



Chaville Environnement & France Nature Environnement Ile-de-france
organisent une

Conférence - débat

Pollution lumineuse et biodiversité

Pourquoi devons-nous revoir notre
rapport à la biodiversité ?

par **Romain SORDELLO**

ingénieur expert au Muséum National d'Histoire Naturelle

Samedi 8 Octobre à 18h

ATRIUM Espace Louvois, 3 Parvis R.Schuman
CHAVILLE

Participation à la fête du jour de la nuit





Quel impact la lumière artificielle a-t-elle sur notre biodiversité ?

La pollution lumineuse est évoquée depuis peu, et rarement par rapport à d'autres atteintes humaines à l'environnement. Pourtant, elle a un impact important sur la biodiversité. À Lyon, des chercheurs se sont penchés sur le sujet pour dresser un état des lieux et donner l'alerte.

Par **Muriel FLORIN** - 29 mai 2022 à 20:00 | mis à jour le 29 mai 2022 à 20:06 - Temps de lecture : 9 min

| Vu 875 fois



BIODIVERSITÉ

Selon une étude, la pollution lumineuse perturbe l'accouplement et la reproduction des lucioles



Des chercheurs de l'Université américaine Tufts ont mesuré via des expériences les effets de la lumière artificielle nocturne sur l'accouplement des coléoptères bioluminescents



🔒 Réservé aux abonnés

La pollution lumineuse dérange les chauves-souris

Par **Delphine Chayet**

Publié le 17/05/2022 à 17:43, mis à jour le 17/05/2022 à 18:37



La gravité de l'impact de l'éclairage artificiel sur les chauves-souris justifie «l'urgence» de rétablir des endroits de nuit noire en France. *MARIO CEA SANCHEZ/Biosphoto via AFP*

La sérotine commune, une espèce pourtant réputée résistante, est perturbée par les halos provoqués par l'éclairage artificiel.

AUDIOTHÈQUE 🎧 S'ABONNER ✉

La pollution lumineuse menace les oiseaux, mais des solutions sont facilement disponibles



© Unsplash/Karen Hammega | Les routes de migration des oiseaux les amènent à proximité de nombreuses villes du monde entier.

14 mai 2022 | [Climat et environnement](#)



La pollution lumineuse et son impact sur les oiseaux migrateurs sont au centre de la Journée des oiseaux migrateurs 2022, qui cherche à sensibiliser à la nécessité d'une coopération internationale pour les préserver.

ÉCOUTEZ LA
RADIO DE L'ONU



Une actualité brulante autour de la sobriété énergétique

LA CROIX

Accueil > Environnement

Sobriété énergétique, le gouvernement s'attaque aux enseignes lumineuses Abonnés

Analyse La ministre de la transition énergétique, Agnès Pannier-Runacher, a annoncé dimanche 24 juillet vouloir sanctionner les commerces qui ne respectent pas l'interdiction de la publicité lumineuse entre une heure et six heures du matin.

Alexis Da Silva, le 24/07/2022 à 17:01

📖 Lecture en 2 min.

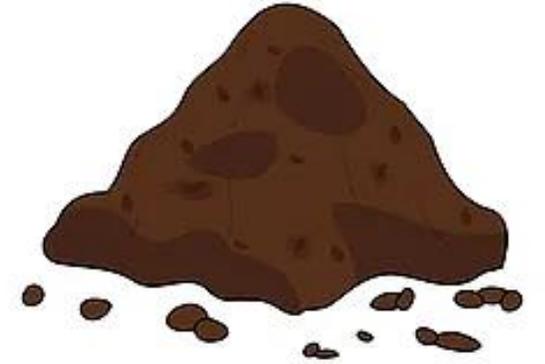
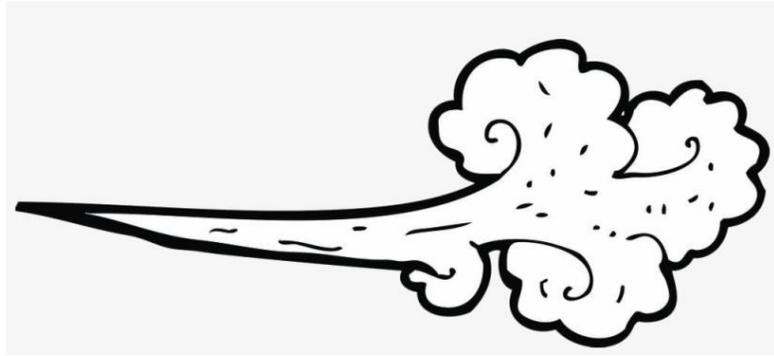


Transition Sobriété énergétique: les commerces s'engagent

Après les supermarchés la semaine dernière, les entreprises du Conseil du commerce de France et de la Confédération des commerçants de France s'engagent ce mardi à réduire leur consommation énergétique. Ceci afin «d'éviter ainsi les coupures annoncées en cas de crise cet hiver».



Mais ne pas confondre sobriété énergétique et sobriété lumineuse...

