



L'éclairage public

Problématique

L'éclairage public est nécessaire à la vie nocturne dans les villes et villages. Il participe à la sécurité des déplacements des véhicules et des personnes en leur permettant de voir, d'être vu et de se reconnaître. C'est aussi un service source d'activité économique. Mais l'éclairage public compte pour une part élevée des consommations d'électricité d'une commune (de l'ordre de 20 % dans les communes françaises, plus de la moitié dans certaines communes africaines) et représente une part importante du budget énergie de celle-ci, sans oublier des exigences d'entretien souvent négligées et pourtant nécessaires pour maintenir le service. L'expansion démographique et géographique des villes africaines rend nécessaire l'utilisation de technologies efficaces et capables de supporter les baisses de tension intermittentes du réseau de distribution d'électricité voire les délestages. Une attention particulière doit donc être portée à l'adaptation de l'éclairage public aux besoins tout en limitant l'impact sur l'environnement et les consommations d'électricité, et en prévoyant des solutions, telles que les lampadaires solaires autonomes, notamment là où le réseau électrique est déficient.

Crédit photo : Noa Trading



Lampadaire installé sur le pont de la Victoire à Grand Bassam. Côte d'Ivoire Initiative de la Francophonie pour des villes durables (IFVD).

Principes de base

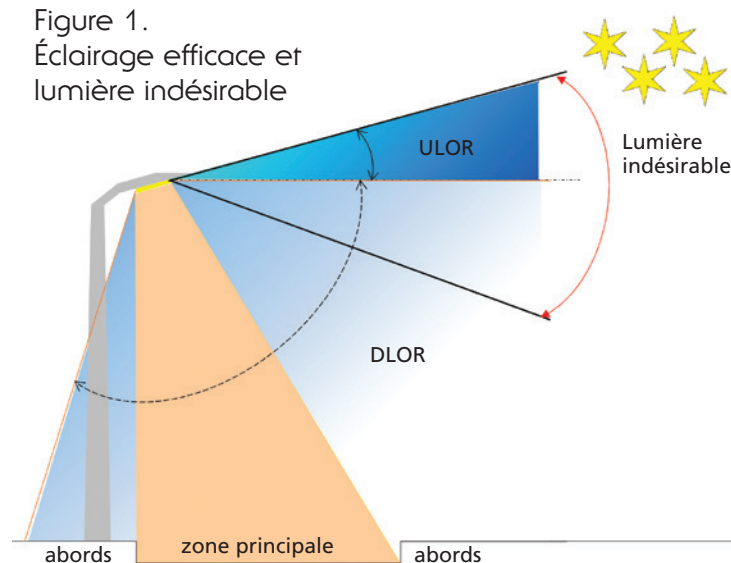
Définitions

Les notions de flux lumineux, durée de vie, température de couleur, indice de rendu de couleur et éclairage sont définies dans la Fiche PRISME n°10 – L'éclairage efficace (2016).

Quelques définitions additionnelles importantes pour l'éclairage public sont les suivantes :

- ULOR (Upward Lumen Output Ratio) et DLOR (Downward Lumen Output Ratio) : pourcentage de lumière émise respectivement au-dessus / en-dessous du luminaire (Figure 1).
- Uniformité d'éclairage : Ratio entre l'éclairage moyen mesuré entre deux luminaires et l'éclairage maximum.
- Hauteur de feu : hauteur usuelle à laquelle est placée la source lumineuse par rapport à l'endroit à éclairer.
- Indice de protection (IP) : caractérise la protection à la pénétration de corps solide et d'eau.
- Indice de résistance (IK) : caractérise la protection contre les chocs d'origine mécanique.

Figure 1. Éclairage efficace et lumière indésirable



Une installation d'éclairage public performante doit répondre aux besoins pour un coût global (investissement + fonctionnement) et un impact sur l'environnement minimums (Encadré 1).

Encadré 1. Principes d'efficacité des installations d'éclairage public

Répondre aux besoins: Les niveaux d'éclairement et d'uniformité (Encadré 2) correspondent aux besoins des zones correspondantes. L'éclairement est inversement proportionnel au carré de la distance entre l'objet éclairé et la source lumineuse. Autrement dit, la hauteur de feu doit être la plus faible possible pour favoriser un éclairement maximal. L'uniformité dépend quant à elle de la surface que permet de couvrir le luminaire et elle est d'autant plus faible que le luminaire est bas.

Minimiser le coût global: Le coût global de l'installation d'éclairage public comprend l'investissement nécessaire à sa mise en place et son coût de fonctionnement, qui englobe le coût des consommations d'énergie et de la maintenance. Pour minimiser les coûts de maintenance, un luminaire d'indice de protection IP65 ou IP66 protégera correctement la source, son ballast et éventuellement ses auxiliaires. De plus, le luminaire doit être facilement accessible pour les opérations d'entretien et de dépolluierage.

