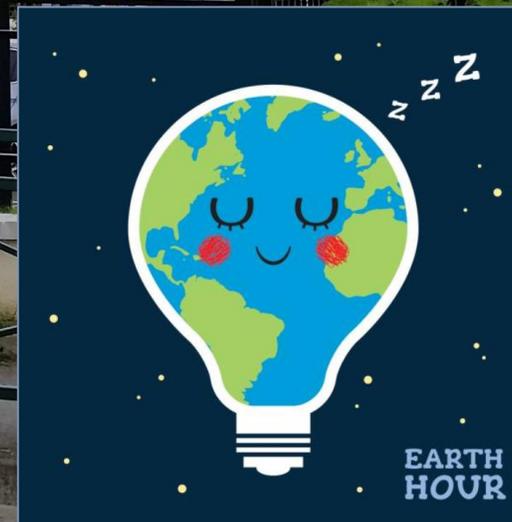


# Pollution lumineuse : contexte, maîtrise, réduction

Présentation téléchargeable sur  
[wikinight.free.fr](http://wikinight.free.fr)

Pierre Brunet  
[pierre.m.brunet@free.fr](mailto:pierre.m.brunet@free.fr)  
Réseau juridique FNE

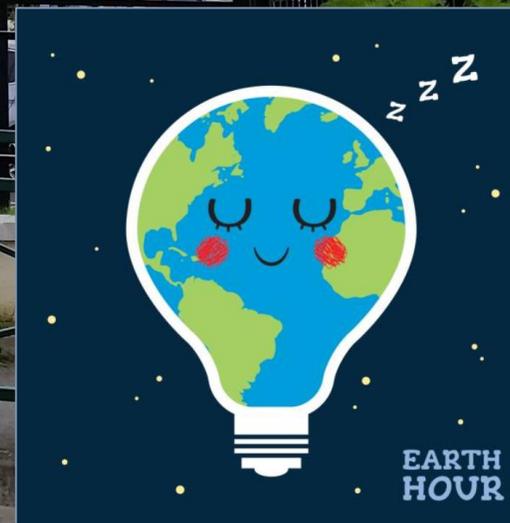


# Pollution lumineuse : contexte, maîtrise, réduction

*Les LEDS, une occasion manquée...*



Pierre Brunet  
[pierre.m.brunet@free.fr](mailto:pierre.m.brunet@free.fr)  
Réseau juridique FNE

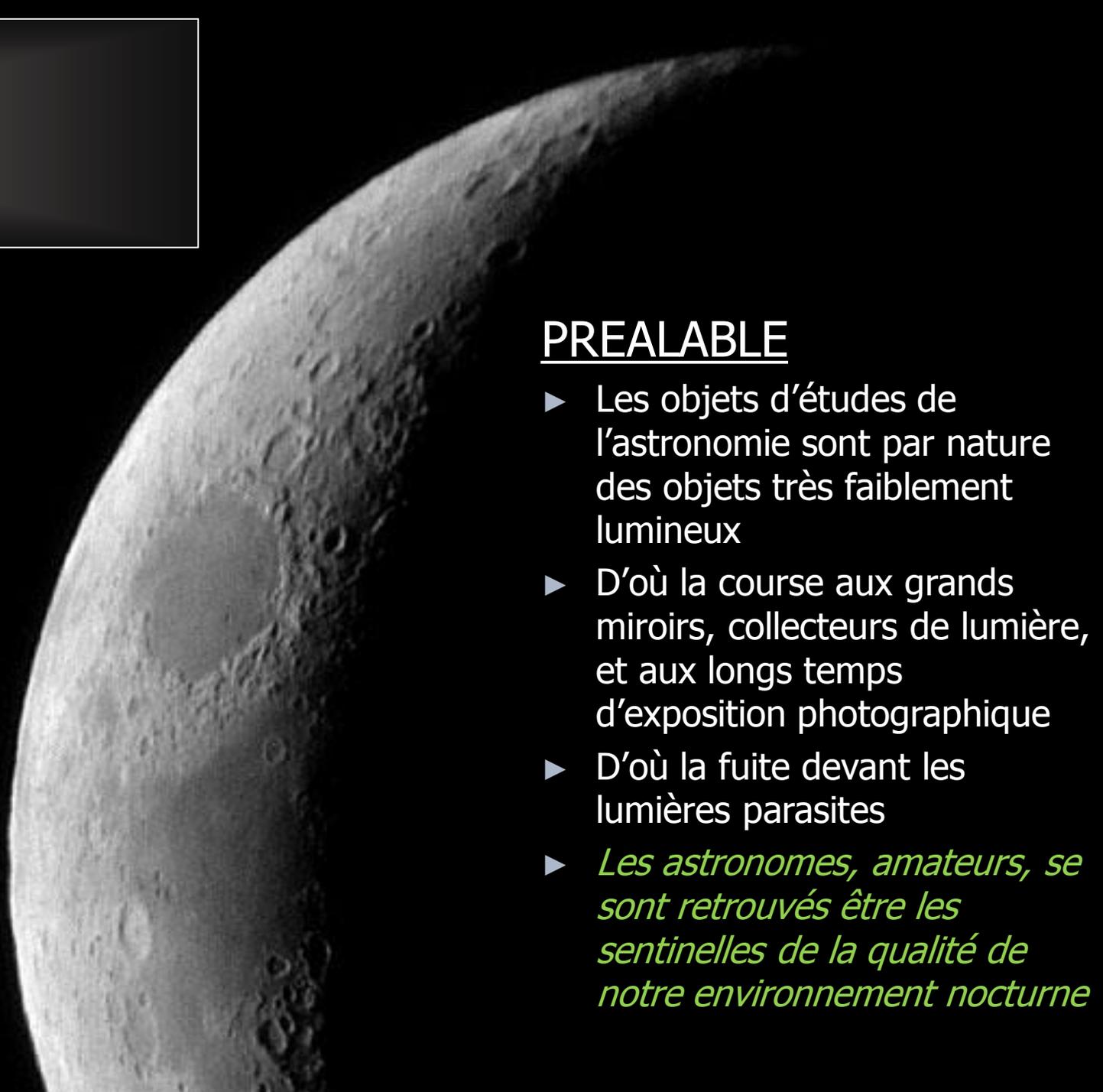


# Pollution lumineuse

Impact sur le paysage nocturne :  
disparition du ciel étoilé



*Galaxie de la constellation des chiens de chasse  
(Lune à la même échelle  
Les planètes de la taille des cratères...)*



## PRELABLE

- ▶ Les objets d'études de l'astronomie sont par nature des objets très faiblement lumineux
- ▶ D'où la course aux grands miroirs, collecteurs de lumière, et aux longs temps d'exposition photographique
- ▶ D'où la fuite devant les lumières parasites
- ▶ *Les astronomes, amateurs, se sont retrouvés être les sentinelles de la qualité de notre environnement nocturne*

# Pollution lumineuse

Impact sur le paysage nocturne : disparition du ciel étoilé

*Le paysage nocturne en 2021*

*Enregistrement typique d'un appareil-photo :  
quelques étoiles dans un halo orangée*



# Pollution lumineuse

## Impact sur le vivant

### La vie aime la nuit

- la nuit comme «habitat»
- le noir comme «ressource» : un réservoir de biodiversité