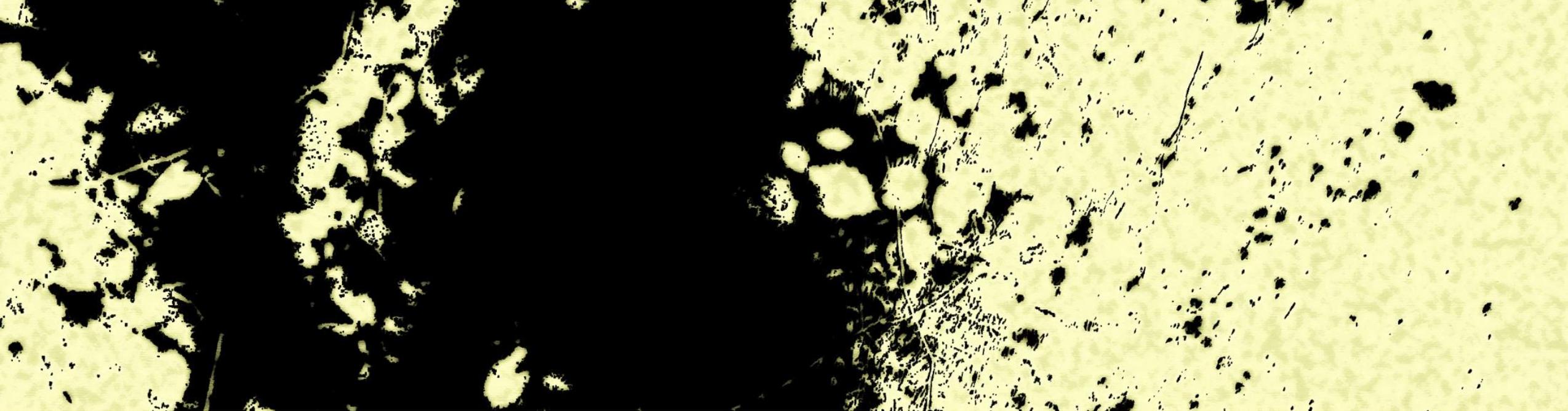


POLLUTIONS



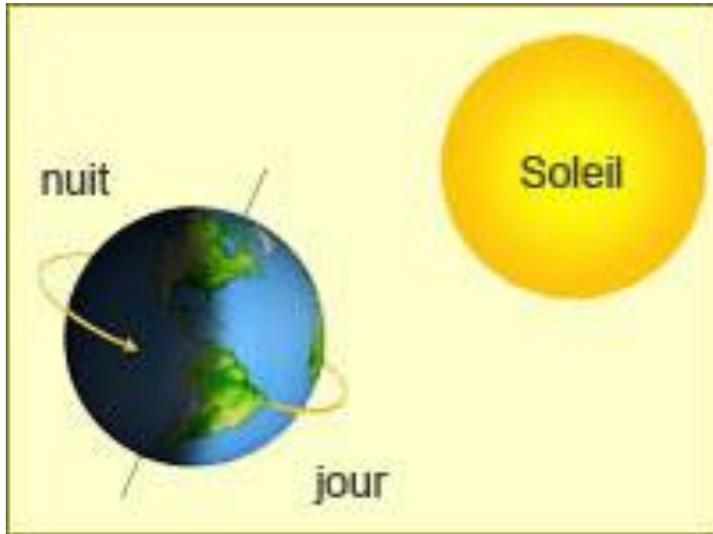
PLAN INTERVENTION

- La vie la nuit
- La lumière artificielle générée par les humains
- Les impacts sur la biodiversité
- Les solutions

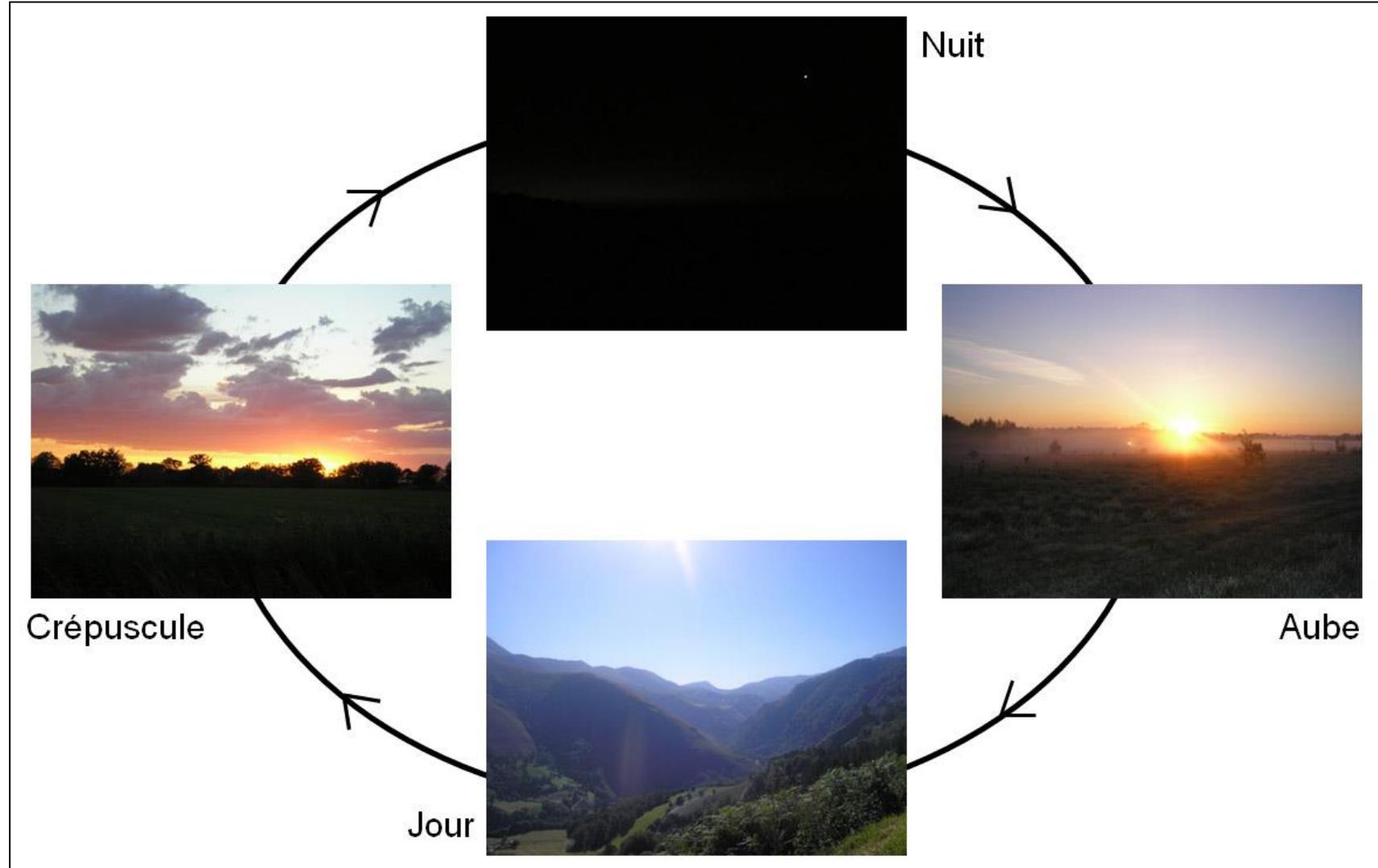


LA BIODIVERSITÉ LA NUIT

Pourquoi et comment il fait nuit ?



Une alternance naturelle et continue de période éclairée (jour) et de période obscure (nuit)



L'alternance jour/nuit a constitué un paramètre structurant de l'Evolution



28 % des vertébrés et # 64 % des invertébrés vivent partiellement ou exclusivement la nuit



