



ECLAIRAGE PUBLIC ET ECONOMIES D'ENERGIE

L'éclairage public est un service au cœur de la politique de la ville.

Il est en effet garant de la sécurité publique, de l'amélioration du cadre de vie des habitants et de la promotion de l'image par la mise en valeur du patrimoine et l'éclairage événementiel.

Sous ces prestations lumineuses se cache un réel casse-tête pour les collectivités qui doivent faire face à une demande toujours plus grande de qualité et de sécurité tout en respectant la protection de l'environnement et des rigueurs budgétaires.

Une bonne gestion de l'éclairage public est un élément majeur de l'amélioration du cadre de vie des habitants.

Les collectivités qui optimisent l'entretien et le matériel de leur parc lumineux diminuent la pollution lumineuse et se mettent à l'abri de défaillances des candélabres.

De plus, c'est aussi un moyen pour la ville de se donner une image dynamique en se montrant à la pointe de la technologie avec un patrimoine mis en valeur par des éclairages adaptés.

Aussi, dans un environnement où les problèmes écologiques font partie de notre quotidien, utiliser des solutions adaptées en matière d'éclairage est une façon opérationnelle d'agir pour l'environnement.

Les illustrations ci-contre montrent les impacts en France de l'éclairage public tant en terme de pollution lumineuse que de besoins et consommations électriques.

L'optimisation des installations est donc un enjeu majeur dans le cadre des objectifs environnementaux et énergétiques issus du Grenelle de l'Environnement.

En plus des solutions innovantes permettant de réaliser des économies d'énergie, il existe des moyens pour mieux gérer cette consommation et diminuer le besoin croissant d'énergie et donc de rejet de CO₂.

Le recours à des solutions d'approvisionnement par des énergies renouvelables est également possible.

Les chapitres suivants présentent les principales solutions et voies d'optimisation possibles pour maîtriser l'impact environnemental, au sens large, de l'éclairage public.



Carte de pollution lumineuse en France / Source : <http://eclairagepublic.free.fr/>

L'éclairage des espaces publics en France

Parc : 8 750 000 lampes, dont 3 300 000 mercure et 4 600 000 sodium
 Taux annuel de renouvellement du parc : 3%
 Puissance totale installée : 1200 MW, soit l'équivalent d'un réacteur nucléaire de puissance moyenne.
 Consommation : 5,35 TWh/an, soit 45% de la consommation totale d'électricité des collectivités locales

Economies de consommation possibles

- 50% par le remplacement des "boules" par des luminaires fonctionnels
- 30% par le remplacement des lampes mercure par des lampes sodium
- 25% par l'installation de réducteurs/variateurs de puissance
- 10% par la mise en place de ballasts électroniques
- 5% par la mise en place de commandes d'allumage plus précises

Sources : Sofres, Ceren, Ademe

L'éclairage public en France / Source : www.syndicat-eclairage.com

LE CONFORT DES ESPACES EXTERIEURS ET L'APPROCHE BIOCLIMATIQUE A L'ECHELLE URBAINE

Les différents types d'éclairage

L'éclairage public occupe plusieurs fonctions au sein de l'environnement public extérieur. Il sécurise, guide, balise, mais aussi met en valeur, donne une ambiance aux espaces.

L'éclairage se divise en plusieurs catégories. Chacune remplit des fonctions bien spécifiques.

- **l'éclairage fonctionnel** : L'enjeu premier est de sécuriser, en permettant d'éclairer de manière juste, simple et claire pour une lisibilité optimale de l'espace. L'esthétique du matériel d'éclairage et le rendu des couleurs ne sont pas une priorité.
- **l'éclairage d'ambiance** : Il renvoie à un contexte urbain humain. Le mobilier et l'éclairage participent à l'esthétique urbaine. Ils doivent rendre le lieu agréable à vivre, tout en le sécurisant. Le matériel d'éclairage doit donc procurer un bon rendu visuel diurne, comme nocturne. L'éclairage doit créer une ambiance par le jeu des formes, des couleurs (lumière et mobilier), des ombres et lumières...
- **l'éclairage patrimonial** : Il permet d'offrir une nouvelle lecture nocturne à un site. Notons que la lumière est considérée comme un matériau d'architecture. Une construction ou un espace ne se pense pas sans tenir compte de la lumière naturelle, comme artificielle. Aucune fonction sécuritaire n'est demandée.
- **les illuminations festives** : Du domaine de l'événementiel, elles s'attachent à un événement particulier, souvent synonyme de fête. Ces dernières ne sont donc pas permanentes, mais peuvent aisément être installées sur l'existant. Aucune fonction sécuritaire n'est demandée.

