bien la mise en œuvre de système de pilotage à distance des installations.

► À retenir

Il est impératif de respecter l'harmonisation des équipements, par l'usage d'une seule marque de matériel électrique par armoire afin d'éviter des problématiques de filiation des pouvoirs de coupures et entraîner des disjonctions non correctement étagées.

Les déclenchements par horloges électromécaniques, télécommandes Pulsadis ou bien par un interrupteur crépusculaire non asservi à une horloge astronomique sont, de par leur technologie passée, à remplacer.

#2 Le régime semi-permanent

Faut-il éclairer en milieu de nuit, lorsque les seuls usagers de l'espace public sont de rares automobilistes qui bénéficient déjà de l'éclairage des phares de leurs véhicules ? Au regard de l'analyse de certaines données (circulations, configuration des voies, dangerosité, nuisances lumineuses, consommations électriques...), le Maire a la possibilité de couper l'éclairage public en milieu de nuit. La plupart des communes d'Ille-et-Vilaine a fait ce choix, principalement sur les voies résidentielles, et ainsi réalisé des économies substantielles. Le SDE35 préconise de couper l'éclairage public en milieu de nuit sur l'ensemble des voies peu fréquentées ne présentant pas de danger particulier. Les économies financières ainsi réalisées augmenteront proportionnellement à l'inéluctable hausse du prix de l'électricité.

Les communes ont la possibilité de couper l'éclairage public de manière exceptionnelle (aucun texte n'impose l'obligation d'éclairer).

Toutefois, le Maire doit assurer la sécurité publique sur sa commune et l'éclairage public est un des moyens d'y parvenir.

Ainsi, la responsabilité du Maire est susceptible d'être engagée lorsqu'en l'absence d'éclairage public, la sécurité des usagers n'est pas suffisamment assurée par d'autres dispositifs de signalisation (tels que des panneaux réfléchissants ou clignotants indiquant les dangers par exemple).

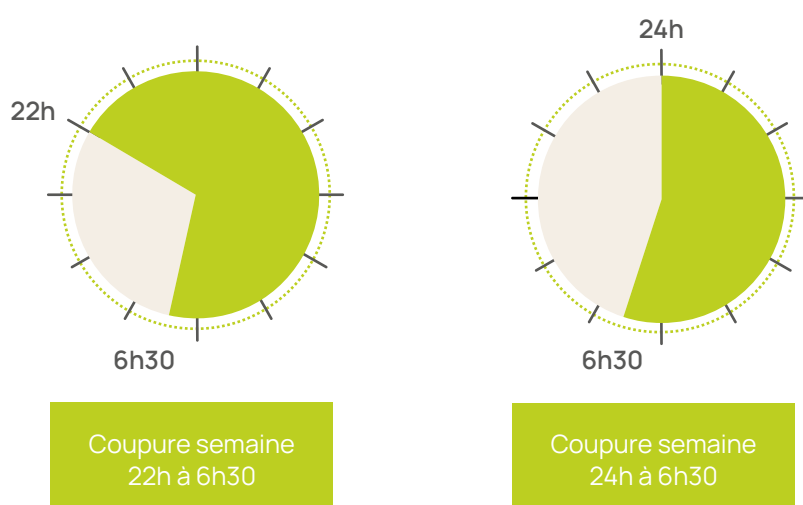
Outre l'application des formalités de publication et d'affichage habituelles, il est conseillé d'user de tous les dispositifs possibles pour informer des coupures exceptionnelles.

►► Le SDE35 encourage les coupures totales de l'éclairage sur les périodes estivales

Le SDE35 encourage les coupures totales de l'éclairage sur les périodes estivales. Compte tenu de la généralisation des coupures nocturnes sur le département, cette coupure totale de l'éclairage sur les périodes pouvant aller de mai à août, permet de réduire les sollicitations des sources pour des faibles temps d'éclairage et favoriser leur durée de vie, mais également de préserver la biodiversité.

Pour réaliser la mise en place de ce régime, il faut installer des dispositifs de pilotage.

Un exemple d'aménagement des plages horaires



Cela représente une durée de fonctionnement annuel de 1 420 h soit 33 % du fonctionnement permanent (4 300 h).

Gain énergétique : 67 %

Gain financier : 53 %

Le gain financier est inférieur au gain énergétique car le coût de l'abonnement ne diminue pas.

#3 Les horloges astronomiques

Seule une horloge astronomique de bonne qualité permet de suivre parfaitement les heures d'éclairage naturel.

Installées dans les armoires d'éclairage public, les horloges astronomiques calculent la position du soleil et déterminent les instants de commutation de l'éclairage public, à partir d'informations géographiques et temporelles.

Avantages des horloges astronomiques :

- prise en compte des changements d'heure ;
- programmation hebdomadaire et annuelle ;
- maîtrise de la durée d'éclairage annuelle ;
- synchronisation des horloges.

Ces horloges fonctionnent avec un éphéméride mathématiques propres à chaque marque de fournisseur, ce qui peut engendrer des différences dans les horaires d'allumage et d'extinction.

Il est donc conseillé, afin de permettre une synchronisation des allumages et des extinctions, de mettre en place, les mêmes marques d'horloges à l'échelle de l'agglomération communale. Ces horloges permettent également pour la plupart de pouvoir modifier les paramétrages par une action sans fil (Bluetooth), qui facilite les interventions des équipes de maintenance. Elles permettent également de proposer des solutions d'actions sécurisées pour les collectivités en cas de nécessité absolue de mise en route sans être en contact direct avec les appareillages électriques de l'armoire.