Minimiser l'impact sur l'environnement: Pour limiter la pollution lumineuse, l'éclairage doit être dirigé uniquement vers la zone à éclairer, ce qui permet aussi d'éviter de gaspiller de l'énergie. Un critère simple est de choisir des luminaires qui n'émettent pas ou peu de lumière au-dessus d'eux, soit un ULOR ou ULR proche de 0 (Figure 1).

Les différents besoins d'éclairage public

L'éclairage public doit répondre aux besoins de visibilité et sécurité des usagers, qu'ils soient piétons, cyclistes ou conducteurs. Les zones à éclairer sont de natures différentes et souvent attenantes,

par exemple une chaussée avec des trottoirs et des pistes cyclables, une place publique entourée d'habitations, un chemin rural. Les usagers de ces différentes zones ont des besoins différents en termes de visibilité, selon les activités pratiquées (Voir Encadré 2).

Encadré 2. La norme européenne NF EN 13 201 pour la performance de l'éclairage public

Cette norme est particulièrement intéressante pour guider un projet en éclairage public. Elle indique les caractéristiques photométriques requises telles que l'éclairement, l'uniformité, la luminance, pour garantir un bon éclairage selon les zones à éclairer (Tableau ci-dessous). La norme fournit aussi les méthodes de calcul et de mesure de ces paramètres ainsi que les indicateurs de performance tels que densité de puissance et consommation annuelle d'énergie.

Pour des consommations d'énergie optimisées, la densité de puissance doit être $\leq 30 \text{ mW/lx.m}^2$ pour les autoroutes, routes express, voies rapides, roclades et pénétrantes et $\leq 45 \text{ mW/lx.m}^2$ pour les autres types de voies. Cela correspond à des installations équipées de lampes au sodium avec une consommation de 0,2 à 5,3 kWh/m², ou de LED avec une consommation de 0,4 à 3,8 kWh/m².

	Artère principale	Voie commerçante	Voie secondaire ou transversale	Voie de desserte vers zone résidentielle	Voie piétonne isolée, zone résidentielle, trottoir, piste cyclable
Eclairement ⁽¹⁾	15 lux	20 lux	15 lux	10 lux	7.5 lux
Uniformité ⁽¹⁾	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2
Puissance / Technologie ⁽²⁾	100 à 150 W Na HP	60 à 150 W IM; LED	60 à 150 W Na HP; LED	30 à 90W IM; LED	20 à 70W IM; LED
Hauteur de feu	6 à 10 mètres	4 à 8 mètres	4 à 8 mètres	4 à 8 mètres	4 à 6 mètres
Gestion à envisager ⁽³⁾	Gradation avec prudence ⁽⁴⁾	Gradation et télégestion	Gradation et télégestion	Gradation ⁽⁴⁾	Gradation + détection de présence

(1) Les valeurs d'uniformité et d'éclairement sont tirées de la norme et doivent être considérées comme des valeurs cibles.

(2) NaHP = lampes au sodium haute pression, IM = lampes à iodures métalliques, LED = diode électroluminescente (light emitting diode).

(3) Plus d'information sur les principes de gestion de l'éclairage est fournie dans la section suivante.

(4) Pas besoin de gestion à distance car l'éclairage doit rester allumé toute la nuit.

Source : ADEME

Description technique

Les sources lumineuses appropriées pour l'éclairage public

Les sources lumineuses appropriées pour l'éclairage public sont réparties en deux catégories.

Tout d'abord, les **lampes à décharge** incluent :

- Les lampes à vapeur de mercure : Emettant une couleur blanche, elles sont peu efficaces, aux alentours de 50 lm/W et interdites de mise sur le marché en Europe depuis avril 2015.
- Les lampes aux iodures/halogénures métalliques : Elles produisent une lumière blanche avec un indice de rendu des couleurs de 80 pour une température de couleur de 4 000 K. Leur efficacité de 115 lm/W pour un flux supérieur à 10 000 lumen (puissance de 60 W) les rend pertinentes pour l'éclairage de faible hauteur (hauteur de feu inférieure à 6 mètres). La durée de vie à 20 % de baisse de flux est d'environ 18 000 heures ; cette valeur représente la durée après laquelle la lampe a perdu 20 % de son flux lumineux et donc ne fournit plus un éclairage suffisant ; une baisse de flux de 30 % peut être acceptable dans certains cas ; cette baisse de flux doit être prise en compte dans le dimensionnement du système et conditionne la fréquence du changement des sources.
- Les lampes à vapeur de sodium : Produisant une lumière jaune-orangé, elles sont à préconiser pour l'éclairage routier. Leur efficacité de 130 lm/W pour un flux supérieur à 33 000 lumen (puissance de 250 W) les rend pertinentes pour l'éclairage de grande hauteur (hauteur de feu proche de 10 mètres). La durée de vie à 20 % de baisse de flux est d'environ 25 000 heures.

