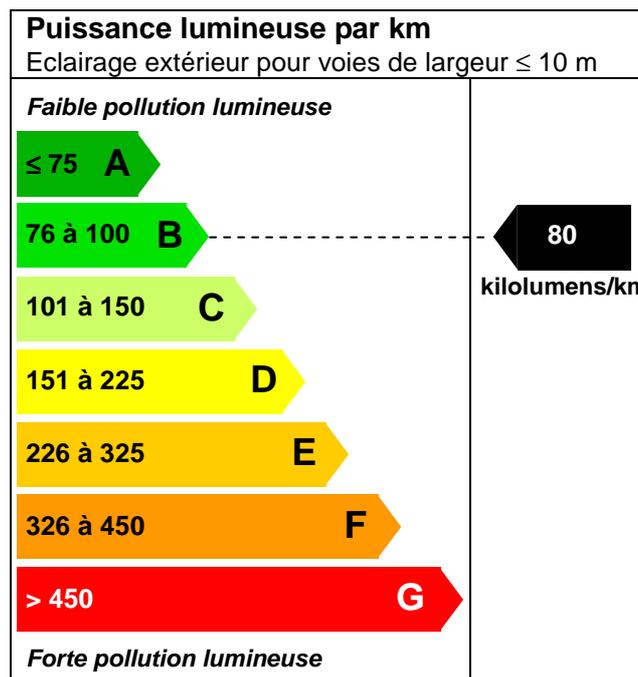




Cahier des Clauses Techniques Particulières

Eclairage Public

Modèle pour les Communes
et
Communautés de Communes



Rédaction	Vérification	Approbation
Pierre BRUNET Correspondant ESSONNE	Christophe MARTIN-BRISSET Correspondant LOIR-ET-CHER	Paul BLU Président



1. CHECK-LIST (Résumé)

Huit étapes vers un éclairage extérieur à impact environnemental maîtrisé,

DONT DEUX POINTS DE VIGILANCE :

PLAFONNER LA PUISSANCE LUMINEUSE ET L'ENERGIE

	Critère / Recommandation
1. Besoins	<ul style="list-style-type: none">• Clarifier les besoins en matière d'éclairage des rues.• Toutes les voies ne doivent pas obligatoirement être éclairées.
2. Types de lampe	<ul style="list-style-type: none">• Utiliser des lampes à vapeur de sodium,• Ou d'autres lampes ayant un aussi bon rendement d'éclairage.
3. Luminaire	<ul style="list-style-type: none">• Utiliser des réflecteurs à haut rendement.• Eviter toute émission lumineuse au-dessus de l'horizon (pollution lumineuse) :<ul style="list-style-type: none">➢ due aux propriétés photométriques des lampadaires,➢ ou due à l'orientation de la crosse.
4. Ballasts d'allumage	<ul style="list-style-type: none">• Préférer les ballasts électroniques à faible consommation et longue durée de vie.
5. PUISSANCE^{1,2} LUMINEUSE LI- NEAIRE³	<ul style="list-style-type: none">• Pour des rues d'une largeur de moins de 10 mètres :<ul style="list-style-type: none">➢ Valeur cible < 75 kilolumens/kilomètre (ex. Na-HP < 0,75 kilowatt/km)➢ Valeur limite < 150 kilolumens/kilomètre (ex. Na-HP < 1,5 kilowatts/km)• Pour des rues d'une largeur de plus de 10 mètres :<ul style="list-style-type: none">➢ Valeur cible < 150 kilolumens/kilomètre (ex. Na-HP < 1,5 kilowatts/km)➢ Valeur limite < 300 kilolumens/kilomètre (ex. Na-HP < 3 kilowatts/km)
6. Horaires de fonctionnement	<ul style="list-style-type: none">• Allumage le soir : quand la luminosité descend sous 20 lux pendant plus de 10 minutes.• Extinction durant la nuit (p. ex. 23h30 – 05h30).• Réduction de l'intensité lumineuse la nuit si une extinction n'est pas possible (variation de la puissance lumineuse ou extinction partielle).
7. CONSOMMATION D'ENERGIE⁴	<ul style="list-style-type: none">• Valeur cible < 3000 kWh/km/an (Na-HP)• Valeur limite < 6000 kWh/km/an (Na-HP)
8. Electricité renouvelable	<ul style="list-style-type: none">• Couvrir avec une énergie renouvelable une part à définir du besoin en électricité de l'éclairage des rues.

¹ lm (lumens) : puissance lumineuse des lampes.

² W (Watts) : puissance électrique des installations.

³ km (kilomètres) : longueur de rue.

⁴ kWh (kilowattheures) : énergie électrique consommée par les installations.

