

# Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes



Anne-Marie DUCROUX

Présidente de l'ANPCEN

Nicolas BESSOLAZ, Paul BLU, Jean-Michel LAZOU,

François PITRON

Administrateurs ANPCEN

ANPCEN – FPNRF - « TVB et pollution lumineuse »,

le 17 janvier 2013



# La pollution lumineuse

## Sommaire

- ANPCEN – actions et recommandations en faveur de la prise en compte des relations entre lumière artificielle nocturne et biodiversité
- La lumière naturelle la nuit
- Les caractéristiques de la lumière artificielle
- Les nuisances lumineuses
- Evolution de l'éclairage artificiel nocturne
- Outils

# L'ANPCEN

- Association d'intérêt général
- Depuis 15 ans
- Entièrement dédiée aux enjeux de la qualité de la nuit et environnement nocturne : biodiversité, énergie, observation du ciel, santé, dépenses publiques, gouvernance, aménagement du territoire...
- 5 500 personnes mobilisées, adhérents et 100 associations membres
- Administrateurs et 70 correspondants locaux bénévoles



# L'ANPCEN

## Deux dimensions **conjointes et complémentaires** :

- **Plaidoyers nationaux** : décideurs publics, réseaux nationaux...
- Contribution à la législation, réglementation, révision d'une norme Afnor, portage de la « trame nocturne », suivi de CEE, suivi national des communes qui pratiquent l'extinction, sensibilisation et mobilisation d'acteurs nationaux, cartographie, mise au point d'outils nationaux, veille nationale...
- **Action locale de terrain** : élus, citoyens, acteurs des territoires
- Réseau de correspondants locaux : veille locale, conférences, expositions, rencontres des équipes municipales, des syndicats d'énergie ou d'électrification, d'entreprises et associations locales, signature de chartes d'engagements de communes, concours villes et villages étoilés et labellisation de communes, participation à la nuit des étoiles, au jour de la nuit, aux événements locaux, etc

**Réseau d'échanges avec International Dark sky association**



# L'ANPCEN un réseau avec des Partenaires

- Fédération des Parcs Naturels Régionaux
- Parcs Nationaux de France
- Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
- Ligue pour la Protection des Oiseaux
- Ecomaires
- Museum national d'histoire naturelle
- Institut national du Sommeil et de la Vigilance
- France Nature Environnement
- SAF, AFA, APE, etc...



# Cadre des propositions de l'ANPCEN

## A/ Celui des nuisances lumineuses :

- **L'article 41 du Grenelle I nomme les effets des nuisances sur le vivant :**
  - « **Les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes**, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne feront l'objet de mesures de prévention, de suppression ou de limitation. »
- **Décret n° 2011-831 du 12 juillet 2011 relatif à la prévention et à la limitation des nuisances lumineuses :**
  - **Distinction agglomération – hors agglomération**
  - « **Dans les espaces naturels** mentionnés ainsi que dans les sites d'observation astronomique, dont la liste et le périmètre sont fixés par un arrêté du ministre chargé de l'environnement, pris après avis du ministre chargé de la recherche quand sont en cause des sites d'observation placés sous son autorité, **les installations lumineuses font l'objet de mesures plus restrictives que celles appliquées aux dispositifs implantés en agglomération et en dehors des agglomérations.** »
    - LISTE DES ESPACES NATURELS PROTÉGÉS MENTIONNÉS AUX LIVRES III ET IV DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT ET VISÉS PAR LE PRÉSENT DÉCRET
    - Espaces classés par les décrets de création des parcs nationaux mentionnés aux articles L. 331-2 et R. 331-46.
    - Réserves naturelles et périmètres de protection mentionnés aux articles L. 332-2 et L. 331-16.
    - Parcs naturels régionaux mentionnés à l'article L. 333-1.
    - Parcs naturels marins mentionnés à l'article L. 334-3.
    - Sites classés et sites inscrits mentionnés aux articles L. 341-1 et L. 341-2.
    - Sites Natura 2000 mentionnés à l'article L. 414-1.
- **Arrêté nuisances lumineuses** : en attente de publication
- **Décret n° 2012-118 du 30 janvier 2012 relatif à la publicité extérieure, aux enseignes et présenseignes**
- **Arrêté sur les extinctions vitrines, façades, bureaux non occupés** : début d'application juillet 2013 ?
- **Révision en cours de la norme "Nuisances Lumineuses" AFNOR** : demande d'intégration de la contribution des effets à distance des sources lumineuses et de l'effet du spectre lumineux sur le vivant



# Cadre des propositions de l'ANPCEN

## B/ Celui de la biodiversité dont :

- Stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020
- Espaces protégés
- Schémas de cohérence écologique
- **Trame verte et bleue Orientations** : « ...de maîtriser l'urbanisation et l'implantation des infrastructures et d'améliorer la perméabilité des infrastructures existantes en intégrant des problématiques connexes à l'urbanisation, notamment la **pollution lumineuse**. »
- **TVB Décret no 2012-1492 du 27 décembre 2012 relatif à la trame verte et bleue**

*« La trame verte et bleue est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques. Elle constitue un outil d'aménagement durable du territoire et contribue à un état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Les continuités écologiques qui constituent la trame verte et bleue comprennent des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. Leur identification et leur délimitation doivent notamment permettre aux espèces animales et végétales dont la préservation ou la remise en bon état constitue un enjeu national ou régional de se déplacer pour assurer leur cycle de vie et favoriser leur capacité d'adaptation. »*

- Prochaine loi biodiversité, 2013



# Cadre des propositions de l'ANPCEN

Le vivant, dont les humains font partie,  
s'est construit  
sur l'alternance du jour et de la nuit  
depuis plusieurs milliards d'années

# Viser une meilleure reconnaissance des enjeux

- **Espèces** : effets sur les espèces, faune et flore
- **Milieux** : effets sur les milieux terrestres, aquatiques, aériens...