=> La majorité des animaux sont nocturnes



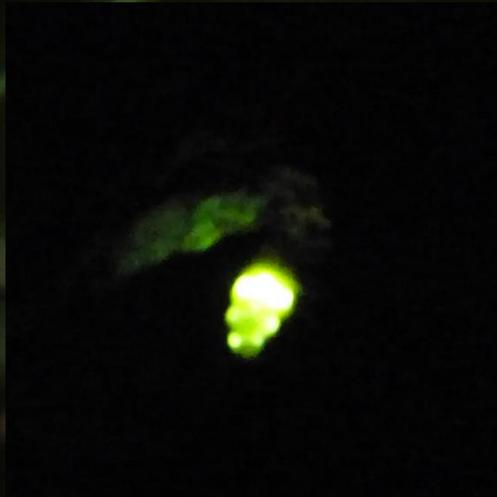
Holker et al. 2010



La bioluminescence

Produire soi-même de la lumière pour voir et/ou communiquer

Ex : Oliveira et al. 2015



Ver luisant
Lampyris noctiluca



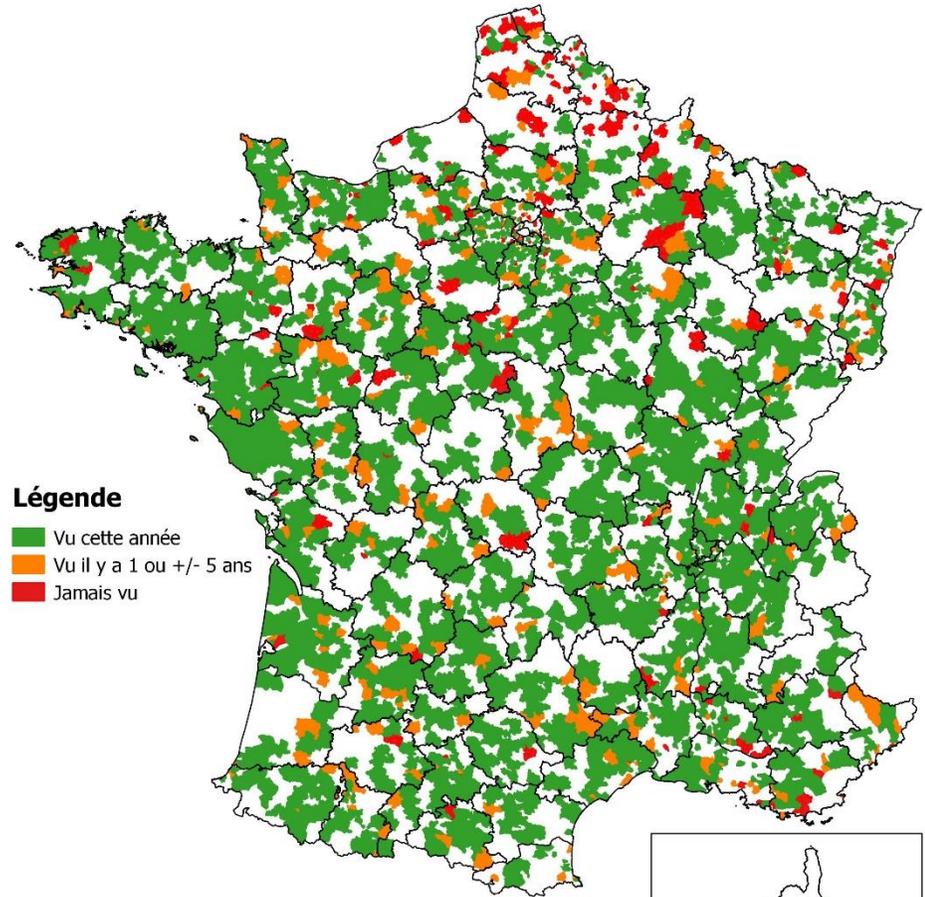
Luciole
Luciola lusitanica



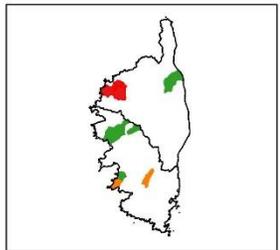
L'Observatoire des vers luisants



Observations de vers luisants dans les jardins en 2015
Carte des territoires postaux



50 0 50 100 150 200 km



Groupe Associatif Estuaire, Association Loi 1901
© Fond de carte - www.data.gouv.fr

Optimiser la lumière naturelle nocturne



Lérot, *Eliomys quercinus*

Photo Vincent Vignon

=> Adaptations biologiques et morphologiques, comportementales, vision infrarouge/ultraviolet

Ex : Veilleux & Cummings 2012

Le *Tapetum lucidum* des mammifères



Fouine
Photo R. Sordello



Renard
Photo R. Sordello

De gros yeux placés dans des paraboles chez les rapaces nocturnes



Photos R. Sordello

Se repérer la nuit

Ex : Wiltschko et al. 1987



Fauvette des jardins,
Sylvia borin

Photo Steve Garvie

Utilisation des structures lumineuses (Lune, Constellations, Voie Lactée)



Photo Olivier Ravayrol

Repérage par la Lune chez l'Anguille européenne *Anguilla anguilla*

Cresci et al 2019

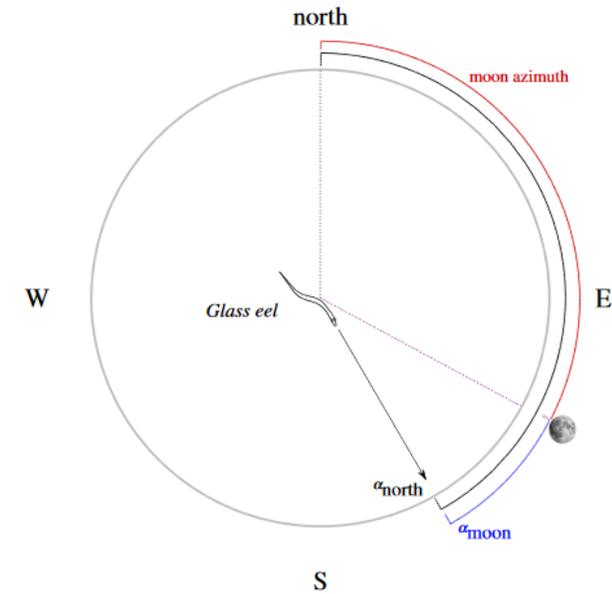


Figure 3. Diagram of the circular variables considered in this study. At the centre of the circle, a glass eel (*Anguilla anguilla*) swimming at sea on the horizontal plane, with respect to the Earth's magnetic north, east, south and west. The black arrow shows the orientation direction of the eel (α_{north}), which is the angle between the mean bearing of the eel and the magnetic north (black arch). The moon azimuth is the red arch, which is the angle between the magnetic north and the orthogonal projection of the moon onto the horizon. The blue arch is the angle between the orientation direction of the eel and the moon azimuth (α_{moon}) is the angle between the orientation of the eel and the moon azimuth.

