

Journée de sensibilisation à l'éclairage public

Partie 1 :

Les enjeux de l'éclairage public



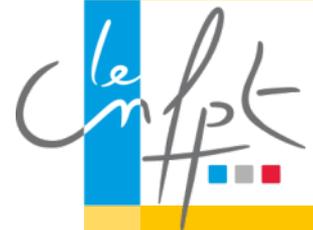
Programme de la journée

1. Les enjeux
2. Impacts sur l'environnement et la biodiversité
3. Notions de base – technologies performantes en EP
4. Réglementation et responsabilités du Maire
5. Mutualisation et accompagnement des Collectivités
6. Diagnostic et SDAL
7. Projet de réserve « Ciel étoilé »



Enjeux de l'éclairage public

- **Objet : Des Enjeux pour tous**
- **Enjeux environnementaux**
- **Enjeux financiers - Fonctionnement**
- **Enjeux financiers – Investissement**
- **Enjeux juridiques**



Enjeux de l'éclairage public

- **Des Enjeux pour tous**

- Confort
- Sécurité
- Mise en valeur
- Structuration de la cité



Enjeux de l'éclairage public

- **Des Enjeux pour tous**

- Confort

- Confort de séjour et circulation pour les piétons / Les cyclistes
- Circulation automobile

- Sécurité

- Mise en valeur

- Structuration de la cité

Enjeux de l'éclairage public

- **Des Enjeux pour tous**

- Confort

- Sécurité

- Sécurité routière
- Sécurité des personnes
- Sécurité des biens

- >> Dans quelle mesure ? (cambriolages de jour / extinction A86, etc.)

- Mise en valeur

- Structuration de la cité



Enjeux de l'éclairage public

- **Des Enjeux pour tous**
 - Confort
 - Sécurité
 - Mise en valeur par la lumière
 - Bâtiments et monuments remarquables
 - Sites naturels
 - Sites isolés
 - Structuration de la cité



Enjeux de l'éclairage public

- **Des Enjeux pour tous**
 - Confort
 - Sécurité
 - Mise en valeur par la lumière
 - Structuration de la cité
 - Hiérarchisation des voies et entrées de ville
 - Identité des quartiers la nuit
 - Identité de jour (Mobilier urbain)



Enjeux de l'éclairage public

- Des Enjeux pour tous
- **Enjeux environnementaux**
 - Energétiques Les consommations en EP représentent presque la moitié des consommations d'électricité des communes
 - Nuisances à l'environnement – BIODIVERSITE
 - Nuisances aux riverains
- Enjeux financiers - Fonctionnement
- Enjeux financiers – Investissement
- Enjeux juridiques



Contexte énergétique

- **Consommations d'électricité des municipalités**

- 47% liées à l'éclairage public (source ADEME)

- **Coûts énergétiques à la hausse**

- Abonnements Tarif bleu : **en hausse**
- Consommations Tarif bleu : **en hausse**
- CSPE : **en hausse**
- TCFE : **en hausse** (fin de l'exonération)

- **Des perspectives peu optimistes**

- Pas de perspective de baisse à long terme
- Un budget des collectivités de plus en plus contraint
- Disparition à terme du tarif historique



Enjeux de l'éclairage public

- Des Enjeux pour tous
- Enjeux énergétiques
- **Enjeux financiers – Fonctionnement**
 - Au-delà des coûts énergétiques
 - Coûts de dépannages (Curatif)
 - (Préventif)
 - Coûts de réparations (Vandalisme / accidents)
 - >> marchés de maintenance
 - La structure des coûts dépend du type de marché conclu
 - Obligation de moyens (type bail triennal)
 - Obligation de résultats (forfaitisé)
- Enjeux financiers – Investissement
- Enjeux juridiques



Enjeux de l'éclairage public

- Des Enjeux pour tous
- Enjeux énergétiques
- Enjeux financiers – Fonctionnement
- **Enjeux financiers – Investissement**
 - L'EP est constitué d'équipements de longévité importante
 - Les investissements représentent des montants de valeur patrimoniale très importants
 - Vétusté >> Renouvellement conseillé de l'ordre de 4%/an
 - TRSI très variable (de quelques mois à l'infini) selon les cas
- Enjeux juridiques



Enjeux de l'éclairage public

- Des Enjeux pour tous
- Enjeux énergétiques
- Enjeux financiers – Fonctionnement
- Enjeux financiers – Investissement
- **Enjeux juridiques**
- Responsabilité de l'élu (le Maire)



Les enjeux – Première conclusion

- **La problématique est multiple**
 - Tout incite à appréhender la question de façon globale
- **Démarche à adopter : Eclairer juste**
 - **Bonne définition du besoin**
 - Utilisation des technologies performantes
 - Evaluation de l'existant
 - Maintien des performances
 - Démarches correctives

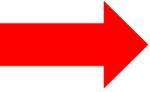


Journée de sensibilisation à l'éclairage public

Partie 2 :

technologies disponibles





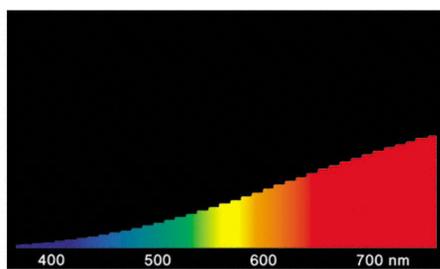
Plan du module

1. Lumière - Photométrie
2. Energie
3. Composants d'une installation d'éclairage public
4. DEFINITION au plus juste
5. Maîtrise des temps de fonctionnement
6. Production de lumière
7. Utilisation du flux
8. Variation de flux

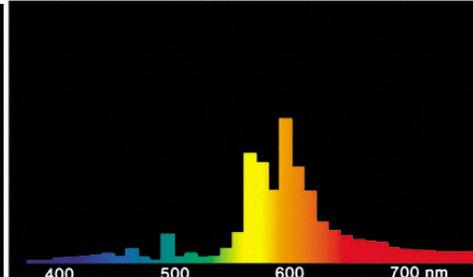
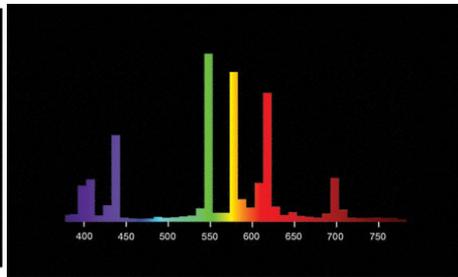


Notions de base

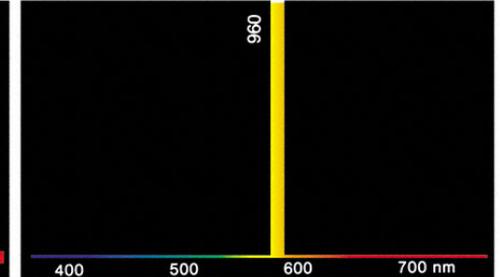
- **Lumière** : radiation électromagnétique (photons)
- **Spectre** : La lumière = partie visible » par l'œil et le cerveau humain se situe entre les longueurs d'onde 380 et 760 nm.
- Exemples de spectres
(Incandescence/Mercure/NaHP/NaBP)



Incandescent light



VIALOX®
NAV® 4Y®
NAV®
NAV® SUPER



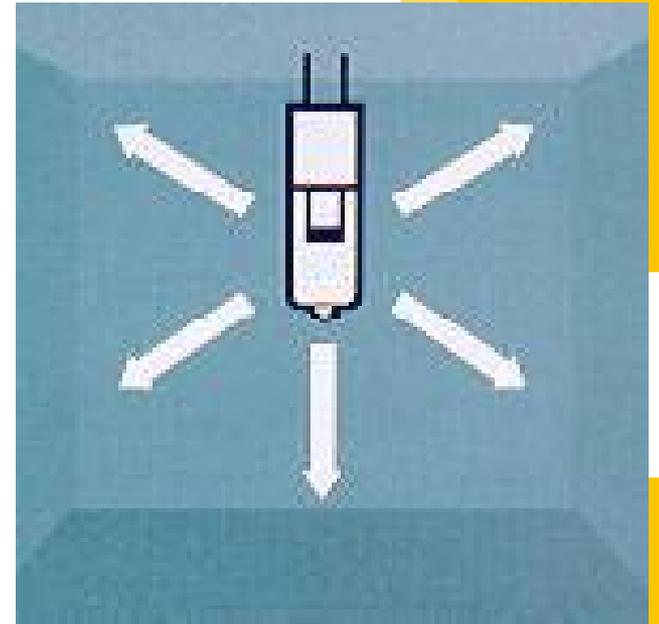
SOX

Notions de base

- Flux lumineux

- C'est la puissance lumineuse émise par une source (lampe) dans toutes les directions et à toutes les longueurs d'ondes. Elle s'exprime en lumens (lm).

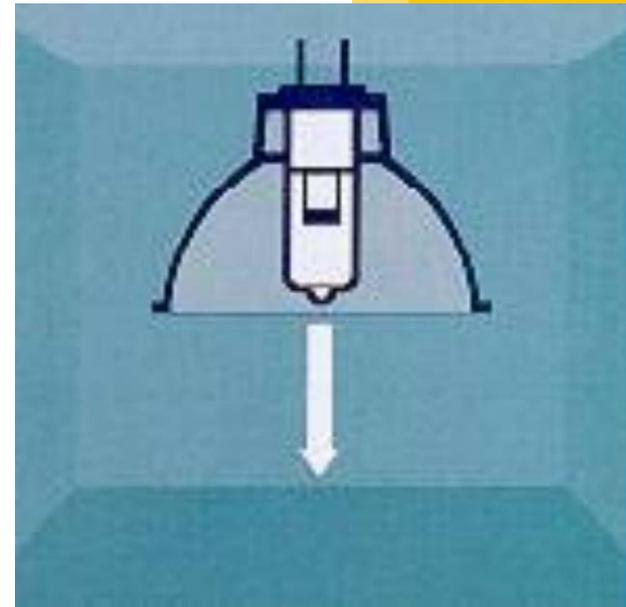
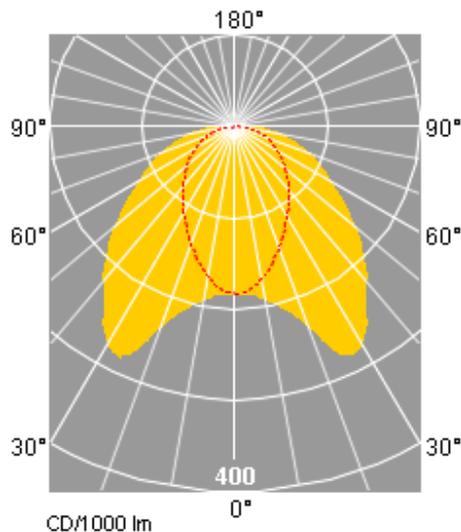
- Exemple : une lampe SHP de 100W émet environ 10klm



- **Efficacité lumineuse**
- Rapport entre puissance lumineuse émise et puissance électrique consommée
- Elle s'exprime en **lumen par watt (lm/W)**.
- Joue un rôle **primordial** et direct dans l'efficacité énergétique globale d'un système, mais c'est loin d'être le seul paramètre à considérer
- Exemple : SHP 100W : environ 100lm/W

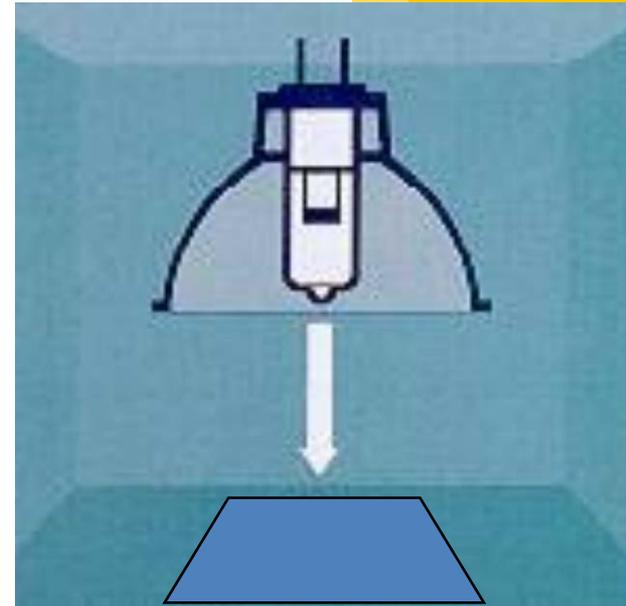
- **Intensité lumineuse**

- C'est la puissance lumineuse émise par une source dans UNE direction donnée.
- Elle s'exprime en candéla (cd).