SOMMAIRE

1. CHECK-LIST (Résumé).....	2
2. Objet.....	3
3. Besoins.....	5
4. Types de lampe.....	6
5. Reflecteurs (Luminaires).....	7
6. Ballasts d'allumage.....	9
7. Puissance lumineuse linéaire (Premier point de vigilance).....	10
8. Horaires de fonctionnement.....	11
9. Consommation d'énergie (Second point de vigilance).....	12
10. Electricite renouvelable.....	13

2. OBJET

Diviser par quatre nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050, contenir l'érosion de la biodiversité, transmettre un environnement préservé : voici les défis qui nous sont lancés en ce début de XXI^{ème} siècle. Notre impact environnemental est le fait de tous les niveaux de décision. L'ancrage territorial constitue l'une des conditions du succès d'une politique de préservation de l'environnement.

Vous, responsables de collectivités territoriales, jouez un rôle particulièrement important, notamment en tant que donneurs d'ordres publics.

Ce cahier des charges vous est adressé.

2.1 MODELE DE CAHIER DES CHARGES

Ce modèle de cahier des charges a vocation à aider les communes et les communautés de communes dans la planification et la gestion de leur éclairage public.

Il propose une maîtrise de l'éclairage extérieur, invitant à des pratiques sobres en énergie : « consommer beaucoup moins et éclairer autant », plutôt que « éclairer beaucoup plus et consommer autant ». Les solutions qui figurent dans ce document sont inspirées directement de recommandations émises chez nos voisins européens : Agence Suisse pour l'Efficacité Energétique, lois régionales italiennes de Lombardie et Marche,...

Il propose des directives précises, visant à assurer un éclairage public moderne, efficace, économique autant qu'économe en énergie, et présentant un impact environnemental minimal. **Principalement, ce CCTP introduit des valeurs plafond de puissance lumineuse et de consommation énergétique**, clefs de la maîtrise environnementale de l'éclairage extérieur. En définitive, **il fait la promotion de la lampe sodium haute pression de 50 et 70 watts, trop souvent délaissée, et qui pourtant par sa sobriété énergétique et son impact environnemental minimisé, mérite toute la faveur des aménageurs**. D'autant plus que la fameuse corrélation entre éclairage et sécurité (routière ou publique), peine véritablement à être établie.

Enfin, le résumé donné au §1 doit être partie intégrante du contrat relatif à l'exploitation et à l'entretien de l'éclairage public, tout particulièrement lorsque cette tâche est déléguée à des tiers (entreprise d'électricité p. ex.).

2.2 OBJECTIFS DE L'ECLAIRAGE PUBLIC

L'éclairage public est généralement un éclairage de chaussée offrant une amélioration de la visibilité. Il est utilisé lorsqu'il y a fréquemment coexistence de piétons et de véhicules, c'est-à-dire à l'intérieur des localités en zones bâties. Il s'agit principalement de créer dans ces espaces, des conditions permettant aux usagers de la circulation de s'identifier mutuellement rapidement.

En outre, l'éclairage des rues doit donner un sentiment de sécurité et contribuer à la prévention des accidents (p. ex. collisions aux carrefours et sur les passages pour piétons).

2.3 DELIMITATION

L'efficacité énergétique et la minimisation de l'impact environnemental sont au coeur de ce modèle de cahier des charges, en ce sens il se départit des normes les plus récentes de la profession (EN-SN-13201 p. ex.), fondées sur les seuls critères photométriques.

D'autres aspects importants comme la gestion ou le financement n'y sont pas abordés. Des principes techniques tels que la répartition uniforme de la lumière, l'intervalle entre les candélabres, les dispositifs de commande, etc., n'y figurent pas non plus, car les éclairagistes peuvent, sur ces points-là, se reporter vers les normes de la profession.

Les recommandations, valeurs cibles et valeurs limites, figurant dans ce cahier des charges concernent l'éclairage des rues au sens conventionnel du terme. D'autres besoins et valeurs limites s'appliquent aux parkings, terrains de sport, tunnels et passages souterrains.

2.4 DOCUMENTS DE REFERENCE

[1] G. Togni. *Eclairage public efficace. Modèle de cahier des charges pour les communes*. SAFE - Agence Suisse pour l'Efficacité Énergétique, septembre 2006.

[2] *Legge della Regione Marche n° 10 del 24/07/2002 "Misure urgenti in materia di risparmio energetico e di contenimento dell'inquinamento luminoso"*. VISUALE - Interpretare, capire, conoscere ed approfondire la LR n° 10/2002. CieloBuio con in Patrocinio della Regione Marche, Gennaio 2003.