#4 Les interrupteurs crépusculaires associés à des horloges astronomiques

L'association de ces deux matériels permet d'affiner plus précisément les commandes de coupure de l'éclairage. En effet suivant certains cas, les éphémérides des horloges astronomiques peuvent avoir des « dérives », en fonction notamment de leur emplacement géographique (vallée en montagne, coteaux plein nord, etc...). De plus, l'éphéméride ne prend pas en compte les événements météorologiques qui peuvent décaler les besoins en éclairage.

Dans ces cas, il est donc possible d'installer en complément de l'horloge astronomique un interrupteur crépusculaire afin de déclencher l'allumage en fonction de la baisse de luminosité (dans une limite d'horaires paramétrables via l'horloge).

#5 Les commandes centralisées à l'armoire

Les commandes centralisées reprennent les fonctions essentielles des organes de commande d'éclairage public. Ces dispositifs permettent, de piloter une commande d'éclairage public équipée de modules de réception. Elles assurent une synchronisation d'ensemble des points d'allumage d'une collectivité.

Plusieurs technologies coexistent maintenant pour piloter ces équipements à distance (Lora, SIGFOX, Radiofréquence, GSM, etc.).

Il est impératif de réaliser des tests in situ, afin de bien s'assurer du fonctionnement de ces technologies et s'assurer de ne pas être en zone « blanche ». Il est toujours possible le cas échéant de créer de toute pièce un réseau « local » afin de permettre la bonne communication avec les équipements.

Un autre avantage de ces commandes est de permettre de réaliser des remontées d'informations de l'état des disjoncteurs, des consommations électriques, et de réaliser des actions sur les horaires à distance, sans oublier de pouvoir être alerté sur d'éventuelles baisses (pannes d'une ou plusieurs lampes) ou d'augmentation des consommations (vols d'électricité, etc.).

#6 Les commandes « manuelles »

Dans certains cas, il est également possible de réaliser des installations dotées de dispositifs de déclenchements manuels (Bouton poussoir/piezzio/à clés, etc.).

Ces dispositifs peuvent être installés sur des mâts, afin de permettre aux utilisateurs d'agir à leur « envie » et suivant leur besoin, sur la mise en route de certains points lumineux, individuellement ou en série (Exemple : City stade/allées piétonnes).

Ils peuvent également être déportés à la sortie de salles des fêtes pour permettre l'allumage du parking et sécuriser la sortie des usagers. Ces équipements sont généralement asservis à des horloges et/ou des temporisations afin de limiter cet éclairage, à certaines heures et sur une durée préétablie.

» Ces commandes permettent de réaliser des remontées d'informations

#7 Les commandes aux points lumineux

Ces commandes permettent de réaliser des allumages à la « carte », point lumineux par point lumineux.

Ce dispositif, reprend les avantages de la commande centralisée, mais offre une solution plus précise en matière de suivi des appareils et en possibilité de gestion des allumages.

Les différents dispositifs de pilotages sont installés sur chaque point lumineux et communiquent entre eux suivant les scénarios d'allumages souhaités.

Cette solution permet de réaliser des allumages de points lumineux dans des secteurs précis sans se soucier des raccordements électriques ni des départs reliés à l'armoire. Elle peut permettre, notamment en cas de non disponibilité d'une phase, d'alimenter en permanence le réseau et permettre l'alimentation d'équipement annexes à l'éclairage (vidéoprotection, recharges électriques, etc..) sans mettre en fonctionnement les éclairages.

►► Le recours à des solutions de pilotage à l'armoire ou au point lumineux doit répondre à des utilisations précises

#8 Les détecteurs de présence

Les détecteurs de présence commandent l'allumage et l'extinction de l'éclairage. Sur des axes peu fréquentés, ils permettent de faire des économies d'énergie substantielles. Ces détecteurs trouvent donc particulièrement leur place dans des zones piétonnes ou cyclistes peu fréquentées.

Ils sont à installer sur des luminaires LED car incompatibles avec des lampes à décharge (inertie à l'allumage, détérioration suite aux extinctions répétées).

La durée de vie d'un détecteur est trois fois moins longue qu'une lanterne. Il faut donc l'intégrer dans le cadre de la maintenance.

Il est également très important de bien s'assurer de la technologie du détecteur et de ses capacités d'obturation afin d'éviter des déclenchements intempestifs, et perdre l'intérêt premier du recours à son usage.

► Synthèse

Il est impératif de comprendre les usages des sites pour en dimensionner les équipements technologiques et leurs paramètres de fonctionnement (régimes, température de couleur ; Emoy ; etc.).

Le recours à des solutions de pilotage à l'armoire ou au point lumineux, doit répondre à des utilisations précises.

En effet la démultiplication de ces technologies embarquées peut parfois être difficile à entretenir et à maintenir.

Sans compter les notions de coûts d'investissements et de fonctionnement de ces appareillages.

Le SDE35 préconise l'utilisation et l'uniformisation des horloges astronomiques par les collectivités car malgré certaines dérives de pilotage :

- elles sont fiables ;
- elles limitent les durées d'allumage et donc les consommations d'énergie au plus juste des besoins ;
- elles réduisent les déplacements des entreprises de maintenance.



