



Efficience énergétique en éclairage public

Christian Remande - Expert AFE

AFE - Paris - 29 septembre 2009

EFFICIENCE ENERGETIQUE Éclairage public

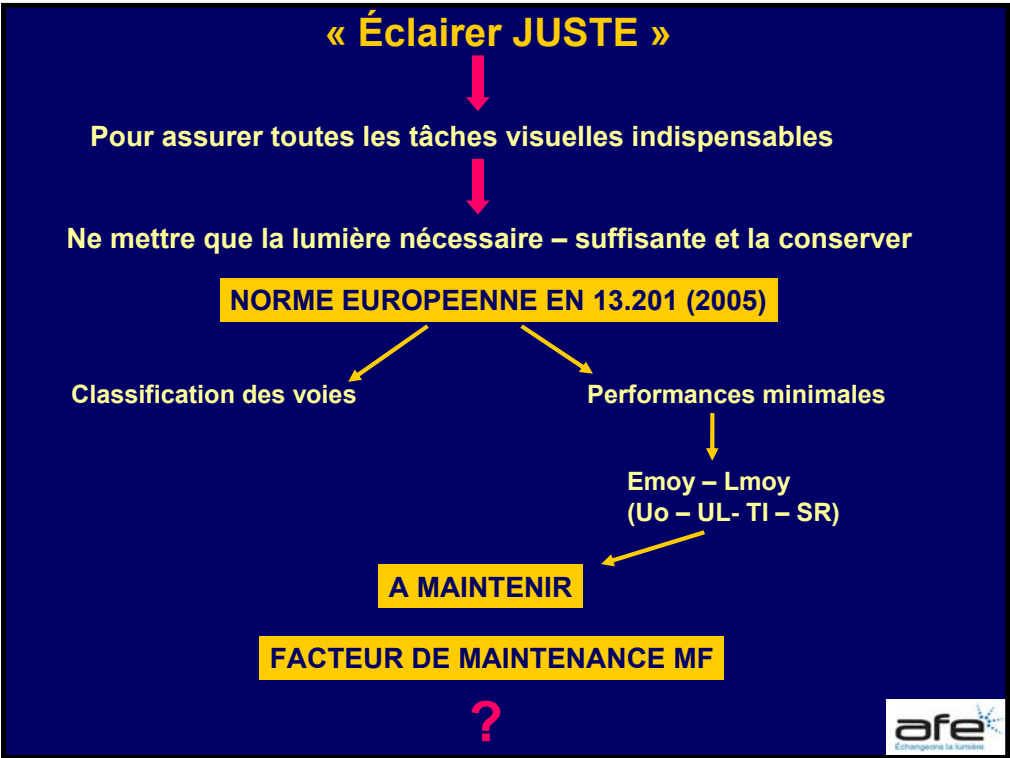
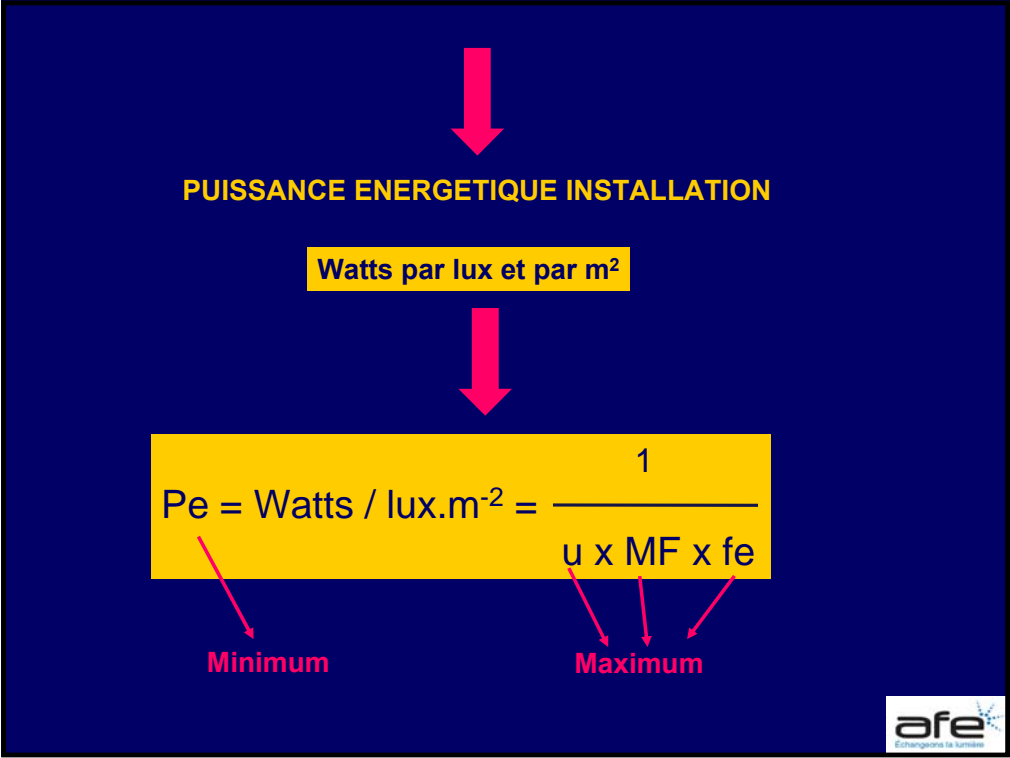