Notions de base

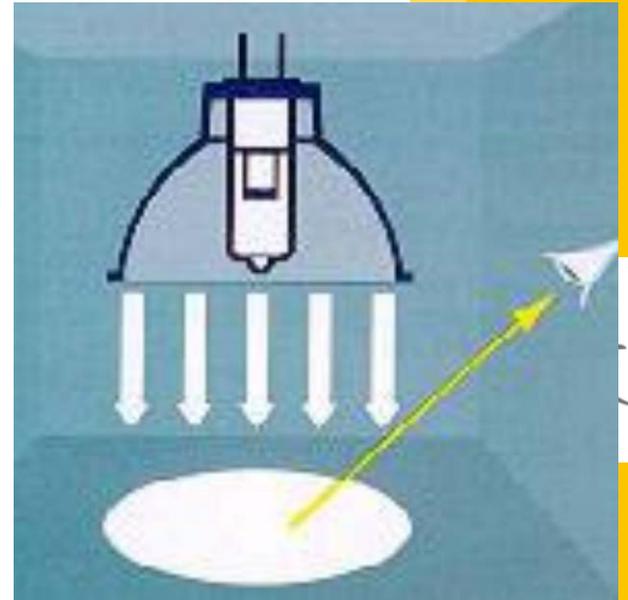
- **Eclairement**
- C'est la quantité de flux lumineux reçu par une surface éclairée.
- Elle s'exprime en lux ($1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$).



Notions de base

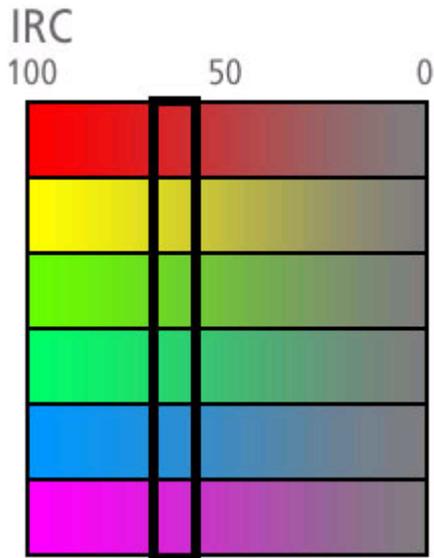
- **Luminance**

- C'est la puissance lumineuse perçue par un observateur, réfléchie par une surface éclairée
- Elle s'exprime en candéla par mètre carré (cd/m^2).



Notions de base

- **Indice de rendu des couleurs**
- C'est la capacité qu'a un éclairage à permettre de distinguer les nuances de couleurs
- S'exprime entre 0 et 100%



Plan du module

1. Lumière - Photométrie
2. Energie
3. Composants d'une installation d'éclairage public
4. DEFINITION au plus juste
5. Maîtrise des temps de fonctionnement
6. Production de lumière
7. Utilisation du flux
8. Variation de flux



- **Grandeurs utilisées en électricité**

- Intensité électrique (Courant) : A

- Tension : V

- Puissance : W, VA, VAR

- Consommation : kW.h

- Facteur de puissance ($\cos \varphi$)



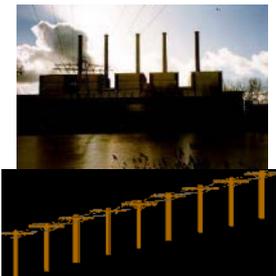
Plan du module

1. Lumière - Photométrie
2. Energie
- 3. Composants d'une installation d'éclairage public
4. DEFINITION au plus juste
5. Maîtrise des temps de fonctionnement
6. Production de lumière
7. Utilisation du flux
8. Variation de flux

La chaine de l'éclairage

- Comment ça marche ?

Alimentation	Commande	Réseau EP	Appareillage	Lampe	Lanterne	Environnement
--------------	----------	-----------	--------------	-------	----------	---------------



Notions de base

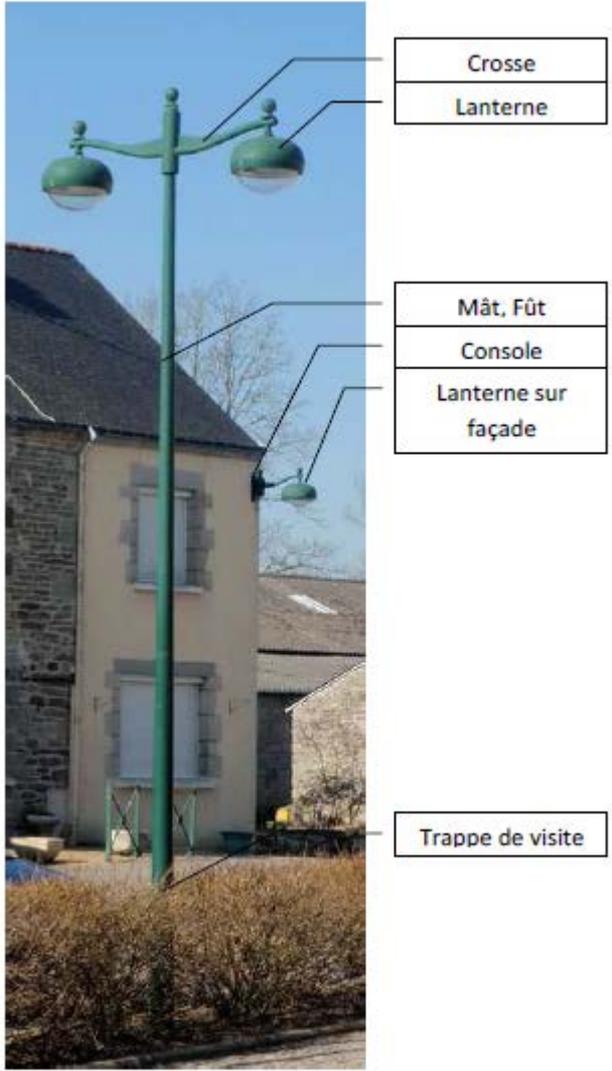
- **Armoire de commande :**
- **partie comptage : (à gauche)**
- **Coupe circuits**
- **Comptage (électro.)**
- **Inter-frontière**

- **Partie EP (à droite)**
- **Commande**
- **Contacteur**
- **Protections (amont/aval)**

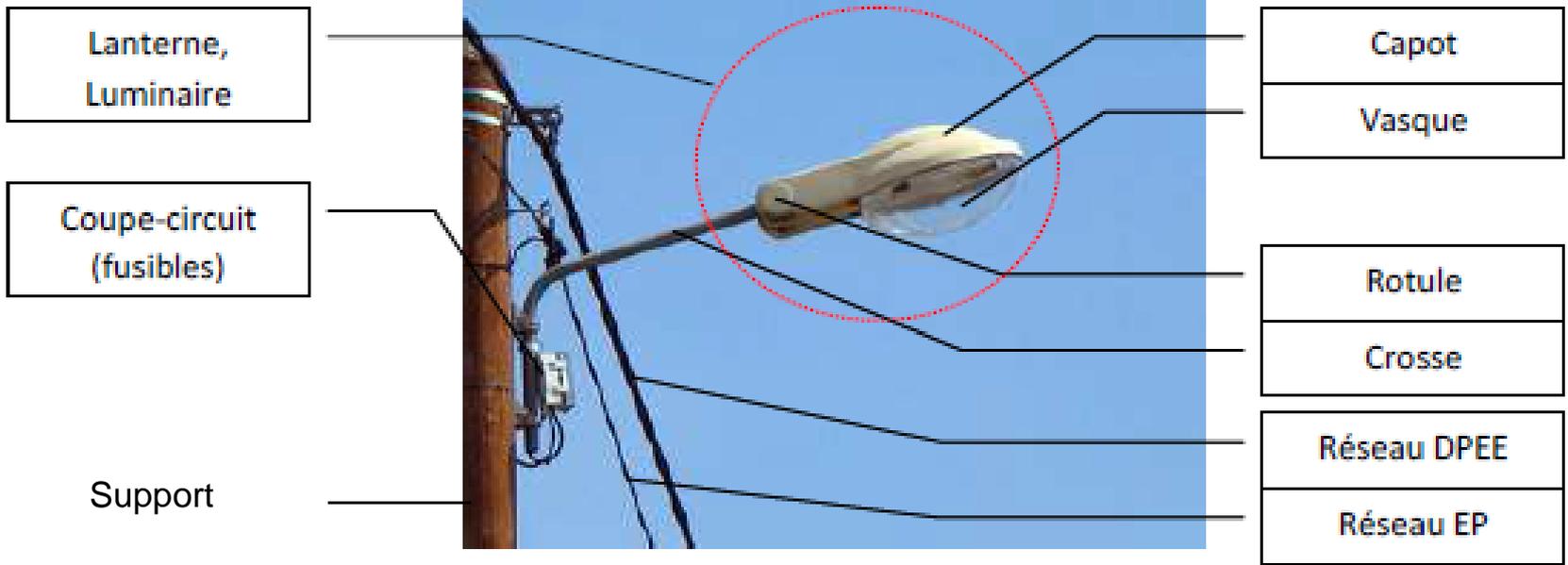


- Le « point lumineux »

(annexe types de supports)