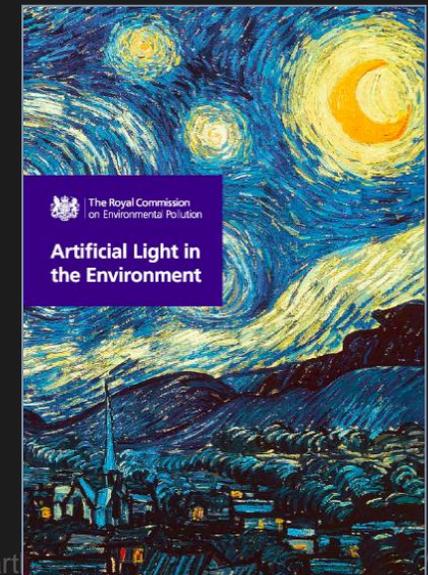
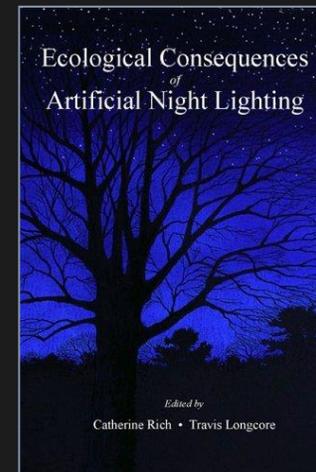
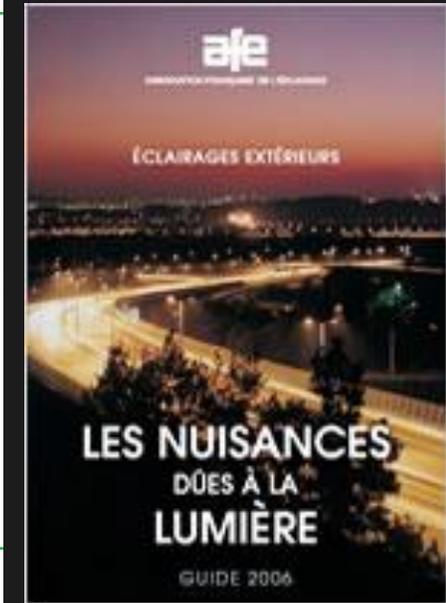
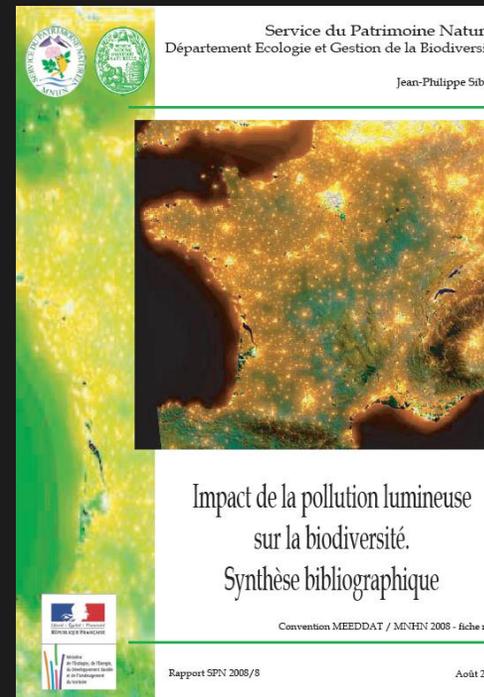
### La nuit c'est la moitié de la vie

### Les impacts biologiques de la lumière : un spectre large

- de la flore à la faune,
- des vertébrés aux invertébrés

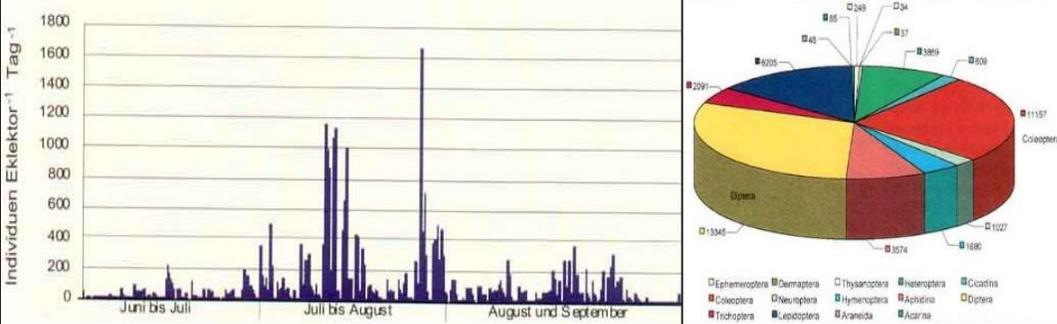


Synthèses bibliographiques

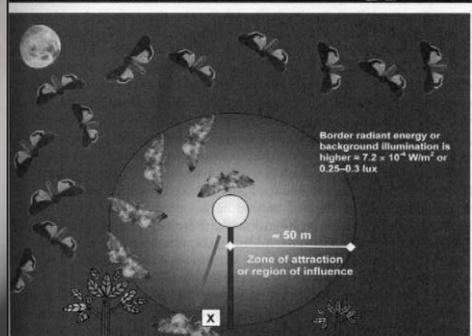
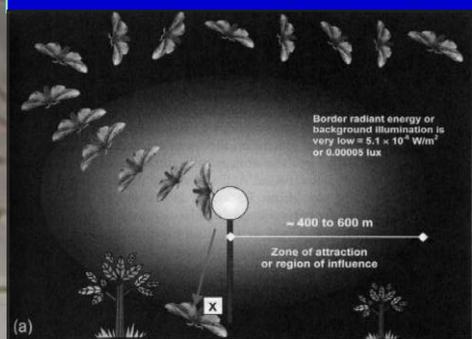


# Pollution lumineuse

## Impact sur les insectes...

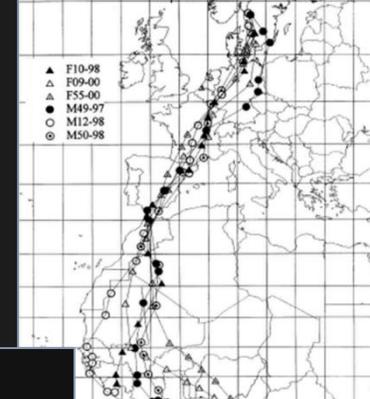


- ▶ La lumière est un piège fatal pour la plupart des espèces. Deuxième cause d'extinction après les pesticides [1].
- ▶ Elle est largement exploitée dans le braconnage des papillons pour collections.  
*Rappel : en France, 4500 espèces de lépidoptères nocturnes, pour 250 espèces diurnes.*
- ▶ Après un délais de 2 ans, un point lumineux ne piège plus d'espèces remarquables : la décimation est totale.
- ▶ Il devient très difficile pour une espèce photophobe -phile d'éviter les zones de halo.
- ▶ Le grand paon de nuit, les lucioles, ont disparu dans les années 60 en France avec la généralisation de l'éclairage.



[1] Marc Théry. MNHN.

