



## Quelles solutions pour éclairer mieux ?

*Eclairer mieux, éclairer « juste » : quelles technologies  
et quels modes de gestion ?*

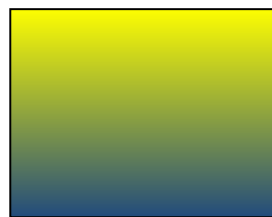
# L'éclairage : un peu de vocabulaire

Le flux lumineux  
(lumen)



*Détermine la consommation*

L'éclairement  
(lux)

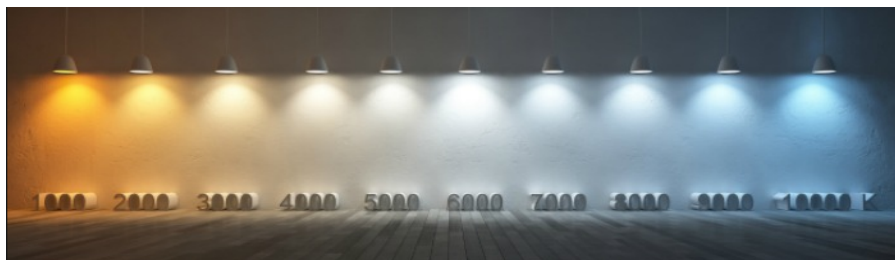


La luminance ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )  
L'éblouissement  
Le contraste



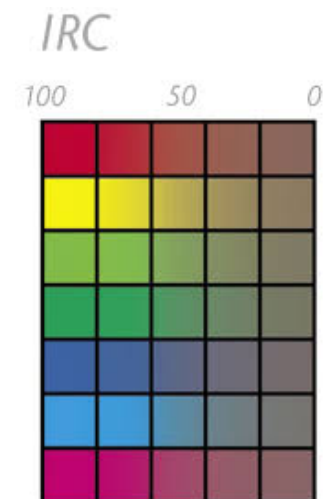
*Ce que l'œil perçoit*

La T°de couleur (en °K)



*chaud* → *froid*

Le rendu  
des  
couleurs



# Le diagnostic

On éclaire beaucoup, et pas seulement sur les anciennes installations y compris sur des lieux où il n'y a personne

Parc d'éclairage très ancien, souvent hétérogène et peu efficient

Y compris pour des rénovations ou nouvelles installations, le choix est parfois guidé par l'esthétique ou la technologie, plus que par la rationalisation de l'éclairage

Pas de prise en compte de la temporalité d'usage dans le mode de gestion de l'installation

De nombreuses installations souvent privées/commerciales (ex très impactantes (mauvaise orientation/inclinaison, trop puiss

Manque d'accompagnement technique et financier des collectivités



# Diagnostic des installations d'éclairage extérieur

## L'éclairage des rues

Rappels : références en matière d'éclairage (en lux) :

- pleine lune : 0,5 lux ;
- rues - espaces publics : 10 à 20 lux ;
- zones de circulation intérieures et couloirs : 100 lux ;
- stade (niveau international - pour retransmission télévisée) : 1 500 lux ;
- ciel fortement couvert : 5 000 à 10 000 lux ;
- plein soleil : 100 000 lux.

**Exemple : rue Mondon - Saint-Denis - Installation neuve**  
(cf. Fiche relevé terrain)

Objectif photométrique théorique : **15 lux moyen**.

Éclairages mesurés : **29 lux moyen**  
soit près de 200 % de l'objectif.

Classification énergétique : **D**.



**Exemple : Centre du village - Cilaos**

Objectif photométrique théorique : **15 lux moyen**.

Eclairages mesurés : **68 lux moyen** soit près de 450 % de l'objectif.

Classification énergétique : **E**.



➔ Éclairage souvent surabondant – flux perdus importants



Carte de luminance illustrant les quantités de lumière perçues depuis la plage à hauteur de tortue marine (valeurs en  $\text{cd}/\text{m}^2$ )

# Diagnostic des installations d'éclairage extérieur

- Nouvelles installations parfois trop puissantes, flux parfois mal maîtrisés ou absence de temporisation



# Diagnostic des installations d'éclairage extérieur

## Les éclairages sportifs et les parkings

### Exemple : Boulodrome du Barchois à Saint-Denis

(cf. Fiche relevé terrain)

Objectif photométrique théorique : **50 lux moyen**.

Éclairages mesurés : **224 lux moyen** soit plus de 400 % de l'objectif.

Classification énergétique : **non calculée**

Installation récente - Allumage continu dépassant largement les périodes d'usage.