[3] Regione Marche, Consiglio Regionale. *Misure Urgenti in Materia di Risparmio Energetico e di Contenimento dell'Inquinamento Luminoso*. Deliberazione Legislativa Approvata dal Consiglio Regionale nella Seduta del 17 Luglio 2002, n° 98.

[4] Regione Lombardia, Consiglio Regionale. *Misure Urgenti in Tema di Risparmio Energetico ad Uso di Illuminazione Esterna e di Lotta all'Inquinamento Luminoso*. Repubblica Italiana. Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia. Legge Regionale 27 Marzo 2000, n°17.

[5] *Un Plan Climat à l'échelle de mon Territoire*. Guide ADEME réf. 5792, novembre 2005.

3. BESOINS

- Clarifier les besoins en matière d'éclairage des rues.
- Toutes les rues ne doivent pas obligatoirement être éclairées.

3.1 EXPLICATIONS

Toutes les rues ne doivent pas obligatoirement être éclairées.

- A l'extérieur des localités, il faut identifier d'éventuels besoins ; pour des raisons financières comme pour des raisons de sécurité (choc contre un candélabre), la tendance actuelle est au non-éclairage des routes et des giratoires, hors agglomération.
- A l'intérieur des localités, pour les petites rues de quartier, il existe des solutions novatrices permettant de renoncer à un éclairage public conventionnel (voir l'exemple).

3.2 EXEMPLES

- L'A16, entre Boulogne-sur-Mer et la frontière belge, longtemps seule autoroute française éclairée, est éteinte depuis fin 2006, et ce, avec une accidentologie inchangée, voire un taux de gravité à la baisse. L'économie représente 900.000 euros par an.
- Les départements de l'Essonne ou du Maine-et-Loire n'installent plus de lampadaires sur les giratoires hors agglomération, et privilégient la signalisation réfléchissante.
- Dans une rue de quartier d'une commune suisse, la solution ci-après a été mise en œuvre :

Devant chacune des maisons bordant cette rue de quartier, un capteur réagissant aux mouvements a été monté sur l'équipement d'éclairage extérieur préexistant. Ainsi, quand quelqu'un circule la nuit dans cette rue, les lampes s'allument puis s'éteignent au bout de 3 minutes. Cette solution assure une très grande efficacité énergétique pour un faible coût. (Ruchweid, 8917 Oberlunkhofen, Argovie, Suisse).



Photo : détecteur de mouvement.

4. TYPES DE LAMPE

Utiliser pour l'éclairage public :

- des lampes au sodium basse pression (Na-LP) (monochromatiques),
- des lampes au sodium haute pression (Na-HP), ou,
- des lampes offrant un aussi bon rendement lumineux.

4.1 EXPLICATIONS

Les lampes à vapeur de sodium sont celles qui aujourd'hui atteignent le meilleur rendement énergétique :

- sodium basse pression (Na-LP) : 100 à 180 lm/W.
- sodium haute pression (Na-HP) : 70 à 140 lm/W.

Les lampes à vapeur de mercure, encore répandues, ont un rendement énergétique inférieur :

- vapeur de mercure (HQ) : 40 à 60 lm/W.

Contrairement au spectre bleu des lampes au mercure, la lumière jaune des lampes au sodium est sensiblement moins attractive pour les insectes.

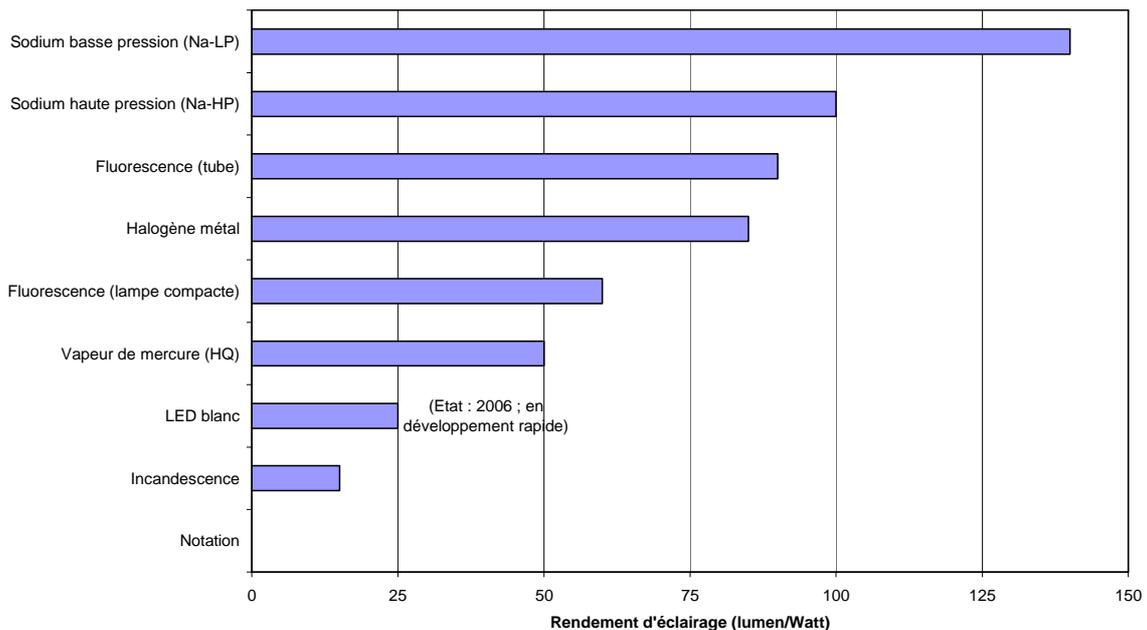
Egalement, les lampes au sodium présentent moins d'inconvénient d'élimination et de recyclage en fin de vie.