Ensuite, les **lampes LED**, caractérisées par leur longue durée de vie et en constante amélioration, révolutionnent le marché et peuvent être envisagées pour quasiment tous les usages de l'éclairage public (Encadré 2). Un luminaire LED a une efficacité d'environ 120 lm/W. La durée de vie à 20 % de baisse de flux est de 80 000 à 100 000 heures. Cette longévité compense en partie un coût d'achat élevé. Des lampes à LED se substituent directement à des lampes à vapeur de mercure, générant des économies d'énergie à moindre coût. La substitution demande néanmoins certaines précautions : la sécurité électrique du luminaire après travaux doit rester conforme pour éviter les électrocutions, et l'état du luminaire doit être satisfaisant pour durer dans le temps ; la surface éclairée et le niveau d'éclairement doivent être maintenus ; si le réflecteur initial est utilisé, il doit être nettoyé.

Les luminaires

Les luminaires servent à diriger la lumière émise par la source lumineuse, à protéger cette dernière et son appareillage. La répartition de la lumière doit permettre d'éclairer la zone voulue et d'assurer l'uniformité de l'éclairage en ne laissant pas de zones noires entre

deux luminaires. Le luminaire doit aussi limiter la pollution lumineuse (ULOR ou ULR voisin de 1 %). Quant à l'indice de protection d'un luminaire pour l'éclairage public, il doit être au moins de IP65 (étanche à la poussière et protégé contre des jets d'eau puissants). L'indice minimum recommandé pour la protection aux chocs est IK08. L'efficacité d'un luminaire est sa capacité à restituer le flux lumineux émis par les sources ; elle est proche de 100 % pour les meilleurs luminaires LED, elle peut atteindre 90 % pour un luminaire équipé de lampes à décharge.

Les systèmes d'alimentation (ballasts)

Les lampes à vapeur de mercure, aux iodures métalliques et à vapeur de sodium sont des lampes à décharge électrique haute pression qui nécessitent un ballast pour les allumer et les contrôler. Le ballast peut être ferromagnétique ou électronique. Un ballast électronique est généralement plus efficace et à même de contrôler la lampe pour choisir le niveau du flux lumineux (gradation ou « dimming »). Les sources à LED sont aussi alimentées via un ballast électronique, mais de nature différente.

Ces ballasts doivent résister aux conditions climatiques locales (chaleur, humidité), aux vibrations et aux baisses de tensions du réseau. Certains ballasts fonctionnent pour des températures jusqu'à 150°C et pour des tensions comprises entre 120 et 277 V.

La gestion de l'éclairage

La gradation consiste à réduire le flux lumineux émis par le luminaire et donc sa puissance consommée. Cette action permet d'adapter l'éclairage aux besoins tout en réduisant sa consommation. Ainsi, une zone commerciale demande un éclairage de 15 lux quand elle est fréquentée mais pourra être éclairée à 7,5 lux voire éteinte quand les magasins sont fermés. Ceci peut se faire à l'aide d'un ballast électronique à travers une commande spécifique ou en baissant la tension d'alimentation à l'entrée d'un ballast ferromagnétique.

La télégestion consiste à gérer chaque point lumineux à distance, les informations étant transmises soit par ondes soit via des courants porteurs en ligne. Ceci permet de centraliser la gestion et éventuellement de détecter des pannes mais reste onéreux.

Les lampadaires solaires autonomes

Ces lampadaires sont alimentés par l'électricité des panneaux photovoltaïques. L'électricité générée de jour est stockée dans des batteries pour alimenter la nuit un système à LED qui produit la lumière. Les performances des panneaux photovoltaïques et des LED, combinées à une gestion optimisée de la batterie, permettent aujourd'hui d'utiliser ces produits dans de nombreuses régions dans le monde, particulièrement en Afrique où l'on bénéficie d'un bon ensoleillement. Ainsi, pour une irradiation journalière de 4 kWh/m², un panneau photovoltaïque de 1 m² et 150 Wc permet d'alimenter un luminaire LED de 30 W à pleine puissance durant 8 heures avec

une autonomie de 3 jours pour une batterie correctement dimensionnée (éviter les batteries au plomb).

Il est recommandé que la capacité de la batterie soit au moins trois fois supérieure à l'énergie nécessaire quotidiennement, permettant d'assurer une autonomie de trois jours, d'éviter les décharges profondes et une usure prématurée des batteries. L'empoussièrement des panneaux photovoltaïques et une perte de puissance annuelle de 1 % sont à prendre en compte dans le dimensionnement. Le matériel choisi, en particulier la batterie, doit pouvoir résister aux conditions climatiques locales. L'appareillage doit être protégé contre le vandalisme (panneaux photovoltaïques scellés, batterie invisible, par exemple incluse dans le mât, placée en hauteur ou enterrée). L'inclinaison du panneau permet de maximiser la production durant les jours où l'ensoleillement est faible et de limiter l'encrassement. Les panneaux doivent dans tous les cas être nettoyés régulièrement et notamment après des épisodes climatiques particuliers (tempêtes de sable, orages, etc.). La prise au vent doit être prise en compte dans le calcul de dimensionnement mécanique du mât. Les lampadaires solaires autonomes sont des objets complexes et du personnel doit être formé à leur entretien.