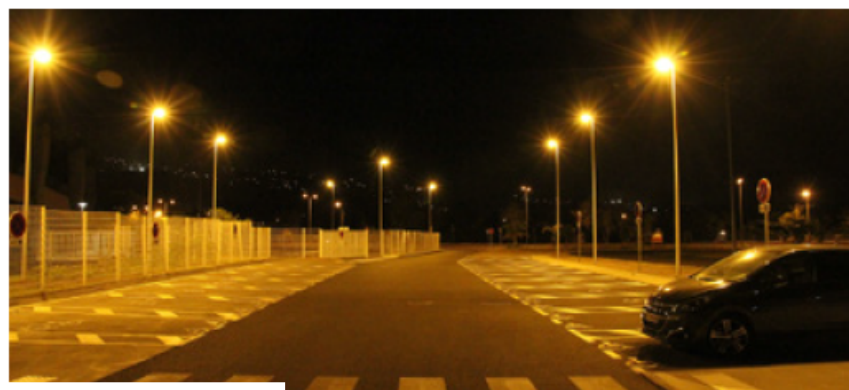
Boulodrome du Barchois à Saint-Denis

### Exemple : Parking avec places pour personnes à mobilité réduite du stade de Saint-Paul

Objectif photométrique théorique : **20 lux moyen**.

Éclairages mesurés : **43 lux moyen** soit plus de 200 % de l'objectif.

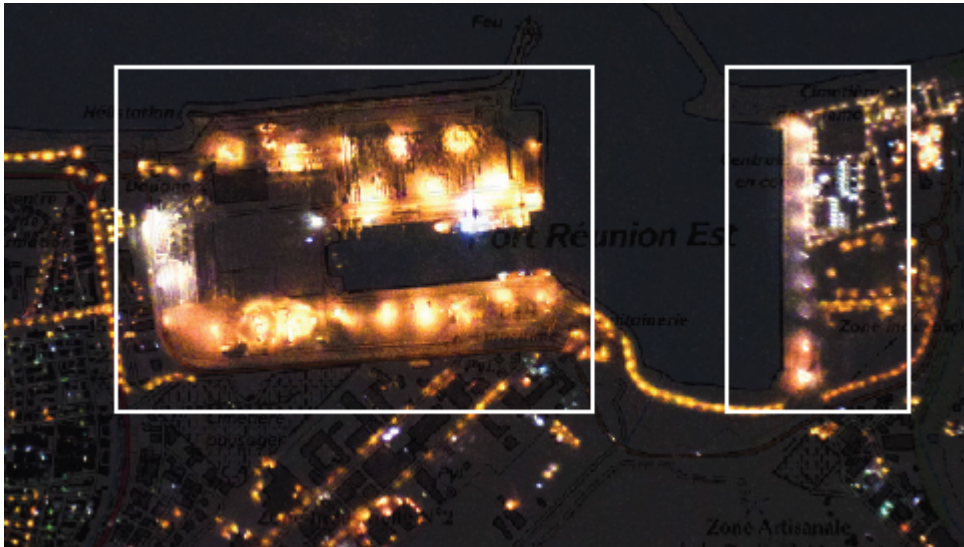
Classification énergétique : **D**.



➔ de fortes consommations pas toujours en phase avec les usages

# Diagnostic des installations d'éclairage extérieur

## Les installations industrielles et aéroportuaires



*Port maritime*



*Aéroport Rolland Garros*



Éclairage nocturne des installations portuaires - Fortes puissances et fortes déperditions de flux lumineux  
Fonctionnement 100 % en période d'inactivité du Port

- Éclairage à fortes nuisances lumineuses
- peu d'adaptation aux évolutions des usages



*Usine de Bois rouge*

# Diagnostic des installations d'éclairage extérieur

## Les éclairages privatifs



- Éclairage à fortes nuisances lumineuses au-delà de l'espace à éclairer
- pas d'adaptation aux évolutions temporelles des usages
- démultiplication des points lumineux publics/privés



Saint-Denis : diversité d'éclairage mixant éclairages privatif (LED blanche) et public (boule blanche et fonctionnel SHP en fond) sur un parking privé d'une agence professionnelle hors période d'activité





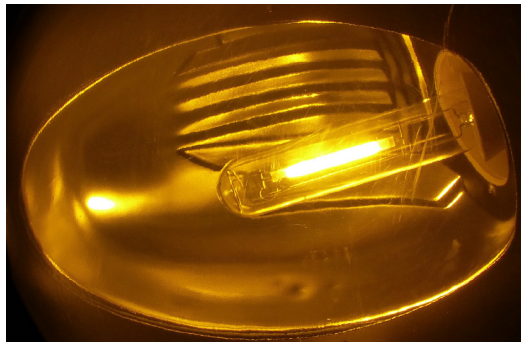
# Les technologies de lampes disponibles

## 2 grandes familles :

→ Lampes dites « à décharge » : SHP, Iodures, Vapeur de mercure fonctionnant à partir d'un mélange gazeux dans une ampoule