6

royalsocietypublishing.org/journal/rsos R. Soc. open sci. 6: 190812

Hain 1975

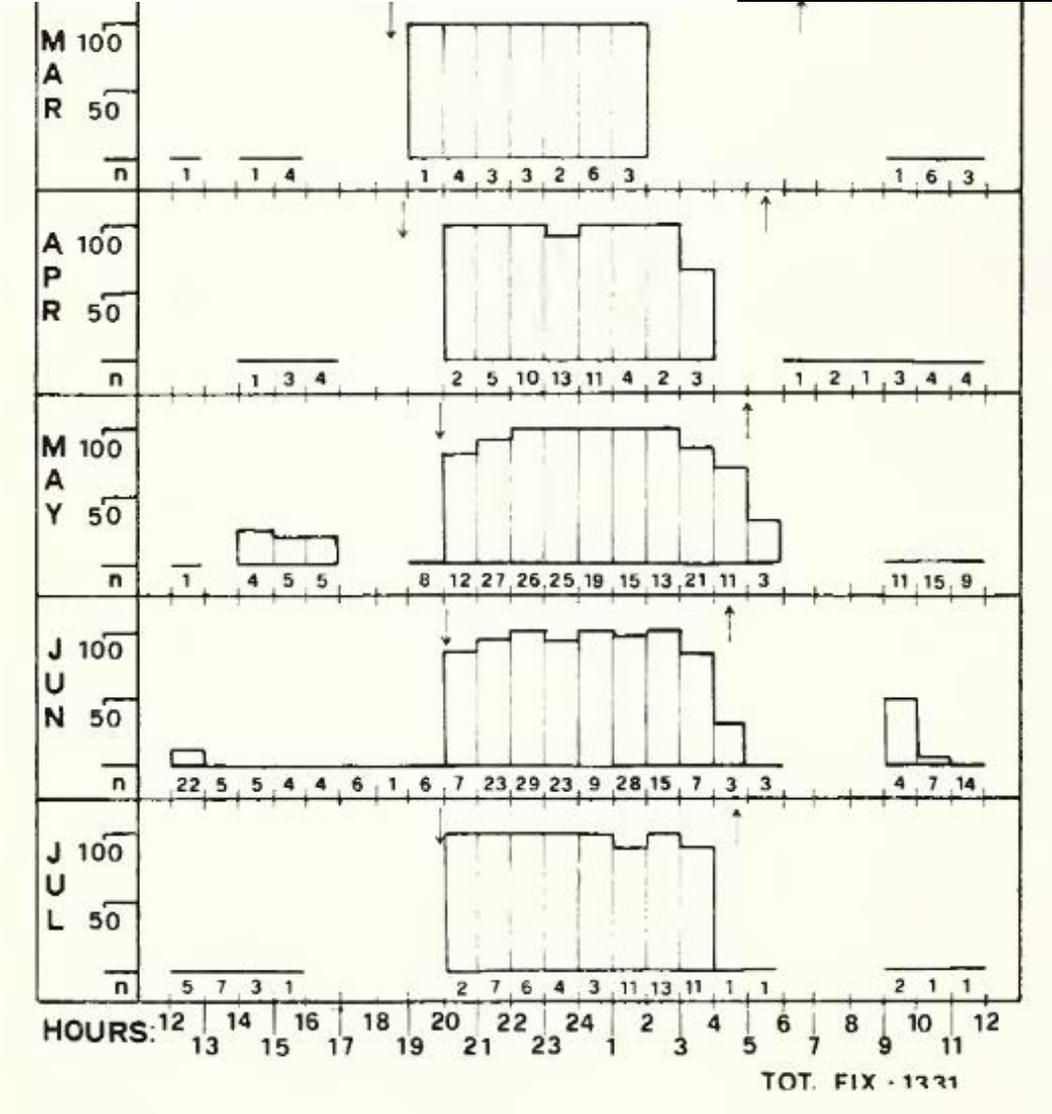
Adam & Pelie 1994

Cresci et al 2019, 2020

Hérisson européen

Erinaceus europaeus

Photo R. Sordello



Nocturne ou crépusculaire ?

⇒ Le crépuscule et l'aube, des moments charnières

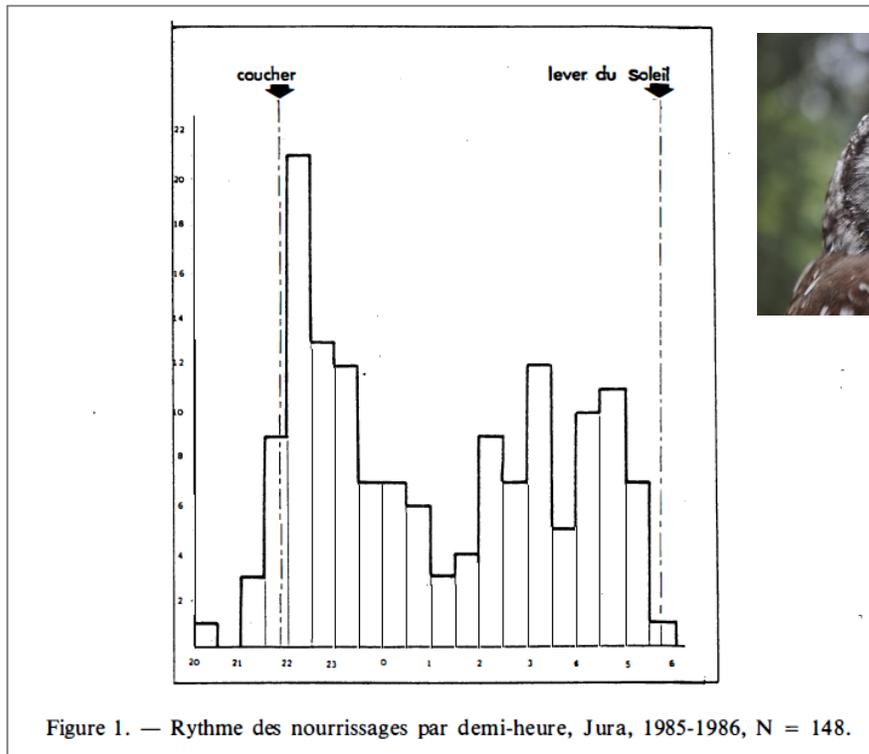
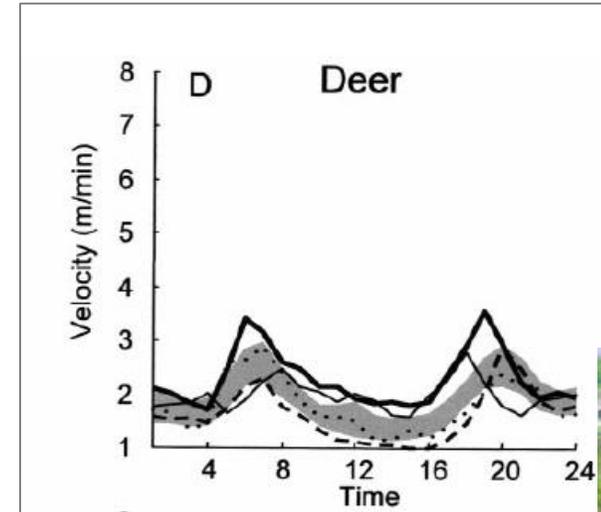


Photo P.A. Ravussin

Profil
d'activité
bimodal



Cerf élaphe *Cervus elaphus*
Ager *et al.*, 2003



Photo P. Gourdain

Chouette de Tengmalm *Aegolius funereus*
Joveniaux & Durand, 1985

Une phase d'obscurité essentielle, aussi pour les animaux diurnes et les végétaux