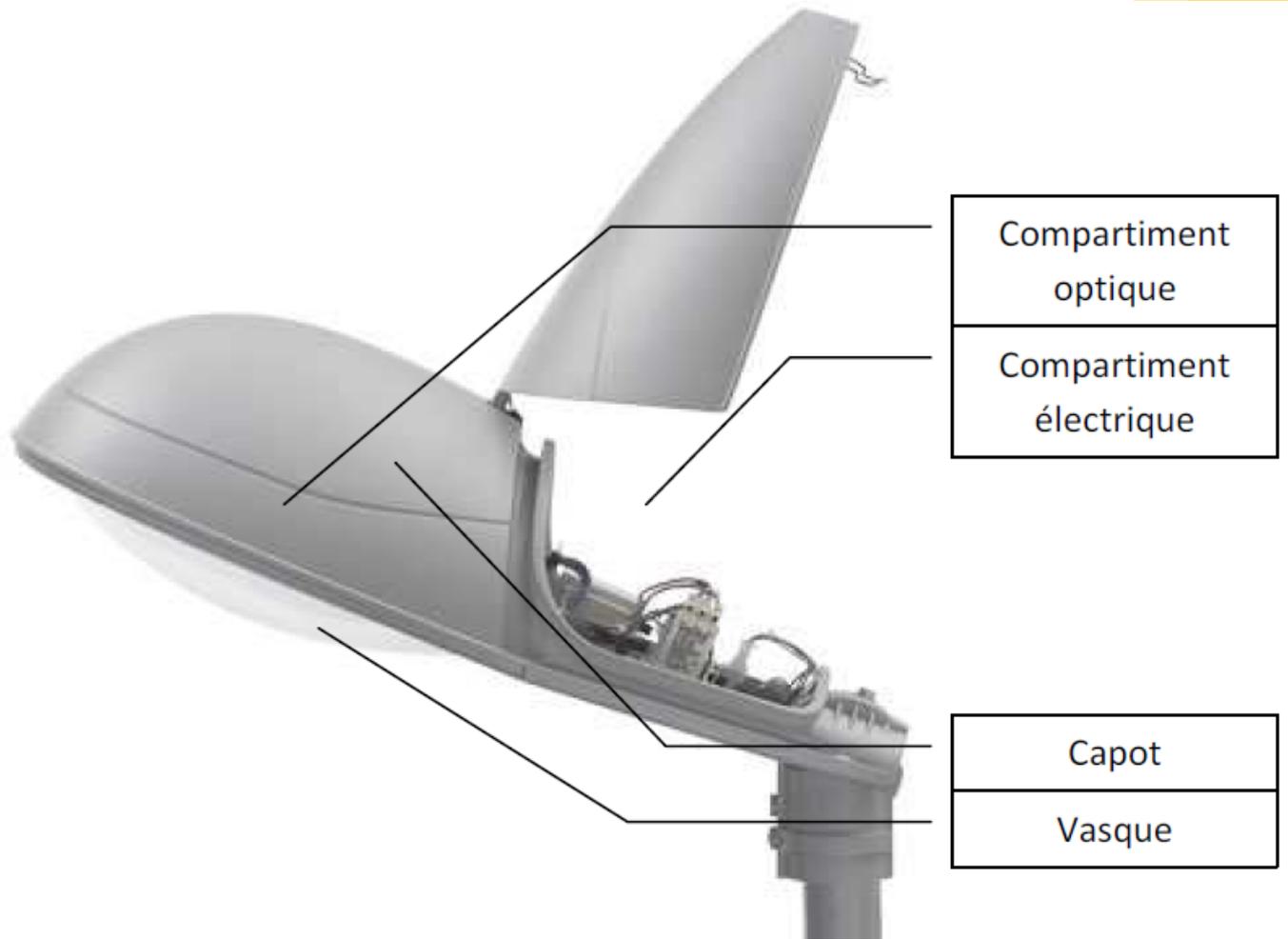


• Le « point lumineux »





Ensemble optique
Vasque (verre)
Réflecteur
Lampe = source



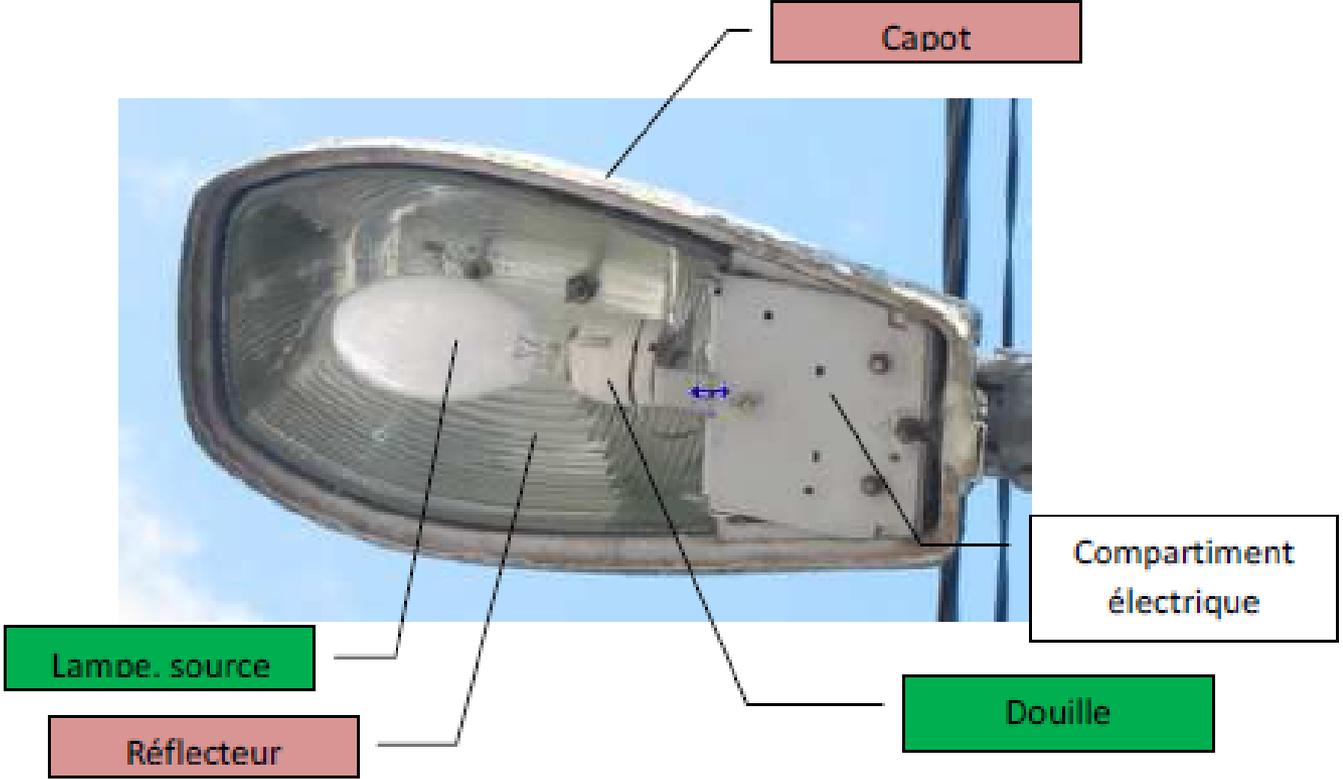
Compartiment
optique

Compartiment
électrique

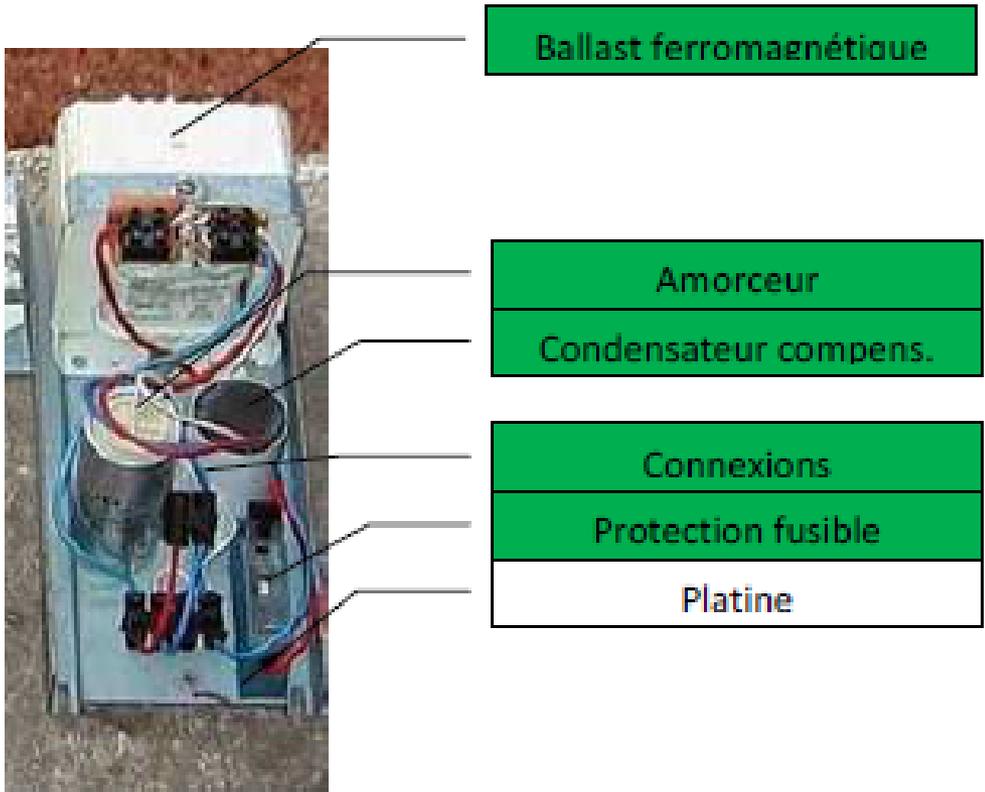
Capot

Vasque

- La lanterne



- L'appareillage



Platine EP – Ballast Ferromagnétique

- L'appareillage (lampes à décharge)

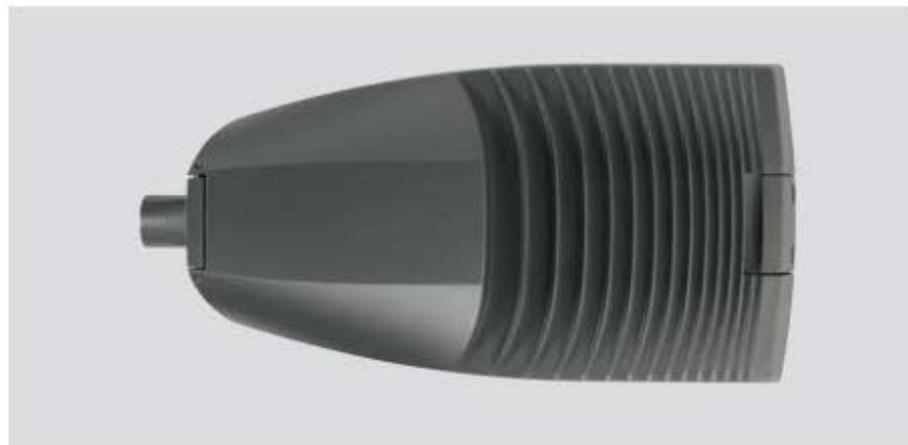
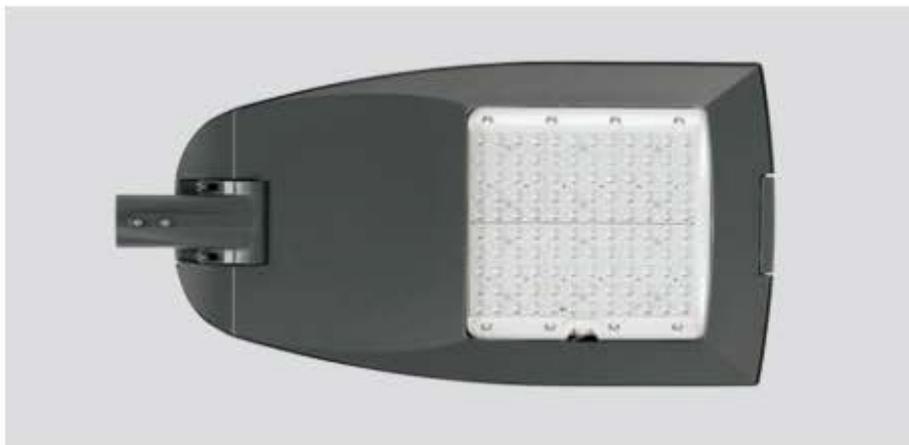