Finalement, leur utilisation ne doit pas être réservée aux zones non connectées au réseau électrique ; elle peut s'avérer pertinente dans des quartiers urbains où le réseau est défaillant.

Des solutions technologiques efficaces

Plusieurs options technologiques permettent de générer des économies d'énergie dans le secteur de l'éclairage public, et sont d'ailleurs éligibles aux Certificats d'Économie d'Énergie délivrés en France pour valoriser les meilleures opérations de maîtrise de l'énergie. Quelques exemples sont décrits ci-après. On notera que les performances annoncées des systèmes sont en constante évolution, et notamment celles des LED. Il est donc important d'actualiser régulièrement ces informations.

- **Système de maîtrise de la puissance réactive (ballasts ferromagnétiques seulement) :** Permet d'éviter de sur-dimensionner les réseaux en maîtrisant la puissance réactive générée par les ballasts ferromagnétiques, qui sont des inductances.
- **Système de variation de puissance :** Permet de faire de la gradation et donc de mieux contrôler la puissance consommée. Le système peut être centralisé au niveau de l'armoire qui alimente plusieurs points lumineux, ou chaque point lumineux peut disposer de son propre système.
- **Horloge astronomique :** Permet de synchroniser l'allumage et l'extinction de l'éclairage public avec les heures de lever et de coucher du soleil. Certaines horloges peuvent être programmées pour éteindre l'éclairage au cœur de la nuit.

- **Luminaires efficaces :** Les critères retenus sont un ensemble optique fermé, muni d'une vasque, d'indice de protection IP65 minimum.
 - a) Éclairage fonctionnel: efficacité lumineuse ≥ 90 lm/W et ULOR $\leq 1\%$ (ULR $\leq 3\%$ pour les LED)
 - b) Éclairage décoratif: efficacité lumineuse ≥ 70 lm/W et ULOR $\leq 10\%$ (ULR $\leq 15\%$ pour les LED).

Stratégies de mise en œuvre et résultats attendus

Déroulement-type d'un projet d'éclairage public

Une rénovation, tout comme une nouvelle installation d'éclairage public, vise à mieux éclairer, c'est-à-dire à un niveau satisfaisant pour apporter le service voulu tout en limitant la pollution lumineuse et en réduisant les consommations d'énergie.

La phase de pré-diagnostic permet d'identifier, à partir des connaissances du personnel en charge de l'éclairage, les besoins et la pertinence de se lancer dans un tel projet. Il peut être réalisé par un technicien non spécialiste. L'outil en ligne OPEPA (<http://opepa.ademe.fr>) permet, à partir de quelques données d'entrée, d'estimer les économies d'énergie et financières réalisables.

La phase de diagnostic vise à réaliser un état des lieux opérationnel et technique (lampes, supports, réseau et armoires, systèmes de contrôle/commande), organisationnel (procédures en place, mode de maintenance, gestion des déchets), financier (contrats de travaux/maintenance, coût de l'énergie). Des mesures physiques sont nécessaires, en particulier des mesures d'éclairement au luxmètre, pour apprécier la qualité et l'efficacité d'un échantillon représentatif des installations. L'analyse comparative d'indicateurs techniques (Encadré 1) est également utile. Le diagnostic doit finalement comporter les préconisations d'amélioration en matière de coût global de l'installation, des consommations d'énergie et des nuisances environnementales tout en améliorant la qualité de l'éclairage. Le diagnostic peut être l'occasion d'inventorier et de localiser, à l'aide d'un système d'information géographique (SIG), chaque élément du réseau, facilitant la gestion et la maintenance. Une attention particulière doit être consacrée aux réseaux de distribution d'électricité qui peuvent être vétustes, insuffisamment protégés, voire vandalisés. Une comparaison de la consommation facturée avec la consommation théorique des éléments en place permet une détection rapide de problèmes. La phase de diagnostic doit être réalisée par un professionnel, par exemple un bureau d'étude spécialisé.

La phase de diagnostic de l'existant n'est pas nécessaire dans le cas d'une nouvelle installation, mais les principes d'efficacité des installations d'éclairage public doivent être respectés dans la définition et l'implantation du projet.