PUISSANCE ELECTRIQUE (Watts)

$$P = \frac{E \times S}{u \times MF \times fe}$$

$$E = \mathcal{R} L$$

- u** Facteur d'utilisation $\frac{\text{Flux reçu (lm)}}{\text{Flux émis lampes (lm)}}$
- MF** Facteur de maintenance globale (lampe x luminaire)
- fe** Efficacité lumineuse (lm.W⁻¹) (lampe + auxiliaire)



Facteurs de maintenance

① Luminaire seul (MFa)

Encrassement
Lampe – optique – vasque

Vieillessement
Optique – vasque

- I.Pxx (ouvert I.P 23 – 55 – 65 – 66)
- Nature des vasques (2)
- Cycle d'entretien (1 – 2 – 3 ans)
- Degré pollution - Rural - Urbain

MFa → Produit de tous les facteurs

(182 facteurs)

② Lampes seules (MFb)

Dépréciation flux

- Durée de fonctionnement
(4 000 – 8 000 – 12 000)
- Types de lampe
(SHP – Iodure – Cosmowhite)
- Puissances unitaires

(18 facteurs)

Facteur de maintenance global (MFa x MFb)



Facteur de maintenance global (MFa x MFb)

150 cas

- Type de lampe
- Degré de pollution
- Cycle d'entretien
- IP Luminaire
- Type de vasque

$$0,24 \leq MF \leq 0,89$$

Faisant varier l'efficacité énergétique dans le rapport de 1 à 3,7



Influence de la périodicité de la maintenance Sur l'énergie consommée en EP

En fonction

- Type de lampe
- IP Luminaire
- Degré de pollution
- Nature vasque

(72 cas)

Périodicité 3 ans par rapport à 2 ans – Pollution urbaine

Cycle	1 an à 2 an		2 ans à 3 ans	
	I.P55p	I.P66v	I.P55p	I.P66v
Degré I.Pxx				
SHP ≤ 70 W	+ 29,6 %	+ 12,6 %	+ 23 %	+11,3 %
SHP > 70 W	+ 25 %	+ 9,5 %	+ 19,2 %	+ 7,7 %
Iodure céramique E27-E40	+ 41 %	+ 23,8 %	+ 30,7 %	+ 18,9 %
Lumière blanche PGZ 12	+ 33 %	+ 13,9 %	+ 16,3 %	+ 9,1 %

Soit optimiser le coût de la maintenance
Soit optimiser l'énergie consommée



Influence du degré de protection I.Pxx Sur la consommation énergétique

Pourcentage d'économie entre les luminaires I.P55p (vasque plastique)
et I.P66v (vasque verre)

Degré de pollution	En fonction du cycle de maintenance préventive		
	1 an (4 000 h)	2 ans (8 000 h)	3 ans (12 000 h)
	Faible (interurbain)	5 %	14 %
Fort (urbain)	7,5 %	20 %	26 %



Fonctionnement avec réduction de puissance au cours de la nuit

Hypothèse

- Réduction éclairage de 40 % entre 23 h et 5 h du matin
- Sur 75 % de l'installation totale
- Fonctionnement annuel :
 - 2 190 h à puissance réduite
 - 1 970 h à pleine puissance