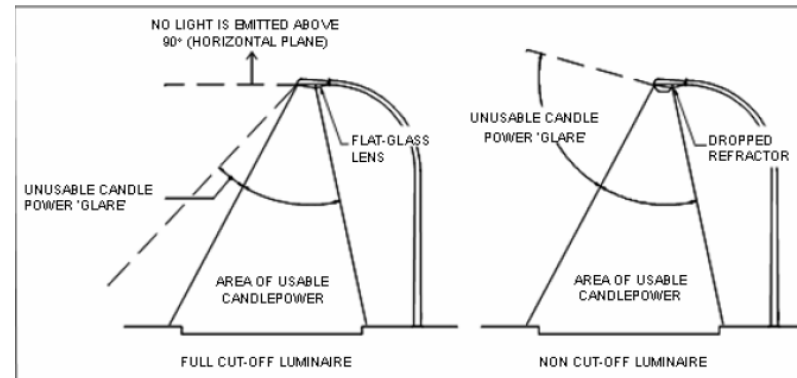
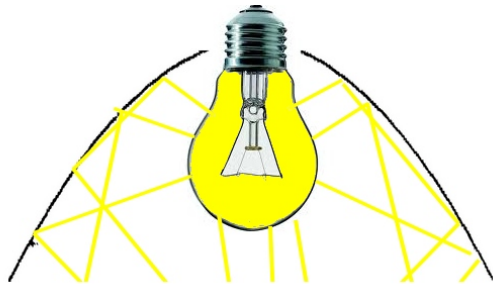


+



# Les limites de la technologie « lampes à décharge »

→ Maîtrise limitée des flux lumineux par le couple lampe/réflecteur même si ULOR = 0



→ Efficacité limitée du système (pertes de flux importantes) → nécessite plus de puissance pour un résultat équivalent



Lampe à décharge

LED



LED

# Les limites de la technologie « lampes à décharge »

- Faible potentiel d'abaissement de puissance (limite technologique pour éviter l'extinction de la lampe)
- Impossibilité de fonctionner associée à de la détection (temps de mise en T° trop long)
- Surdimensionnement fréquent des installations en raison des gammes commerciales de lampes :

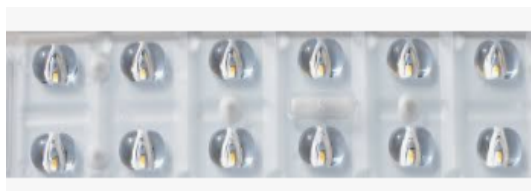
Exemple : si calcul nécessite 110 W → emploi d'une lampe 150 W

- Durée de vie limitée (maxi 4 ans)

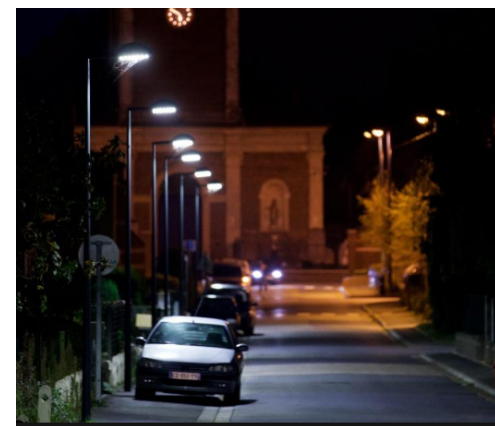
# Les technologies de lampes disponibles

2 grandes familles :