# Pollution lumineuse Impact sur les oiseaux...



- ❑ **Raréfaction de la ressource alimentaire** : cf. insectes
- ❑ **Mitage des habitats** : mises en lumière dommageables pour rapaces nocturnes et chiroptères
  - ✓ Sur-prédation exercée par la pipistrelle [1,2] ou le faucon pèlerin [3]
  - ✓ Sous-activité (cris) du Myotis ou Murin [1,2]
  - ✓ Eblouissement : collisions fréquentes des rapaces nocturnes le long des routes
- ❑ **Prolongement/Réduction de la durée d'activité**
  - ✓ Suractivité (chant) d'espèces communes, et impact sur la sélection des partenaires, et conséquemment sur la reproduction de l'espèce [4]

## Is light pollution killing our birds?

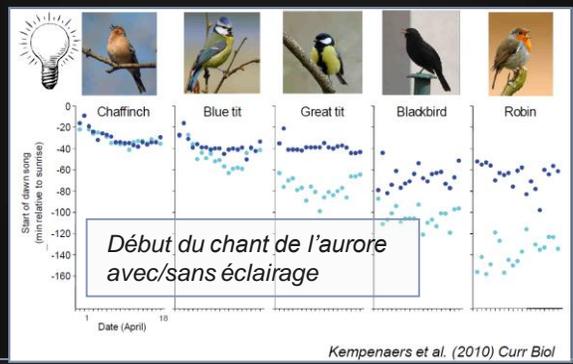
Colin Henshaw and Graham Cliff believe that light pollution is reducing the numbers of insects on which many birds rely

In 1994, the Journal of the British Astronomical Association carried a letter from one of the authors (Colin Henshaw) entitled *The Environmental Effects of Light Pollution*. The letter concluded by predicting that the anticipated reduction in the insect population caused by light pollution would affect predators higher up the food chain. Recent research has shown a reduction in the



Henshaw, Cliff  
2006

- ❑ **Distraction/Piégeage des migrants**
  - ✓ **Les couloirs de migration sont particulièrement exposés : cours fluviaux, littoraux, infrastructures routières (ponts,...) sur-éclairés**  
Les cadavres d'oiseaux migrants peuvent joncher les tabliers de pont si la météo est défavorable (brume)
  - ✓ Distraction étudiée sur le site de l'aéroport de Milan Malpensa (Italie) à l'intersection de deux couloirs de migration.
  - ✓ Plates-formes pétrolières en Mer du Nord. Les oiseaux sont détournés, par milliers, par l'éclairage des installations, de quelques minutes à quelques heures. Des dizaines de milliers de collisions / an / plate-forme (travaux OSPAR)
  - ✓ Phares : piégeage dans le faisceau, particulièrement par temps de brume. Comportement connu depuis toujours (exploité dans le baguage). Prévenu en éclairant le fût des phares. Mais les oiseaux tournoient inlassablement, et dépensent une énergie précieuse, éventuellement jusqu'à épuisement



[1] Is part-night lighting an effective measure to limit the impacts of artificial lighting on bats? *Global Change Biology* - July 2015.  
 [3] Stone  
 [2] Marconot 2004  
 [4] Schlicht 2011

# Pollution lumineuse Impact sur le vivant

## Les hommes exploitent la réponse du vivant à la lumière :

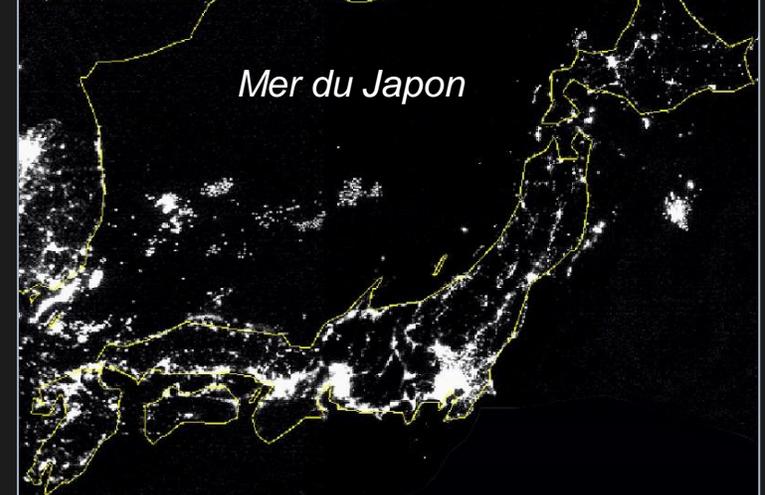
- ❑ Accélération des cycles de production dans l'élevage des volailles
- ❑ La pêche industrielle aux projecteurs, à la fois largement répandue et très réglementée (cf. Alain Bombard, Yves Parlier *Vendée-globe 2001*)
- ❑ Le contrôle de la ponte en pisciculture
- ❑ Complément lumineux en production agricole



Pêche aux projecteurs - Littoral adriatique



01 Nov 1994, satellite F 12 NOAA  
Japon - Bande visible



Janvier, Ile-de-France



Serres agricoles du Grand-Ouest

2



20h

Polémique Des méga-serres à dormir debout



POLLUTION LUMINEUSE LA NUIT COMME EN PLEIN JOUR

LE20H TFI

# Pollution lumineuse Et l'homme...

## La lumière la nuit : des interactions multiples

- ❑ **Prolongement de la vie sociale**
- ❑ **Perturbateur Endocrinien** - Métabolisme du sommeil
  - La mélatonine, hormone primordiale, régule la production de la plupart des hormones. Antioxydant protecteur de l'ADN contre les carcinogènes [1], chute rapidement sous faible éclairage (récepteur rétinien spécifique[3]).
  - **La qualité du sommeil ; liée à la possibilité d'obscurité.** Des photorécepteurs de la rétine enclenchent le processus d'éveil sous éclairage.
- ❑ **Problématique spécifique des LEDs** (avis ANSES de 2010 et 2019)
  - Forte luminance
    - ✓ 1000x celle des sources traditionnelles
    - ✓ Risque de lésion de la rétine
  - **Spectre riche en bleu**
    - ✓ **Toxicité des courtes longueurs d'onde**
      - Accentuée chez l'enfant, les sujets avec cristallin artificiel, ou atteints de DMLA
    - ✓ **L'horloge biologique et la contraction pupillaire sont régulées par des longueurs d'ondes situées dans le bleu** (480 nm chez l'homme) ; qui induisent la suppression de la production de mélatonine (hormone de l'horloge biologique).
- ❑ **La Dégénérescence Maculaire Liée à l'Age (DMLA)**, première cause de cécité en France après 50 ans. Outre la prédisposition génétique, deux suspects potentiels :
  - la lumière, qui produit sur la rétine des radicaux libres. La rétine vieillissante y est de plus en plus sensible. « Nous vivons beaucoup plus en atmosphère lumineuse qu'auparavant, plaçant nos rétines dans un environnement plus traumatisant » [2] . L'éclairage artificiel raccourcit la nuit, perturbant les cycles de réparation des cellules pour lesquels l'obscurité joue un grand rôle
  - l'alimentation...



Lampadaire peint en noir...  
(Paris IV<sup>e</sup>)



Crépuscule permanent en centre-ville et intrusion de lumière dans les habitations  
(Bollène-Vésubie 06)



anses  
alimentation, environnement, travail

Effets sanitaires  
des systèmes  
d'éclairage utilisant  
des diodes  
électroluminescentes  
(LED)

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective

Octobre 2010 Édition scientifique

[1] Vijayalaxmi, Terence S. Herman, Russel J. Reiter, Charles R. Thomas Jr. *Melatonin From Basic Research to Cancer Treatment Clinics*.

[2] Prof. J.-A. Sahel, Université Louis Pasteur, Strasbourg

[3] Brainard & all. *Journal of Neuroscience* (2001)

# Etat des lieux Images satellite

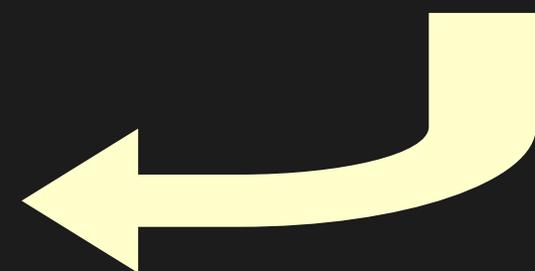
<http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=79765>



*Images du « Defense Meteorological Satellite Program » (1996) et du « Suomi National Polar-orbiting Partnership » (2012), destinés à relever la couverture nuageuse, éclairée par la Lune...*

# Etat des lieux Images satellite

<http://www.blue-marble.de/nightlights/2012>





GATEWAY TO ASTRONAUT PHOTOGRAPHY OF EARTH

# Etat des lieux Images ISS

N.-D. de  
Gravenchon

Barentin

Grand Couronne

St-Etienne du R.