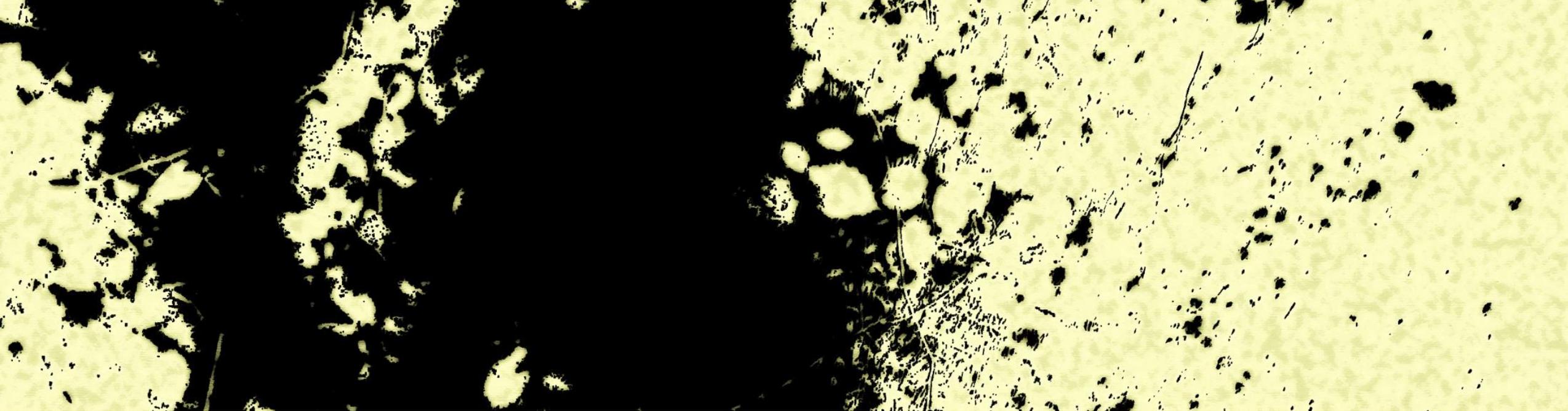


Une lumière naturelle parfois déjà trop forte...

A photograph showing a bright, circular light source, likely the sun or moon, positioned just above a dark, silhouetted horizon line. The background is a dark, textured sky, possibly showing some light pollution or atmospheric haze. The overall scene is dark, with the light source being the primary point of interest.

*Le cycle lunaire influence l'activité des espèces nocturnes
(jusqu'à l'inhibition chez certains animaux)*

Ex : Prugh & Golden 2014, Mougeot & Bretagnolle 2000



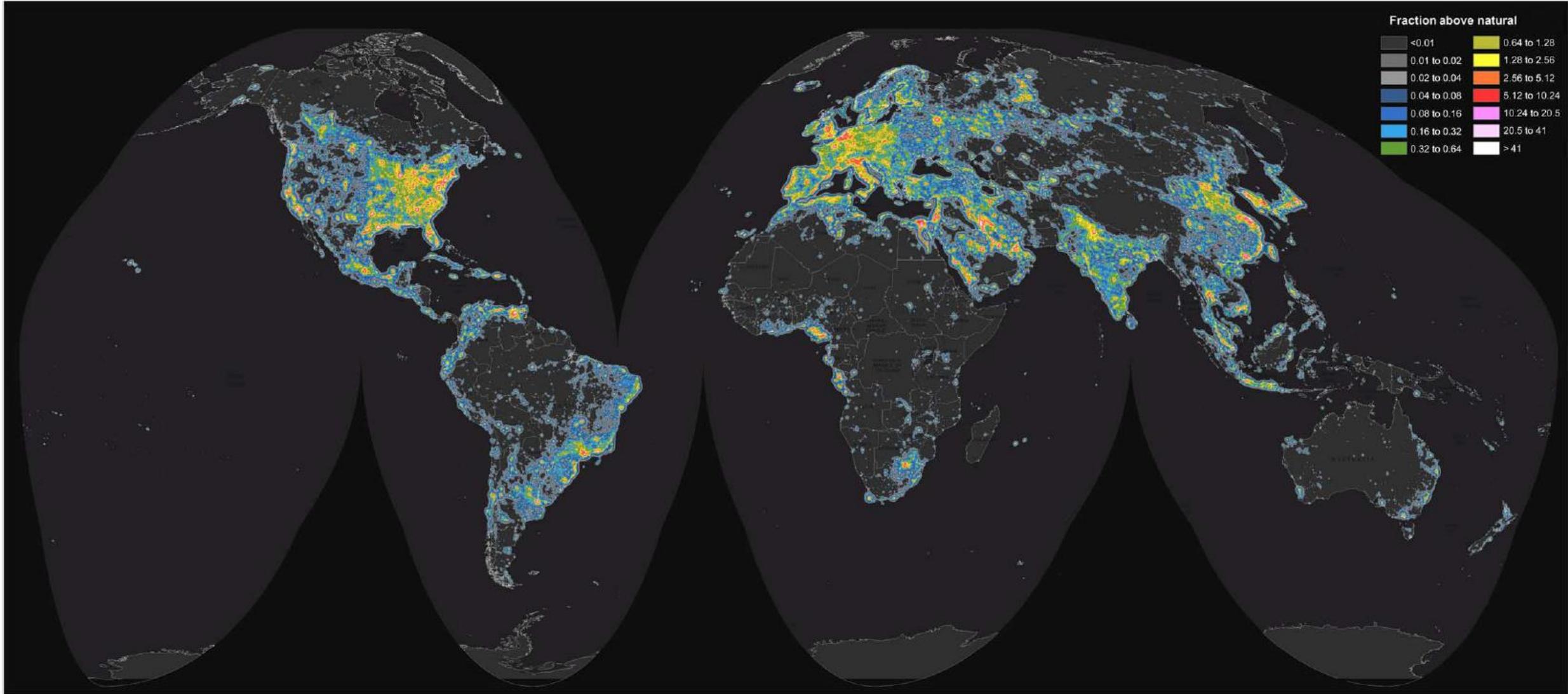
L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL NOCTURNE

L'être humain, animal diurne produit de la lumière artificielle la nuit pour prolonger son activité dans l'obscurité

Vivre la nuit est un luxe lorsque l'on est biologiquement diurne...