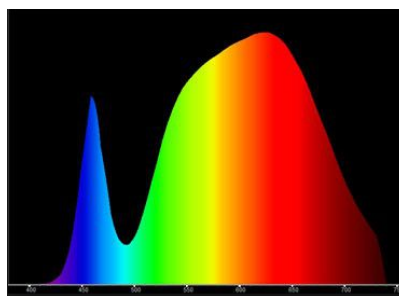
→ LED = composant électronique



+



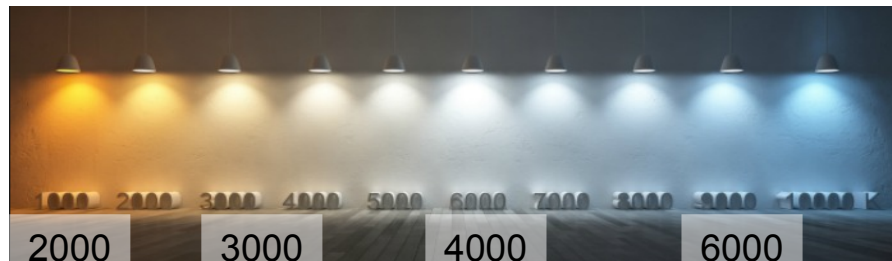
LED



# Les bonnes raisons de passer à la LED

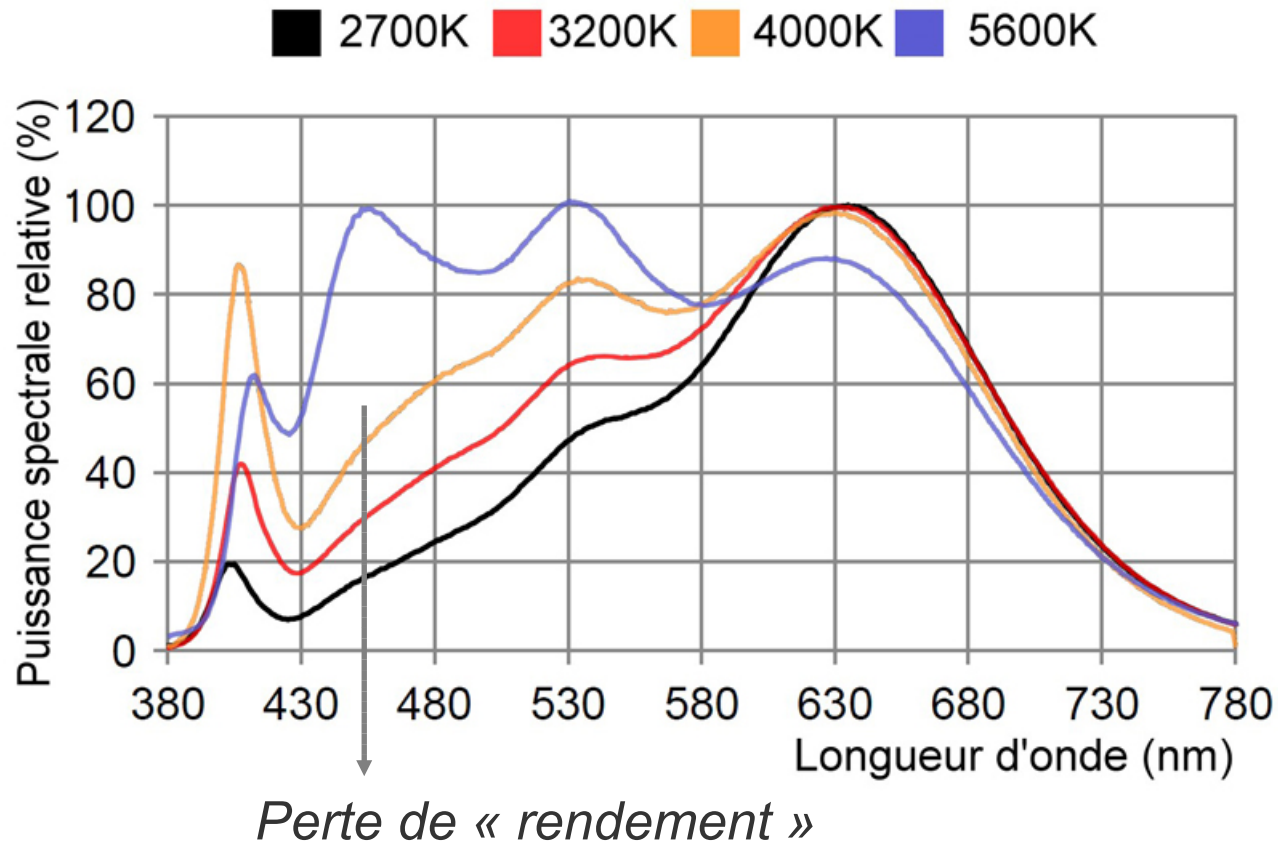
## → Des potentialités intéressantes :

- meilleure maîtrise des flux lumineux par une optimisation optique
- gradation possible de 0 ou mode « veille » à 100 % instantanément
- durée de vie plus longue (de l'ordre de 10 ans)
- fonctionne parfaitement avec un détecteur de présence (on/off)
- une « gamme » de T°de couleur très large (variation du % de bleu)



- capacités intéressantes de « pilotage » (scénarios de gestion adaptés aux évolutions des besoins) et maintenance réduite

→ un rendement énergétique proche des lampes à décharge (pour les LED > 3000 K)



Les LED plus « chaudes » ont un rendement énergétique moindre actuellement

# Les raisons de s'en méfier

- fort impact démontré du rayonnement bleu sur la biodiversité et risque photobiologique pour la vision humaine
- solutions alternatives encore limitées (ex : Led ambre)
- risque d'éblouissement accru en raison de la très faible dimension des sources (concentration des rayons à forte intensité)
- taux de recyclabilité des éléments constitutifs ?
- part de lumière réfléchie (augmentation ?) conséquence de flux lumineux plus concentrés sur la voirie (chaussée + trottoir)