Pont de l'Arche

Elbeuf

Val de Rueil

Louviers

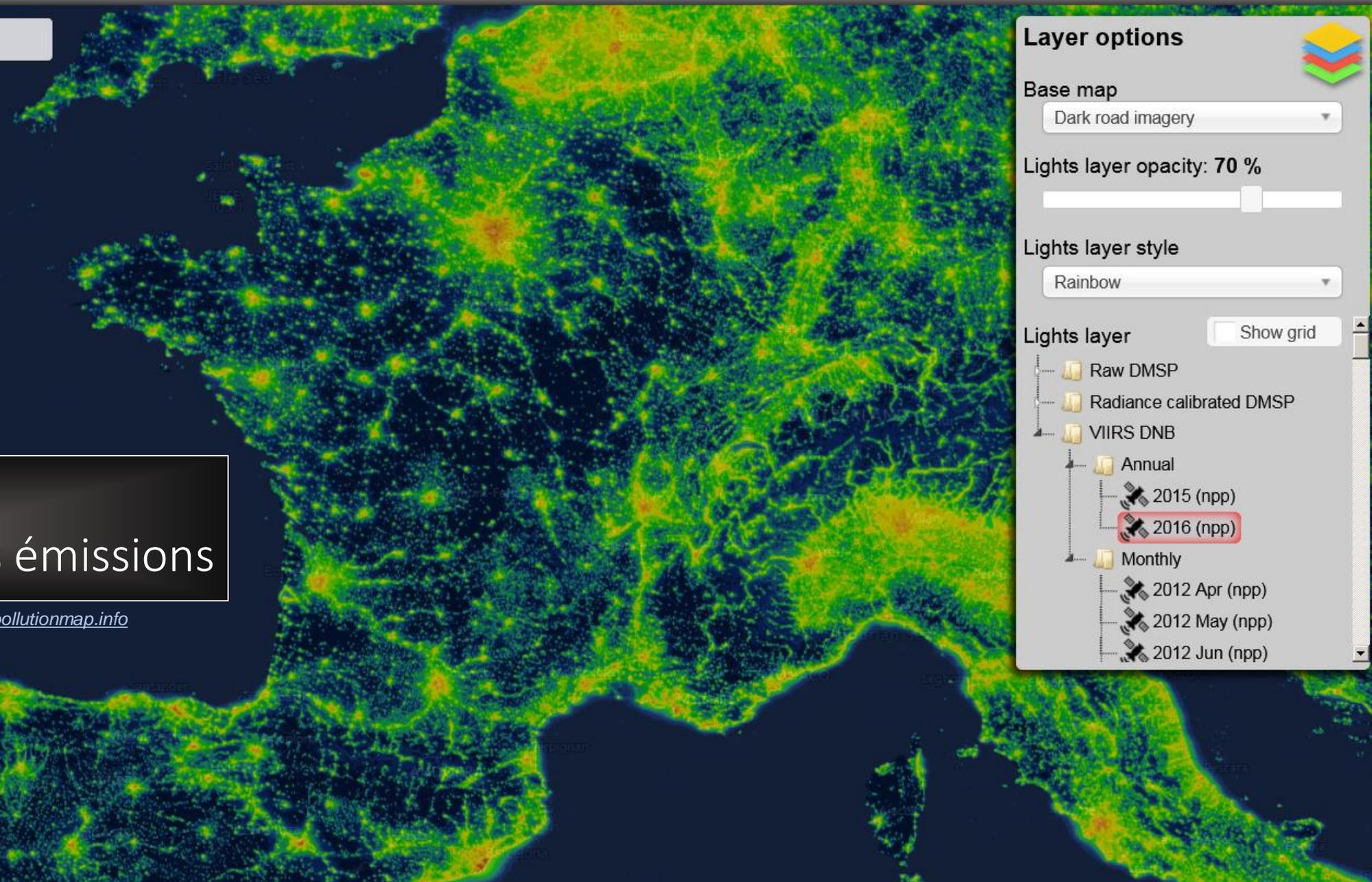
Gaillon

Vernon

Evreux

# Rouen dans son environnement régional

<https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS030&roll=E&frame=66693>  
11/02/2012



**Layer options**

Base map: Dark road imagery

Lights layer opacity: 70 %

Lights layer style: Rainbow

Lights layer:  Show grid

- Raw DMSP
- Radiance calibrated DMSP
- VIIRS DNB
  - Annual
    - 2015 (npp)
    - 2016 (npp)
  - Monthly
    - 2012 Apr (npp)
    - 2012 May (npp)
    - 2012 Jun (npp)