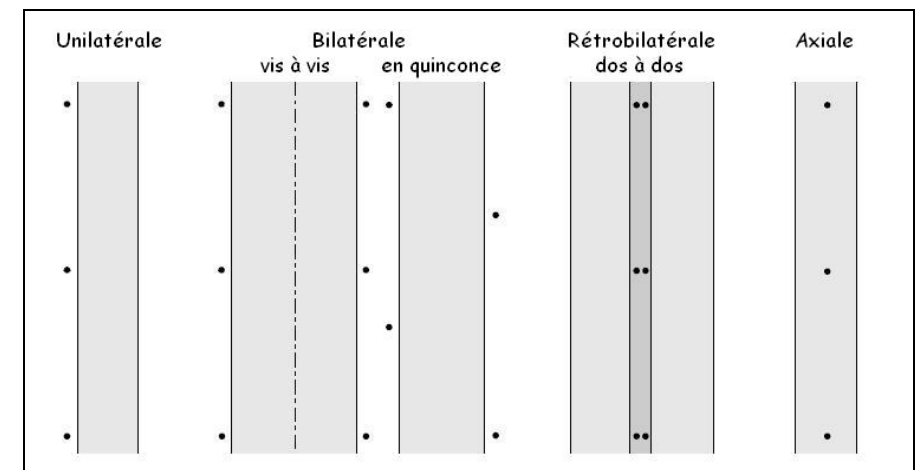


Exemple des différents types d'éclairage public / Source : www.soregies.fr

Les implantations types

L'implantation des lampadaires est définie en particulier selon le type de voie à éclairer et le coût d'investissement. Les implantations types sont les suivantes :

- **l'implantation unilatérale des mâts**: Les mâts sont implantés d'un seul côté de la rue à éclairer. Le coût d'installation et des matériaux est économique et le plus compétitif
- **l'implantation bilatérale**: Cette solution convient particulièrement lorsque la rue à éclairer est large. Pour les routes à chaussées séparées, quand la bande de séparation des voies n'est pas suffisamment large, les mâts sont implantés de la sorte pour éclairer le tout.
- **l'implantation axiale**: Elle est idéale pour l'éclairage des voies piétonnes. Il faut que les luminaires soient fixés en top sur les mâts, et que leurs flux soient symétriques de façon à ce qu'ils éclairent d'une façon homogène tout autour de chaque mât. Cette implantation convient aussi pour les routes à chaussées séparées par une bande centrale. Dans ce cas-là, pour éclairer les deux chaussées, il faut que les candélabres soient constitués de doubles crosses.
- **l'implantation rétro bilatérale**: Cette solution est plus coûteuse que la précédente puisqu'elle nécessite deux fois plus de mâts, placés dos à dos.



Les différents types d'implantation des lampadaires Source : <http://eclairagepublic.free.fr/>



Avancée technologique: les LEDs

Les LEDs (Light Emitting Device ou DEL diode électroluminescente) sont une technologie qui se développe de plus en plus, notamment pour des applications en éclairage public.

- **En éclairage patrimonial**, les LEDs permettent de par leur petite taille et leur durée de vie des installations dans des endroits peu ou difficilement accessibles. Le nuancier colorimétrique permet de multiples applications de mise en valeur, avec la possibilité de jouer sur les gradations et les effets dynamiques et évolutifs.
- **En éclairage d'ambiance**, les LEDs assurent les exigences réglementaires et peuvent permettre de réduire les consommations tout en proposant un éclairage de balisage et de circulation pour voies secondaires.