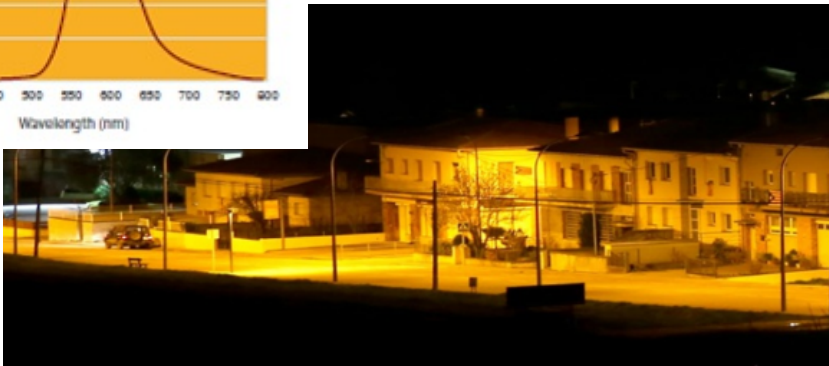
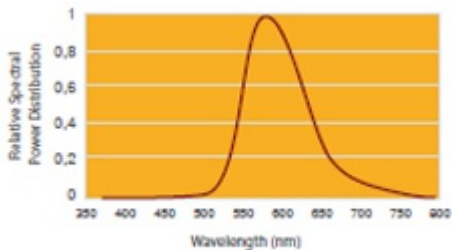


Photo : Ignialight



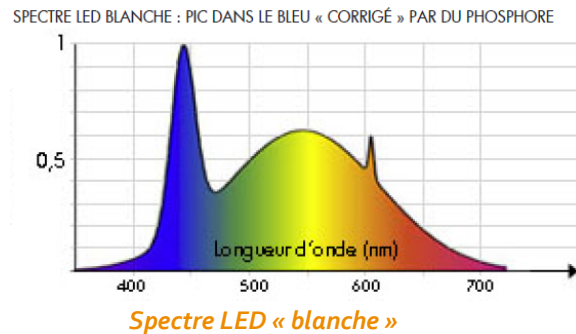
Photo PISEO

Groupe	Description générale
Groupe 0 sans risque	Ne présente aucun risque photobiologique
Groupe 1 risque faible	Aucun risque photobiologique dans des conditions normales d'utilisation
Groupe 2 risque modéré	Ne présente pas de risque lié à la réponse d'aversion pour les sources très brillantes ou en raison de l'inconfort thermique
Groupe 3 risque élevé	Risque potentiel même pour une exposition momentanée ou courte

# Préconisations techniques

## Quelle lampe adaptée aux enjeux ? Le cas de la LED.

→ Compromis entre enjeux biodiversité et enjeux énergétiques



Spectre LED « ambrée »

### LED : Enjeu vis-à-vis de la biodiversité :

La composante bleue est très prégnante dans cette technologie nouvelle alors qu'elle est identifiée comme fortement impactante sur de nombreux taxons, et en particulier localement pour les oiseaux marins.

Des technologies de LED pour lesquelles le spectre se situe dans les grandes longueurs d'ondes (vers le rouge) sont développées pour une meilleure adaptation dans les sites à fort enjeu « biodiversité » au détriment cependant du rendement énergétique (-40 à 45 % d'efficacité en moyenne) et du rendu visuel

→ Une solution à usage non généralisable en cas d'enjeux biodiversité et humains concomitants.



# Améliorer l'éclairage extérieur, c'est aussi : La maîtrise des temps d'allumage

## Les horloges astronomiques

Principes de fonctionnement :

- ➔ calcul journalier des heures de lever/coucher du soleil en fonction de la position géographique de l'armoire
- ➔ allumage/extinction en fonction de l'heure de coucher/lever avec décalage selon programmation



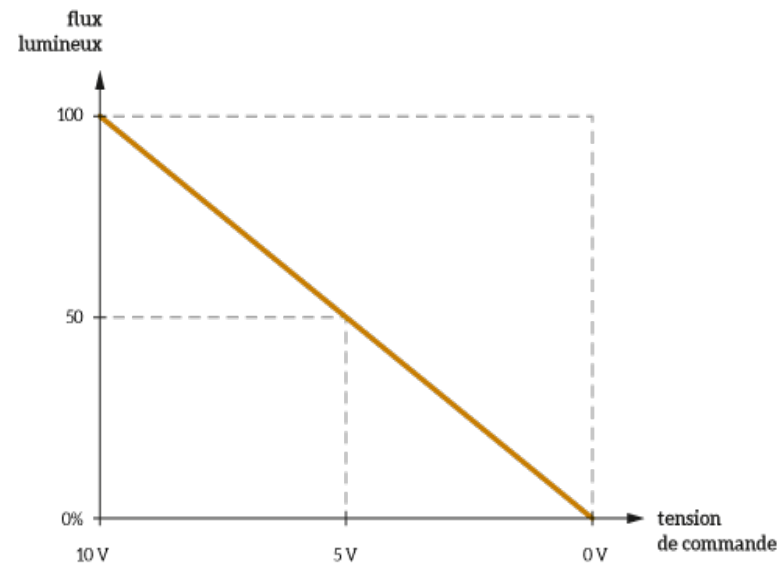
# Potentiel d'abaissement de puissance

Perte de flux en fonction de la puissance consommée

- ➔ Lampe à décharge (SHP)
- ➔ courbe non linéaire

Puissance	Flux lumineux
100 %	100 %
75 %	63 %
50 %	30 %
0 %	Arrêt du système

- ➔ LED = courbe linéaire



Principe de la variation :