Les contrats de performance énergétique

Un contrat de Performance Énergétique réfère à un contrat passé entre la collectivité et un partenaire privé, qui vise la rénovation et l'entretien de l'éclairage public avec un engagement sur le maintien des performances dans la durée. Dans le cas d'un investissement initial par le partenaire privé, cet investissement est remboursé au prorata des économies d'énergie réalisées. Les économies peuvent couvrir seulement les économies d'énergie ou bien les économies d'énergie et de maintenance. La collectivité peut aussi créer une structure dédiée de type Société de Développement Local qui réunit investisseurs, commune et partenaire privé; cette structure permet de centraliser le financement provenant de différentes sources mais aussi de suivre le contrat et éventuellement porter les risques associés.

La pérennité des projets

Un projet d'éclairage public sera d'autant plus durable qu'il est adapté au contexte, bien entretenu et bien géré par la suite.

Tout d'abord, la phase **d'identification des besoins** est essentielle pour choisir le bon niveau d'éclairage et le système de gestion (gradation, extinction automatisée) le plus adapté aux conditions de sécurité et d'usage. Les plans d'urbanisme peuvent aider à adapter l'éclairage aux besoins.

Au plan de **l'entretien**, plusieurs facteurs peuvent altérer les performances d'une installation d'éclairage tels que l'encrassement des luminaires et l'opacification des vasques dus à la poussière ou au sable, la chute du flux des sources de lumière, la perte d'efficacité des appareillages ou leur corrosion (environnement humide voire salé en bord de mer, corrosion due au sable), la résistance au vent trop faible. Ces détériorations peuvent être minimisées si elles sont anticipées et si un plan d'entretien préventif bien suivi est mis en place. Cet entretien préventif peut conduire à changer une source et un appareillage même lorsque la lampe éclaire encore. En effet, le coût de mobilisation du personnel technique, d'une nacelle pour accéder au luminaire en hauteur et de la sécurisation de la voirie représente la part la plus importante des coûts d'entretien, et il peut s'avérer plus économique de changer une lampe lors d'un tel entretien plutôt que d'attendre sa fin de vie réelle. En ce sens, la durée de vie est dite économique plutôt que technique. Le remplacement de lampe sera l'occasion d'un nettoyage de la vasque et du réflecteur du luminaire ainsi que de la vérification de la corrosion des contacts et appareillages électroniques.

La prise en compte de l'environnement extérieur est importante pour le choix d'un matériel adapté, par exemple des mâts en polyester fibre de verre résistants à l'air marin, mais aussi pour planifier des opérations de maintenance plus fréquentes si nécessaire, en fonction des saisons par exemple.

Finalement, la mobilisation des ressources humaines et des budgets suffisants pour l'entretien et le remplacement du matériel est cruciale. Il est essentiel que les communes prévoient un poste de dépenses « éclairage » suffisant dans le budget de la commune, et garantissent les recettes requises (impôts locaux, redevance spéciale pour l'éclairage public imposée sur les factures d'électricité des ménages, partenaires financiers externes, etc.).

Impact en termes de développement

La mise en place de l'éclairage public dans la ville ou le village s'accompagne de l'accroissement de l'activité nocturne. L'éclairage public participe à la sécurisation des biens et des personnes ainsi que des déplacements et améliore les conditions du développement d'activités économiques, notamment de commerces. De plus, dans le cas des lampadaires solaires autonomes, ceux-ci peuvent être dimensionnés pour produire plus d'électricité que nécessaire à l'éclairage, le surplus étant utilisé pour des services résidentiels (voir l'étude de cas). L'éclairage électrique peut arriver en substitution d'un éclairage au kérosène, dispendieux et nocif pour la santé. L'éclairage public est aussi générateur d'emplois (bureaux d'études, installateurs, techniciens pour l'entretien).



Entretien de l'éclairage public, Dakar, Sénégal.

Crédit photo : Sérigne LEYE THIOUNE

La pollution lumineuse

La lumière a une incidence sur le rythme dit circadien, le rythme veille-sommeil, par son influence sur la sécrétion de mélatonine, hormone qui commande l'endormissement. Ainsi, la longueur d'onde bleue, qui peut être très présente dans le spectre émis par les lampes et notamment les LED, en inhibe la sécrétion et perturbe l'endormissement. Il est important d'en tenir compte dans la planification des projets. Les rythmes biologiques de la faune et de la flore sont aussi impactés, par exemple la reproduction de certains amphibiens, l'occupation spatiale de certaines espèces de chauves-souris ou d'oiseaux migrateurs qui se guident grâce à la lumière polarisée et à la lueur des étoiles.

Finalement, la lumière non désirable représente aussi un gaspillage énergétique à éviter. En France, un arrêté rend obligatoire l'extinction des lumières pour la mise en valeur des bâtiments publics et des vitrines de magasins à partir de 1 heure du matin. De même, l'éclairage intérieur des bâtiments tertiaires doit être arrêté la nuit quand ils sont inoccupés. Ces mesures de bon sens permettent des économies d'énergie mais aussi de sensibiliser aux nuisances de l'éclairage inutile.