Des applications LEDs existent également pour l'éclairage fonctionnel. L'essentiel étant d'obtenir le flux lumineux et les performances photométriques nécessaires.

Les systèmes LEDs peuvent être couplés à des systèmes de télégestion, de variation d'intensité et à des détecteurs de mouvements.

Le choix des LEDs a déjà été fait par la ville de Marseille : le programme « Energie efficace » signé entre la cité phocéenne, EDF et Philips favorise l'usage de cette technologie innovante.

Avec un réseau de 2 500 km comptabilisant 70 000 points lumineux, les LEDs ne seront plus utilisées uniquement pour les illuminations et les mises en valeur.

En ayant opté pour un **Plan Lumière**, Marseille prend en compte les besoins locaux et les nouveautés technologiques permettant d'y répondre, tout en conservant la garantie d'installations pérennes.

Le bilan de ce choix se résume à quelques données clés :

- une lumière blanche de 4000K uniforme ;
- une division par 2 des consommations ;
- une durée de vie multipliée par 4 ;
- un niveau d'éclairage moyen de 32 lux.



Exemple d'éclairages LEDs / Source : Schröder Gie – Comatelec

LE CONFORT DES ESPACES EXTERIEURS ET L'APPROCHE BIOCLIMATIQUE A L'ECHELLE URBAINE

Comment optimiser l'éclairage public et diminuer ses nuisances ?

Dans tout projet urbain, quelle que soit l'échelle (rénovation de quartier, création de ZAC, etc.), l'éclairage public doit être intégré comme une composante à part entière du projet.

Il existe un potentiel d'économie d'énergie important qui nécessite la mise en œuvre d'une approche méthodologique cohérente.

Il s'agit d'éclairer les lieux de passage sans trop émettre de lumière vers le ciel et dans l'environnement.

- **L'importance du choix du type d'éclairage**

Le choix des luminaires est primordial. Les différentes possibilités devront être envisagées pour optimiser le réseau d'éclairage public.

Le choix de lampadaires concentrant le flux lumineux sur la chaussée permet notamment d'obtenir un bon facteur d'utilisation.

Les schémas ci-contre présentent des solutions pour une installation type.

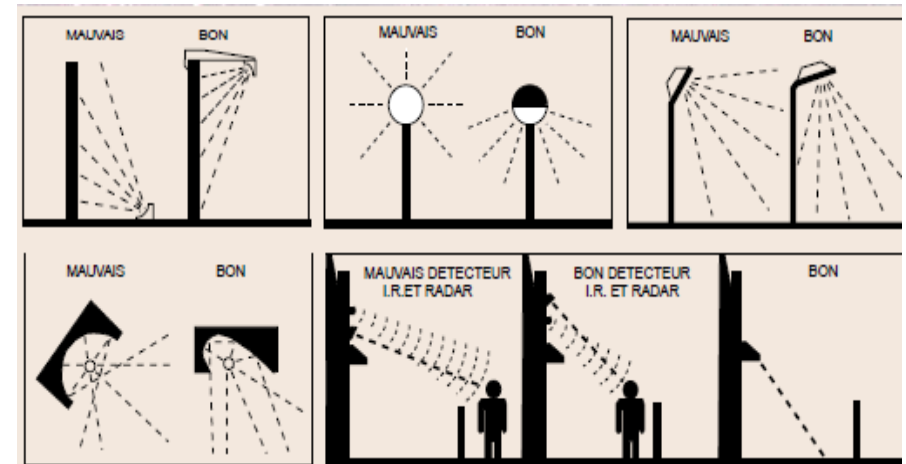
Le remplacement d'un lampadaire avec boule opale par un lampadaire avec optique réfléchissante permet notamment de diviser par deux la puissance des lampes tout en conservant le même niveau d'éclairement.