- L'alimentation (Leds) ou le « driver »

Luminaires LED



Doc. Philips-Eclairage



Plan du module

1. Lumière - Photométrie
2. Energie
3. Composants d'une installation d'éclairage public
4. DEFINITION au plus juste : MDE
5. Maîtrise des temps de fonctionnement
6. Production de lumière
7. Utilisation du flux
8. Variation de flux
9. Maintien des performances



- Une idée des gisements

Alimentation	Commande	Réseau	Appareillage	Lampe	Lanterne	Environnement
Production (avec pertes côté EDF/RTE/GRD)	Jusqu'à 15%	Jusqu'à 15%	Jusqu'à 15%	De quelques lm/W à 200lm/W	Jusqu'à 90%	Jusqu'à 100%
Pertes électriques				Efficacité lumineuse	Pertes photométriques	



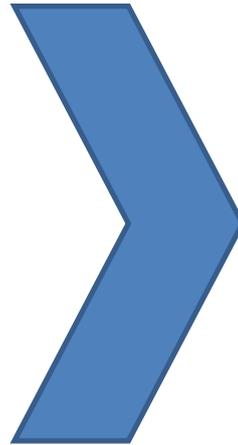
Objectif de consommation Zéro ?

**Limiter le
recours aux
énergies
fossiles**



Démarche générale

- Définition
- Conception
- Réalisation
- Maintenance
- Contrôle



MDE

Définition dans un esprit de MDE

- **Principes de base de la MDE :**

1. SOBRIETE
2. PERFORMANCE
3. ENR

- **Pour maîtriser la dépense énergétique en EP :**

1. Avoir un dispositif globalement **performant**
2. Avoir un dispositif **adapté** au besoin
3. Attention au **maintien** des performances



Adaptation au besoin

■ Avant même de construire l'ouvrage

Définir le besoin avec précision :

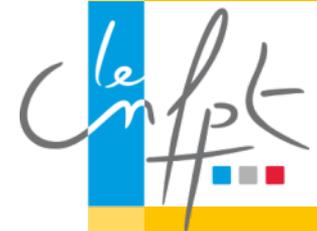
OUI/NON – QUOI – COMMENT – COMBIEN – QUAND ?

- Faut-il vraiment éclairer ?
 - Eclairage ***Public***
 - Possibilités de substitution
- Que faut-il éclairer ?
 - Facteur d'utilisation / Pollution lumineuse
- Comment ? Couleur, IRC, etc.
- Combien ? Niveau, luminance, etc.
- Quand ? Maîtrise des temps de fonctionnement



- Energies renouvelables en éclairage public :
 - Photovoltaïque
 - Eolien

- Une bonne idée ?





• Energies Renouvelables en EP :

Une **fausse bonne idée** si le réseau est à proximité
(En métropole)

- Opposition besoin / productible solaire
- Précarité du gisement éolien en ville
- Maintenance et dimensionnement à étudier de près
- Impact environnemental en site isolé

- On économise plus de kW.h avec le même budget en rénovation par technique classiques performantes.

- A limiter à des applications outre-mer ou cas particuliers.
- Attention à la biodiversité des sites isolés



- **Energies Renouvelables en EP :**

Attention aux conditions de mise en œuvre :



• CONCEPTION

- Après avoir défini le besoin, on détermine :
- Les objectifs en éclairage / luminance / colorimétrie
- Recherche de l'optimum technico-économique pour atteindre ces résultats (Investissement + fonctionnement + Espérance de vie)
- >> conduit à des choix
 - Type de lanterne + source
 - Implantation optimale
 - Contraintes de qualité du matériel (IP/IK/ matériaux...)
 - Pérennité de la source (indice BxxFxx)



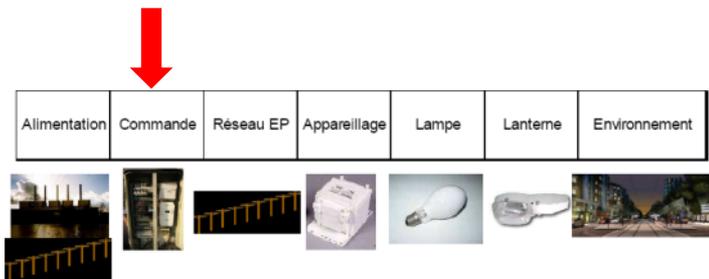
Plan du module

1. Lumière - Photométrie
2. Energie
3. Composants d'une installation d'éclairage public
4. DEFINITION au plus juste : MDE
5. Maîtrise des temps de fonctionnement
6. Production de lumière
7. Utilisation du flux
8. Variation de flux
9. Maintien des performances



2 - Dispositifs de commande

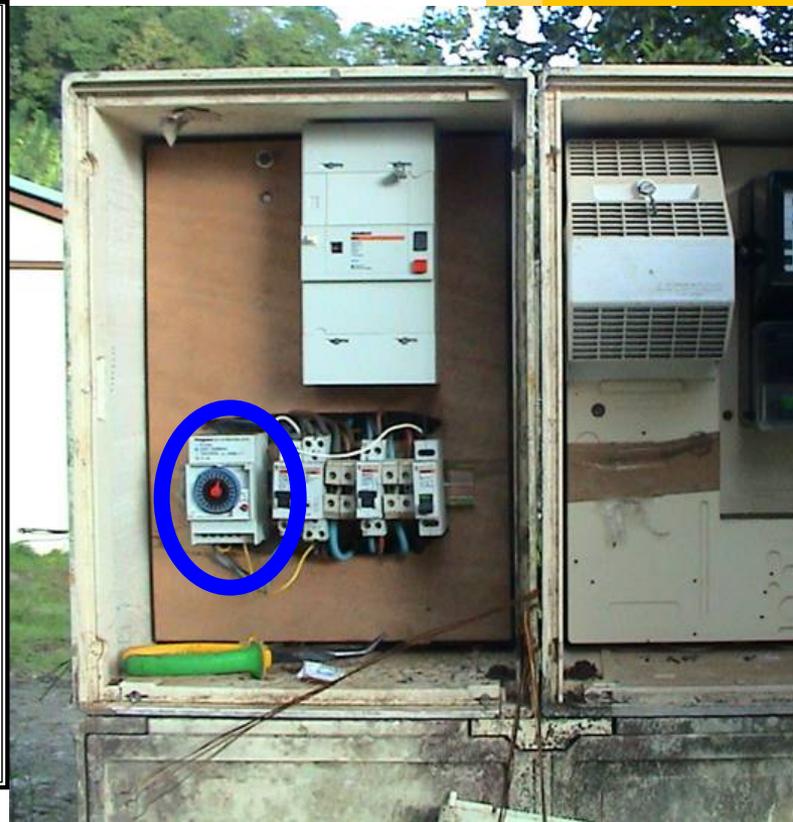
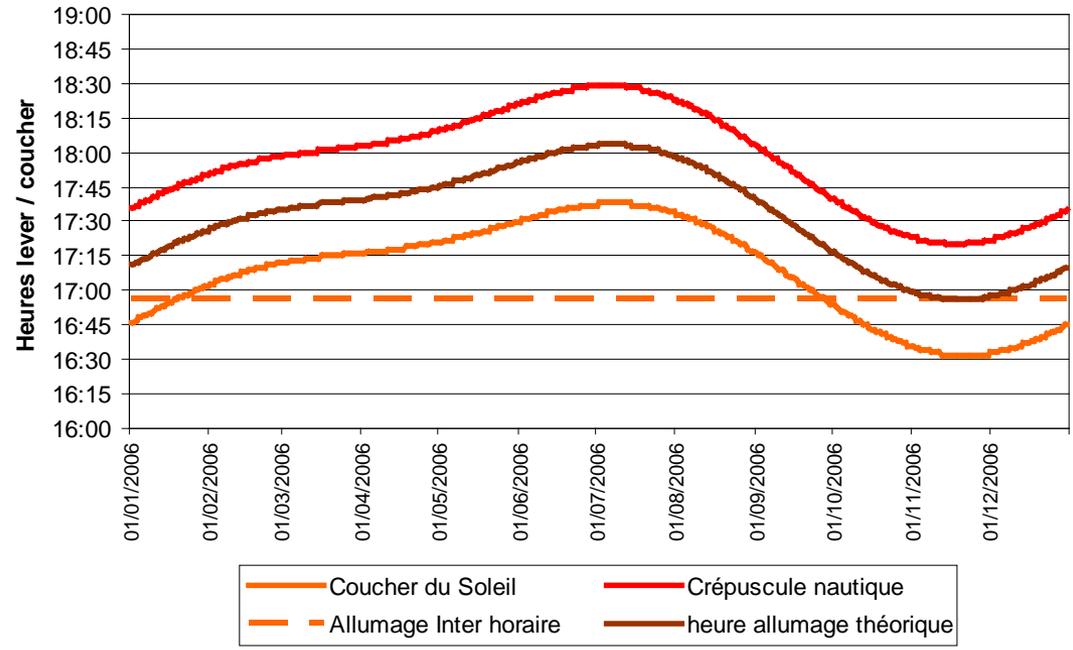
Objectif : Maîtriser le temps de fonctionnement



● LE PLUS MAUVAIS

- Interrupteur horaire
- PARTICULARITE DES DOMS
- Occasionne plus de 15% de pertes bien que l'amplitude annuelle (saisons journées courtes / journées longues) soit faible

TRINITE - Fonctionnement sur interrupteur horaire (soir)



• LE PLUS COURANT

- « Lumandar »
- Cellule réglable
- Cellule à Photopile (moins de dérive /vieillesissement et température)
- Cas particulier des points lumineux isolés
- Variante Infrarouge plus précise



● LE PLUS « PRECIS »

■ Horloge astronomique

- Calcule chaque jour l'heure d'allumage et d'extinction
- Insensible à la couverture nuageuse (sauf option cellule photosensible)
- Dérive faible (de l'ordre de quelques secondes par an) si le modèle est compensé en température
- Sinon, possibilité de recalage / DCF77 ou fréquence FM France-Inter (métropole uniquement)
- Plus récemment : Puce GPS