*Concentration de certaines espèces par phototaxie positive (insectes, pipistrelles, ...)*

- **Aménagement du territoire** : reconnaissance de la lumière artificielle nocturne comme **une infrastructure en tant que telle et un élément de fragmentation.**



*Barrières infranchissables pour les espèces lucifuges (ex : grand rhinolophe)*

- **Solidarités territoriales nécessaires** : la pression exercée par la lumière artificielle sur les milieux ne se restreint pas à proximité des sources : propagation à distance de la lumière émise dans l'atmosphère et vers les milieux

# Contribuer à la réflexion et à la pédagogie des enjeux

- Journée d'études en décembre au Museum avec différents chercheurs
- Fiche pédagogique
- Coopérations avec le Museum national d'histoire naturelle
- Journée FPNRF et ANPCEN dans le cadre du groupe d'échanges TVB – centre de ressources TVB
- Etc...

# Susciter un questionnement et créer une dynamique d'acteurs

- **Partenariats ANPCEN avec gestionnaires d'espaces protégés ou grands réseaux nationaux :** FPNRF, PNF, LPO + Museum national d'histoire naturelle
- **Charte d'engagements :** dont éclairage des parcs et jardins, espaces naturels...et sensibilisation des habitants à l'environnement nocturne
- **Questionnement dans le concours Villes et villages étoilés,** dont sensibilisation à l'environnement nocturne, éclairage de zones naturelles....

# Des recommandations ANPCEN

- **Trame nocturne** : prise en compte de la gestion de la “lumière” dans la mise en oeuvre de la Trame Verte et Bleue, reconnaissance de la lumière comme élément de fragmentation de milieux (comme les infrastructures terrestres ou aquatiques)
- **Cartographie de pollution lumineuse** : à croiser avec les sous-trames milieux et les sous-trames espèces ou cartographie TVB. Méthodologie originale.
- **Définition d’outils** : étiquettes environnementales originales, relatives à l’éclairage extérieur

# Des recommandations ANPCEN

- **Contributions pour prise en compte dans la loi et la réglementation** : lois Grenelle, décrets, arrêtés....
- **Mesures spécifiques dans les espaces protégés** : décret de juillet 2011
- **Révision demandée d'une norme Afnor** : pas de prise en compte des effets sur la biodiversité
- **Suivi des prescriptions et subventions** Ademe et des critères des Certificats d'économie d'énergie (notamment orientation des lumières et colorimétrie des lampes...)
- etc

# La lumière nocturne naturelle



# La lumière naturelle la nuit

**ETOILES** : La lumière des étoiles non résolues et de la haute atmosphère

Luminance totale entre  $1,8 \cdot 10^{-4}$  et  $2,5 \cdot 10^{-4}$  cd/m<sup>2</sup>

Eclairement lumineux produit au sol < 0,001 lux par temps clair et moins par temps couvert

Ciel beaucoup plus sombre dans le bleu (4X) que dans le rouge

Etoiles visibles à l'œil nu :

entre  $10^{-9}$  et  $10^{-5}$  lux

## **VOIE LACTEE :**

La lumière de la voie lactée

Entre  $2,2 \cdot 10^{-6}$  et  $2,2 \cdot 10^{-4}$  cd/m<sup>2</sup>

## **LUMIÈRE ZODIACALE**

**LUNE** : La lune est plus ou moins visible la nuit au cours de son cycle de 29,5 jours réfléchissant la lumière du soleil.

✓ **Eclairement maximal au sol toujours inférieur à 0,25 lux même quand elle est pleine.**

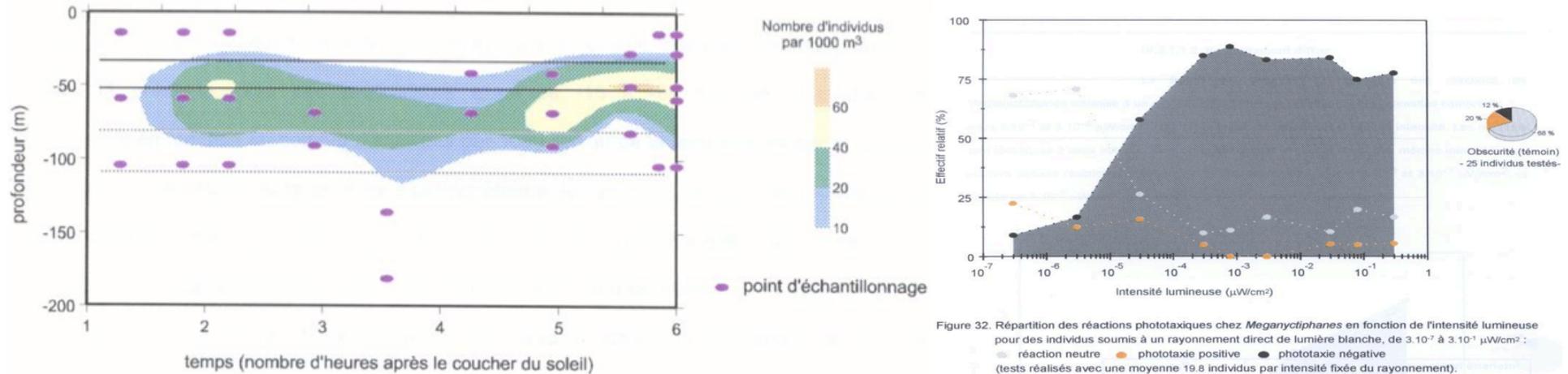
Premier/dernier quartier de lune : 0,02 lux



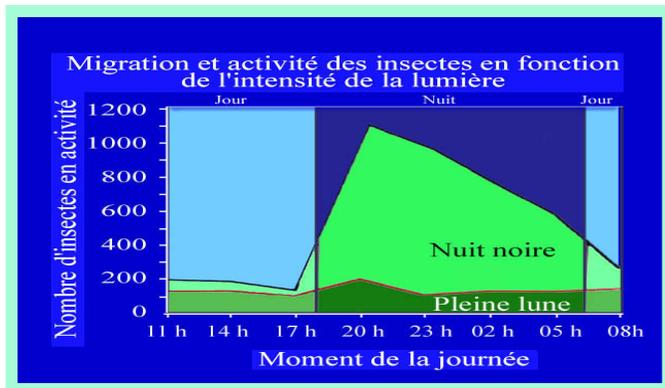
©Nicolas Bessolaz, Plateau de l'Isalo à Madagascar

# Cycle lunaire et espèces nocturnes

- Migration du zooplancton suivant le cycle lunaire (Velsch 1997)