- **Une gestion mieux adaptée à la fonction de l'espace**

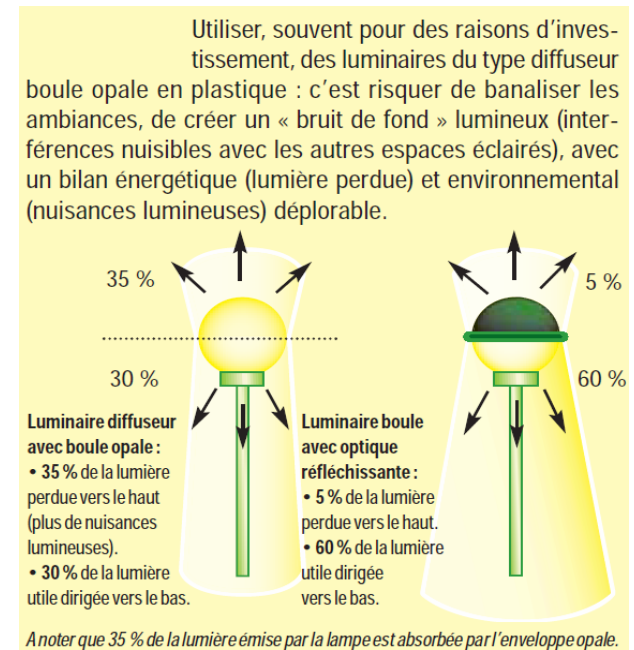
Un schéma lumière peut être réalisé dans une programmation générale précisant le nombre de point lumineux, ses emplacements et ses modes de fonctionnement dans le but de :

- diminuer autant que possible la puissance et le nombre de points lumineux ;
- prévoir des automatismes de commande afin de limiter le temps d'éclairage (minuterie, systèmes de détecteur de présence, horloge, système de télégestion) ;
- atténuer la puissance de l'éclairage par un variateur (automatique ou manuel) à partir de certaines heures de la nuit.

Ces modes de gestion permettent des économies non négligeables d'énergie dans un souci associé de maîtrise des coûts d'exploitations.



Exemples de choix de luminaires / Source : Commission Internationale de l'Eclairage



Diffusion lumineuse selon le type de luminaire / Source : www.syndicat-eclairage.com

LE CONFORT DES ESPACES EXTERIEURS ET L'APPROCHE BIOCLIMATIQUE A L'ECHELLE URBAINE

- **Le renouvellement du patrimoine avec une gestion à long terme**

Le remplacement des lampes à incandescence par des lampes à économies d'énergie type lampe basse consommation génère une diminution des prix de maintenance (leur durée de vie étant plus longue) et une économie d'électricité de l'ordre de 25 à 30 %. Le gain est largement supérieur au surcoût de l'achat de la lampe basse consommation.

Le tableau ci-dessous permet d'illustrer un exemple de gains obtenus en rénovation d'installation d'éclairage de route ou de voies urbaines (voie de 7m de large, espacement de 25 m entre chaque point lumineux, tous à 8 m de hauteur).

	EXISTANT	RENOVATION
Mode de fermeture du luminaire (vasque)	Ouvert (pas de vasque)	Vasque verre IP66
Type de lampe installée ou choisie	Ovoïde, vapeur de mercure (ballon fluorescent), 250W	Tubulaire, vapeur de sodium haute pression (SHP), 100W
Flux lumineux de la lampe utilisée (en lumens)	14 200 lm	10 000 lm
Efficacité lumineuse des lampes utilisées (quantité de lumière pour un watt consommé)	57 lm/W	100 lm/W
Nombre de foyers lumineux au km	38	38
Eclairage moyen à la mise en service	23 lux	21 lux
Facteur de dépréciation des performances au bout de deux ans de fonctionnement (avant entretien)	0,44	0,84
Eclairage moyen au bout de deux ans (avant entretien)	10,1 lux	17,6 lux
Puissance lampe + ballast (ferromagnétique)	250 + 18 = 268 W	100 + 13,6 = 113,6 W
Nombre d'heures de fonctionnement/an	4000 h	4000 h
Consommation annuelle au km	40,7 MWh	17,3 MWh
Coût annuel au km	4 073,60 €	1 726,72 €

Exemple de gains obtenus en rénovation d'installation d'éclairage / Source : www.syndicat-eclairage.com

Ainsi, sans même avoir modifié l'implantation ni la hauteur des luminaires, l'installation rénovée en SHP avec un luminaire fermé permet une économie d'énergie de 57% et fournit, après deux ans d'exploitation et avant le remplacement des lampes, 75% de lumière en plus.