Conclusion

L'éclairage public est un vecteur essentiel du développement socio-économique des villes et des villages. Des solutions efficaces existent aussi bien pour les villes connectées au réseau de distribution d'électricité que pour les zones non connectées. Parmi ces solutions, les lampadaires solaires autonomes sont particulièrement adaptés à l'Afrique. Adopter ces solutions est crucial pour générer les retombées attendues, sans néanmoins mobiliser une part importante des ressources d'électricité, et tout en respectant le milieu naturel. Il est urgent que les pays s'engagent dans ces solutions.

Les fiches techniques PRISME (Programme International de Soutien à la Maîtrise de l'Énergie) sont publiées par l'IFDD. Cette fiche a bénéficié de la collaboration avec l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME, France).

Directeur de la publication :
Jean-Pierre Ndoutoum, Directeur, IFDD

Comité éditorial :
Mamadou Kone, Spécialiste de programme, IFDD
Romaric Segla, Attaché de programme, IFDD
Louis-Noël Jail, Chargé de communication, IFDD

Supervision technique :
Maryse Labriet, Eneris Consultants
info@enerisconsultants.com

Auteur :
Dr Bruno Lafitte, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, France
bruno.lafitte@ademe.fr

Ingénieur pour l'ADEME depuis 2009, Bruno Lafitte est spécialisé en éclairage (naturel, intérieur and public) et adaptation au changement climatique des bâtiments. Il donne régulièrement des formations sur le sujet à l'intention de techniciens, maires, et autres intervenants du secteur.

Édition et réalisation graphique :
Perfection Design Inc.

Août 2017



L'Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD) est un organe subsidiaire de l'Organisation internationale de la Francophonie (OIF). Il est né en 1988 de la volonté des chefs d'État et de gouvernement des pays francophones de conduire une action concertée visant le développement du secteur de l'énergie dans les pays membres. En 1996, cette action a été élargie à l'environnement. Basé à Québec (Canada), l'Institut a aujourd'hui pour mission, notamment, de :

- contribuer au renforcement des capacités nationales et au développement de partenariats dans les domaines de l'énergie et de l'environnement,
- promouvoir l'approche développement durable dans l'espace francophone.

Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD)
56, rue Saint-Pierre, 3^e étage
Québec, Canada G1K 4A1
Téléphone : 418 692-5727
Télécopie : 418 692-5644
Courriel : ifdd@francophonie.org
Site Internet : www.ifdd.francophonie.org

Références

ADEME, AFE, Syndicat de l'Éclairage. 2010. *Eclairer Juste*. Brochure proposée par le Syndicat de l'Éclairage, l'Association Française de l'Éclairage et l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie. France. http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/74511_7038_72dpi_eclairerjuste.pdf

Fiches Certificat d'Économie d'Énergie, 5 fiches sur l'éclairage, <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/operations-standardisees#e8>

CoMUN. 2015. *État des lieux synthétique de l'éclairage public dans les villes membres du REMME*. Réseau Marocain de la Maîtrise de l'Énergie. CoMun – Coopération municipale au Maghreb. <https://www.slideshare.net/Massolia/etat-des-lieux-synthetique-de-leclairage-public-dans-les-villes-membres-du-remme>

Conférence « Lumières urbaines dans les villes africaines », organisée par l'association LUCI et la Ville de Dakar. Dakar, 23 et 24 mai 2017. <http://www.luciasociation.org/wp-content/uploads/2017/05/Prog-LUCI-Urban-lighting-in-african-cities-web-FR-EN.pdf>

Annexe de l'Agence Internationale de l'Énergie sur les LED <http://ssl.iea-4e.org/product-performance>

Association Française de l'Éclairage. Guide d'application de la norme européenne Éclairage public EN 13201. http://sunna-design.fr/uploads/situation/Guide_application_norme_EN13201_eclairagisme.pdf

Fiche PRISME 2016 sur l'éclairage efficace : http://www.ifdd.francophonie.org/media/docs/publications/705_FichePrismeTHPE10_Eclairage_Efficace.pdf

Remerciements au Pr Georges Zissis de l'Université Paul Sabatier, à Pascal Raavel de O2 Environnement, à Philippe Lesur de Éclairage et Énergie Conseil, à Rudy Belliard de Novéa Énergies, pour leurs avis et conseils sur le sujet.



L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME, France) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. L'ADEME met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil, et aide au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre, dans les domaines de la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME)

20 avenue du Grésillé, BP 90406
49004 ANGERS CEDEX 01, France
Tél : 02 41 20 41 20
Fax : 02 41 87 23 50
Courriel : ademe@ademe.fr
Site internet : www.ademe.fr

Imprimé sur papier contenant 100 % de fibres recyclées postconsommation.