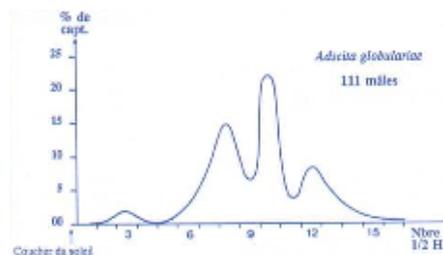
- Attraction moins importante des insectes par une source de lumière artificielle en présence de pleine lune : rayon de 700m autour d'un point lumineux sans lune et moins de 50m par pleine lune (Einsenbeis et al. 2006)
- Activité réduite pour la migration et l'alimentation d'espèces



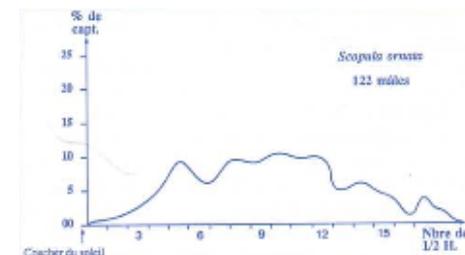
D'après Norman Anderson, Entomology department Oregon state university

Heures d'activité de différents espèces sans lune :

Cas des pyralides :



Cas des Geométrides :



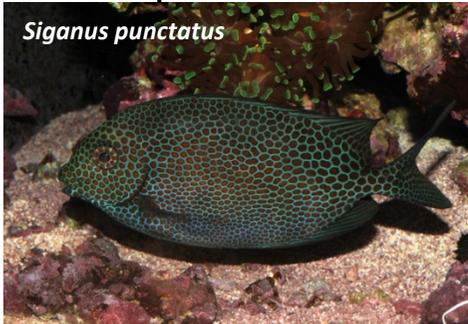
Robert (1988)



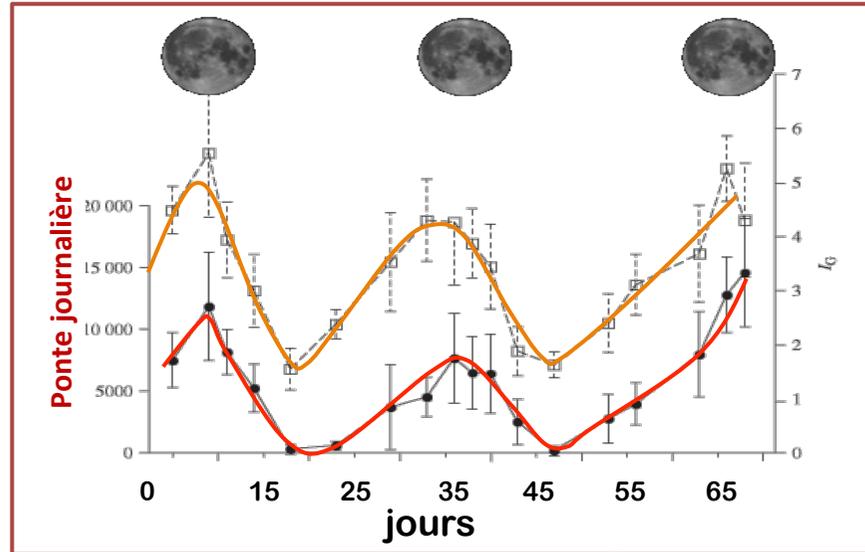
Chirurgien jaune



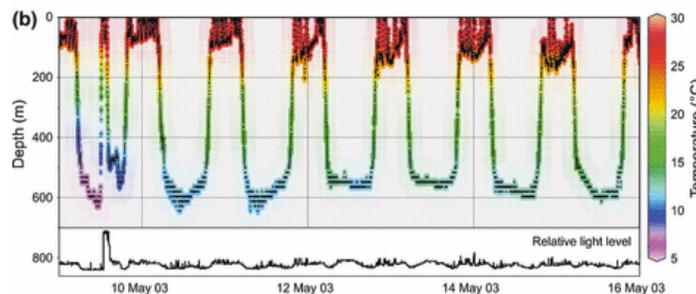
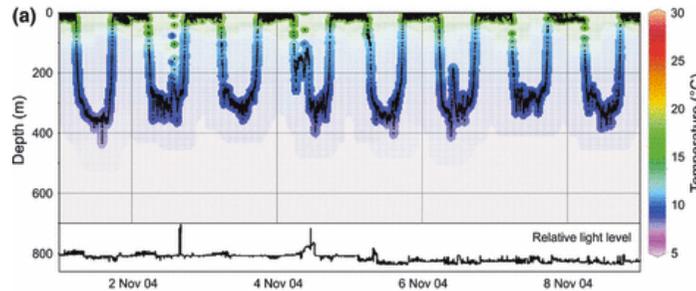
Poisson lapin moucheté



les cycles lunaires sont synchroniseurs



© J. Falcon



Mouvement vertical dans la colonne d'eau pour la raie suivant l'intensité de la lumière