Etat des lieux  
 Cartographie des émissions

Falchi et al., 2016 & <https://lighttrends.lightpollutionmap.info>

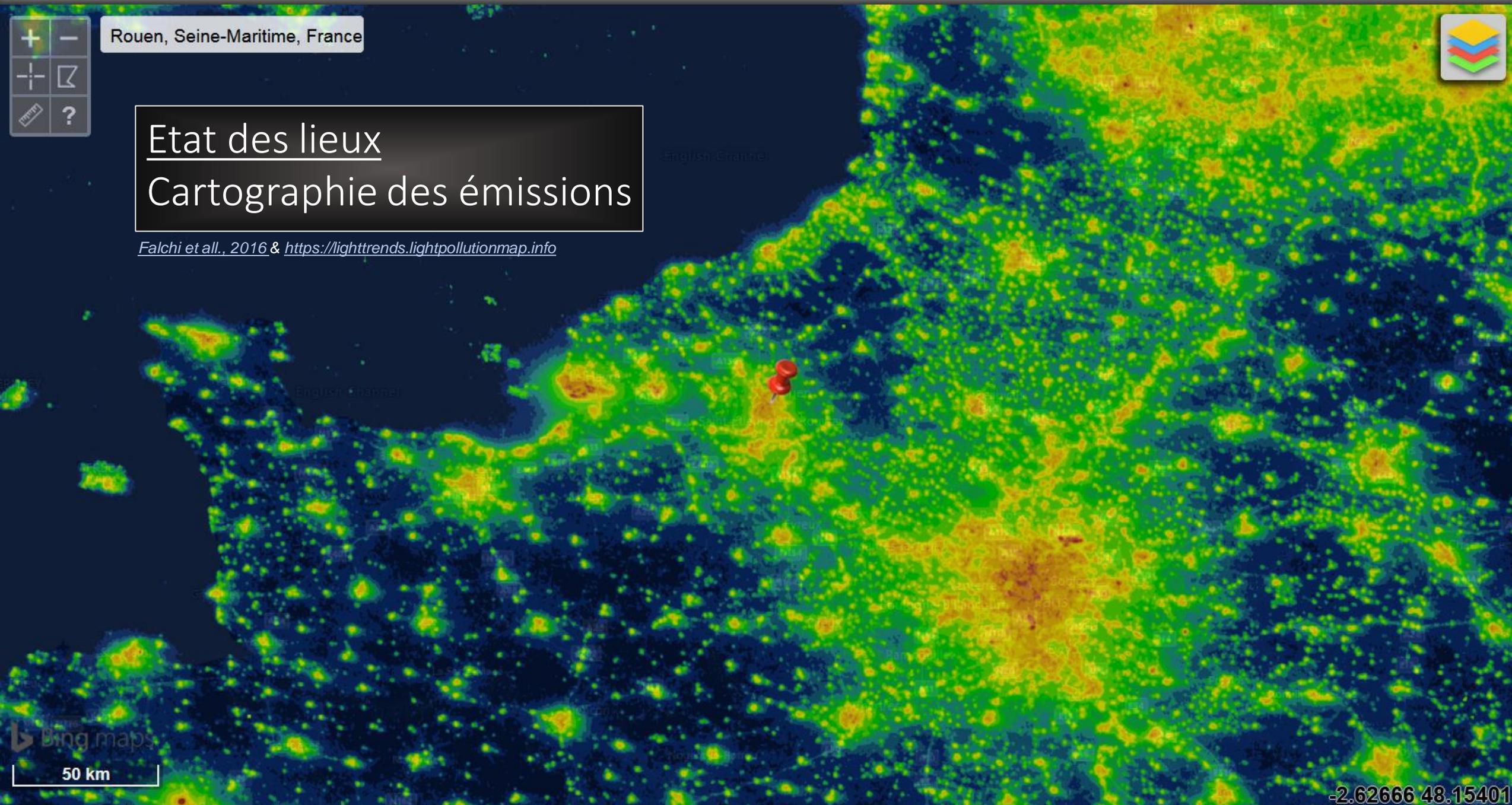


Rouen, Seine-Maritime, France



# Etat des lieux Cartographie des émissions

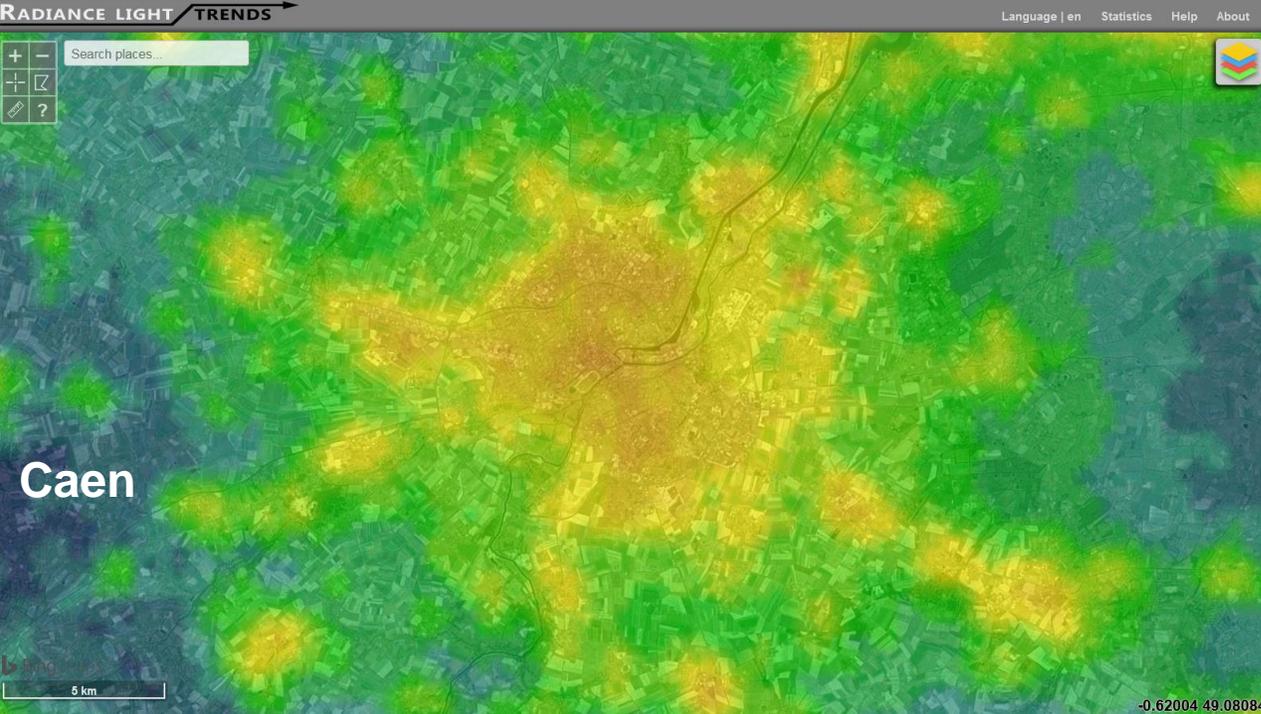
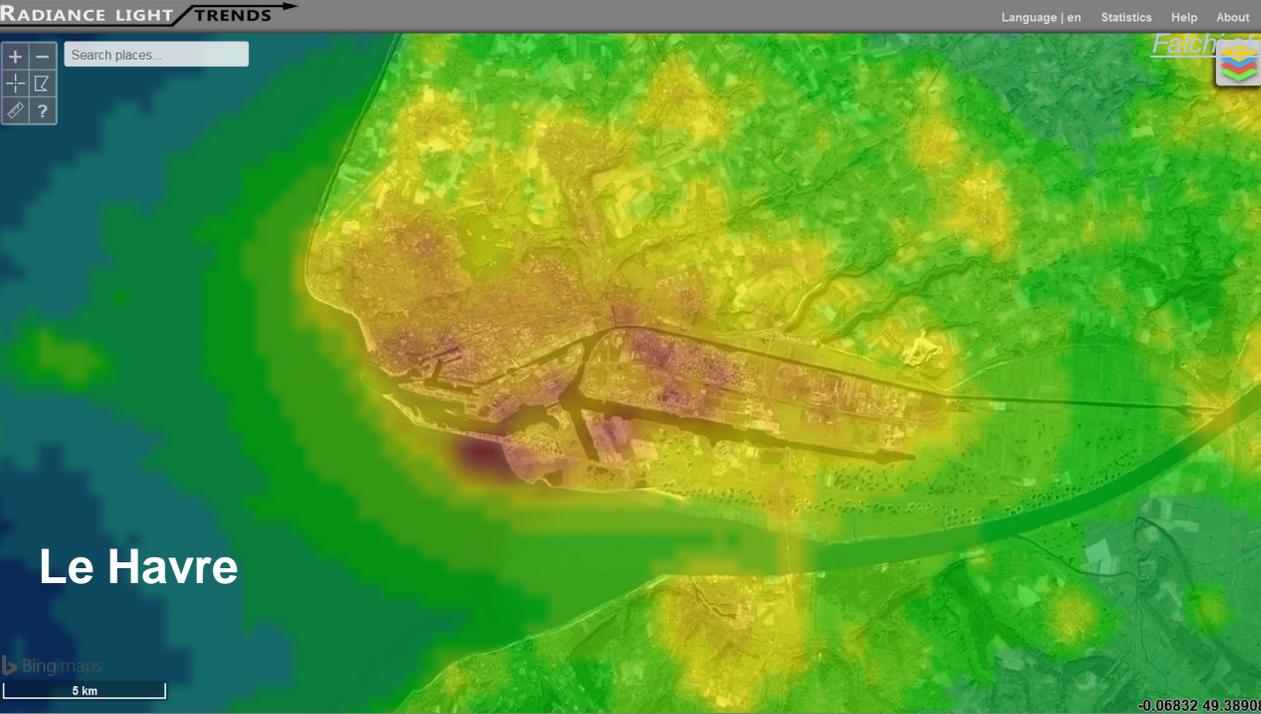
Falchi et al., 2016 & <https://lighttrends.lightpollutionmap.info>