Étude de cas 1. Éclairage public à Dakar, Sénégal

Description

Dakar, capitale du Sénégal, s'étend sur une superficie de 82,5 km² avec une urbanisation quasi achevée et une population de plus de 1,2 million d'habitants. Avant 2001, la Communauté Urbaine de Dakar avait la compétence relative à la gestion de l'éclairage public, qu'elle délégait à la Société Nationale d'Électricité du Sénégal (SENELEC). En 2001, lors de la dissolution de la Communauté Urbaine de Dakar, la Ville de Dakar a lancé un ambitieux programme de rénovation, densification et extension de son réseau d'éclairage public.

Stratégie de mise en œuvre

Les premiers diagnostics, réalisés en 2002 et 2003, ont mis en exergue le mauvais état de l'éclairage public avec seulement 3 installations sur 10 qui fonctionnaient, plusieurs quartiers plongés dans le noir et de nouveaux quartiers à éclairer. Les priorités étaient d'endiguer les problèmes de sécurité et de redynamiser les espaces publics à la tombée de la nuit. Les premiers programmes de réhabilitation et d'extension des installations ont été lancés et financés par la Ville.

De 2004 à 2007, un vaste programme d'entretien, d'extension, de modernisation et de rénovation est lancé avec une enveloppe financière de 22 milliards de F CFA (33,6 millions €) sur 4 ans :

- Remplacement des anciens mâts en acier galvanisé des grandes artères et redéploiement des luminaires dans les rues des quartiers.
- Rénovation des installations de toutes les grandes artères avec l'acquisition de matériels de très bonne qualité et efficaces (remplacement de luminaires vétustes équipés de lampes 250 W sodium par des luminaires 100 W LED)
- Amélioration du cadre de vie par l'utilisation de candélabres décoratifs avec des matériaux et des teintes qui s'adaptent aux conditions climatiques.
- Prise en charge des coûts liés à la maintenance annuelle du réseau dans le budget de la Ville.

Au niveau de la gouvernance, la gestion de l'éclairage public héritée de la SENELEC est instaurée comme « métier municipal » : les Services Techniques de la Ville sont chargés de la programmation et du suivi de l'exécution des programmes. Le service dédié de la Ville compte 7 personnes et s'appuie sur une entreprise pour l'entretien qui compte 15 employés avec 4 véhicules nacelles et 2 véhicules de liaison.

Pour poursuivre les efforts entrepris, la Ville obtient en 2008 un prêt de 10 millions € de l'Agence Française de Développement (AFD) avec, comme programme de 2008 à 2017 :

- Un audit technique et énergétique du réseau d'éclairage public.
- L'Assistance à maîtrise d'ouvrage.
- Le renforcement des capacités des agents des services de gestion de l'éclairage public.
- L'équipement en matériel informatique des services techniques communaux.
- La rénovation ou mise en place de l'éclairage dans les quartiers et les grandes artères portant sur 16850 points lumineux avec notamment 1000 lampadaires solaires.

La ville elle-même est engagée dans la poursuite des travaux annuels d'entretien, de réhabilitation et d'extension du réseau financés sur fonds propres pour un montant de 1,4 milliard de F CFA (2,1 millions €), et la remise à niveau et le redéploiement au niveau des communes des lampadaires solaires pour un montant de 945 millions de F CFA (1,4 million €).

Les contraintes rencontrées sont :

- Les pannes liées aux aléas techniques relatifs à la fourniture de l'énergie électrique : délestages, baisses fréquentes de tension, changements de tension électrique, etc.
- Les sinistres consécutifs aux accidents de la circulation et l'absence d'une réglementation adaptée qui contraint les auteurs des sinistres à prendre en charge les dommages causés dans des délais acceptables.
- Les actes de vandalisme, les vols récurrents de matériel, etc.

Résultats

De 2002 à 2017, Dakar est passée de 19 000 à 40 000 points lumineux. L'éclairage public est ainsi devenu une priorité stratégique municipale. Dans le budget annuel de la Ville, l'éclairage public pèse 1,4 milliard FCFA pour l'entretien avec une facture d'électricité de 4,8 milliards FCFA, hors amortissement.

À la lumière de son expérience, la Ville a identifié les aspects suivants comme étant clés pour améliorer les services d'éclairage public :

- La mise en place des indicateurs chiffrés de mesure de la performance des prestataires chargés des travaux de maintenance du réseau d'éclairage public.
- Le renforcement des moyens informatiques et logistiques pour le suivi des opérations.
- L'instauration à moyen et long termes de la télégestion des équipements.
- La mise en place d'un observatoire visant à créer un système de collecte de données et d'établissement de statistiques fiables sur le parc d'éclairage public : un système d'information géographique (SIG) est en cours d'élaboration.
- Un axe majeur d'amélioration reste l'accentuation des efforts de professionnalisation de la gestion du parc d'éclairage par la formation continue des agents municipaux.