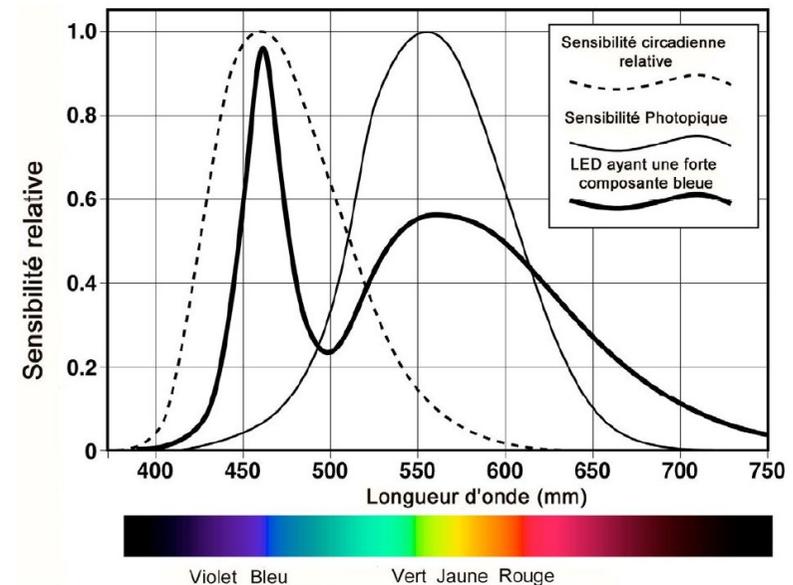
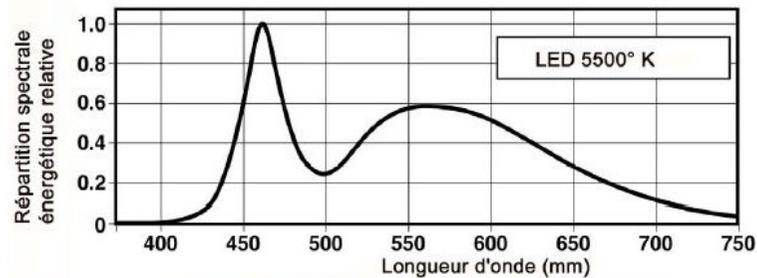
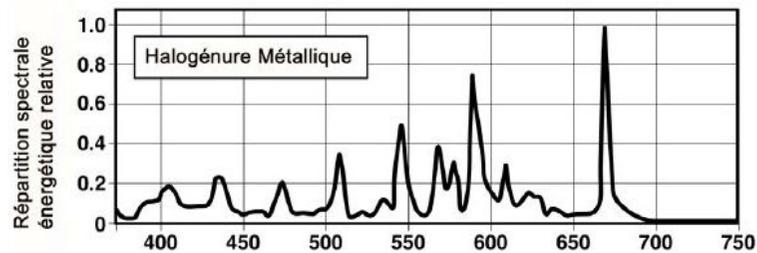
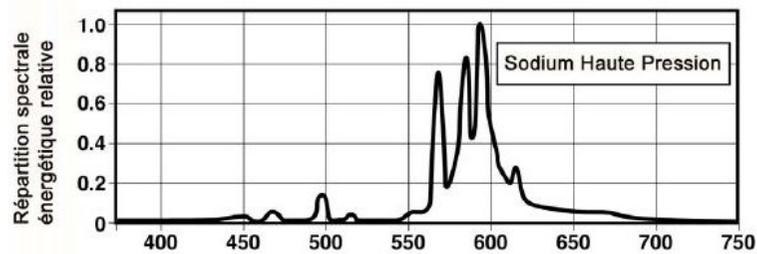
© J. Falcon



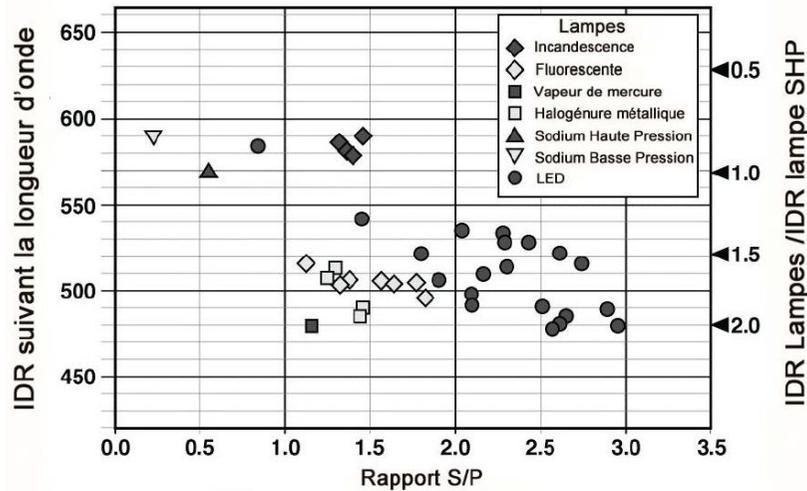
# La lumière nocturne artificielle

# Les sources de lumière utilisées en éclairage extérieur

Choix de lampes : une question de spectre plus ou moins étendu et adapté aux besoins, à plus ou moins forts impacts sur le vivant

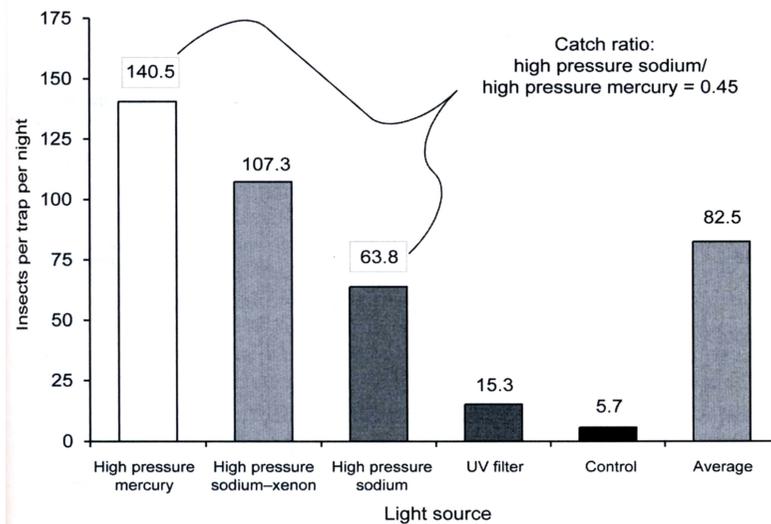


# Exemples d'impacts sur l'environnement et le vivant : lumière bleue



La lumière bleue diffuse beaucoup plus dans l'eau, et dans l'atmosphère en augmentant de façon notable la taille des halos lumineux des villes, donc le niveau de luminance ambiant

*Tous ces calculs se basent sur des lois physiques avérées (Diffusion de Rayleigh et de Mie)*



La lumière bleue génère aussi une plus grande attraction d'espèces nocturnes qui ont souvent une sensibilité dans le bleu plus importante que la réponse scotopique ou circadienne de l'Homme.