50 km

-2.62666 48.15401

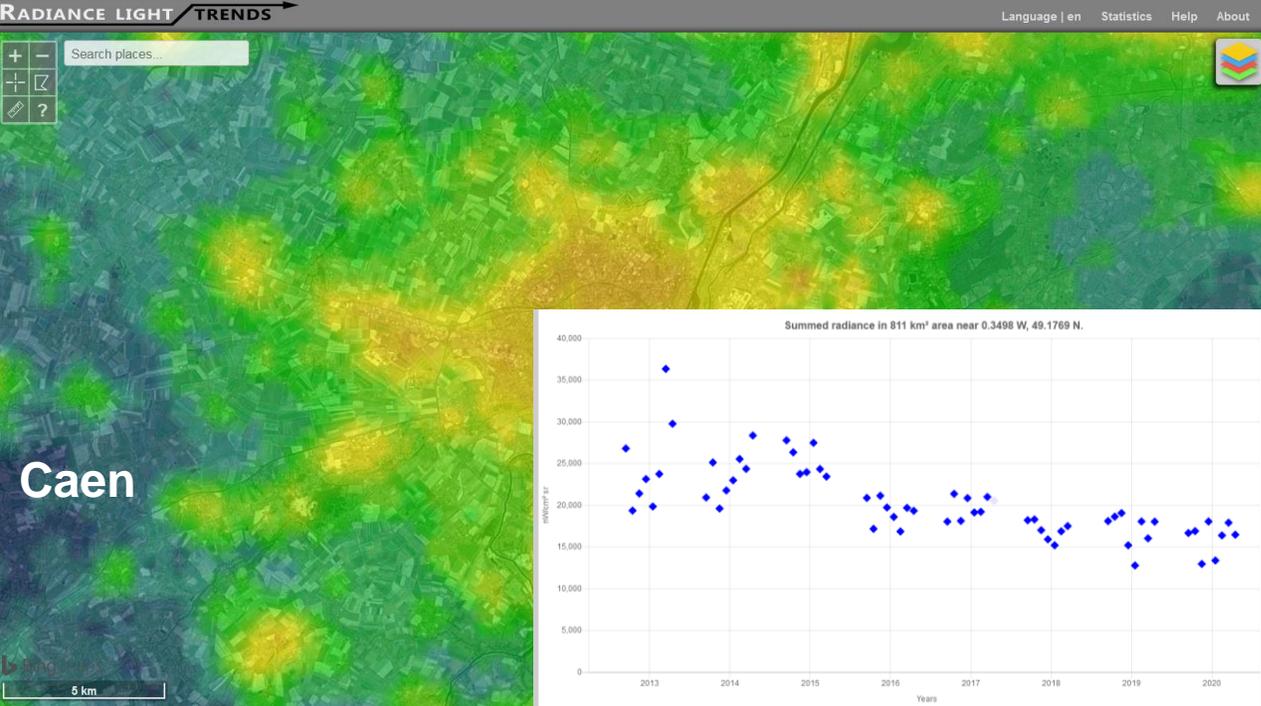
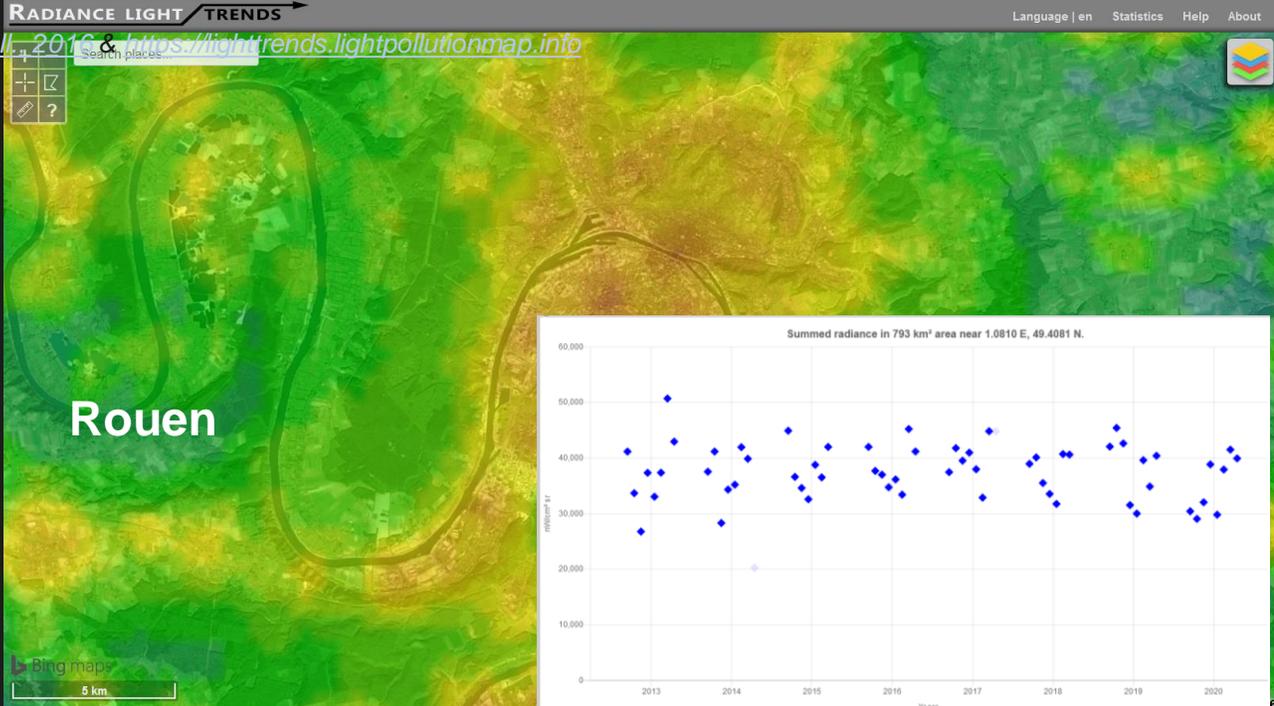
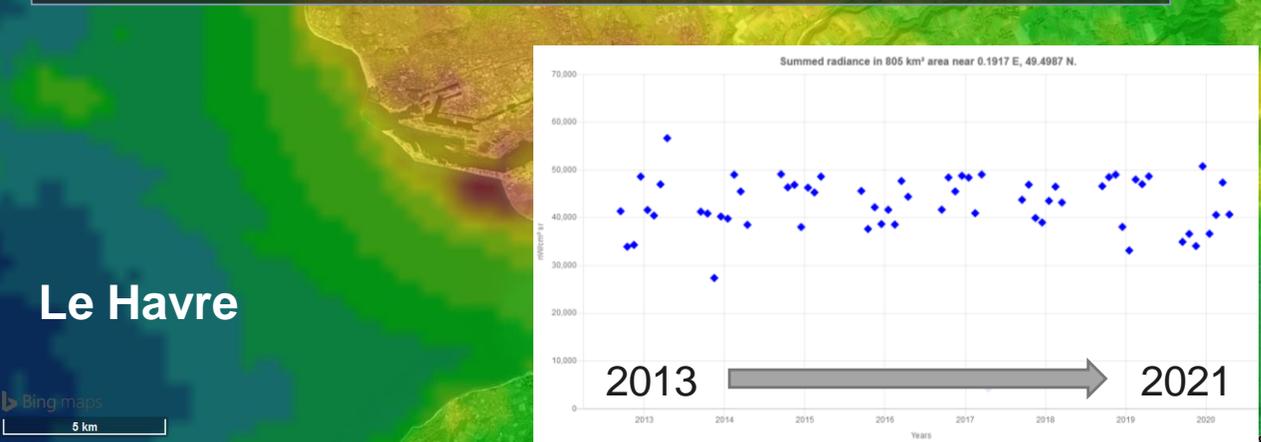