Une pollution lumineuse planétaire



Falchi *et al.*, 2016

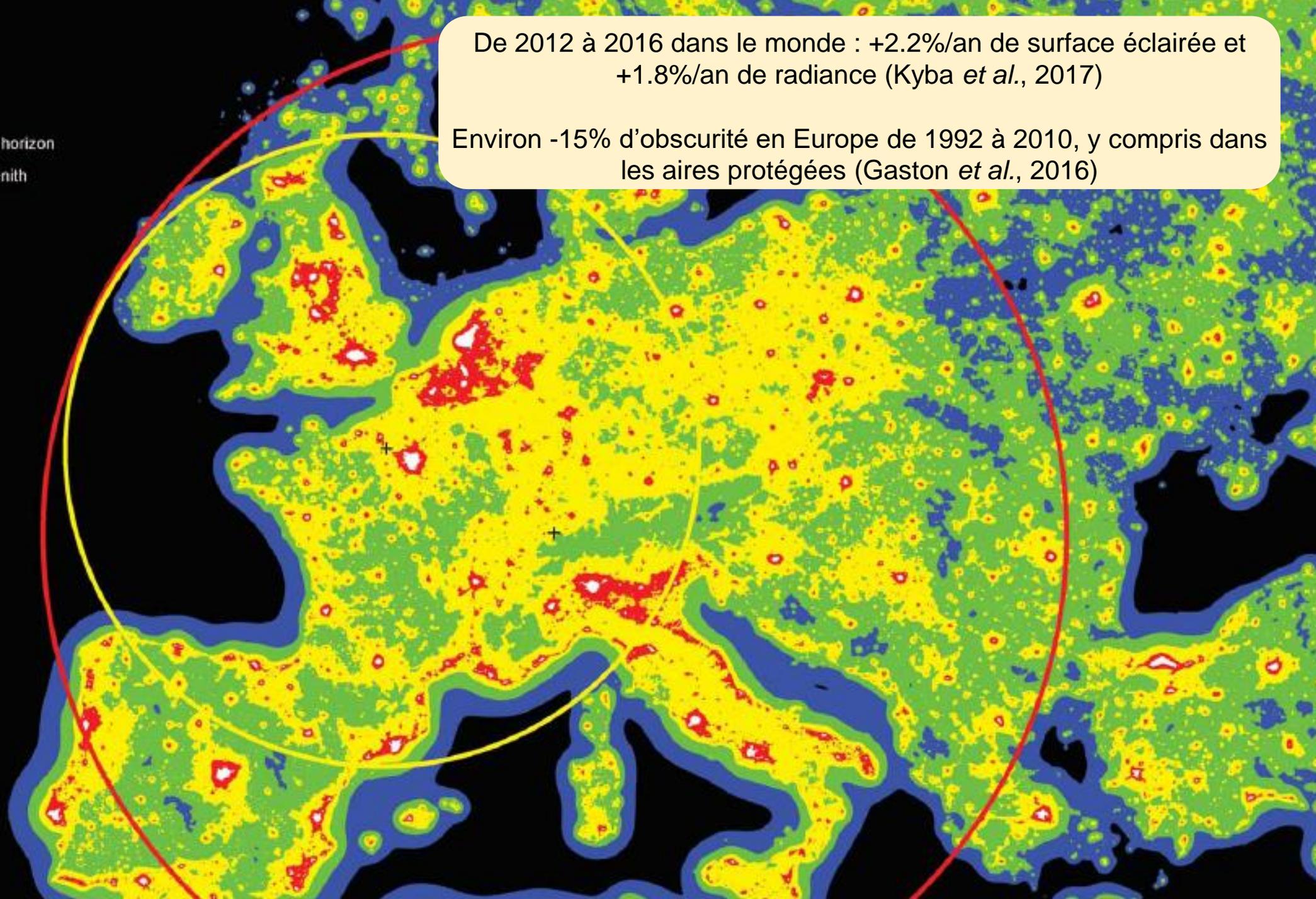
Visual impacts

- Pristine sky
- Degraded near the horizon
- Degraded to the zenith
- Natural sky lost
- Milky Way lost
- Cones active

De 2012 à 2016 dans le monde : +2.2%/an de surface éclairée et +1.8%/an de radiance (Kyba *et al.*, 2017)

Environ -15% d'obscurité en Europe de 1992 à 2010, y compris dans les aires protégées (Gaston *et al.*, 2016)