Conclusion

La ville de Dakar a pris conscience des enjeux liés à l'éclairage public et a développé une stratégie de long terme à partir d'une connaissance précise de l'état des lieux et des besoins. Cet exemple peut être suivi par plusieurs villes africaines confrontées aux mêmes enjeux d'urbanisation.

Références

Ville de Dakar, l'éclairage public : <http://www.villededakar.org/dossiers/eclairage-public>

« La stratégie de la Ville de Dakar en matière d'éclairage public » Serigne Lèye THIOUNE, Directeur des Services Techniques de la Ville de Dakar. Conférence « Lumières urbaines dans les villes africaines », organisée par l'association LUCI et la Ville de Dakar. Dakar, 23 et 24 mai 2017.

Étude de cas 2. Les « nanogrids » pour l'éclairage public et privé

Description

Une grande partie de la population rurale de Casamance, au Sénégal, ne bénéficie pas de réseau électrique. Les ménages utilisent du kérosène, des lampes torches et des bougies pour s'éclairer, ce qui coûte cher et détériore leur santé. Sunna Design, fabricant français de lampadaires solaires, a lancé le projet « Nanogrid », reposant sur un lampadaire solaire utilisant des technologies éprouvées qui fournit l'éclairage public et apporte des services électriques à l'intérieur des foyers. Le projet a été implanté en 2016 dans le village de Nioumoune et compte aujourd'hui 52 nanogrids.

Stratégie de mise en œuvre

Sunna Design a conçu le « Nanogrid » de façon à ce qu'il génère assez d'énergie pour fournir des services d'éclairage public (luminaire LED de 10 W à pleine puissance pendant 3 heures puis à un niveau moindre) et alimenter un système de distribution d'électricité continue pour desservir jusqu'à 4 maisons avec pour chacune au minimum 4 lampes LED de 1 et 3 W, une lampe portable LED, et un port USB pour recharger un téléphone.

L'énergie produite est divisée en parts égales entre l'éclairage public et chacun des ménages, ce qui évite qu'un foyer consommant trop n'affecte l'énergie disponible pour les autres foyers. L'éclairage public est dirigé par un système intelligent adaptant directement la luminosité du lampadaire en fonction de son énergie disponible.

Avec une connectivité Bluetooth, GSM et GPS, Sunna gère le système à distance et s'assure qu'il fonctionne correctement. Un partenaire local, l'organisation Sud Solar Systems, a été formé sur les plans technique et commercial : l'équipe technique installe et effectue la maintenance du Nanogrid tandis que l'équipe commerciale forme les clients, propose de nouveaux services et collecte l'argent auprès de ces derniers dans les villages.

L'originalité du projet réside notamment dans son modèle d'affaires : Sunna préfinance les dépenses d'investissement et d'opération, connecte et gère opérationnellement le Nanogrid. Les clients payent un coût initial de connexion et leur consommation d'énergie selon une approche « Pay-As-You-Go », selon laquelle ils achètent une carte prépayée pour une durée qui correspond à leurs revenus. Il est attendu que les paiements des ménages permettent d'assurer les frais d'entretien et de rembourser l'équipement en moins de 10 ans. Sunna Design reste propriétaire du lampadaire. Mais cela pourrait aussi être l'opérateur local ou encore les collectivités. Ce modèle permet d'assurer une continuité de maintenance et donc de garantir un service d'énergie et d'éclairage public fiable/stable.

La première phase du projet était cofinancée par un financement participatif (500 000 € collectés auprès de 500 contributeurs).

Résultats

Plus de 200 ménages bénéficient déjà de cette solution avec un taux de pénétration dans le village de 97 %. Presque tous les foyers du village désiraient le service et ont ainsi payé les frais de connexion. Les économies annuelles en dépenses énergétiques des ménages sont estimées à 192 euros par an, en plus des bénéfices en matière d'éducation, de santé, de sécurité et d'activités économiques locales encouragées par l'éclairage public.

Les pénuries d'énergie dues au faible ensoleillement pendant la saison des pluies sont évitées par la formation des usagers et la possibilité de visualiser en temps réel leurs ressources sur un boîtier fourni.

L'expérience future permettra de démontrer le niveau de rentabilité des nanogrids. Cette rentabilité peut dès aujourd'hui être améliorée avec par exemple une participation financière des collectivités locales, étant donné la contribution du système à l'éclairage public.

Conclusion

Les lampadaires solaires autonomes, quand ils sont bien dimensionnés, adaptés aux conditions et bien entretenus, sont une solution particulièrement efficace pour satisfaire les besoins de l'éclairage public. Leur combinaison avec des usages privés soulève un intérêt particulier en vue de l'accès aux services énergétiques des ménages. Le suivi de ce projet permettra d'identifier les facteurs de succès à plus long terme.

Références

Projet Nanogrid de Sunna Design : <http://sunna-design.fr/nanogrid.html>

Schéma d'ensemble d'un nanogrid



Source : Gael ENAUD, Sunna Design