Mise en évidence d'une politique d'éclairage (niveaux d'éclairement) propre à chaque métropole

# Etat des lieux

## Evolution des émissions : 2013 - 2021



Mise en évidence d'une évolution de la politique d'éclairage propre à chaque métropole

# Maitrise des émissions Réduction des émissions



La Loi Grenelle (Loi 2010-788 du 12 juillet 2010), par son aboutissement réglementaire, l'« Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses », **décline les paramètres de maîtrise et de réduction de la pollution lumineuse**, en particulier :

- ❑ **La quantité de lumière installée sur site**
- ❑ **Le flux lumineux perdu**
- ❑ **L'extinction**
- ❑ **La couleur de la lumière**

**INDIFFÉREMMENT SUR LES DOMAINES PUBLICS ET PRIVÉS**

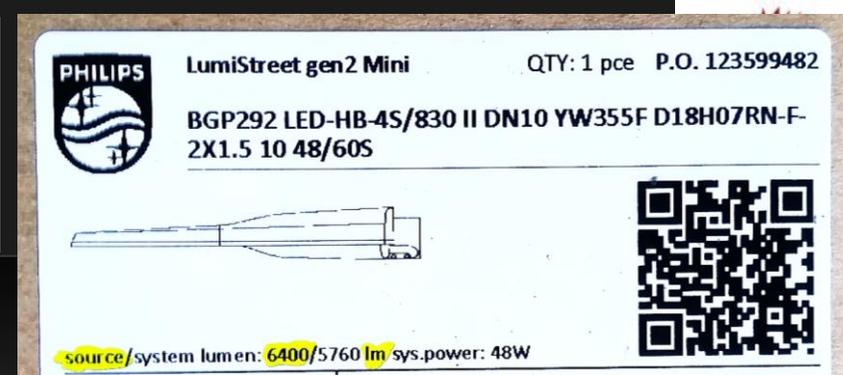
*A noter : les prescriptions de l'Arrêté n'induisent aucun investissement ou coût additionnel de maintenance*

The screenshot shows the Légifrance website interface. At the top, there is a navigation bar with the French Republic logo and the text 'RÉPUBLIQUE FRANÇAISE' and 'Légifrance'. Below this, there are several menu items: 'DROIT NATIONAL EN VIGUEUR', 'PUBLICATIONS OFFICIELLES', 'AUTOUR DE LA LOI', 'Droit et jurisprudence de l'Union européenne', and 'Droit international'. A search bar is present with the text 'Effectuer une recherche dans :'. Below the search bar, there are options for 'Tous les contenus' and 'Dans tous les champs'. The main content area displays the title of the 'Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses'. It includes the date of the last update ('02 janvier 2020'), the NOR number ('TREP1831126A'), and the JORF number ('JORF n°0300 du 28 décembre 2018'). There is a 'ChronoLégi' section with a date selector set to '12/03/2021'. Below this, it states 'Version en vigueur au 12 mars 2021'. The main text of the arrêté begins with 'Le ministre d'Etat, ministre de la transition écologique et solidaire, et le secrétaire d'Etat auprès du ministre d'Etat, ministre de la transition écologique et solidaire, Vu le code de l'environnement...' and lists several legal references. The 'Article 1' section is partially visible at the bottom.

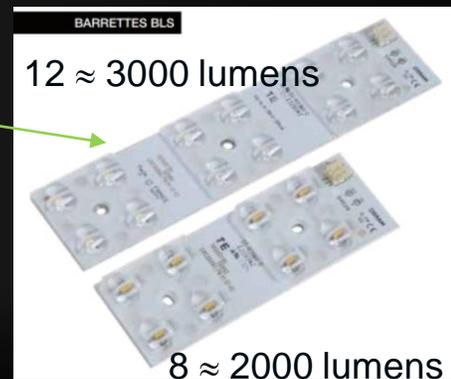
# La quantité de lumière installée sur site (Art. 3-II-4)

Le flux lumineux total des **SOURCES** des luminaires (lampes, barrettes de LEDs), rapporté à la surface destinée à être éclairée, en lumens par mètre carré :

<b>DSFLI</b> en lm/m <sup>2</sup>	En agglomération	Hors agglomération
Voirie	< 35	< 25
Parcs de stationnement	< 25	< 20



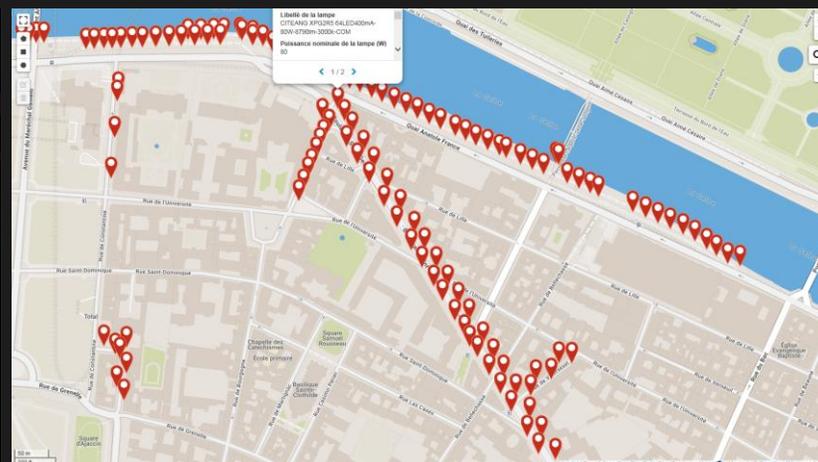
Les sources :  
barrettes de LEDs  
≈ 250 lumens/led  
(rendement en 2021)



Exemple de calcul de la **Densité Surfaccique de Flux Lumineux Installée** :



Surface à éclairer : **15680m<sup>2</sup>**  
(portail IGN)



34 luminaires avec source LED de 8590 lumens  
34 luminaires avec source LED de 1710 lumens

$34 \times 8590 + 34 \times 1710 = 350200$  lumens  
(OpenData de la ville de Paris)



$$DSFLI = \frac{350200}{15680} = 22 \text{ lm/m}^2 < 35$$

Ce n'est pas un éclairage  
C'est une dotation

# La quantité de lumière installée sur site (Art. 3-II-4)

## Une étiquette environnementale comme outil de diagnostic et de projet en termes de quantité de lumière :

- ❑ La classe « **G** »,  $>25 \text{ lumens/m}^2$ , est issu du plafond ultime de DSFLI préconisé par France Nature Environnement lors du processus d'élaboration de l'arrêté.
- ❑ La classe « **A** » est inspirée des pratiques observées en Allemagne, où des rues en centre-ville de Berlin, dotées d'installations LED récentes, présentent une DSFLI  $<6 \text{ lumens/m}^2$  (*impressions visuelles*).