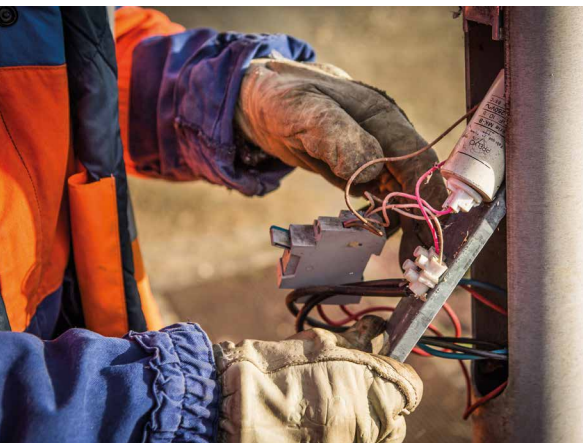
► La Maintenance

Pour conserver ses performances (niveau d'éclairage et de consommation électrique), un luminaire doit être bien entretenu. Une maintenance facilitée par des luminaires bien conçus est une maintenance plus efficace : plus rapide et moins chère.

Les caractéristiques qui facilitent la maintenance :

- IP > 65 : l'intérieur du luminaire s'encrasse peu ;
- mode d'ouverture rapide ;
- dispositif de retenue du capot ;
- conception sécurisée des vis ;
- démontage de l'appareillage et de la lampe sans outils ;
- forme simple (limitant les recoins, nids à poussière) ;
- une vasque en verre se nettoie mieux qu'en polycarbonate ;
- un luminaire à LED requiert une maintenance réduite sur la source lumineuse (cependant il nécessite une maintenance pour le nettoyage de la surface éclairante ainsi que le dessus du capot).

Plus généralement, il faut intégrer la nécessité de la maintenance dès la conception du projet d'éclairage. Il conviendra donc de bien faciliter l'accès aux équipements (orientation des trappes de visites des mâts, taille des fûts de mats pour faciliter l'accès aux coffrets de classe 2, etc..) sans oublier les « voies d'accès » notamment en période humide (chemin carrossable pour accès aux mâts de grande hauteur en nacelle).



Réduire l'impact sur l'environnement

► Biodiversité

L'éclairage public est un service indispensable à la sécurité et au bien-être des populations, mais il peut également avoir des impacts négatifs sur la biodiversité.

Ces impacts sont notamment liés à la pollution lumineuse, qui est la diffusion de lumière artificielle dans l'environnement.

En plus de cette pollution lumineuse, comme décrit précédemment, il faut ajouter le spectre de la longueur d'onde bleue, très présente dans les sources de lumières LED, et qui est unanimement reconnue comme un perturbateur très important pour la faune mais également pour les êtres humains, en agissant sur le rythme circadien, par effet de mimétisme avec le cycle de la lumière du soleil.

Les principales conséquences de la pollution lumineuse sur la biodiversité sont les suivantes :

- **Attraction des insectes** : la lumière artificielle attire les insectes, qui sont une source de nourriture importante pour de nombreuses espèces. Ce phénomène, appelé "effet puits", peut entraîner une diminution des populations d'insectes, ce qui a des conséquences en cascade sur l'ensemble des chaînes alimentaires.
- **Barrière physique** : la lumière artificielle peut créer une barrière physique pour les espèces nocturnes, qui sont gênées par la lumière et peuvent avoir du mal à se déplacer. Ce phénomène, appelé "effet barrière", peut limiter la dispersion des populations et l'accès aux ressources.
- **Perturbation du rythme circadien** : la lumière artificielle peut perturber le rythme circadien des animaux, c'est-à-dire leur cycle naturel de veille et de sommeil. Ce phénomène peut entraîner des problèmes de reproduction, de comportement et de santé.

Les espèces les plus sensibles aux impacts de la pollution lumineuse sont les suivantes :



Les insectes, qui sont à la base de nombreuses chaînes alimentaires,



Les amphibiens, qui sont actifs la nuit et sont sensibles à la lumière artificielle,



Les oiseaux nocturnes, et les chauves-souris, qui utilisent la nuit pour se déplacer et se nourrir,



Les reptiles, qui sont également actifs la nuit et peuvent être perturbés par la lumière artificielle.

Pour limiter les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité, il est possible de mettre en place des mesures simples telles que :

- L'utilisation de luminaires avec des températures de couleur adaptée émettant moins de lumière bleue, qui est la longueur d'onde la plus perturbante pour la biodiversité (inférieur à 2700 K).
- L'orientation des luminaires de manière à limiter la diffusion de la lumière dans le ciel : l'orientation des luminaires vers le sol permet de limiter la diffusion de la lumière dans le ciel, ce qui réduit les impacts sur la biodiversité,
- L'extinction de l'éclairage public pendant les périodes de faible activité humaine (extinction estivale, coupure nocturne, détection) permet de réduire les impacts sur la biodiversité,
- Aucune orientation directe de l'éclairage sur les étendues d'eau, les arbres et les espaces verts en général.

La prise en compte des enjeux de biodiversité dans la conception et la gestion de l'éclairage public est une nécessité pour préserver la richesse du vivant.

► Le Schéma de Cohérence des Ambiances Nocturnes

Le Schéma de Cohérence des Ambiances Nocturnes (SCAN) est un outil d'élaboration et de présentation des enjeux territoriaux en matière d'éclairage public. Il se présente sous la forme d'un support cartographique numérique interactif, et d'un rapport recensant les données locales liées à l'éclairage public, l'urbanisme, la mobilité, l'environnement et les usages. Il s'applique aux environnements urbains et ruraux.