• L'OPTIMAL

- Commande centralisée
 - Calcul astronomique dit 'socio économique'
 - Prise en compte de la couverture nuageuse



- **Allumage fonction de l'heure**

- **Télécommande**

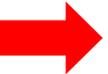
- Signal radio
- Signal Pulsadis (CPL sur réseau distribution)
- Autres (CPL sur réseau EP et transmission / maillage)

Ex: Luxicom, CityN, Synapse, Induxi



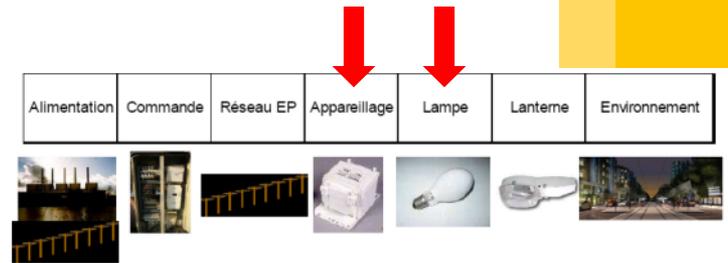
Plan du module

1. Lumière - Photométrie
2. Energie
3. Composants d'une installation d'éclairage public
4. DEFINITION au plus juste : MDE
5. Maîtrise des temps de fonctionnement
6. Production de lumière
7. Utilisation du flux
8. Variation de flux
9. Maintien des performances



Objectif :

Produire plus de lumière avec moins d'énergie électrique



- **Importance de l'efficacité lumineuse des sources**
 - >> Lampes à décharge SHP / IM (Fortes puissances)
 - >> Sources solides (Leds) (Applications ciblées)



Luminaires à Leds

- (Assez) bonne efficacité lumineuse
- Source plus directive par construction
- Excellentes capacités de variation
- Longévité (?)



- Déjà l'optimal pour les petites puissances :
- La source de lumière est directive naturellement
 - >> meilleur facteur d'utilisation
 - >> meilleure efficacité globale

- Facteur limitant : Limitation de la température de jonction
 - >> Evacuation de la chaleur
 - >> Limitation du nombre de Leds regroupées
 - >> Limitation en puissance



■ Longévité :

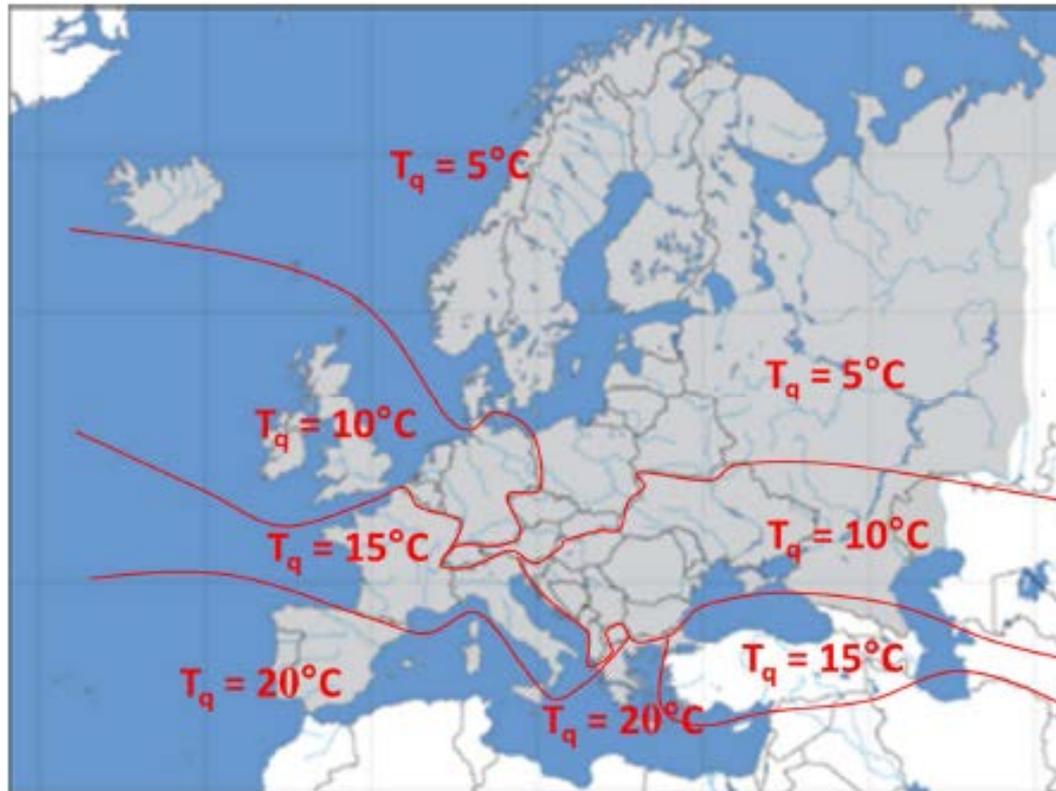
- Durée de vie = 75 000h >> ne veut rien dire
- Plus fiable : Codification type « LxxFxx à XX heures »
- Exemple L80F10 à 50 000h
 - A 50 000h
 - Moins de 10% de Leds HS (F10)
 - Maintien de 80% du flux initial (L80)



Luminaire à LEDS

- Les données de longévité sont valables pour des conditions climatiques moyennes données :
Température T_q

Carte de répartition des T_q en Europe. La France est à $T_q 15^\circ\text{C}$



(Source Comatelec)



Luminaires à LEDS

- Les données de longévité sont valables pour des conditions climatiques moyennes données :
Température Tq
- Certains modèles « suralimentés » ne sont pas recommandés selon la région :

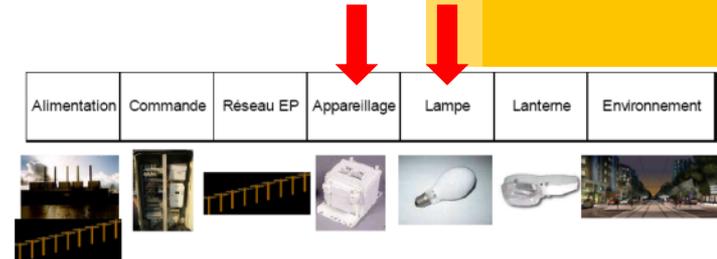
Region	Ta	Tq	Citea Midi - 32 LEDs			Citea Midi - 48LEDs		
			@350mA	@500mA	@700mA	@350mA	@500mA	@700mA
North Europe	25°C	15°C	ok	ok	ok	ok	ok	NO
	30°C	20°C	ok	ok	ok	ok	ok	NO
Sud Europe	35°C	20°C	ok	ok	ok	ok	ok	NO
	35°C	25°C	ok	ok	ok	ok	NO	NO
	40°C	25°C	ok	ok	ok	ok	NO	NO

(Source Comatelec)



Appareillages et sources lumineuses

Lampes à décharge



- Bonne efficacité lumineuse (beaucoup de lumens produits facilement)
- Lampes Sodium HP, halogénures métalliques céramique
- Source non directive >> nécessité d'orienter le flux



Plan du module

1. Lumière - Photométrie
2. Energie
3. Composants d'une installation d'éclairage public
4. DEFINITION au plus juste : MDE
5. Maîtrise des temps de fonctionnement
6. Production de lumière
7. Utilisation du flux
8. Variation de flux
9. Maintien des performances