- **La gestion du mode de fonctionnement de l'éclairage public**

On distingue trois modes de fonctionnement :

- **l'éclairage permanent**: Allumage à la tombée de la nuit et extinction au lever du jour. C'est le mode de fonctionnement est le plus utilisé.

- **l'éclairage réduit** : Allumage à la tombée de la nuit et extinction au lever du jour, avec une gradation de la puissance et un maintien de l'uniformité du flux lumineux en pleine nuit. Ce mode de gestion permet de réduire un peu la pollution lumineuse et génère d'importantes économies d'énergie tout en maintenant un niveau d'éclairage suffisant pour les besoins.

- **l'éclairage interrompu**: Allumage à la tombée de la nuit et extinction au lever du jour, avec une période d'arrêt de l'éclairage durant la nuit. L'éclairage interrompu possède l'avantage de diminuer considérablement la pollution lumineuse en extinction nocturne, ainsi que les consommations d'électricité associées. Cependant, l'éclairage interrompu ne peut être employé que sur des axes ou espaces ne nécessitant pas une sécurisation lumineuse permanente.

Le tableau ci-dessous illustre le coût d'un luminaire en fonction de son régime de fonctionnement.

Matériels testés	Coût annuel par type de lampe			
	Fonctionnement toute la nuit	COUPURE 0:00 - 5:00	COUPURE 0:00 - 6:00	COUPURE 22:30 - 6:30
70W SHP Ferro neuf	36,00 €	21,00 €	18,00 €	12,00 €
100W SHP Ferro neuf	49,00 €	28,00 €	24,00 €	16,00 €
150W SHP Ferro neuf	76,00 €	44,00 €	37,00 €	24,00 €
250W SHP Ferro neuf	120,00 €	70,00 €	60,00 €	39,00 €

Coût de fonctionnement d'un lampadaire en fonction de son régime de fonctionnement / Source : www.syndicat-eclairage.com

La variation ou les coupures partielles ou totales de l'éclairage sont possibles grâce aux différents dispositifs de commande présentés ci-après.



Les dispositifs de commande

La commande peut agir sur la durée d'allumage et la quantité de lumière nécessaire.

Les dispositifs de commande mesurent ou calculent les durées d'allumage et permettent d'optimiser le temps d'utilisation.

Les organes de régulation et de variation de puissance permettent d'adapter le niveau d'éclairement selon la fréquentation.

Les dispositifs de commande existants sont les suivants :

- **Les horloges mécaniques** : Elles exercent un contrôle temporel. De nos jours, peu d'installations sont uniquement contrôlées par ce type de commande. Toutefois, il est intéressant de les mentionner car, elles permettraient l'allumage et l'extinction des lampes de façon autonome. Ce système ne prend pas en compte la luminosité. Les horloges mécaniques peuvent néanmoins être utilisées en complément de cellules photoélectriques afin d'assurer un éclairage interrompu par exemple.
- **Les horloges astronomiques** : Elles exercent également un contrôle temporel. Ces horloges sont très précises et déterminent automatiquement l'heure à laquelle il est nécessaire de déclencher l'allumage de l'éclairage et son extinction. Contrairement aux horloges mécaniques, l'horaire d'allumage varie donc de jour en jour, puisqu'il s'accorde en fonction des cycles diurnes et nocturnes (via un relais radio ou GPS). Ces horloges offrent la possibilité d'enregistrer des programmations afin de mettre en place un éclairage réduit ou interrompu. Il n'est donc pas nécessaire qu'elles soient reliées à des cellules photoélectriques pour assurer l'allumage et l'extinction d'un réseau d'éclairage public. Le coût des horloges varie de 170 à 300 euros.
- **Les cellules photoélectriques** : Presque toutes les installations font appel aux cellules photoélectriques car elles commandent l'éclairage en fonction de la luminosité tout en restant moins coûteuses que les horloges astronomiques