4.2 EXEMPLES

Pour une même puissance lumineuse (p. ex. 6500 lumens), une lampe à vapeur de mercure de 125 W peut être remplacée par une lampe Na-HP de 70 W ou une lampe Na-LP de 50 W.

L'emploi d'un ballast électronique s'accompagne encore d'un plus grand rendement lumineux de la lampe (10%). Auquel cas, le remplacement de la lampe à vapeur de mercure de 125 W par une lampe Na-HP de 50 W doit être envisagé, et conduire ainsi à une division par 3 de la consommation énergétique.

Rendement d'éclairage moyen de lampes utilisées pour l'illumination des rues



Graphique : efficacité énergétique des lampes utilisées pour l'éclairage extérieur

5. REFLECTEURS (LUMINAIRES)

Utiliser uniquement des réflecteurs

- à haut rendement, et,
- sans émission lumineuse au dessus de l'horizon

5.1 EXPLICATIONS

L'utilisation de réflecteurs dirigeant la lumière seulement vers les zones où elle est nécessaire autorise l'emploi de lampes d'une puissance électrique moins élevée. De plus, toute émission vers l'horizon, est éblouissante, et au-dessus de l'horizon, inutile, éclairant le ciel (pollution lumineuse).

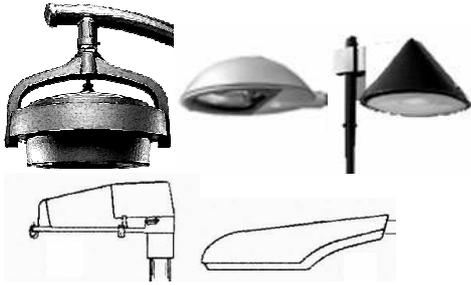
Si de plus, du fait de l'inclinaison de la crose, le luminaire n'est pas orienté horizontalement, son efficacité énergétique est réduite très significativement, et contribue de nouveau à une émission horizontale, motif principal des intrusions de lumières dans les propriétés et les habitations.

5.2 EXEMPLE

Dans les régions italiennes de Lombardie, des Marches, d'Emilie-Romagne, d'Ombrie et des Pouilles (qui regroupent 70% de la population italienne), la [loi](#) prescrit « *moins de 0,49 candela/kilolumen dans la demi-sphère au-dessus de l'horizon* ».

EXEMPLES DE BONS LUMINAIRES

Luminaires SATISFAISANT les critères requis.



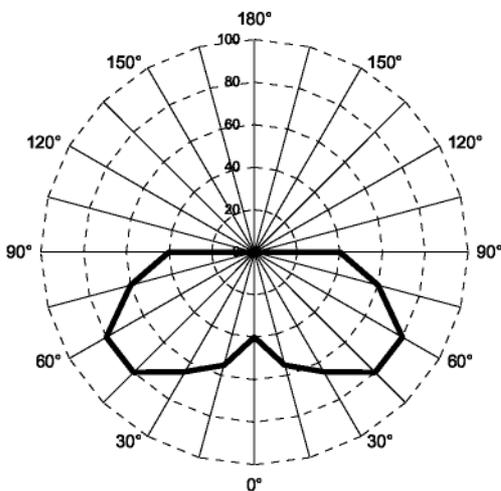
Vitre plate, transparente, en position horizontale.