Objectif : exploiter la lumière produite

- **Rôles de la lanterne**

- Rôles mécaniques

- Maintien en position de la source
- Protection contre les agressions externes

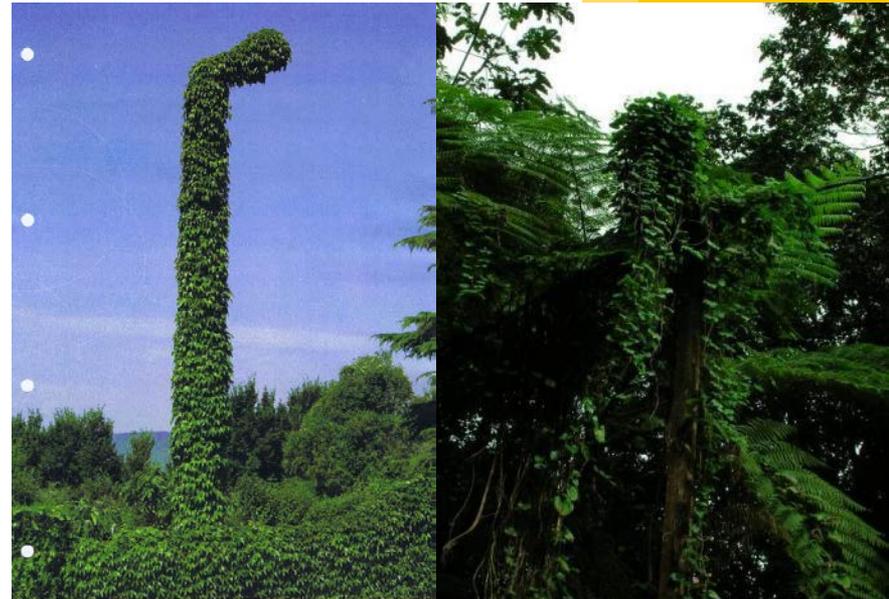
- Rôle photométrique

- Optimiser l'utilisation du flux disponible émis par la source



Objectif : exploiter la lumière produite

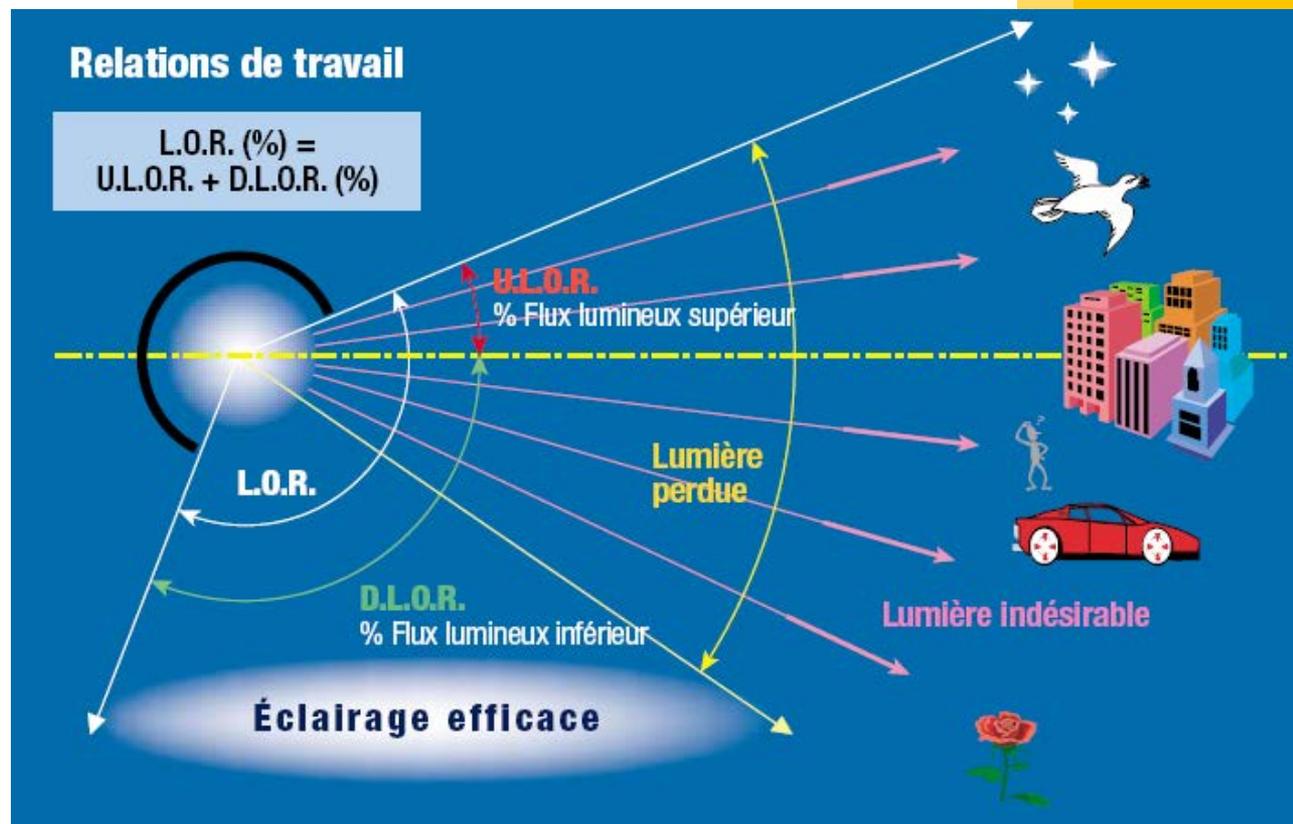
- Limitation des pertes photométriques
Cas Extrêmes



Objectif : exploiter la lumière produite

• Optimisation du facteur d'utilisation

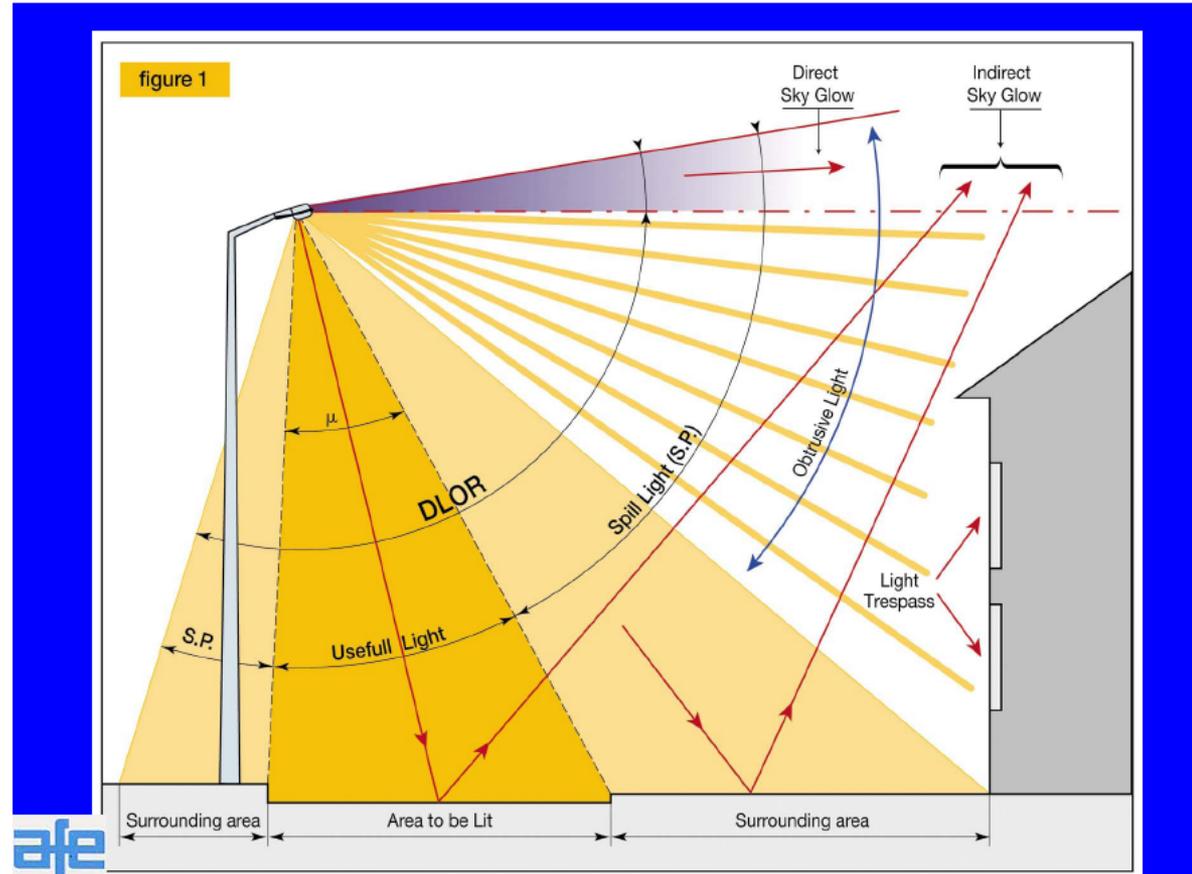
- Le flux lumineux utile est celui qui atteint sa « cible »
- Le reste constitue en majeure partie des pertes
- Le facteur d'utilisation est le rapport entre flux utile et flux total



Objectif : exploiter la lumière produite

- Pollution lumineuse – Nuisances lumineuses
- Quelque soit le terme retenu, une meilleure maîtrise du facteur de maintenance participe à une diminution des différents flux indésirables

Choisir un luminaire



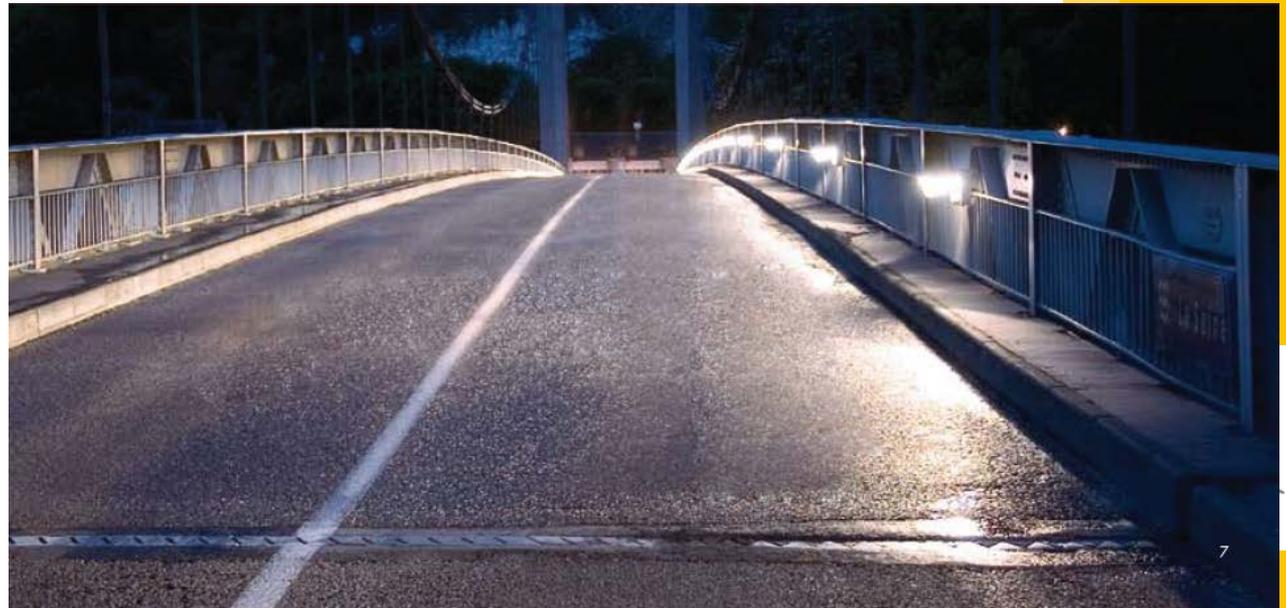
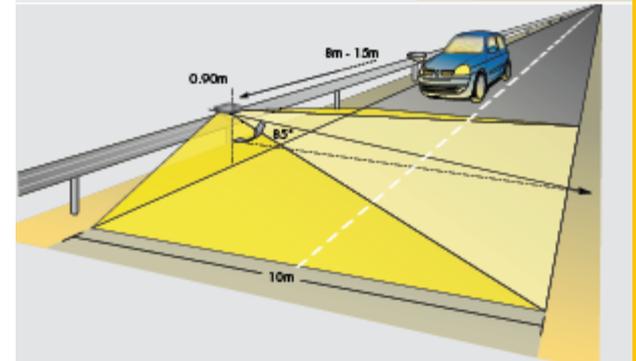
Objectif : exploiter la lumière produite

- Maximiser le facteur d'utilisation

- Approche Faible hauteur

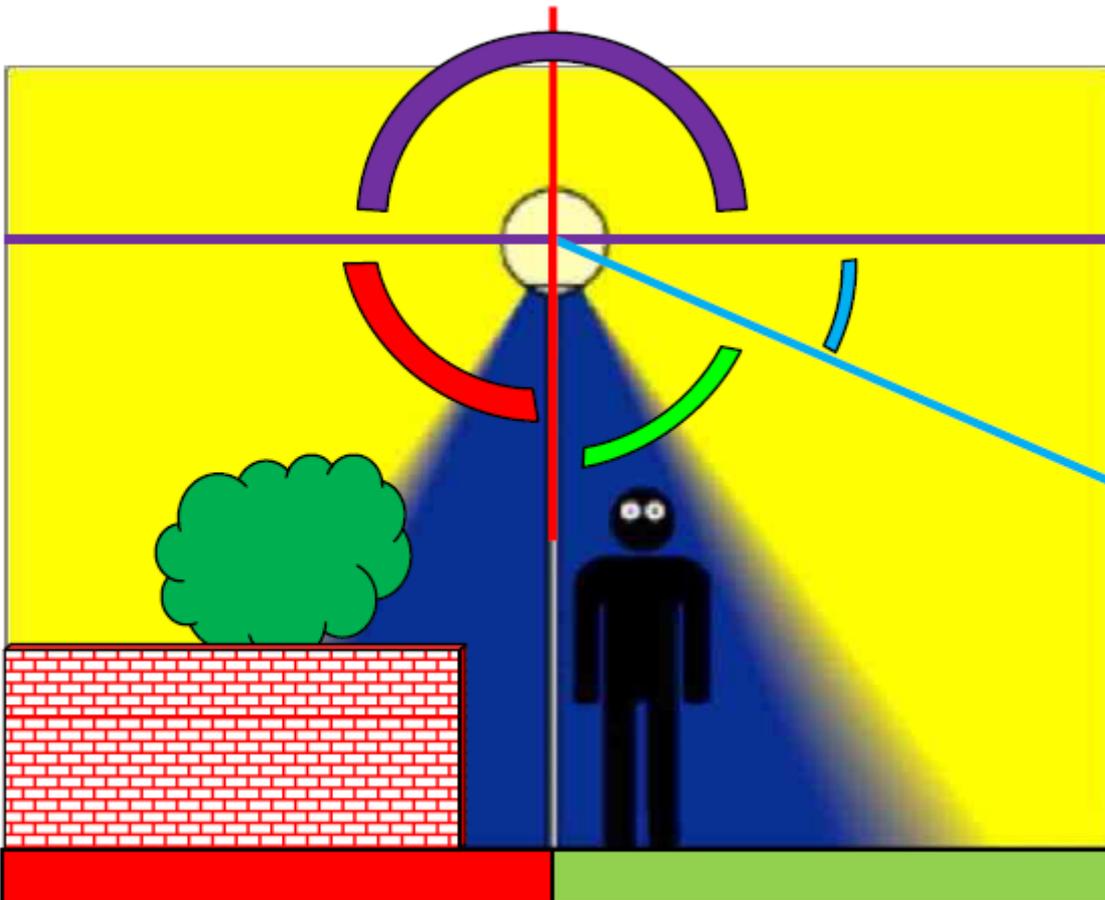
(« flat beam »)