D'autres appareils de gestion peuvent être couplés aux cellules photoélectriques ou aux horloges :

- **détecteurs de présence** (particulièrement adaptés en zone piétonnière peu fréquentée). Les avantages de ce type d'appareils sont qu'ils s'adaptent parfaitement aux besoins réels et permettent d'éviter toute dépense électrique inutile. L'inconvénient des détecteurs de présence vient du fait qu'ils ne peuvent pas commander les lampes à décharge (sauf les tubes fluorescents), puisque ces lampes (à vapeur de mercure, au sodium...) ne sont pas conçues pour s'allumer et s'éteindre dans une courte période. Système qui peut désormais être facilement couplé à de nouvelles installations.
- **relais récepteurs de signaux / télégestion** : Ces systèmes de gestion agissent sur le temps d'allumage et la quantité de lumière. Ils permettent un contrôle de l'installation à distance et en temps réel en utilisant les ondes hertziennes (communication par satellite, téléphonie mobile...) ou en envoyant des messages par le biais du réseau d'alimentation. Les ondes ou signaux émis sur l'alimentation permettent de ne pas relier les appareils (émetteur et récepteur). De plus, une gestion à distance de l'intégralité du parc équipé est possible.
- **réducteurs de puissance** : Ils exercent un contrôle quantitatif. C'est une solution qui permet de conserver l'éclairage en nocturne tout en réalisant des économies par la gradation de la puissance des lampes. Système avec enregistrement automatique des plages horaires et possibilité de modification aisée pour événement particulier.
- **Economiseurs d'énergie** : Ces appareils permettent de réaliser de 30 à 40% d'économie sur la consommation, en jouant sur une réduction de la tension à la mise en marche (durant environ 4 minutes après l'allumage, temps de chauffe des lampes à décharge) et extinction du réseau.
- **Animateurs** : Ils sont indispensables pour créer un éclairage dynamique. Ils possèdent une mémoire qui permet la programmation de différents scénarii.



Solutions alternatives : les luminaires solaires

Le développement actuel de l'utilisation de l'énergie solaire peut également s'appliquer dans le domaine de l'éclairage public.

L'énergie solaire peut apporter des solutions intéressantes pour l'éclairage urbain, l'éclairage de parcs ou jardins, abribus, ou autres lieux isolés, **lorsque l'installation d'une ligne électrique apparaît prohibitive.**

Ce procédé peut également être utilisé dans le cas de panneaux publicitaires ou indicateurs de bornes parlantes, etc.

Plus qu'une alternative occasionnelle, développer ce type d'énergie est un choix stratégique. L'installation de lampadaires mixtes photovoltaïques/éoliens peut aussi être envisagée.

- **Eclairage solaire autonome**

Les lampadaires solaires peuvent être autonomes grâce aux modules photovoltaïques intégrés et stocker l'électricité dans des batteries. Ils ne nécessitent aucun raccordement électrique ni génie civil lorsqu'il s'agit de sites isolés

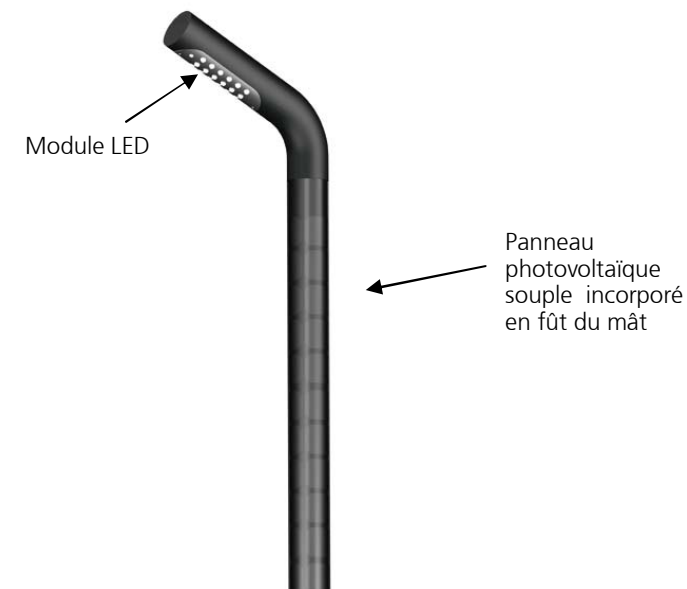
Ils sont conçus pour assurer une certaine autonomie été comme hiver, même avec des conditions météorologiques difficiles. Des modules solaires extra plats peuvent être fixés de part et d'autre du panneau et sont intégrés à la structure.