sans variation

4 140 heures à 100 %,

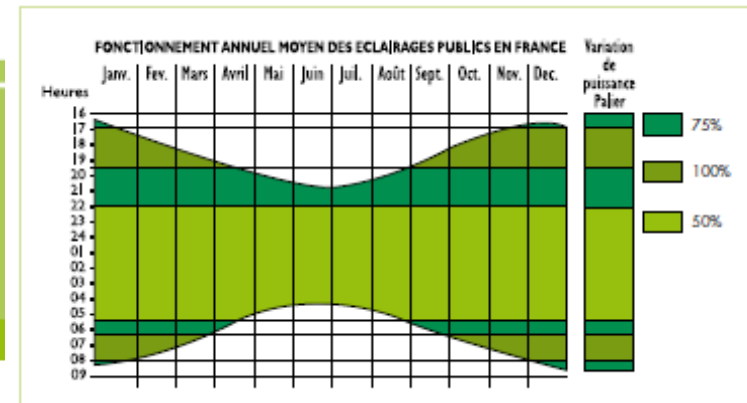
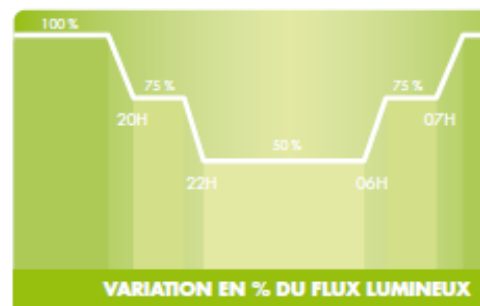
avec variation

550 heures sur palier 100 %,

950 heures sur palier 75 %,

2 640 heures sur palier 50 %,

soit une économie de 30 % sur la facture énergétique.



# Solution LED avec détection de présence

- Le détecteur de présence déclenche l'allumage d'un ou plusieurs points lumineux
- En mode veille, possibilité de laisser quelques LED allumées pour signaler l'existence de l'éclairage
- Extinction après une temporisation programmable

**→ Usage de l'éclairage uniquement lorsqu'il est utile.**



# Solution « adaptative » avec détection de présence



Source : Eiffage Energie

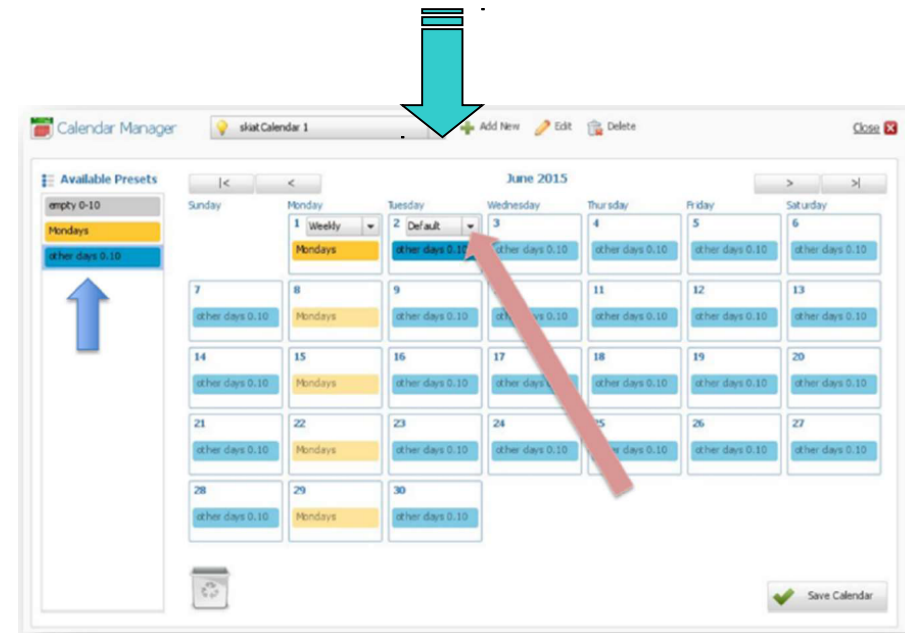
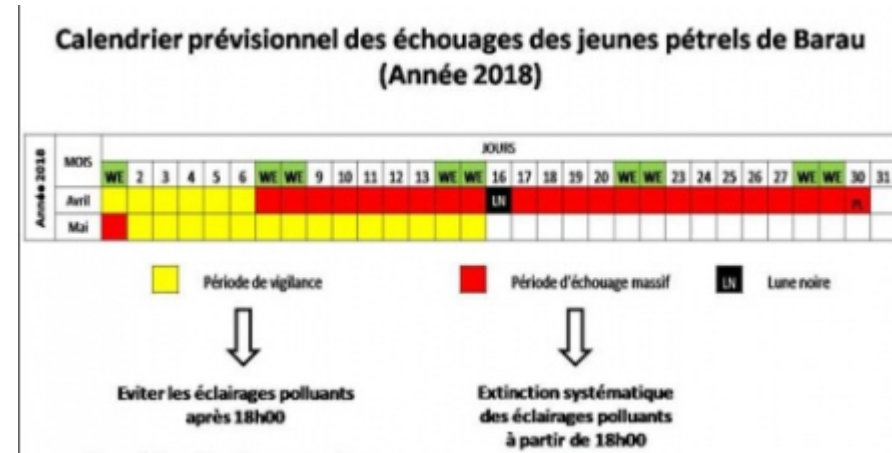
# Télégestion des installations d'éclairage public