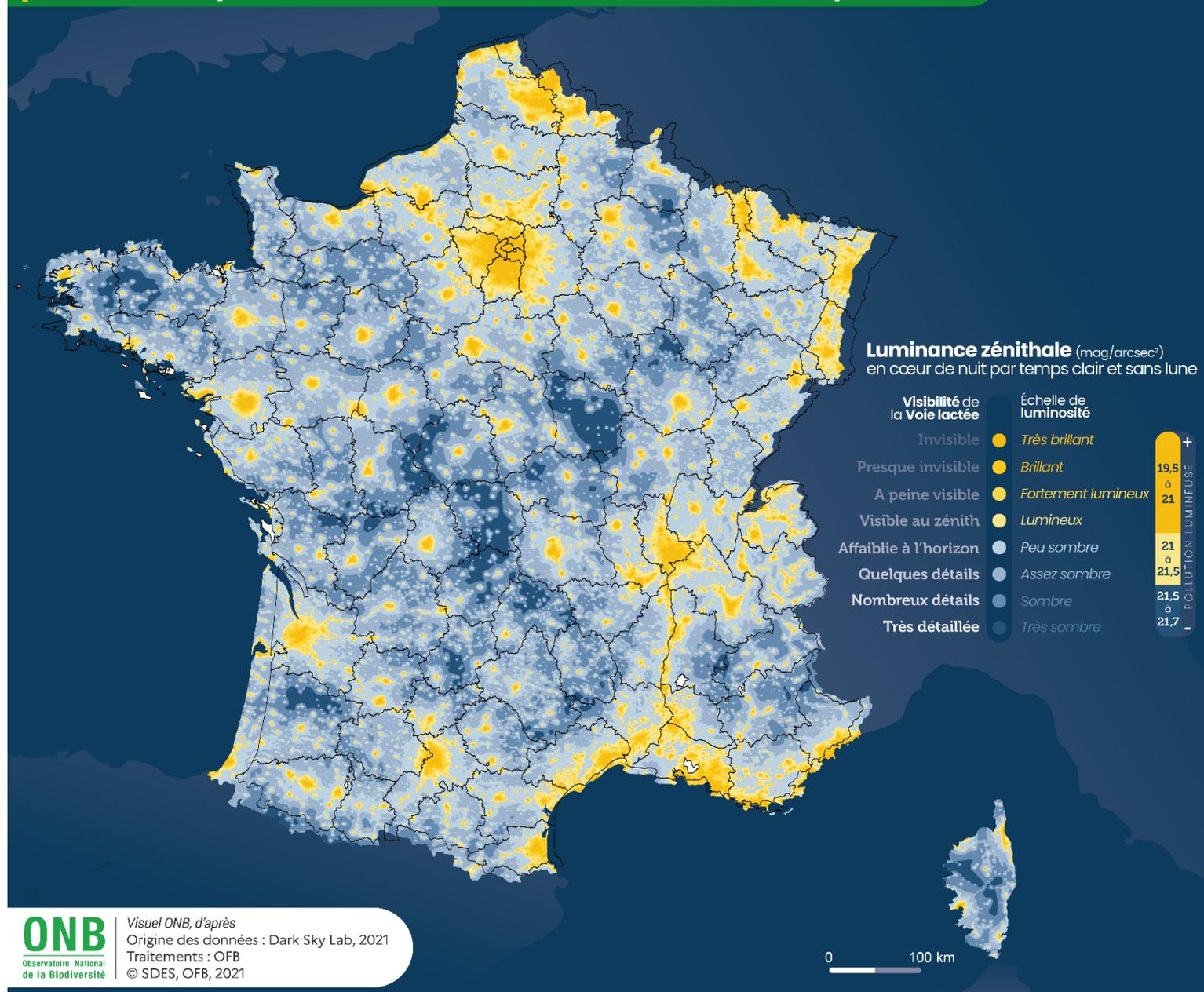
Falchi *et al.*,
2016



Indicateur national ONB

85% du territoire métropolitain fortement à très fortement impacté

Niveau de pollution lumineuse en France métropolitaine



Cette pollution lumineuse prend différentes formes

=> Pour la biodiversité le problème dépasse largement les enjeux de ciel étoilé

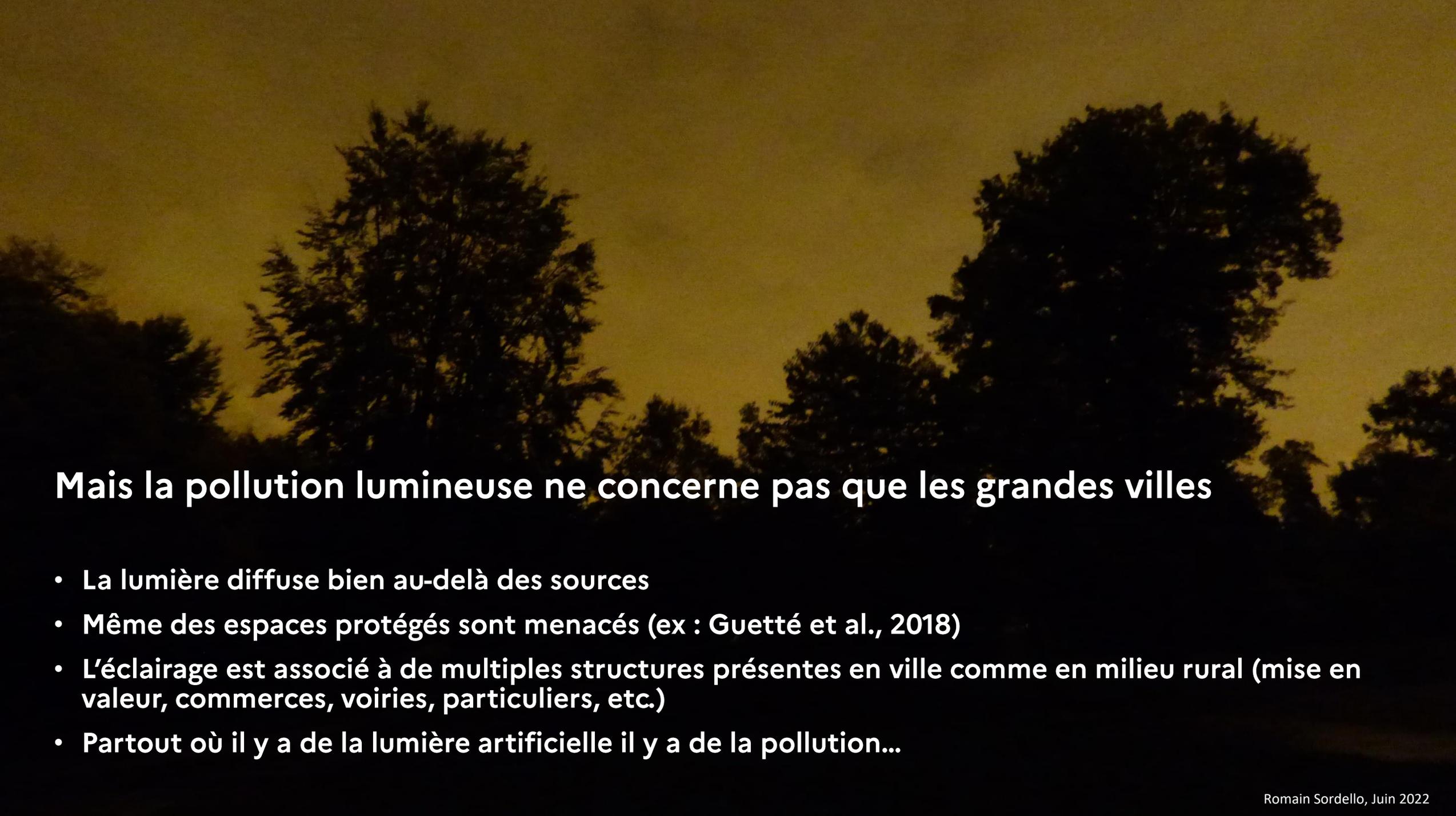
- De la lumière directe (éblouissement)
- De la lumière précise (points lumineux)
- De la lumière ambiante (luminosité)
- De la lumière projetée (sol, eau)
- De la lumière diffuse (halo, skyglow)

Sordello 2017
Vertigo



Une pollution omniprésente en ville





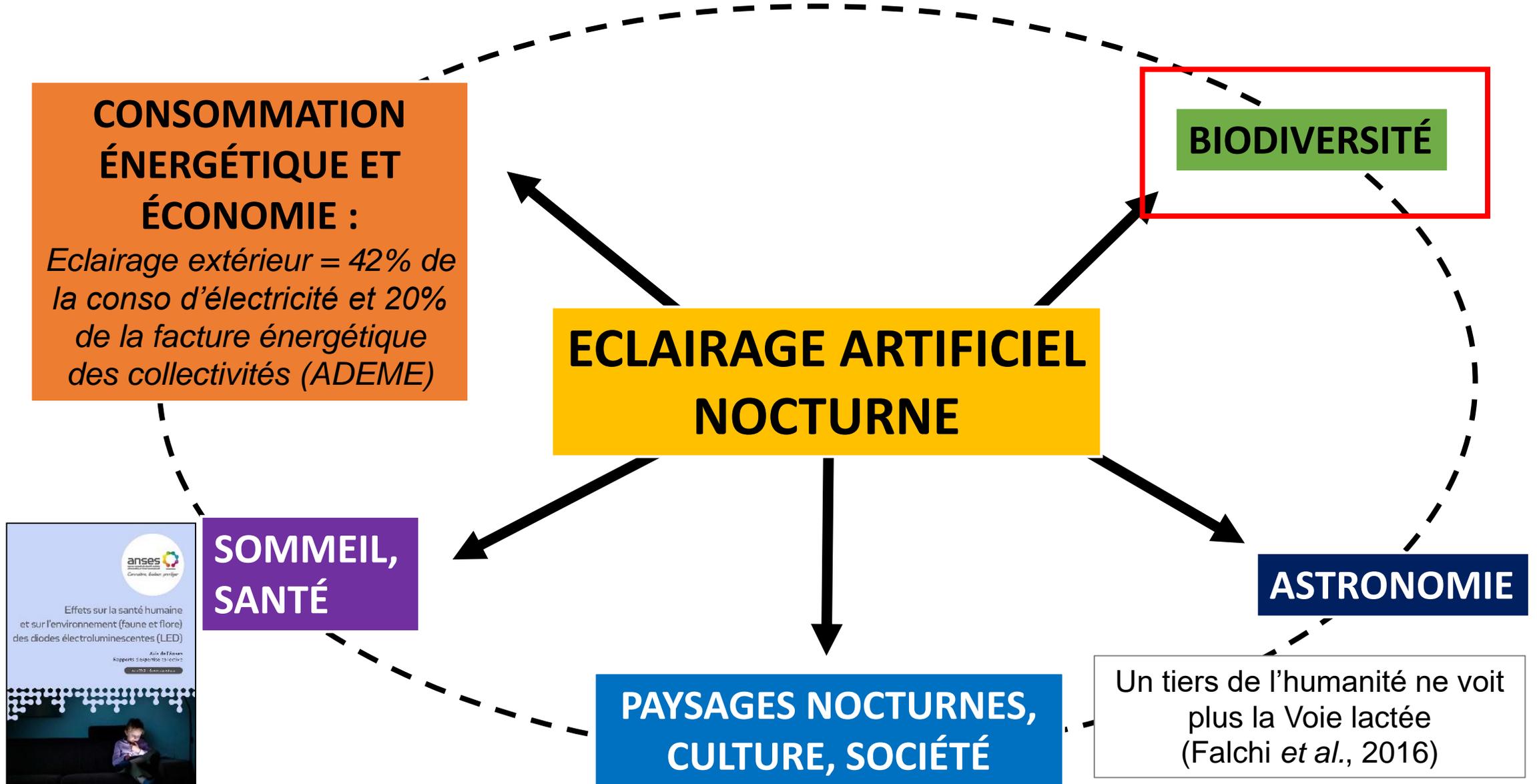
Mais la pollution lumineuse ne concerne pas que les grandes villes