Ce type de lampadaire est la plupart du temps équipé de LEDs, permettant une autonomie optimale avec de faibles consommations d'énergie, mais des modèles équipés d'ampoules fluo compactes sont également disponibles.

Composés d'un panneau solaire, d'un luminaire, d'une batterie et d'un contrôleur de charge, les candélabres sont tous équipés d'un détecteur crépusculaire.

Selon les besoins, un détecteur de mouvements ou programmateur horaire peut être installé.

Induisant un surcoût d'investissement lié aux technologies employées, le candélabre solaire apporte néanmoins des avantages non négligeables : implantation n'importe où, facilité d'installation et déplacement possible.



Lampadaire solaire / Source : Hei solar light



Exemple d'éclairage public solaire autonome / Source : <http://www.habitat-eco-intelligent.fr/eclairage-solaire.html>



- **Eclairage solaire centralisé**

Dans le cas d'installations plus importantes, il peut être intéressant de réaliser une installation centralisée, cette dernière regroupe un certain nombre de modules solaires et batteries, avec un seul système de gestion.

Un convertisseur transforme le courant des batteries en 220 Volts ou plus, et des luminaires standards (basse consommation) peuvent être utilisés.

Avantages :

- Utilisation plus simple ;
- Recours possible à des appareils standards dont il suffit généralement de changer les douilles et les lampes ;
- Entretien réduit ;
- Moindre sensibilité au vandalisme (les installations peuvent être mieux protégées (modules en toiture, local technique fermant à clef ou parc clôturé, etc.) ;
- Economie d'échelle ;

L'inconvénient reste la nécessité de câbler entre eux les appareils éclairants.

Sources bibliographiques

- ADEME : www.ademe.fr
- ADEME – « Eclairage public et développement durable, Note stratégique : Comment atteindre le « Facteur 4 » en Eclairage Public » - Septembre 2008
- ADEME - « Eclairage public et économie d'énergie » - Décembre 2008
- Syndicat de l'éclairage : www.syndicat-eclairage.com
- ADEME, Syndicat de l'éclairage – « Eclairage public routier, urbain, grands espaces, illuminations et cadre de vie, Eclairer juste » - Novembre 2002
- Association Française de l'Eclairage (AFE) : www.afe-eclairage.com.fr
- Association Française de l'Eclairage – « LED ou lampes en éclairage public. De quoi s'agit-il ? » - Le point de vue de l'AFE, numéro 11– 5 octobre 2009
- Eclairage public – « L'éclairage public au cœur des problématique nouvelles » - Mars 2009 (<http://eclairagepublic.free.fr/>)
- Energies Nouvelles Entreprises : www.energies-nouvelles.com
- Hei Solar Light – Système d'éclairage solaire autonome à LED - 2010
- Le Moniteur du 21 mai 2010, *L'éclairage urbain modère son énergie.*
- MCT Machines Consommables Technologies pour l'industrie – Lampadaires et balises solaires – 2005
- MCT Solaire – Lampadaires solaires – Catalogue 2009
- Schröder Gie –Comatelec – Luminaire LED



LE CONFORT DES ESPACES EXTERIEURS ET L'APPROCHE BIOCLIMATIQUE A L'ECHELLE URBAINE

- Syndicat de l'éclairage – « Les LED en éclairage public : mythe ou réalité ? » - Cahier technique, Lux n°249 – Septembre/Octobre 2008
- WWF – « Éclairage public efficace : Une analyse de l'éclairage public des capitales cantonales » - Septembre 2006
- www.habitat-eco-intelligent.fr/eclairage-solaire.html
- www.soregies.fr