# Toutes les espèces sont touchées, pas seulement nocturnes

## Chasse de nuit en ville par les faucons pèlerins d'oiseaux migrants le long de la rivière Exe

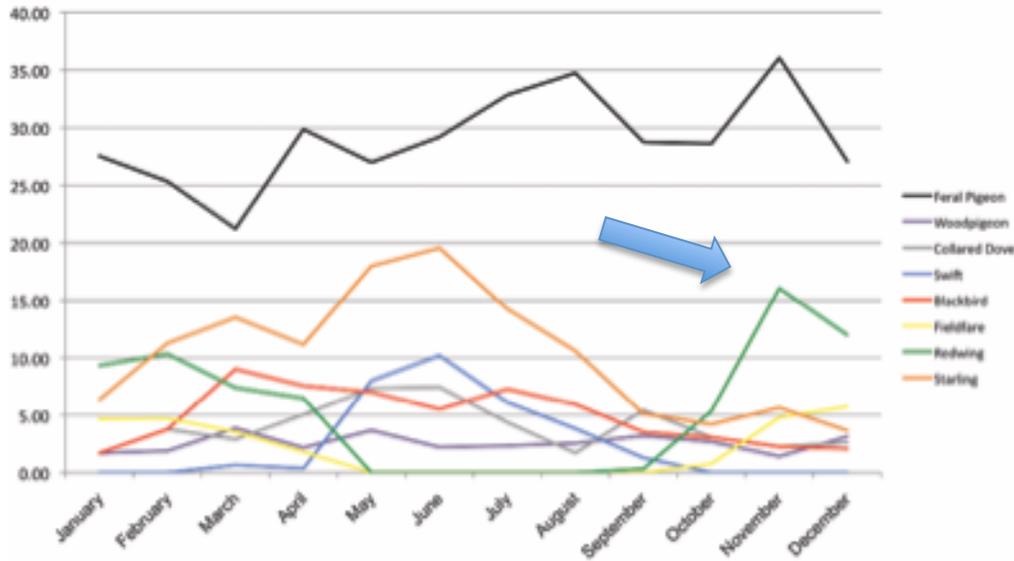
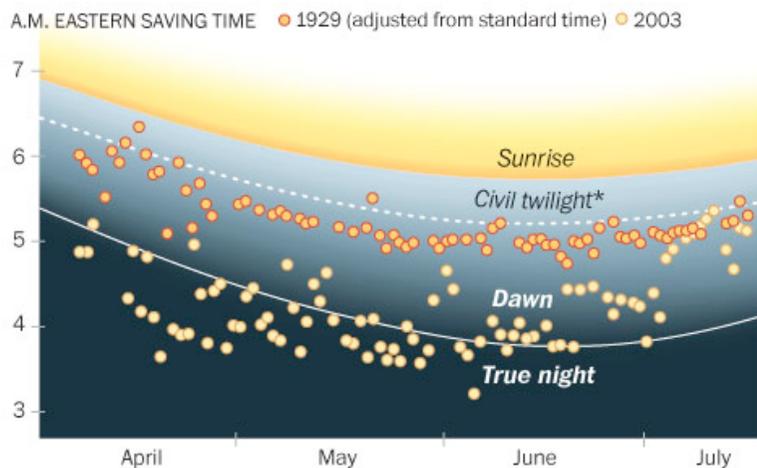


Figure 5. Seasonal variation (%) of selected species eaten throughout the year by Peregrines in Exeter, 1997-2011.

Dixon & Drewitt (2012)

## Chant précoce (en pleine nuit) d'oiseaux diurnes en milieu urbain comme les rouges-gorges



Mark. W. Miller, University of Alaska at Fairbanks; "Apparent Effects of Light Pollution on Singing Behavior of American Robins," the Condor; Biology Letters, the Royal Society



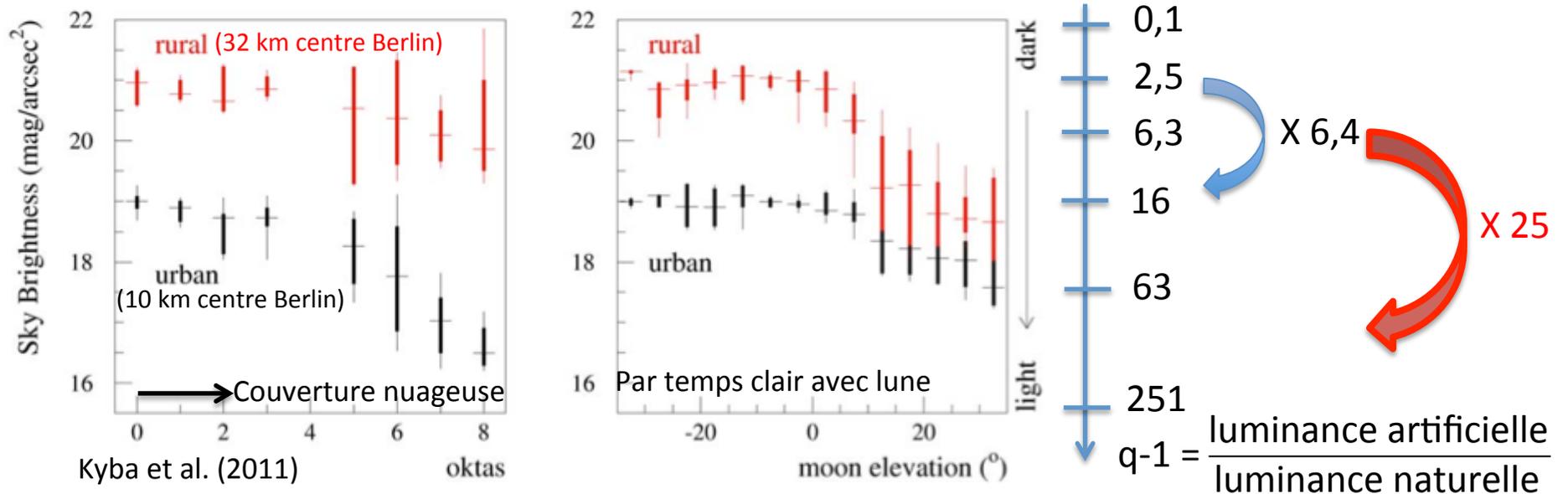
# Les nuisances lumineuses

# Nuisances lumineuses

- Plus de quantité globale de lumière artificielle nocturne émise
- Dans différentes parties du spectre des lumières
- Rupture de l'alternance nette entre le jour et la nuit
- Halos lumineux
- Eblouissements
- Lumières intrusives
- Propagation de la lumière à distance des sources dans l'atmosphère ou dans les milieux (nécessité de nouvelles solidarités territoriales)