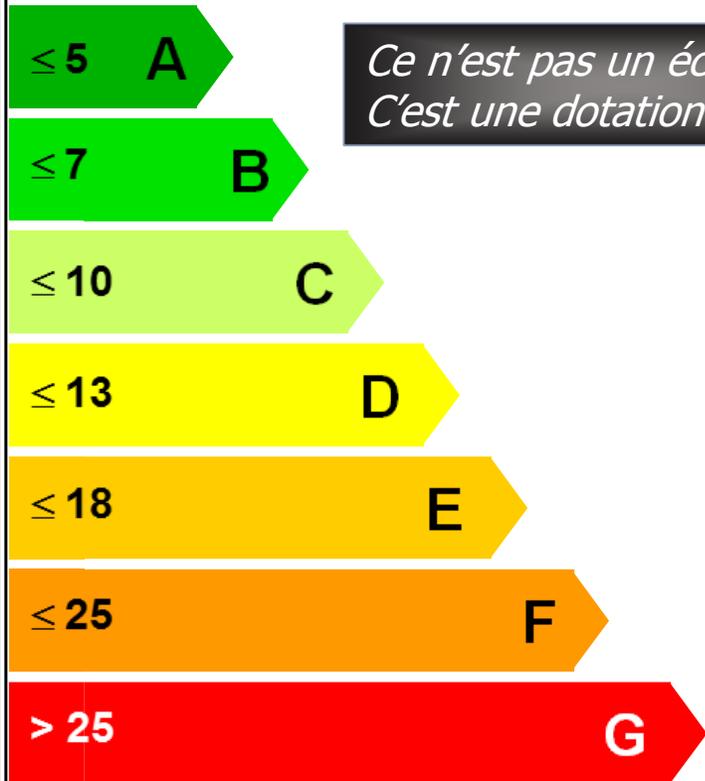
DSFLI parisiennes :



## Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) en lumens/m<sup>2</sup>

Flux lumineux total des sources (lampes, modules LED) rapporté à la surface destinée à être éclairée

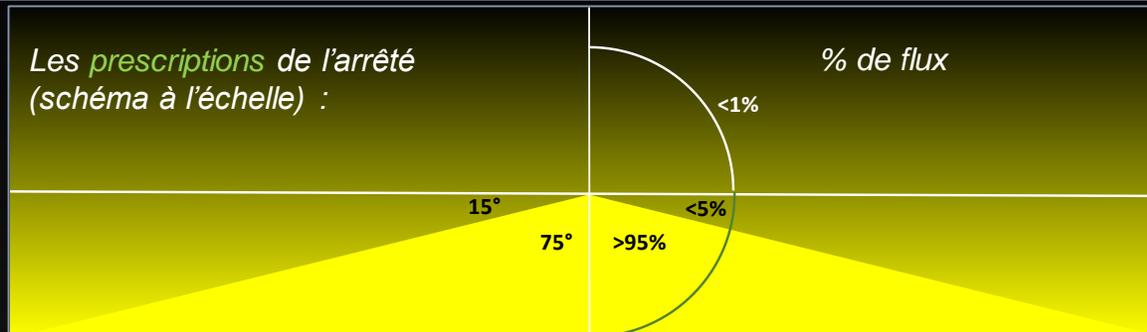
### Faible pollution lumineuse



### Forte pollution lumineuse

# Le flux lumineux perdu (Art. 3-II-4 & Art. 8)

L'offre des fabricants de luminaires s'est conformée aux **prescriptions** :



Deux points de **VIGILANCE** :

- ❑ L'éclairage de style est dans un régime de dérogation (<4% vers le haut) ;

**Les modèles SANS VITRES sont conformes** (<1% vers le haut)

- ❑ **L'OBLIGATION DE RÉGLAGE DE L'ORIENTATION** (Art. 8) :

- exercice du pouvoir de police du Maire sur le domaine privé ;
- en pratique, **orientation des luminaires et projecteurs à l'horizontale** :



# La couleur de la lumière (Art. 3-II-4 & Art. 4)

**TEMPÉRATURE DE COULEUR <3000K (<2400K dans les réserves naturelles et périmètres de protection), applicable aux :**

- ❑ éclairages de voirie, publique et privée
- ❑ parcs de stationnement
- ❑ mises en lumière des bâtiments non résidentiels

**Une étiquette environnementale, en termes d'impact sur le vivant, comme outil de diagnostic et de projet :** →

- ❑ modulation selon les espaces (TVB, centres-villes,...)

**Basses températures, un rendement énergétique en progrès rapide :**

Rendement en lumens/watt d'une lanterne de style (2021)

3000K	2700K	2400K	2200K
91	85	75	73

SHP  
2200K

(le parc historique)



LED 2700K



## Distribution spectrale des sources : lampes, modules LED

Température de Couleur (CCT)

*Faible pollution lumineuse*

≤ 1800 K  
(LED Ambrée, Sodium BP) **A**

≤ 2000 K  
(Sodium HP) **B**

≤ 2200 K  
(Sodium HP, LED) **C**

≤ 2400 K  
(LED) **D**

≤ 2700 K  
(LED) **E**

≤ 3000 K  
(LED) **F**

> 3000 K  
(LED) **G**

*Forte pollution lumineuse*

# Les extinctions (Art. 2)

## Des prescriptions qui complètent l'arrêté du 25 janvier 2013 :

### ❑ Au plus tard 1 HEURE après la fermeture ou la cessation de l'activité :

- **LES ÉCLAIRAGES EXTÉRIEURS SITUÉS DANS UN ESPACE CLOS** (lié à une activité économique : entreprises, entrepôts,...)
- **LES PARCS ET JARDINS**
- **LES ÉCLAIRAGES DES CHANTIERS**
- Les éclairages intérieurs de locaux à usage professionnel

### ❑ Au plus tard 2 HEURES après la cessation de l'activité :

- **LES ÉCLAIRAGES DES PARCS DE STATIONNEMENT ANNEXÉS À UN LIEU OU ZONE D'ACTIVITÉ** (hypermarchés, stades,...)

### ❑ Avant 1 HEURE DU MATIN :

- Les mises en lumière du **PATRIMOINE** (églises, ponts,...)
- Les mises en lumière des **BÂTIMENTS NON RÉSIDENTIELS** (entreprises, commerces, hôtels,...)
- Les éclairages de **VITRINES**

# Conclusions

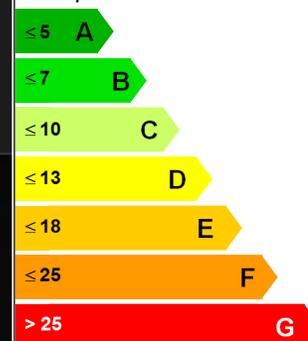
- ❑ **Reconsidérer les quantités de lumière avec l'étiquette environnementale, outil de diagnostic et de projet**
- ❑ **Appliquer, faire appliquer, la prescription de réglage d'orientation des luminaires**
- ❑ **Eclairage de style : adopter les modèles sans vitres**
- ❑ **Température de couleur : adopter 2700K, et moduler les espaces en expérimentant des températures basses**
- ❑ **Appliquer, faire appliquer la prescription d'extinction des espaces clos**

*L'insécurité la nuit résulte de la désertion des lieux, elle n'est pas corrélée aux niveaux d'éclairage*

Densité surfacique de flux lumineux installé (DSFLI) en lumens/m<sup>2</sup>

Flux lumineux total des sources (lampes, modules LED) rapporté à la surface destinée à être éclairée

Faible pollution lumineuse



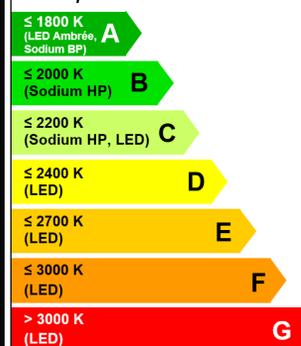
Forte pollution lumineuse



Distribution spectrale des sources : lampes, modules LED

Température de Couleur (CCT)

Faible pollution lumineuse



Forte pollution lumineuse