Il permet d'arbitrer objectivement les politiques publiques locales en matière d'éclairage. Il offre un suivi évolutif de la rénovation du parc d'éclairage, des aménagements urbains, architecturaux et paysagers au rythme des mesures réglementaires et des découvertes scientifiques en matière de biodiversité et de santé. Il facilite la mise en cohérence des ambiances nocturnes aux enjeux énergétiques, environnementaux et sociétaux.

Grâce au SCAN, le Syndicat maîtrise les nuisances lumineuses et valorise la protection de la biodiversité grâce à un éclairage respectueux de la santé des êtres vivants, équilibré avec l'obscurité naturelle et adapté aux cohabitations d'usages.

#1 Respectueux de la santé des êtres vivants

Les êtres vivants sont :

- les espèces faunistiques,
- les espèces floristiques,
- les êtres humains.

L'éclairage artificiel représente un risque physique pour les êtres vivant la nuit, provoquant des troubles variés (biologiques, psychologiques, migratoires, etc.). En ce sens, l'identification des territoires où sont retrouvées prioritairement des espèces faunistiques et floristiques à préserver est importante afin d'élaborer des stratégies de gestion de l'éclairage en accord avec les derniers éléments scientifiques à ce sujet en date de programmation et de projet.

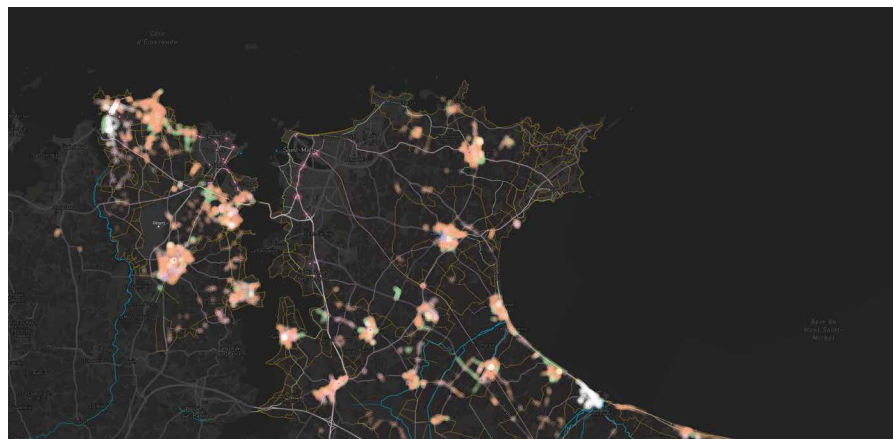
► L'éclairage public est un service indispensable à la sécurité et au bien-être des populations

#2 Équilibré avec l'obscurité

L'obscurité relative à l'absence de lumière naturelle est indispensable au bon développement des êtres vivants nocturnes. Pour eux, la présence de l'éclairage artificiel peut être perçue comme un obstacle physique infranchissable. Afin de garantir le bon accès à leurs activités (déplacements pour la chasse, nidification, reproduction, etc.), la production d'éclairage dans ces territoires est conçue de manière à offrir de larges porosités laissées à l'obscurité.

La création de « corridors obscurs » constituant la trame noire peut être réalisée par une simple réflexion sur l'extinction et/ou l'enlèvement de points lumineux selon des stratégies spatiales et temporelles propres à chaque territoire d'étude, permettant la restitution aisée et à faible coût de l'obscurité la nuit. Les objectifs sont pluriels :

- limiter voire annuler les effets de barrière lumineuse,
- traiter les transitions lumineuses entre les différents niveaux d'éclairement et les différentes températures de couleur, en accord avec les éléments scientifiques actuels,
- préférer interrompre le traitement lumineux ou le rendre perméable par des aménagements spécifiques, proposant par exemple des équipements d'éclairage à modulation et/ou détection paramétrables.



► Extrait du SCAN

#3 Adapté aux cohabitations d'usages

L'enjeu du SCAN est d'équilibrer l'éclairage artificiel aux usages nocturnes des êtres humains et des êtres vivants de la faune et de la flore afin de retrouver une cohérence nocturne territoriale. Ainsi, tout programme et tout projet d'éclairage, au cœur d'un espace à enjeux de biodiversité important ou non, se doit de réfléchir à sa nécessité.

La création ou rénovation du parc d'éclairage doit toujours débiter par la réalisation d'une étude préalable qui peut conduire à l'éventuelle suppression de tout ou partie de l'éclairage artificiel.

Le cas échéant, l'implantation de matériel sera conçue pour être au bénéfice partagé de l'ensemble des usagers des lieux, faunes et flores comprises, et devra répondre aux ambitions suivantes :

- respecter les critères de flux des réglementations,
- être en harmonie formelle (taille, couleur, matériau) avec l'environnement paysager,
- être positionnée hors des feuillages actuels ou futurs (croissance naturelle),
- répondre aux exigences de respect des milieux aquatiques.

► La création ou rénovation du parc d'éclairage doit toujours débiter par la réalisation d'une étude préalable

#4 La préservation du ciel nocturne

Actuellement, l'éclairage artificiel empêche de profiter du ciel nocturne : par temps clair, guère plus de vingt étoiles sont visibles en ville, contre plus de deux mille en campagne.