- Moins de déperditions par flux perdu
- Meilleure luminance
- Pas de candélabre



Objectif : exploiter la lumière produite

- Cas des luminaires sans réflecteur



Evaluation du facteur d'utilisation :

-  Au moins 50% vers le haut :
Reste 50%
-  50% vers l'arrière :
Reste $50\% * 50\% = 25\%$
-  30% à l'horizontale et va au-delà de la cible – Reste $70\% * 25\% = 17,5\%$
-  50% absorbés par une vasque opale sale - Reste $17,5 * 50\% = 9\%$
- **DONC PLUS DE 90%** de pertes photométriques
- Si en plus, la lampe est un ballon vapeur de mercure... vieillissant ...



Objectif : exploiter la lumière produite

- Le réglage :



Objectif : exploiter la lumière produite

- **Source : Nature et position**

- Position éclairage indirect
- EFFICACITE MEDIOCRE – NUISANCES IMPORTANTES

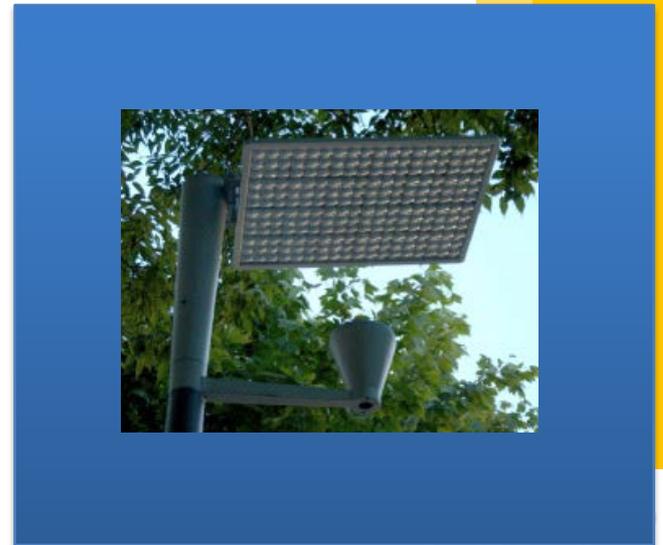


Objectif : exploiter la lumière produite

- En éclairage indirect, des pertes par absorption
- Sur certains modèles, un flux très mal contrôlé entraîne des pertes importantes et une pollution lumineuse regrettables



es



Objectif : exploiter la lumière produite

- Le « bon » type de luminaire (à décharge)
- Réflecteur performant
- Vasque claire
- Étanchéité (IP65)

Annexe Lanternes



Mises en valeur patrimoniales : Règles de base

- Sans pollution lumineuse excessive
- Avec une dépense énergétique raisonnable
- Avec une réelle mise en valeur



Mises en valeur patrimoniales : Règles de base

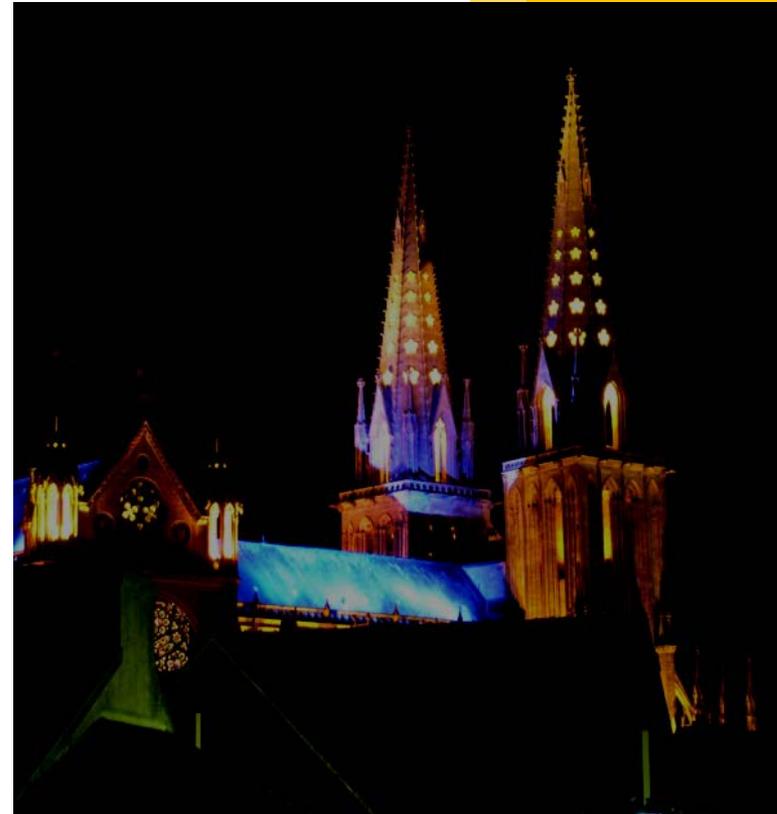
- **A éviter : Illumination puissante et « à plat »**



Mises en valeur patrimoniales : Règles de base

- **A préférer : Eclairage moins violent et jouant plus sur les contrastes, les reliefs et perspectives**
- **(image différente de la vision de jour)**

- **Exemple : éclairage de l'intérieur du clocher**



Mises en valeur patrimoniales : Règles de base

- Attention aux bâtiments « passoire » :



Plan du module

1. Lumière - Photométrie
2. Energie
3. Composants d'une installation d'éclairage public
4. DEFINITION au plus juste : MDE
5. Maîtrise des temps de fonctionnement
6. Production de lumière
7. Utilisation du flux
8. Variation de flux
9. Maintien des performances



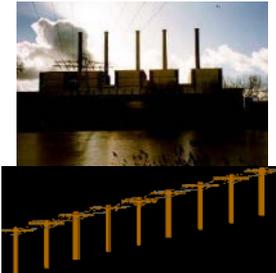
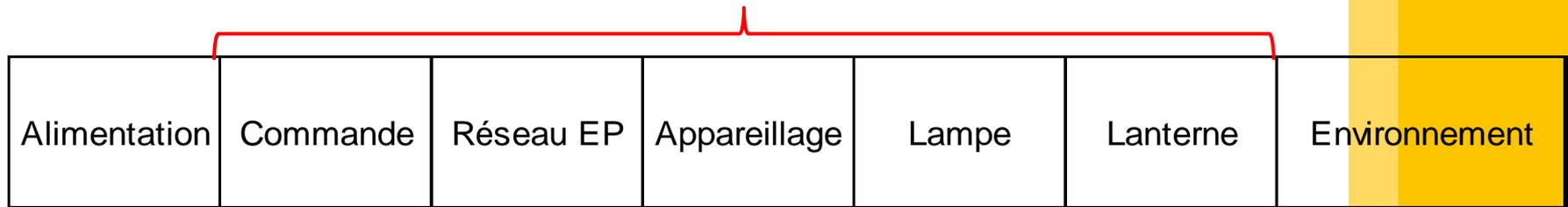
- **Variation de FLUX**

Objectif : Diminuer les consommations
Moyen : Adaptation du flux au strict nécessaire

- Extinction totale (Fonctionnement « semi-permanent »)
- Extinction partielle (Fonctionnement « alterné »)
- Réduction de flux



• VARIATION DE FLUX



Variation de flux

- **Fonctionnement semi-permanent (Extinction)**

- Très répandu en secteur rural
- Regain d'intérêt

- Absence totale de conso

+ Très bon marché (IH)

- Aucune pollution lumineuse

⚡ Acceptabilité et précautions de mise en œuvre



Variation de flux

- **Fonctionnement alterné**
 - 1 luminaire sur 2
 - Qualité de l'éclairage souvent gravement dépréciée.



- Possible sur luminaires doubles ou triples



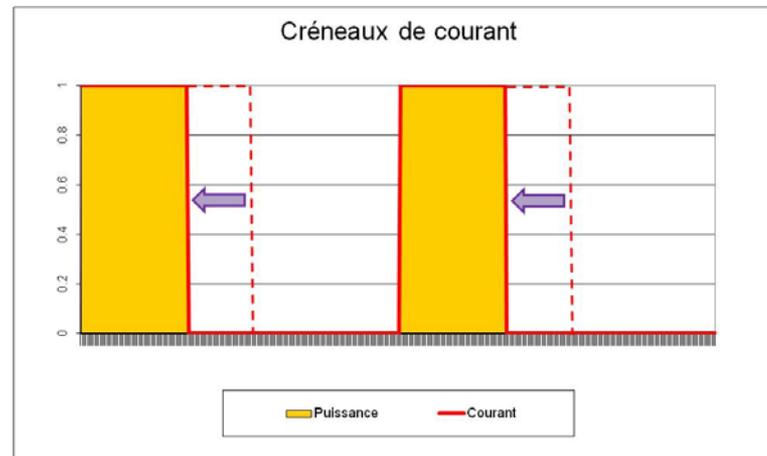
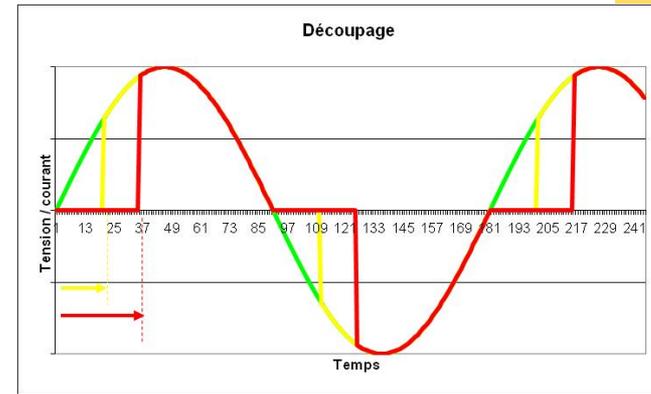
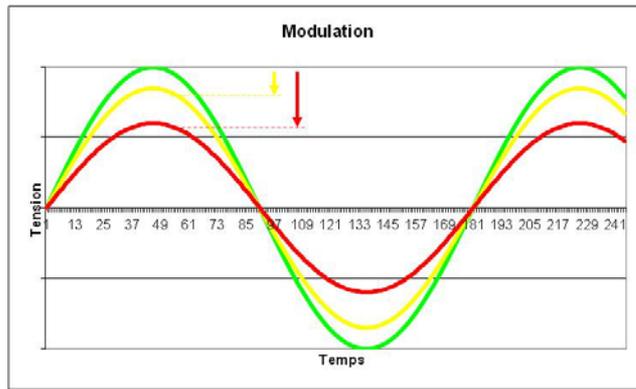
Variation de flux