EXEMPLE DE LUMINAIRES INAPPROPRIÉS

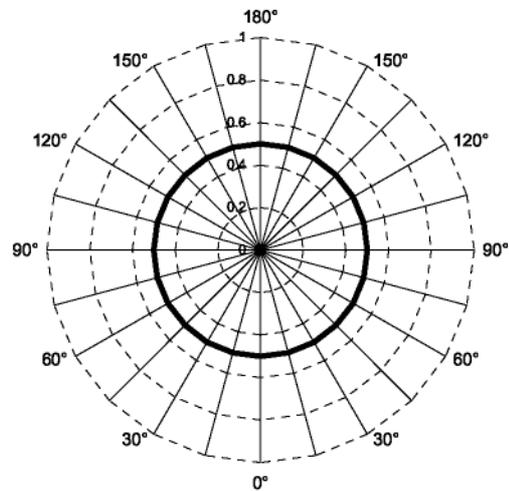
Luminaires NE SATISFAISANT PAS les critères requis, donc à éviter :



En général, une vitre bombée disperse la lumière, provoquant des pertes inutiles.



Graphique. Données photométriques d'un luminaire correct : pas d'émissions lumineuses dans la demi-sphère au-dessus de l'horizon.
(on note toutefois une émission horizontale excessive : éblouissement)



Graphique. Données photométriques d'un globe : fortes émissions lumineuses dans la demi-sphère au-dessus de l'horizon.

6. BALLASTS D'ALLUMAGE

Utiliser des ballasts électroniques à faible consommation et longue durée de vie.

6.1 EXPLICATIONS

Les lampes à décharge nécessitent un ballast d'allumage. En France, on utilise principalement des ballasts conventionnels (ferromagnétiques), qui affichent des pertes élevées (13–35 W en plus de la puissance de la lampe).

Les ballasts électroniques, désormais proposés, présentent des pertes moindres.

Quelques fournisseurs proposent pour ces appareils des périodes de garantie étendues. D'autres avantages des ballasts électroniques sont une durée de vie plus longue de la lampe et une efficacité énergétique supérieure. La technologie la plus récente permet en outre de varier la puissance des lampes à décharge, jusqu'à 30% de la puissance lumineuse nominale, pour une modulation du flux au cours de la nuit.

6.2 EXEMPLES

Exemples pour une lampe au sodium haute pression (Na-HP) de 70 watts :

Avec ballast conventionnel :

- ballast : 13 W
- intensité lumineuse : 6000 lumens
- rendement : 72 lm/W

Avec ballast électronique :

- ballast : 7 W
- intensité lumineuse : 6600 lumens
- rendement : 86 lm/W

Les ballasts électroniques offrent un rendement énergétique supérieur de 20%.

7. PUISSANCE LUMINEUSE LINEAIRE (Premier point de vigilance)

Pour des rues d'une largeur de moins de 10 mètres :

- valeur cible : < 75 kilolumens/kilomètre (ex. Na-HP : < 0,75 kW/km)
- valeur limite : < 150 kilolumens/kilomètre (ex. Na-HP : < 1,5 kW/km)

Pour des rues d'une largeur de plus de 10 mètres :

- valeur cible : < 150 kilolumens/kilomètre (ex. Na-HP : < 1,5 kW/km)
- valeur limite : < 300 kilolumens/kilomètre (ex. Na-HP : < 3,0 kW/km)

Largeur : largeur de la rue, trottoir compris

kilolumen : somme des puissances lumineuses

kilomètre : longueur de la portion de rue

C'est le premier point de vigilance de ce CCTP. La fixation de valeurs plafond de puissance lumineuse émise au km (lumen/km), constitue la garantie de la maîtrise des émissions de lumière artificielle dans l'environnement nocturne, et du contrôle de la pollution lumineuse.

Des « étiquettes énergie » sont définies. Elles proposent un classement des installations d'éclairage extérieur par le niveau de pollution lumineuse associée.

7.1 EXPLICATIONS

Les valeurs plafond prescrites, associées à l'utilisation de luminaires efficaces, sont aisément atteintes. Elles assurent des éclairagements conséquents : des valeurs maximales de 10 lux.