Il a également des effets indésirables sur certaines espèces animales et végétales :

- de nombreux insectes, attirés par la lumière artificielle, meurent d'épuisement autour des luminaires ;
- les animaux nocturnes, facilement éblouis, peuvent s'égarer et provoquer des accidents ;
- le halo lumineux au-dessus des agglomérations, attire et désoriente les oiseaux migrateurs ;
- l'éclairage de nuit génère des dérèglements biologiques chez les plantes.

Enfin, des luminaires mal orientés viennent éclairer l'intérieur des habitations, gênant le cycle du sommeil, voire la santé des résidents.

Si la coupure de l'éclairage en milieu de nuit reste bien sûr la mesure la plus efficace, la performance des luminaires a une incidence directe sur ces conditions d'observation, de biodiversité et de santé.

Afin de limiter les nuisances lumineuses et les consommations d'énergie, un arrêté ministériel du 25 janvier 2013 réglemente désormais l'éclairage intérieur émis vers l'extérieur des bâtiments non résidentiels (vitaines de commerces, bureaux...) ainsi que l'éclairage des façades de ces mêmes bâtiments.

Sauf exception, les éclairages de façades de bâtiments doivent désormais être éteints au plus tard à une heure du matin.



► L'analyse du cycle de vie

La consommation électrique liée à l'éclairage public est une préoccupation commune des collectivités. Les questions d'épuisement des ressources naturelles (liées aux matériaux utilisés), d'énergie grise (énergie nécessaire à sa fabrication), de recyclabilité des matériaux sont en revanche rarement abordées. La recherche investit pourtant ces champs de réflexion et le profil environnemental de certains produits, fondé sur l'analyse de leur cycle de vie, commence à être connu.

Le SDE35 conseille de questionner autant que possible les fournisseurs de matériels sur ces notions d'impact environnemental global.



► Le recyclage des déchets

Le recyclage limite :

- la production de déchets à enfouir ou incinérer ;
- l'utilisation des ressources naturelles (telles que la bauxite pour l'aluminium) ;
- la quantité d'énergie, les émissions de CO2 et de composés polluants lors de la fabrication des matériaux.

La quasi-totalité des matériaux liés à l'éclairage public est recyclable :

- les supports béton peuvent être concassés puis recyclés à 100 % (les ferrailles partent en fonderies et les gravats de béton sont utilisés en travaux publics) ;
- l'aluminium, souvent constitutif des mâts et lanternes, est 100 % recyclable (la première production est en revanche assez polluante) ;
- les mâts en bois doivent être démantelés afin d'enlever les parties métalliques avant d'être recyclés en panneaux ou isolants en fibre de bois s'ils n'ont pas été traités avec des produits polluants (en effet, certains procédés de traitement du bois amènent à les considérer en fin de vie comme des déchets dangereux) ;
- les lampes doivent être recyclées via la filière Ecosystem ;
- les lanternes et appareillages en fin de vie sont considérés comme des déchets des équipements électriques et électroniques ; ils doivent donc être recyclés.

► La quasi totalité des matériaux liés à l'éclairage est recyclable

Le SDE35 suggère de questionner les fournisseurs sur la proportion de matériaux recyclés utilisés dans la fabrication de leur matériel (en particulier pour les mâts et lanternes).

Tout détenteur de déchets est responsable de leur élimination dans des conditions respectueuses de l'environnement (loi n°75-663 du 15 juillet 1975).

Les tubes fluorescents et autres lampes à décharge sont des déchets classés comme dangereux (car contenant une infime quantité de mercure) et doivent faire l'objet d'une collecte sélective et d'un traitement dans des filières appropriées (décret n° 2002-540 du 18 avril 2002).

Les déchets des équipements électriques et électroniques (dont font partie les luminaires et matériels de régulation) sont régis par les décrets du 20 juillet 2005 et du 2 mai 2012. Ces textes rendent les producteurs responsables de la fin de vie de ces équipements. Les détenteurs (dont font partie les collectivités) doivent assurer leur tri et les mettre à disposition des producteurs dans des conditions leur permettant de les recycler.



Conclusion

Pour synthétiser les éléments décrits dans ce document, il est impératif dans le cadre d'un projet relatif à la mise en œuvre d'éclairage public, de :

- Qualifier les usages.
- Anticiper le recours à des technologies selon les besoins.
- Intégrer les enjeux de préservation de la biodiversité, par l'alimentation, régulière et dans un temps long, d'atlas de biodiversité locaux qui permettent d'établir factuellement les espèces faune/flore présentes sur le territoire et leurs rythmes de vie (saisonnier, sédentaire, etc.) afin d'éviter de dimensionner des projets d'éclairage sur les seules hypothèses de critères environnementaux non spécifiés. Un rapprochement des acteurs institutionnels et associatifs locaux pourra être mené.
- Rendre transversale la question de l'éclairage public : sécurité, attractivité, tourisme, mobilités, sport, récréation, animation, etc. Une à plusieurs formes d'éclairage existent pour chacune de ces entités. L'éclairage doit être considéré comme un sujet attaché aux problématiques tant diurnes que nocturnes, et le choix des mobiliers et matériaux doit répondre des problématiques esthétiques et pratiques de l'espace public sur 24h.
Exemple concret : un banc du même matériau que le sol produira un effet d'unité très agréable de jour, et une absence de contraste totale la nuit, faisant du banc un obstacle dangereux pour les piétons, cyclos, etc. Exemple récent : la place du Commerce à Nantes, où les fontaines et emmarchement ne sont pas signalés, c'est très beau de jour, mais le matin en vélo c'est un labyrinthe pour ne pas chuter.
- Prendre en compte les caractéristiques techniques des équipements installés afin d'anticiper la maintenance des équipements.
- Communiquer pour rendre le projet de sobriété acceptable et durable. Cela passe par l'animation d'événements autour de la nuit, de l'éclairage et de l'obscurité, l'obtention de labels nationaux ou internationaux (RICE), l'information auprès des habitants des enjeux énergétiques et environnementaux et surtout la compréhension de leurs besoins spatiaux-temporels en termes d'éclairage.