The screenshot displays a web-based interface for managing outdoor lighting. At the top, the 'outdoor by HDSN' logo is visible, along with navigation options like 'Carte' and 'Liste'. A user profile for 'Mairie de St Mitre les Remparts' is shown in the top right. The main area features a map with a highlighted orange route and various street names. On the left, a sidebar provides information about the 'Boitier ARAGON-SOL1' and lists 'Lampes en panne' (faulty lamps) on Boulevard Louis Aragon, Rue du 19 Mars 1962, and Impasse Jacques Daguerre. A power consumption graph shows '0kW'. On the right, a 'Light Control' panel is set to 30%, with an 'Apply' button circled in red. Below it, the 'Light Status' shows a 30% light level and a timestamp of 23/10/2014 16:26:04. A 'Measures' table provides technical data:

Measure	Value
Active Energy	170 Wh
Reactive Energy	-26 VAh
Active Power	28 W
Reactive Power	-10 VA
VRMS (Line Voltage)	189 V
IRMS (Line Current)	162 mA
Line Frequency	49.9 Hz

Un outil au service des gestionnaires pour améliorer l'efficacité du service nocturne

# La télégestion : intégrer des scénarios en fonction de l'évolution des enjeux



Mais aussi pour intégrer des événements permettant de limiter les impacts de l'éclairage extérieur

# Réglementation d'extinction/abaissement

## Quelle démarche adopter ?

La sécurité juridique du maire dépend surtout des actions qui accompagnent la mise en œuvre d'une modification de l'éclairage public



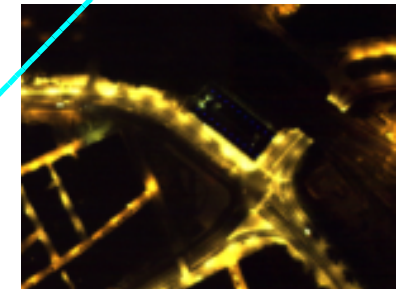
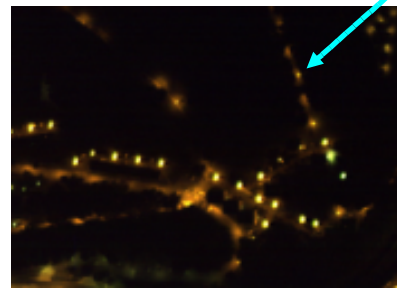
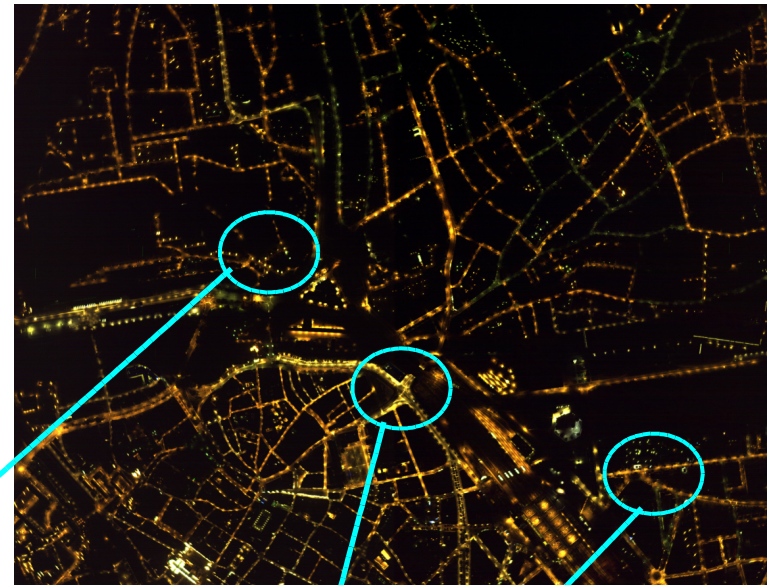
- S'appuyer sur des **données objectives** (*trafic, configuration des voies, types d'utilisateurs, présence d'obstacles, nuisances lumineuses...*) ;
- mise en œuvre réalisée par un **arrêté municipal** précisant dans quelle temporalité s'inscrit la mesure (*horaires, semaine/week-end, saison, événement exceptionnel...*) ainsi que l'étendue géographique concernée par celle-ci ;
- et surtout assurer une **publicité suffisante de la décision** auprès des habitants ou des usagers de l'espace public concerné (*bulletin municipal, affichage, courriers, signalisation ou panneaux en entrée de ville ou de zone affectée par la mesure...*)