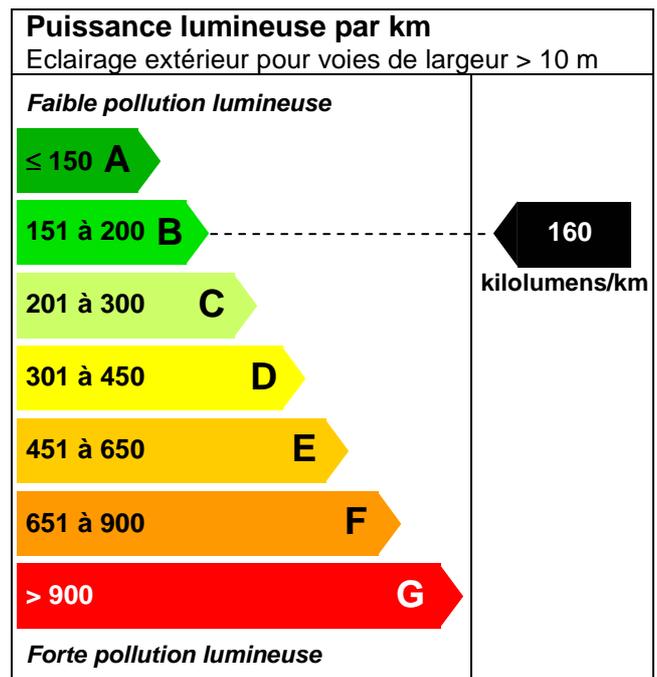
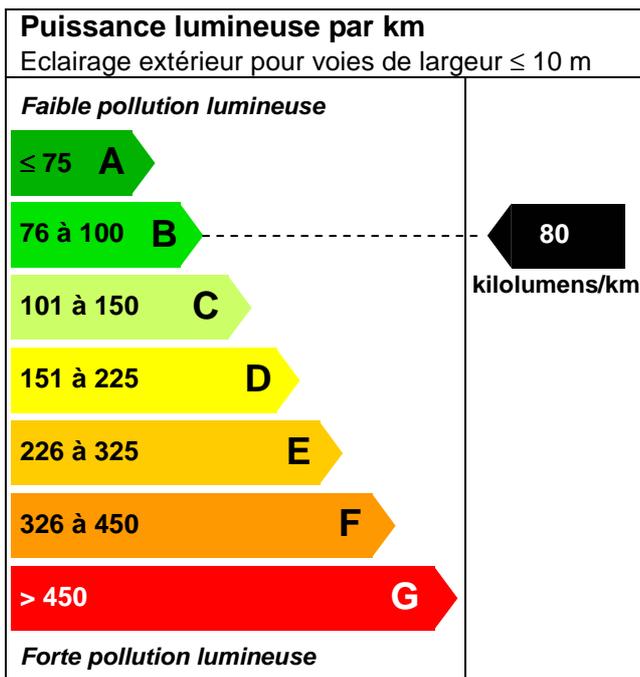
Les valeurs limites de puissances lumineuses sont souvent respectées par des installations, soit anciennes, héritage d'une énergie plus rare, soit récentes, lorsque des critères environnementaux ont été intégrés.

7.2 EXEMPLES

Exemple de rue de moins de 10 m de largeur :
longueur = 1 kilomètre ;
espacement entre les candélabres = 33 mètres.

Nombre de sources lumineuses par km : 30.

Puissance émise par source lumineuse :
3500 lumens (soit 115.000 lumens/km).
(obtenus avec des lampes Na-HP de 50 watts, avec ballasts électroniques).



« Etiquettes énergie » Eclairage extérieur pour voies de largeur inférieures et supérieures à 10 mètres (kilolumens/kilomètre)

8. HORAIRES DE FONCTIONNEMENT

- Allumage : en fonction de la luminosité effective et non par minuterie (p. ex. quand la luminosité descend en dessous de 15 lux pendant plus de 10 minutes).
- Extinction durant la nuit.
- Réduction de l'intensité lumineuse lorsque, pour des raisons de sécurité, une extinction totale n'est pas possible.

8.1 EXPLICATIONS

L'allumage par minuterie est parfois imprécis. Il est préférable d'asservir l'allumage :

- sur une horloge dite astronomique, qui prend en compte les variations journalières des paramètres crépusculaires,
- ou, sur un capteur de luminosité, pour lequel on devra s'assurer de l'absence de salissures ou d'ombre. L'allumage est alors fonction de la luminosité effectivement mesurée.

L'extinction en fin de soirée se fait en fonction des besoins de la commune. Par exemple :

- Après l'arrivée du dernier train, 24^h00–5^h30.
- Après les heures de repos nocturne usuelles, 22^h00–6^h00.

La réduction de l'intensité lumineuse, lorsqu'une extinction complète n'est pas possible, tient compte des zones critiques. Par exemple :

- Abaissement de la luminosité à 35% aux carrefours, giratoires, et passages pour piétons.
- Extinction dans les autres zones.

Différents mécanismes permettent la réduction de l'intensité lumineuse : dimming, baisse de la tension avec ballasts électroniques, extinction d'un luminaire sur deux, etc.

8.2 EXEMPLES

L'éclairage public de la ville de Paris est allumé lorsque la luminosité descend sous 25 lux.

En Essonne, la ville de Cerny, 3000 habitants, pratique l'extinction entre minuit et 5 heures. Cette pratique a été validée par une consultation de la population. Bouray-sur-Juine, 2000 hab., suit cet exemple depuis juillet 2008.