► Coupures EcoWatt

La démarche EcoWatt a pour objectif d'inciter les usagers bretons à modérer leur consommation d'électricité, en particulier en hiver, aux périodes de pointe (le matin et entre 18h et 20h).

Le site www.monecowatt.fr déclenche des « alertes », dans l'esprit des journées vertes, orange ou rouges de Bison Futé, pour signaler les périodes de pointes de consommation d'électricité et inviter les Bretons à éteindre autant que possible les appareils énergivores.

Malgré la pertinence du dispositif EcoWatt, le SDE35 reste prudent quant à son application à l'éclairage public. En période hivernale, il n'apparaît pas opportun de couper l'éclairage public en fin d'après-midi/début de soirée, alors que l'espace public est encore très fréquenté.

L'éclairage public a essentiellement raison d'être en début de matinée et début de soirée. L'éteindre à ce moment-là reviendrait à remettre en cause son utilité première.

L'extinction de l'éclairage de loisirs (stades) ou des illuminations (églises) apparaît en revanche plus judicieuse.

Glossaire ▶



A

Analyse du cycle de vie (ACV)

L'Analyse du Cycle de Vie est une méthode quantitative et multicritères d'évaluation des impacts environnementaux associés à un produit, tout au long de sa vie, du « berceau à la tombe ».

Ambiance (luminaire d'ambiance)

Un luminaire d'ambiance vise une esthétique qui rejoint celle des anciennes lanternes (avec un verre circulaire ou quatre faces). Les luminaires d'ambiance présentent généralement des optiques circulaires et des efficacités lumineuses inférieures à celles des luminaires fonctionnels. Ces lanternes sont généralement installées à de faibles hauteurs sur des voies résidentielles ou de petites places pour lesquelles on recherche une ambiance nocturne rassurante plutôt qu'un niveau d'éclairement élevé.

Amorceur

L'amorceur envoie pendant un laps de temps très court (quelques micro-secondes) une tension très élevée à la lampe de manière à initier un arc électrique entre les électrodes et ainsi provoquer l'allumage d'une lampe à décharge.

Ampoule

Souvent employé pour désigner la lampe elle-même, le terme d'ampoule correspond en fait à l'enveloppe de verre de la lampe.

B

Ballast

Le terme de ballast désigne un composant électrique ou électronique utilisé pour stabiliser le courant dans un circuit électrique.

C

Candela

La candela (symbole : cd) est l'unité de mesure de l'intensité lumineuse.

Candélabre

Support destiné à porter un ou plusieurs luminaires sur la voie publique.

Certificat d'Économies d'Énergie (CEE)

Le dispositif des Certificats d'économies d'énergie (CEE) est un mécanisme qui oblige les fournisseurs d'énergie (électricité, gaz, fioul, carburants, GPL...), au travers d'objectifs triennaux fixés par les pouvoirs publics, à financer des actions et des travaux en faveur des économies d'énergie.

Classes de protection électrique

Classe I :

La protection supplémentaire consiste en la présence de moyens de raccordement de toutes les masses à une borne de terre destinée à être elle-même reliée à un conducteur de protection. Ce conducteur de protection doit être relié à une prise de terre de valeur convenable.

Classe II :

La classe II assure elle-même sa propre sécurité dans les conditions normales d'utilisation (double isolation ou isolation renforcée), tout défaut entre les parties actives et les parties accessibles étant rendu improbable. Les matériels de cette classe ne comportent pas de moyen de mise à la terre de protection.

Classe III :

Matériels conçus pour être alimentés sous une tension non supérieure à 50 volts en courant alternatif ou 120 volts en courant continu.

Coefficient de maintenance

Le coefficient de maintenance exprime la perte de flux lumineux maximale au cours de la durée de vie d'un luminaire. Il dépend notamment des caractéristiques techniques du luminaire (IP, matériau de la vasque), du choix de la lampe et de la fréquence d'entretien.

Condensateur

Le condensateur est un composant électrique ou électronique pouvant emmagasiner une charge électrique qui permet de compenser l'effet de déphasage du courant par rapport à la tension.

Console

Dans un lampadaire extérieur, partie mécanique droite (voir crosse pour les formes courbes) entre le mat (ou le mur) et la lanterne qui éclaire.

Cos

Le cosinus (ou facteur de puissance) reflète le déphasage entre la tension et l'intensité du courant alternatif. Ce déphasage génère de l'énergie réactive qui occasionne :

- un mauvais rendement de l'installation ;
- des pertes et des chutes de tension sur le réseau électrique.

Plus la puissance réactive est élevée, plus le cos est bas. On recherchera donc un cosinus le plus proche possible de 1.

Crosse Console de forme courbe.