Économie d'énergie réalisable :
 - 11,84 % d'énergie
 Économie financière due aux kWh économisés
 - 6,4 %

- Sans prendre en compte l'investissement variateur et commande
- Base : kWh (énergie + abonnement) : 0,0796 €
- Puissance unitaire moyenne : 155 W
- Base de calcul : 1 000 luminaires



Fonctionnement à éclairage constant

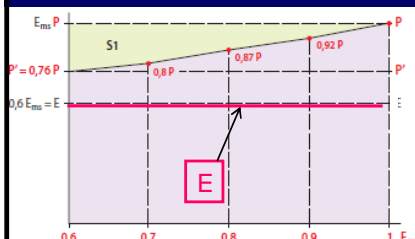
(pas de sur éclairage à la mise en service)

Hypothèse

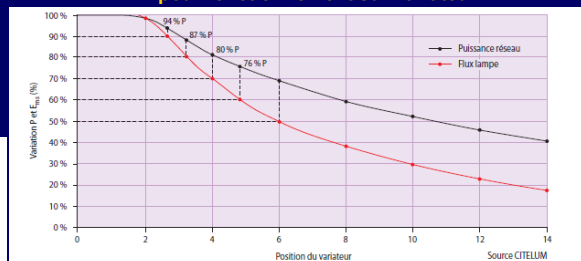
- Source d'éclairage (100 lm.W⁻¹) – Maintenance 2 ans
- Pollution urbaine
- Luminaire I.P65 fermé – Plastique (très courant)

Facteur de maintenance 0,6

Diagramme théorique
Éclairage / Puissance appelée



Variation Puissance / Flux (%)
pour fonctionnement sur variateur



Fonctionnement à éclairage constant

Énergie économisable en fonction du facteur de maintenance MF

MF Facteur de maintenance	% de puissance économisée Par cycle de maintenance	% de puissance économisée par an	
		Cycle 2 ans	Cycle 3 ans
0,5	15 %	7,5 %	5 %
0,6	12 %	6 %	4 %
0,7	10 %	5 %	3,3 %
0,8	6,5 %	3,25 %	2,16 %

Pas de lumière gaspillée au cours du cycle de maintenance



Comparaison efficacité énergétique

- Lampes** (SHP – iodure céramique – Cosmowhite)
- LED** (80 lm.W^{-1} – u (40 à 60 %) – MF 0,7 LED seule)



Manque d'information des constructeurs

- thermique
- température de couleur
- documents diagramme facteur « u » en fonction de l/h

Il semble que les LED :

- rattrapent en performances les iodures céramiques
- utilisables techniquement pour les réalisations à faible niveau moyen d'éclairage
- ne rivalisent pas encore en SHP > 70 W et cosmowhite



Comparaison efficacité énergétique

Lorsque l'on calcule l'efficacité énergétique :

$$Pe \text{ (W / lux.m}^{-2}\text{)} = \frac{1}{u \times MF \times fe}$$

On obtient :

$$1 \leq \frac{Pe \text{ LED}}{Pe \text{ LAMPE}} \leq 1,67$$

En fonction de :

- Type et puissance de lampe
- Degré I.Pxx et Vasques luminaire
- Cycle maintenance 2 ans – 3 ans (électro – mécanique – lampe)
- Degré de pollution



Efficacité énergétique Conclusions

	<u>Gain énergétique</u>
• Remplacement luminaire IP55p Vapeur de Mercure par luminaire IP66v Sodium HP 41 % annuel
• Remplacement identique avec nouvelle implantation 69 % annuel
• Variation de puissance heures creuses 11,86 % annuel
• Fonctionnement à éclairage constant 6,5 à 15 % par cycle
• Influence énergétique du cycle 3 ans par rapport à 2 ans Pollution urbaine – suivant lampes et IP55p ou 66v 7,7 à 30,7 %
• Influence du degré IP seul entre IP55p et IP66v Pollution urbaine	
Cycle 2 ans 20 %
Cycle 3 ans 26 %

• Quid LED ?

- Quand on connaîtra :
- u – MF – fe
 - incidence thermique
 - la température de couleur





EFFICIENCE ÉNERGÉTIQUE EN ÉCLAIRAGE PUBLIC

Merci

Les Dossiers de l'AFE