Dans les Deux Sèvres, la ville de Melle, 4000 habitants, pratique l'extinction entre minuit et 6 heures.

Dans le Maine-et-Loire, la ville de Bouchemaine, 6500 hab., coupe son éclairage après minuit, depuis mai 2006. Normanville dans l'Eure, 1300 hab., a initié une extinction entre minuit et 5 heures, en octobre 2007.

Plus de 60 communes du Loir et Cher, pratiquent l'extinction, généralement entre 22h30 et 5h45. En été, l'éclairage n'est généralement pas rallumé le matin. En heures, cela représente une économie de 50%, soit environ 2000 heures de fonctionnement contre 4000 heures sans extinction.

La ville de Morges (Suisse) réalise des économies importantes d'électricité avec le système [LEC](#). Le principe consiste à stabiliser à 207 volts la tension d'alimentation qui fluctue entre 207 et 253 volts. Les économies d'énergie s'élèvent à 28%.

Une source lumineuse déconnectée durant 5 heures chaque nuit, permet des économies d'énergie comprises entre 30% (hiver) et 50% (été).

9. CONSOMMATION D'ÉNERGIE (Second point de vigilance)

- Valeur cible¹ : < 3000 kWh/km/an
- Valeur limite¹ : < 6000 kWh/km/an

¹ Lampes de référence Sodium Haute Pression (Na-HP) : valeurs cible et limite à revoir à la baisse pour des lampes offrant un meilleur rendement « puissance lumineuse (lumens) / puissance électrique (watts) ».

C'est le second point de vigilance de ce CCTP. Une consommation énergétique plafonnée, à l'année, et au km de voie, constitue une garantie de la maîtrise des émissions de lumière artificielle dans l'environnement nocturne.

Naturellement les valeurs préconisées s'entendent pour la technologie actuellement disponible (Na-HP essentiellement). L'émergence d'une nouvelle technologie (LED) exigera la révision à la baisse des valeurs proposées.

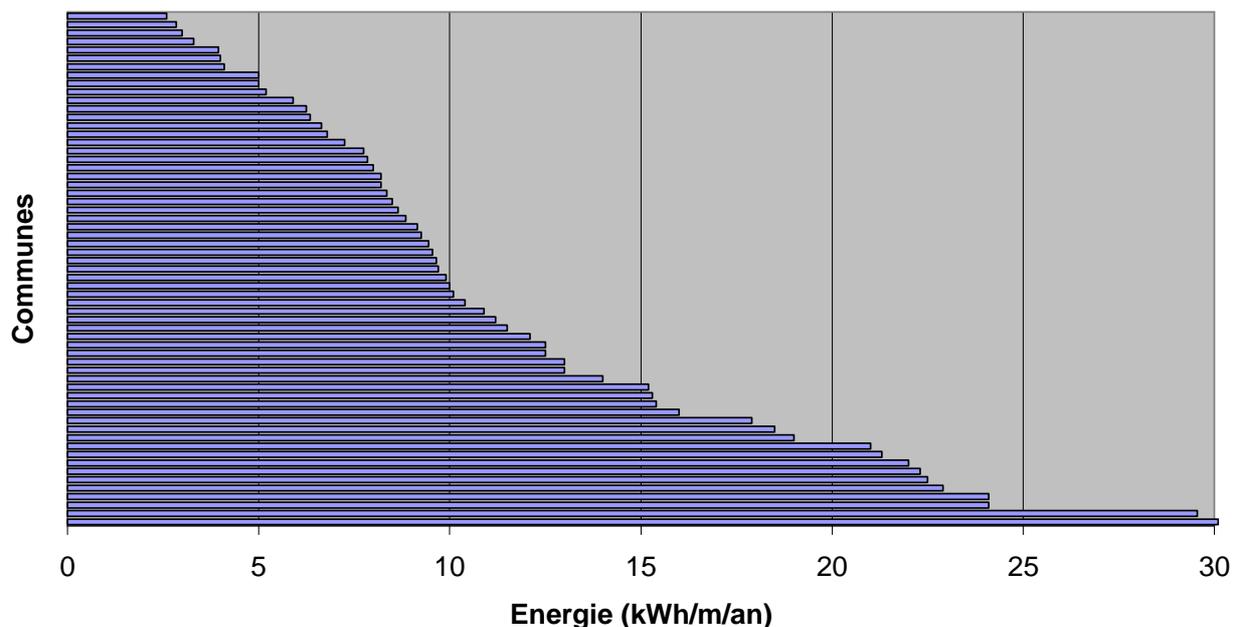
9.1 EXPLICATIONS

La consommation d'énergie s'obtient en multipliant la puissance électrique installée (lampes & ballasts) par la durée de fonctionnement. La durée de fonctionnement usuelle est de 4000 heures/an, et les puissances ont été précisées au §7 pour des lampes Na-HP.