- Variation de flux
- 3 types d'architecture
 - Variation centralisée (« A l'armoire »)
 - Variation décentralisée (« Au point »)
 - Variation mixte (Système réparti)



Variation de flux

3 approches :



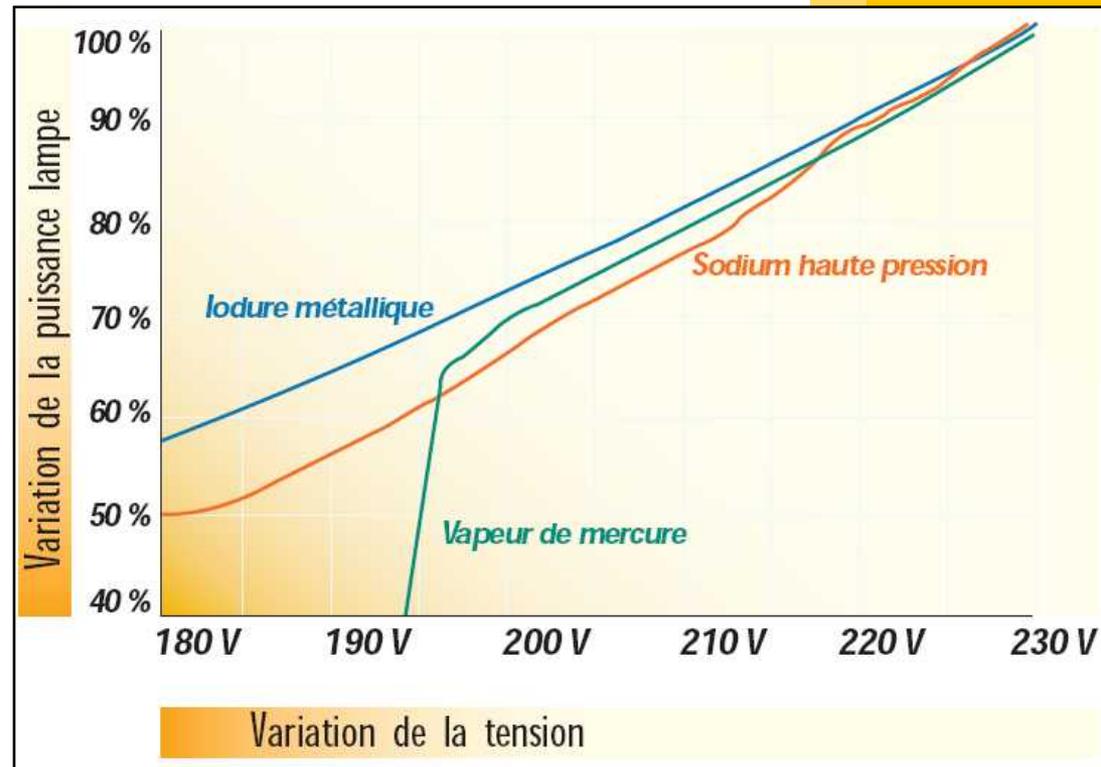
- **Attention au type de source**

- **VM : NON**

- SHP : Oui

- IM : Sous conditions (modèles et alim. spécifiques)

- LED **OUI ++**



- **Attention à la compatibilité des ballasts électroniques avec variation à l'armoire**
- **Exemples : Ballasts Phxxxxxx gamme Xtrem**
- **Equivalent en préparation : Ballast « 4Dim »**

4 types de variation possible :

- **Pilotage DALI**
- **Pilotage par la tension d'alimentation**
- **Fonctionnement Autonome (Milieu de nuit)**
- **Fil pilote**



Plan du module

1. Lumière - Photométrie
2. Energie
3. Composants d'une installation d'éclairage public
4. DEFINITION au plus juste : MDE
5. Maîtrise des temps de fonctionnement
6. Production de lumière
7. Utilisation du flux
8. Variation de flux
9. Maintien des performances



MAINTIEN DES PERFORMANCES

Au-delà des performances à la mise en service

- **Maintien des performances initiales**
 - Optimisation du facteur de maintenance
- **Dépréciation de la source (voire panne)**
 - Choix des sources
 - Régulation de tension
- **Dépréciation du réflecteur**
 - Présence vasque IP65 (partie optique)
 - Réflecteur vitrifié
- **Dépréciation de la vasque**



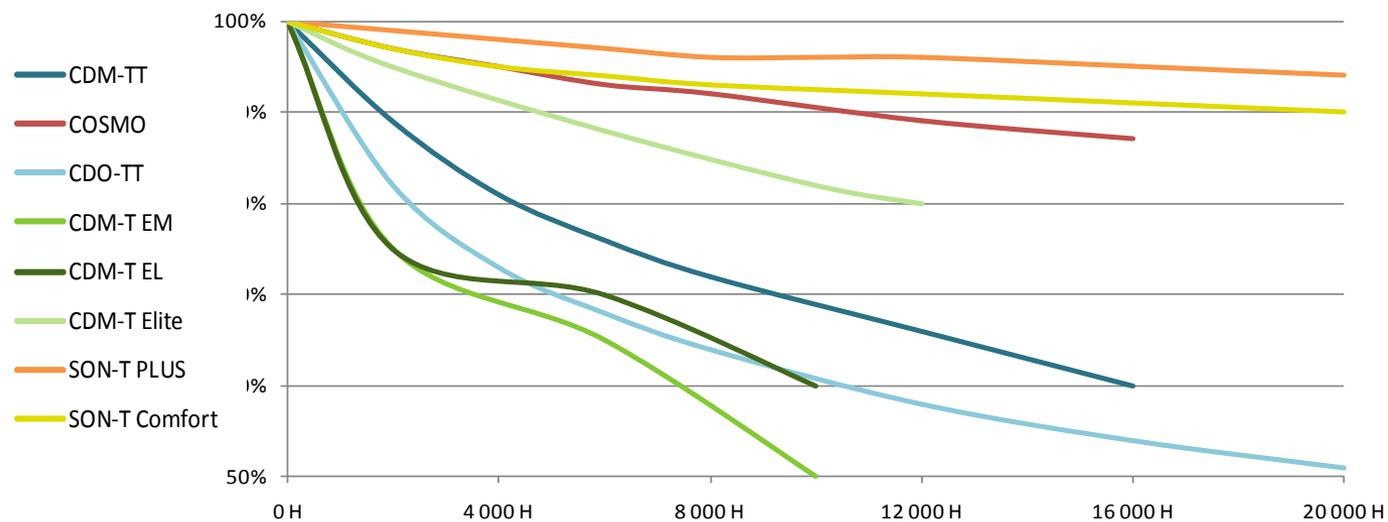
→ Maintien des performances : Remplacement des sources à décharge

- Entretien **préventif** et remplacement systématique

- Durée de vie « économique »

- Chute du flux

- Risque de panne



- **Maintien des performances initiales**

- Pour limiter l'ombre portée par les arbres (voie de gauche)
- Elaguer encore plus sévèrement (printemps / été)
- Allonger les crosses
- Choisir le bon côté d'implantation



● **Maintien des performances initiales**

- Maintenir la transparence de la vasque
- Eviter qu'elle ne se ternisse
- Préférer les **vasques verre**
 - Verre : Le plus stable dans le temps – quasiment inaltérable
 - Méthacrylate : Solide mais rayable et ternis par les UV
 - Polycarbonate : très solide, mais beaucoup trop sensible aux UV (du soleil ET de la source)
- Vasques dites « autonettoyantes »



- **Maintien des performances initiales**

- Indice de protection (IP65 minimum)
- Traitements spéciaux (verre auto-nettoyant)
- Nettoyage



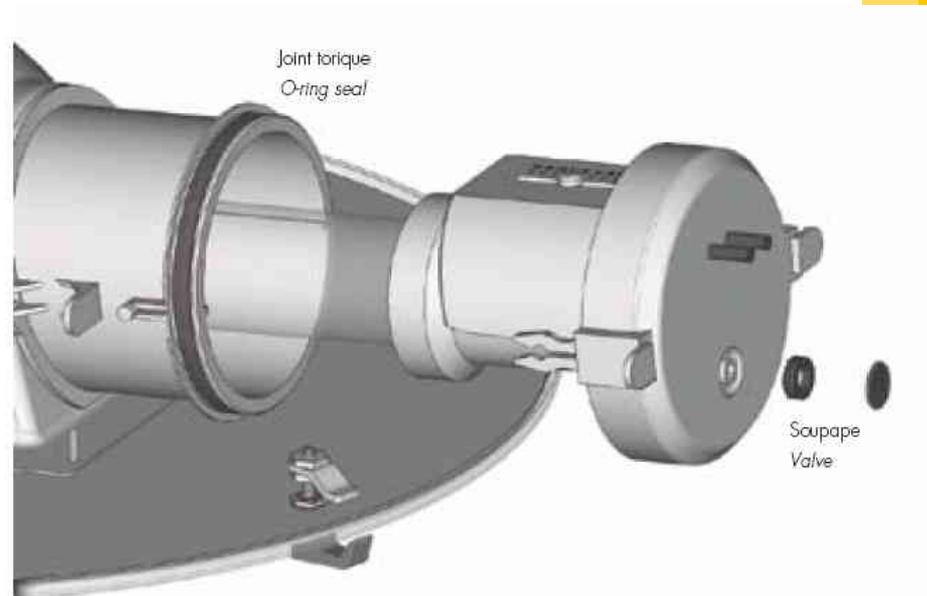
● **Maintien des performances initiales**

- Maintenir la transparence de la vasque
- Eviter qu'elle ne soit encrassée à l'intérieur
- Eviter les entrées d'eau
- Etanchéité IP65 + **Maintenir les joints en bon état**



- **Maintien des performances initiales**

- Tendance : Luminaires à vasque scellée
- (technologie analogue à celle des phares de voiture)



MERCI DE VOTRE ATTENTION

- **Philippe LESUR**

- Ingénieur (Supélec 92)

- EP depuis 1995

- Eclairage et Energie Conseil (2005)

- Consultant spécialisé éclairage public :

- Assistance à maître d'ouvrage (marché public maintenance)
- Assistance à personne publique (contrats de partenariat)
- Diagnostic instrumenté
- Conseil – Formation

- Ancien Maire de Naillat (23800)

- Contact : e.e.c@free.fr