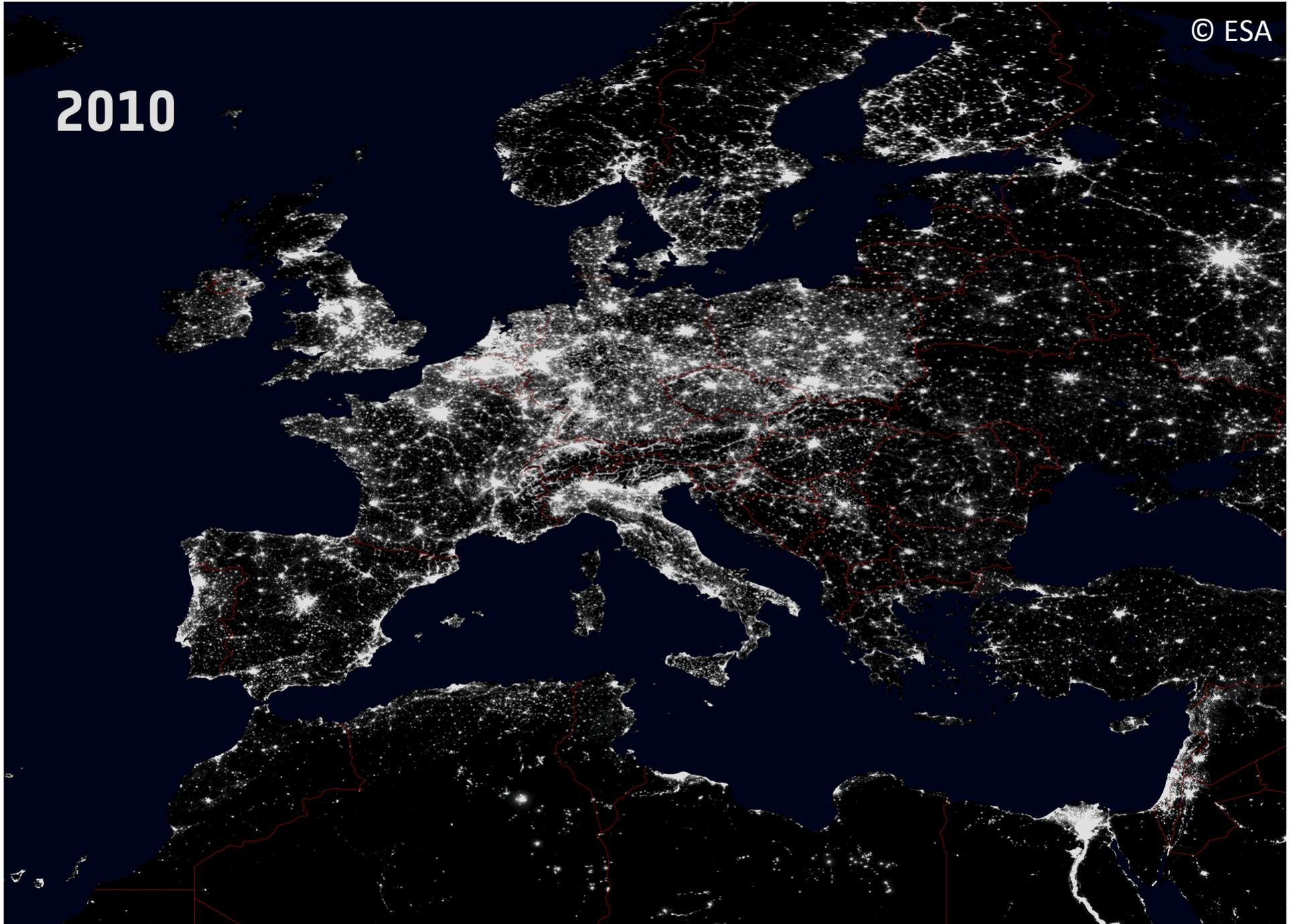
# Amplification des halos de pollution lumineuse par la couverture nuageuse

- **Crépuscule permanent à proximité des centres urbains** avec des niveaux de luminances proches ou supérieurs à ceux d'une nuit de pleine lune



- **Accroissement de l'écart**, en terme de luminance du ciel, entre milieux à proximité des sources lumineuses et milieux à grande distance de ces dernières (X 4)

2010



# Evolution de l'éclairage artificiel nocturne

# Lumière artificielle et aménagement du territoire

## Evolution des fonctions de l'éclairage public

Du Moyen-âge au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle :

**La sécurité**

Du milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle aux années 1930 :

**Les déplacements, communication**

Des années 1930 aux années 1980 :

**Poursuite de l'électrification**



# Lumière artificielle et aménagement du territoire Evolution des fonctions de l'éclairage public

Des années 1980 à aujourd'hui :

## Au delà du confort, le spectacle



# Lumière artificielle et aménagement du territoire

## Evolution des fonctions de l'éclairage public

L'éclairage public n'est plus un « service urbain », au sens strict

- ✓ *Il est devenu une forme d'expression politique, sociale et artistique qui caractérise, aux yeux des citoyens et des élus, la modernité et l'urbanité d'un aménagement qui a gagné les villes, puis les territoires périurbains et ruraux...*

# Evolution quantitative de l'éclairage artificiel nocturne

- **9,5 millions de points lumineux** avec niveaux d'éclairement au sol **variant entre 10 lux et jusqu'à plus de 100 lux au pied des luminaires**, et suivant l'uniformité de l'éclairage entre 1 lux et 20 lux à mi-distance entre les luminaires
- **Extension ou/et densification des réseaux** (villes, périurbain, rural) avec **+ 64 % de points lumineux de 1992 à 2012**
- **Evolution des durées d'éclairement : environ de 2400 à 4000 heures** (de 1992 à 2012)
- **Plans lumière**
  - Renforcement de l'éclairage d'ambiance : plus de lumière peu orientée ou intrusive
  - Amélioration de l'efficacité énergétique et du rendement lumineux mais insuffisante diminution des puissances installées : pas de diminution de la quantité globale de lumière émise.

# Evolution qualitative de l'éclairage artificiel nocturne

- **Enjeux de réduction des puissances installées**  
En 1990 300W ; en 2005 150W ; en 2012 ? 70W ?