D

Disjoncteur différentiel

Composant électrique installé dans une armoire de commande qui assure la protection des matériels et des personnes :

- il protège les installations des incendies que pourrait générer un circuit électrique (court-circuit, surcharge) ;
- il protège les personnes contre les risques d'électrocution.

DSFLI

Il s'agit du flux lumineux total des sources rapporté à la surface destinée à être éclairée, en lumens par mètre carré.

E

Éblouissement

Trouble de la vue produit par un excès de lumière ou un éclat trop vif.

Éclairage

Quantité de lumière émise sur une surface. L'éclairage s'exprime en lux ou lumen/m² (éclairage = flux lumineux/surface). Quelques exemples de niveaux d'éclairage :

- nuit de pleine lune : 0,5 lux ;
- appartement bien éclairé : 200 - 400 lux ;
- extérieur par ciel couvert : 25 000 lux ;
- extérieur en plein soleil : 50 000 à 100 000 lux.

Efficacité lumineuse

Symbole : η .

Quantité de lumière émise, par Watt électrique consommé.

Une efficacité lumineuse élevée permet de diminuer la puissance électrique (donc les consommations) pour un même éclairage. L'efficacité lumineuse s'exprime en lumen par Watt (lm/W).

Émetteur

Système électronique de commande centralisée qui émet un signal aux différentes armoires de commande. Ce dispositif permet l'allumage simultané de l'ensemble de l'éclairage de la commune. Son fonctionnement est associé au récepteur.

Espacement

L'espacement (aussi appelé inter-distance) représente la distance entre deux points lumineux ou candélabres.

Étude photométrique

Étude permettant de déterminer un ou plusieurs choix d'aménagement et de matériel d'éclairage public pour un niveau d'éclairage et une uniformité donnés. Elle permet aussi de vérifier la conformité à la norme EN 13-201, de l'éclairage public existant ou futur, d'une rue et d'un espace public. Elle se fait à l'aide d'un logiciel spécifique dans lequel sont rentrées les classes d'éclairage choisies, les dimensions des éléments de la rue et les caractéristiques de l'installation.

F

facteur de maintenance

Le facteur de maintenance exprime la perte de flux lumineux maximale pendant l'exploitation d'une installation (pouvant comprendre différents points lumineux).

Fonctionnel (luminaire fonctionnel)

Un luminaire fonctionnel vise avant tout une performance d'éclairage. Les luminaires fonctionnels présentent généralement des optiques routières ou urbaines et des efficacités lumineuses supérieures à celles des luminaires d'ambiance. Ces lanternes peuvent être installées à différentes hauteurs sur des voies résidentielles ou structurantes.

flux lumineux

Le flux lumineux (symbole : Φ) correspond à la quantité de lumière émise par une source lumineuse dans toutes les directions par seconde. Il s'exprime en lumen (lm).

G

Gradable

Une lampe est gradable lorsque son flux lumineux peut varier à l'aide d'un gradateur.

Gradateur

Appareil électrique permettant de faire varier le flux lumineux d'une lampe. Exemple : ballast électronique.

H

Hauteur de feu

Distance verticale entre la lampe et la surface horizontale à éclairer.

Horloge astronomique

À partir des informations de lieu, de date et d'heure, l'horloge astronomique est une horloge électronique qui calcule en tout instant la position du soleil et détermine en conséquence l'allumage et l'extinction de l'éclairage public.

Horloge électromécanique

Une horloge électromécanique exerce un contrôle temporel permettant l'allumage et l'extinction des lampes de façon autonome. Ce système ne prend pas en compte la variation de la lumière du jour.

I

Implantation

L'implantation est la position sur un plan X, Y d'un point lumineux ou d'un candélabre.

Indice de Rendu des couleurs (iRc ou Ra)

Capacité d'une source de lumière à restituer fidèlement les couleurs telles qu'elles sont sous la lumière naturelle (maximum = 100).

Indice de protection (IP)

L'indice de protection IP détermine le degré de protection du matériel contre la pénétration des corps solides (1^{er} chiffre) et liquides (2^e chiffre).

Indice de résistance aux chocs (IK)

L'indice IK détermine le degré de protection du matériel contre les chocs d'origine mécanique.

intensité lumineuse

L'intensité lumineuse indique le flux lumineux d'une source dans une direction donnée. Unité : candela (cd).

Inter-distance

L'inter-distance (aussi appelée espacement) représente la distance entre deux points lumineux ou candélabres.

Interrupteur crépusculaire

L'interrupteur crépusculaire (ou cellule photo-électrique) mesure la quantité de lumière environnante et commute l'éclairage en fonction d'un seuil de luminosité prédéfini.

Iodures métalliques (IM)

Les lampes à iodures métalliques sont des lampes à décharge haute pression qui présentent de très bons résultats en termes de flux lumineux, de durée de vie et d'indice de rendu des couleurs. Ces lampes sont par contre assez chères. Leur efficacité lumineuse est inférieure à celle des lampes à vapeur de sodium haute pression.

L

Lampe à décharge

Les lampes à décharge utilisent le principe de l'excitation des particules par la création d'une tension électrique entre deux électrodes. Elles sont très utilisées en éclairage public. Les lampes à sodium haute pression font partie de cette catégorie.

LED

LED est le sigle anglais pour Light Emitting Diode, traduit en français par le sigle DEL pour Diode Électro-luminescente (mais peu usité). Il s'agit d'un composant électronique émettant de la lumière au passage d'un courant électrique.