Les labels européens « Cité de l'énergie » et l'EEA (European Energy Award) indiquent comme valeur cible pour l'éclairage des rues : 5000 kWh/km/a, soit 20% de moins que les valeurs limites proposées dans ce CCTP.

9.2 EXEMPLE

Consommation d'énergie pour l'éclairage des rues
(Catalogue Cité de l'énergie 2005)



Graphique : consommation d'énergie pour l'éclairage des rues dans les Cités de l'énergie. On note le pourcentage significatif de communes faisant mieux que les valeurs limites < 6kWh/m/an, voire <5kWh/m/an.

10. ELECTRICITE RENOUVELABLE

- Couvrir avec une énergie renouvelable une part à définir du besoin en électricité de l'éclairage des rues.

AVERTISSEMENT. Il importe de ne pas saisir l'opportunité des énergies renouvelables pour éclairer ce qui ne l'était pas, ou davantage ce qui l'était déjà. L'objectif de la maîtrise de l'éclairage extérieur et de la pollution lumineuse qui lui est associée, impose de soumettre les équipements alimentés en énergie renouvelable, au même ensemble de critères présentés jusqu'ici, en particulier le premier point de vigilance : la puissance lumineuse linéaire (§7).

10.1 EXPLICATIONS

Le vent, le soleil, la géothermie, les mini-centrales hydroélectriques, ou la biomasse, sont des énergies renouvelables. En tant qu'installation publique visible, l'éclairage des rues est un support privilégié pour leur promotion.

En France, les lampadaires solaires pour l'éclairage routier sont inexistantes, et les expériences en la matière sont d'autant plus éparpillées. Il en est autrement en Italie par exemple, où le plus gros fournisseur d'électricité, [ENEL](http://www.enel.it), diffuse lui-même des candélabres solaires.

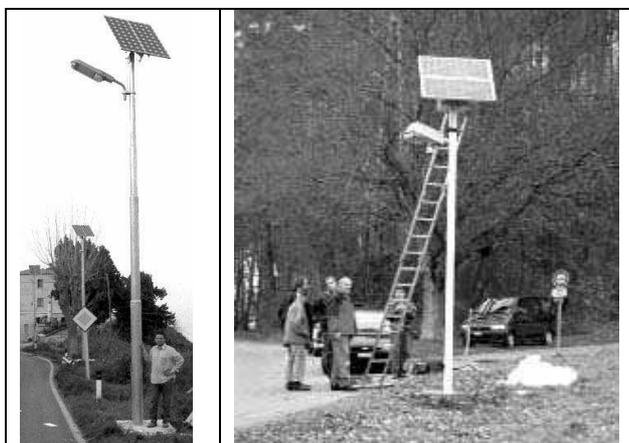


Photo : lampadaire solaire, San-Fratello (Messine, Italie)

Photo : Wohlen (Suisse), pose de lampadaire solaire

10.2 EXEMPLES

En juin 2006, ont été installés à Castillon-la-Bataille, en Gironde, des lampadaires alimentés par éolienne. Associés à une batterie, ils présentent une autonomie de plusieurs nuits, pour un budget inférieur à une installation solaire.

En décembre 2007, Issy-les-Moulineaux dans les Hauts-de-Seine, s'équipe de lampadaires avec aérogénérateurs au voisinage d'installations HQE.

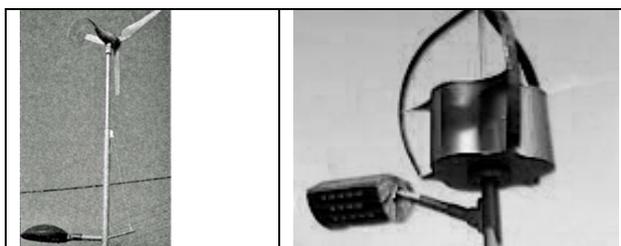


Photo : Castillon-la-Bataille (Gironde), lampadaire avec éolienne

Photo : Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine), lampadaire avec aérogénérateur.

En Belgique, l'éclairage des rues de Münsingen, comme l'ensemble des bâtiments et installations publics de cette Cité de l'énergie, fonctionne à hauteur de 35% à l'éco-courant.

En Suisse, depuis l'été 2005, l'éclairage public de la commune de Lengnau fonctionne à 100% à l'éco-courant.

En revanche, des lampadaires éoliens avec aérogénérateur font leur apparition, et plusieurs fournisseurs les proposent à leur catalogue.