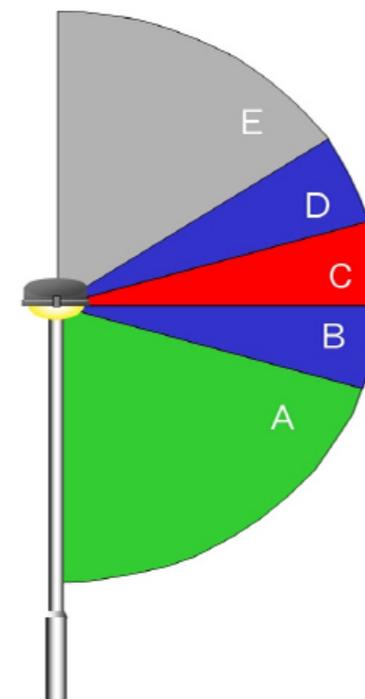
✓ L'amélioration du rendement lumineux des équipements n'a pas permis de réduire la quantité de lumière malgré tout.

- **Enjeux de l'orientation de la lumière :**

les matériels anciens ne dirigent pas suffisamment la lumière vers la surface utile : les flux émis de C à E sont des nuisances  
Une meilleure orientation des lumières permet aussi la réduction des éblouissements possibles, des lumières intrusives

- **Evolution de la composition spectrale de la lumière :**

Selon sa composition la lumière émise peut avoir plus ou moins d'effets sur le vivant. Les lampes orangées sont de moins en moins prescrites au bénéfice de lampes à fortes composantes blanc - bleu



© Baddiley

## 2 outils ANPCEN



# Cartographier la pollution lumineuse

## Méthodologie originale :

- **Modèle de propagation de la lumière artificielle dans l'atmosphère** tenant compte de la répartition spatiale et des caractéristiques des sources de lumière artificielle (puissance lumineuse/orientation/spectre)
- **Résolution spatiale de 150 m**
- **Prise en compte des effets de l'altitude et de masquage par le relief**

## Base de données des sources alimentée par :

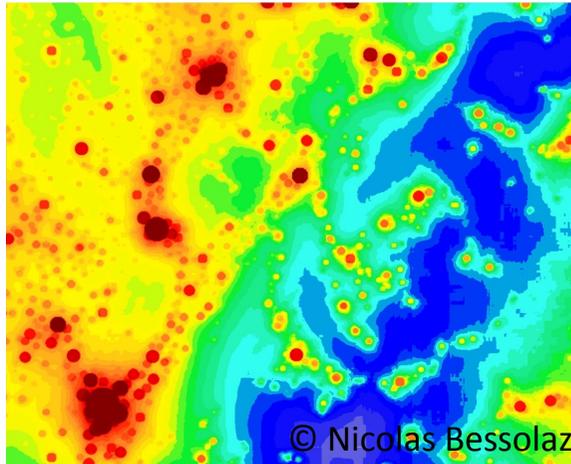
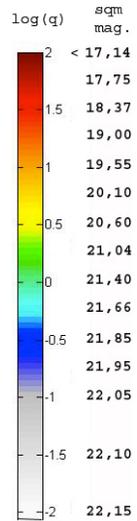
- **Des mesures de terrains par le réseau des correspondants** avec des mesure de luminances
- Les données du concours Villes et Villages Etoilés
- Des partenariats avec les syndicats d'éclairage via données SIG
- Recensement national par l'ANPCEN des communes pratiquant l'extinction en milieu de nuit avec déjà plus de 6000 communes
- Des données satellitaires ou issus d'Internet