Lumen

Le lumen (symbole : lm) est l'unité de flux lumineux, exprimant la quantité de lumière émise par une source.

Luminance

La luminance correspond à la perception qu'on a du niveau lumineux ambiant. Plusieurs facteurs influencent le niveau de luminance :

- l'intensité lumineuse de la source de lumière ;
- les paramètres géométriques de la surface éclairée ;
- la coloration de la source lumineuse.

En effet, certaines surfaces absorbent plus la lumière que d'autres. A installation égale (et donc, à flux lumineux égal), les résultats en luminances sont par exemple différents si la chaussée est sombre ou claire (et donc également si elle est récente ou ancienne). Unité : candela / m².

Lux

Le lux est une unité de mesure de l'éclairage lumineux (symbole : lx). Il caractérise le flux lumineux reçu par unité de surface. Le lux sert de cadre normatif pour définir, dans la législation française et européenne, les niveaux minimum requis pour l'éclairage public et l'éclairage des lieux de travail.

M

Monophasé

Un circuit monophasé est alimenté en basse tension (240 V) et composé de deux conducteurs distribuant une phase et un neutre

O

OLED

Les OLED sont des diodes électroluminescentes organiques : la lumière provient d'une diode sur laquelle on superpose plusieurs couches organiques entre deux électrodes. Elles permettent de créer des sources très fines et très étendues, et aussi de produire des luminaires souples. Jusqu'à présent cantonnées aux laboratoires de recherche, elles viennent d'apparaître au catalogue de grands fabricants de sources de lumière à des fins de décoration ou d'architecture intérieure. Pas encore utilisées en éclairage public, l'efficacité des OLED est encore limitée (environ 20 lumens/W environ), le prix reste élevé et la fiabilité à améliorer.

P

Parasurtenseur

Le parasurtenseur (ou parafoudre) protège les installations électriques et de télécommunications contre les surtensions du réseau de distribution.

R

Récepteur

Dispositif électronique installé dans les armoires de commandes qui ordonne l'allumage et l'extinction de l'éclairage. Son fonctionnement est associé à l'émetteur d'une commande centralisée.

S

SDAL

(Schéma Directeur d'Aménagement Lumière)

Conçu en concertation avec les habitants et acteurs locaux, le SDAL définit les principes d'aménagement d'une commune en matière d'éclairage public. Ces principes concernent par exemple :

- les lignes de matériels d'éclairage publics ;
- les choix de puissances et de sources selon les types de voies (voirie primaire, secondaire, tertiaire).

Source lumineuse

Une source lumineuse est un objet qui produit de la lumière. On rassemble sous ce terme les différents types de lampes et diodes électroniques.

Sodium Haute Pression (SHP)

Les lampes au sodium haute pression sont des lampes à décharge assez efficaces d'un point de vue énergétique. Elles ont une bonne durée de vie mais un mauvais rendu des couleurs.

T

Température de couleur

La température de couleur permet de déterminer la température d'une source de lumière à partir de sa couleur. Elle se mesure en Kelvins (K). La couleur apparente d'une source lumineuse varie du rouge orangé de la flamme d'une bougie (1 850 K) au bleuté dans le cas d'un flash électronique (entre 5 000 et 6 500 K). Pour apprécier l'aspect et la qualité de la lumière il convient d'associer à la température de couleur, l'indice de rendu de couleur.

Triphasé

Un circuit triphasé est alimenté en basse tension (240 V entre les phases et le neutre) et composé de quatre conducteurs distribuant trois phases et un neutre.

U

ULOR

Acronyme anglo-saxon signifiant « Upward Light Output Ratio », l'ULOR correspond à la valeur du pourcentage de flux de la lampe sortant du luminaire installé, directement dirigé vers le ciel

Uniformité

Le facteur d'uniformité générale d'éclairage est le rapport de l'éclairage minimal à l'éclairage moyen de la surface considérée. Uniformité d'éclairage moyen : $U_o = E_{\min} / E_{\text{moy}}$ (un coefficient de 1 correspond donc à une uniformité parfaite).

V

Vapeur de mercure

Les lampes à vapeur de mercure (communément appelées ballon fluo) sont des lampes à décharge présentant un mauvais rendement énergétique (~ 50 lum/W). C'est pourquoi elles sont bannies du marché à partir de 2015.

Variateur de puissance

Système électronique qui permet de réduire le niveau d'éclairage par la réduction de puissance. L'implantation du dispositif peut s'effectuer au point lumineux ou de manière centralisée à l'armoire de commande.

Pôle éclairage public

Responsable

Sébastien POTTIER

Chargés de maintenance

Julien HENRY
Maxime SOARES

Chargés d'études

Emile FRUNEAU
Yann GUINARD

Coordinatrice administrative

Laure-Anne NICOLAS

Conducteurs d'opérations

Adrien BISEUL
Christophe LENORMAND
Thibaud CAVAILLÈS
David AUBREE
Yoann BUIN

Chargés de gestion administrative et technique

Valérie FAUCHEUX
Quentin PITARD
Laurence BOUGEARD

Contact pôle éclairage public



ep@sde35.fr





Charte réalisée par les services du SDE35
en partenariat avec l'Observatoire de la nuit
et co-financé par la FNCCR.

Consulter le
document en ligne



SDE35
ACTEUR PUBLIC DES ÉNERGIES



www.sde35.fr