# Pollution lumineuse

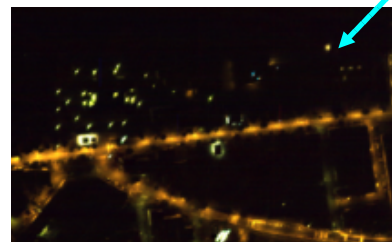
## La démonstration par l'image

Illustration image aérienne de nuit :

- Secteur avec un éclairage mal conçu (pollution lumineuse)



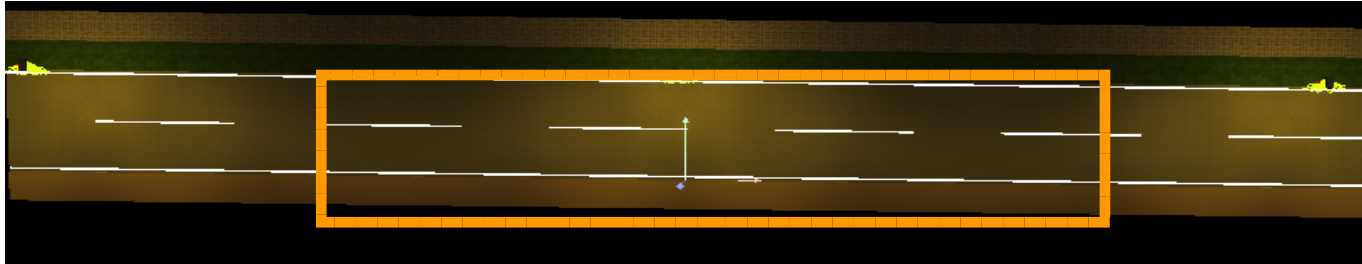
- Secteur rénové avec un éclairage maîtrisé





# Réaliser un bilan énergétique

- Calcul de l'indice de consommation (consommation / surface)



Puissance de la lampe = 150 W

Surface :  $10 \times 35 = 350 \text{ m}^2$

1,51 à 2 C

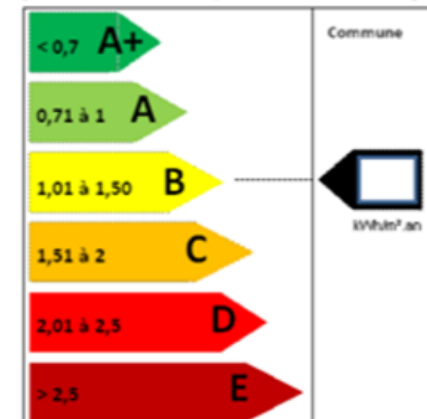
Indice de consommation =  $0.150 \times 4100 / 350 = 1.76 \text{ kWh/m}^2$

Avec abaissement (150/100) pendant 7 h (=  $7 \times 365 = 2555 \text{ h}$ )  
(soit  $4100 - 2555 = 1545 \text{ h}$  à 100 %)

$I = (0.15 \times 1545 + 0.1 \times 2555) / 365 = 1.33 \text{ kWh/m}^2$

1,01 à 1,50 B

Autres rues  
(voies urbaines, lotissement ...)



*Exercice : Comment atteindre la classe A ou A+ ?*

## Arrêté ministériel (projet)

### PRÉVENTION DES RISQUES

Prévention des nuisances lumineuses : arrêté relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses et arrêté fixant la liste et le périmètre des sites d'observation astronomique exceptionnels en application de l'article R. 583-4 du code de l'environnement

Lien : <http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/prevention-des-nuisances-lumineuses-arrete-relatif-a1882.html>

### Agglo vs hors agglo + périmètres sites astronomiques

- ULOR = 0
- $T^{\circ} < 3000$  ou  $3500^{\circ} \text{K}$
- $EP < 50 \text{ lm/m}^2$

- Extinction EP à 1h du matin
- ULOR = 0
- $T^{\circ} < 3000^{\circ} \text{K}$
- $EP < 25 \text{ lm/m}^2$

- Possibilités de prescriptions plus strictes pour PN, PNR
- Cœur de Parcs :  $< 2700 \text{ K}$  (agglo)  $< 2400 \text{ K}$  (hors agglo)
- Modalités de contrôle (fiches techniques, visuels, mesures)



Merci pour votre attention