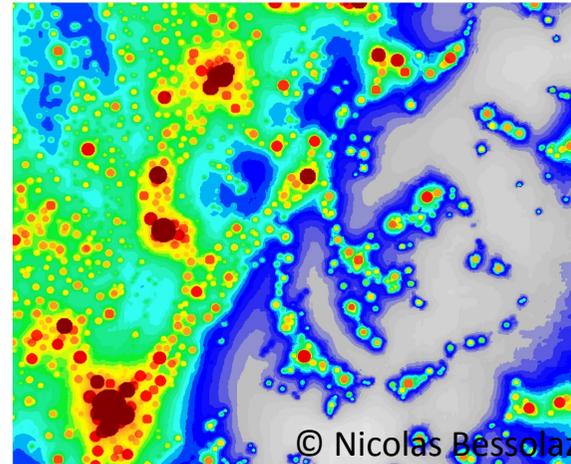
# Cartographier la pollution lumineuse

## Quelques spécificités

### - Variation avec l'orientation de la lumière

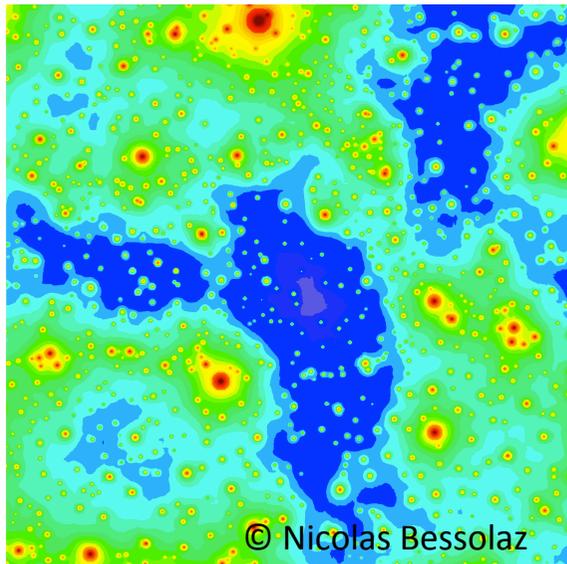


ULOR=14%  
Situation  
actuelle

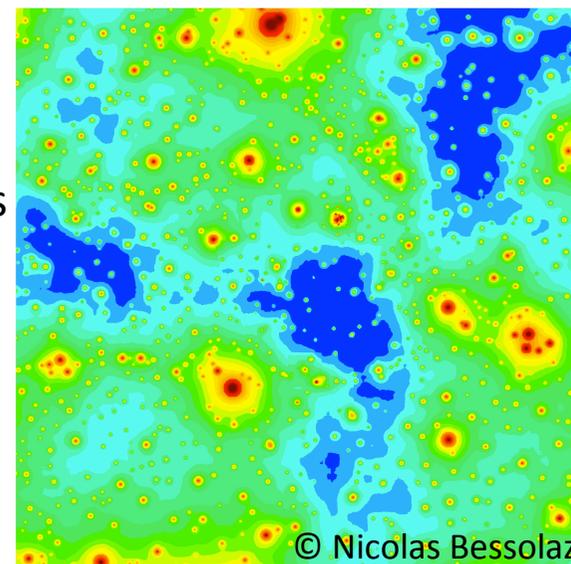


ULOR=0 %  
Projection

### - Cartographie réaliste avec données de terrain-N. Bessolaz : Exemple PNR Causses du Quercy



Avec  
données  
statistiques



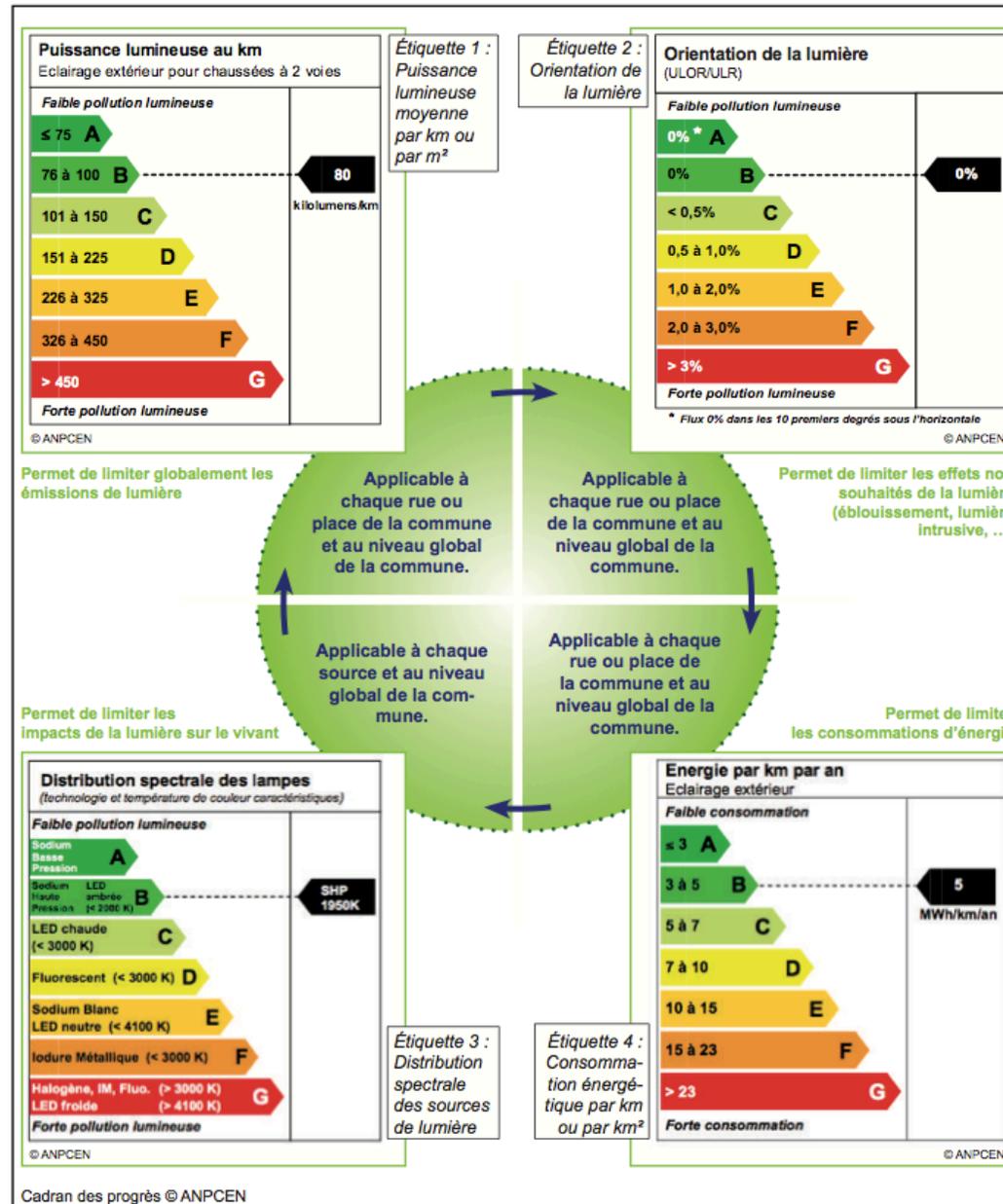
Avec  
données de  
terrain

# Etiquettes environnementales ANPCEN : objectifs

- Fournir des **indicateurs simples et efficaces à la portée du plus grand nombre** pour **sensibiliser** à la problématique de **conservation de la qualité de la nuit** tout en permettant de **répondre aux enjeux de “prévention, suppression et limitation “ des nuisances lumineuses** énoncés dans l’article 41 de la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement
- **Moyen de contrôle global en amont par les élus et citoyens** de la **qualité environnementale de l'éclairage extérieur** sans être obligé de faire appel à des mesures complexes à mettre en œuvre sur le terrain et coûteuses pour les collectivités  
Ex : mesures d'éclairages ou de luminances moyennes réalisées par les techniciens et les professionnels
- **Se démarquer des normes existantes d'éclairage** focalisées sur l'efficacité énergétique et la performance photométrique : **sans prise en compte véritable de l'impact de l'éclairage extérieur nocturne sur l'environnement**



# Étiquettes ANPCEN : Le cadran des progrès en éclairage extérieur pour contrôler globalement les nuisances lumineuses



# Étiquettes environnementales ANPCEN : critères

Prise en compte des **quantités physiques clés dans la génération des nuisances lumineuses** :

- Orientation initiale de la lumière émise
- Quantité globale de lumière émise
- Contenu spectral de la lumière émise
- Temporalité de l'émission de la lumière

- ✓ Chaque **niveau d'une étiquette** représente un **besoin** ou un **usage** qui doit être réfléchi et **mis en balance par rapport aux impacts potentiels** entre les différents niveaux.  
Le besoin ou usage peut être plus ou moins utile voir superflu.
- ✓ **Permet une démarche de progrès** pour chaque commune décidant d'utiliser **ces étiquettes à partir d'un bilan initial** afin de limiter les impacts sur leur territoire et bien au-delà puisque la pollution lumineuse se propage à grande distance des sources lumineuses
- ✓ **Donner aux élus et aux citoyens la maîtrise des objectifs et des résultats**



# Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes

Merci de votre attention



[www.anpcen.fr](http://www.anpcen.fr)  
[villesetvillagesetoiles.fr](http://villesetvillagesetoiles.fr)