- La lumière diffuse bien au-delà des sources
- Même des espaces protégés sont menacés (ex : Guetté et al., 2018)
- L'éclairage est associé à de multiples structures présentes en ville comme en milieu rural (mise en valeur, commerces, voiries, particuliers, etc.)
- Partout où il y a de la lumière artificielle il y a de la pollution...

La lumière fait
partie d'un cocktail
de pressions
physiques et
sensorielles pour
les êtres vivants



La pollution lumineuse, un sujet transversal



Lumières intrusives



Près d'1/4 des répondants sont exposés à l'éclairage public

Q45 : Votre chambre est-elle exposée à l'éclairage public, même lorsque les volets sont fermés ?

Base totale : 1008 répondants

En %

24% des français déclarent être exposés à l'éclairage public dans leur chambre



76% ne sont pas exposés

Profil « exposés à l'éclairage public »

- + Nord Est (33%)
- + Centre ville (31%)
- Zone résidentielle (18%)

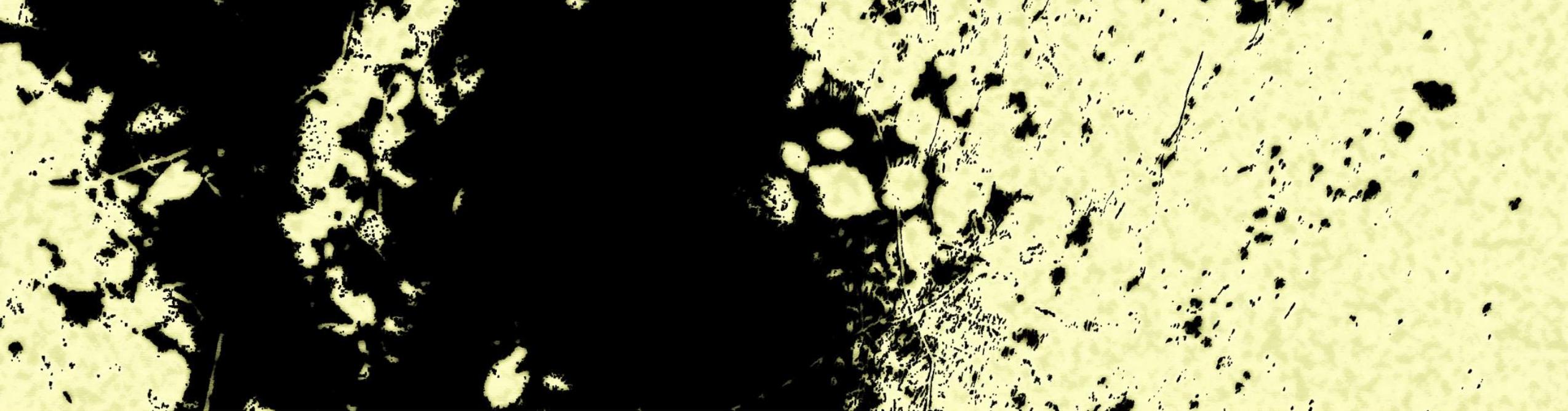
mgen⁺

INSV

OpinionWay pour l'INSV - Enquête sommeil 2013

Arrêté ministériel du 27/12/2018 Art. 3

5° Les installations d'éclairage ne doivent pas émettre de lumière intrusive excessive dans les logements quelle que soit la source de cette lumière.

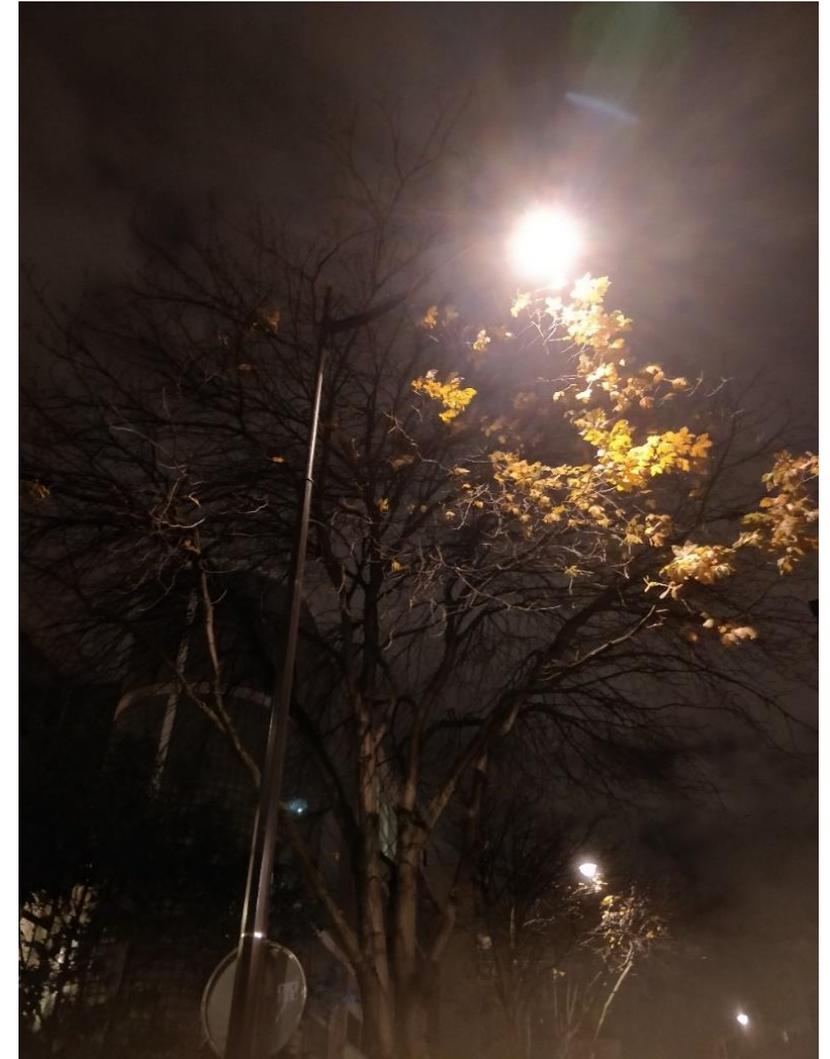
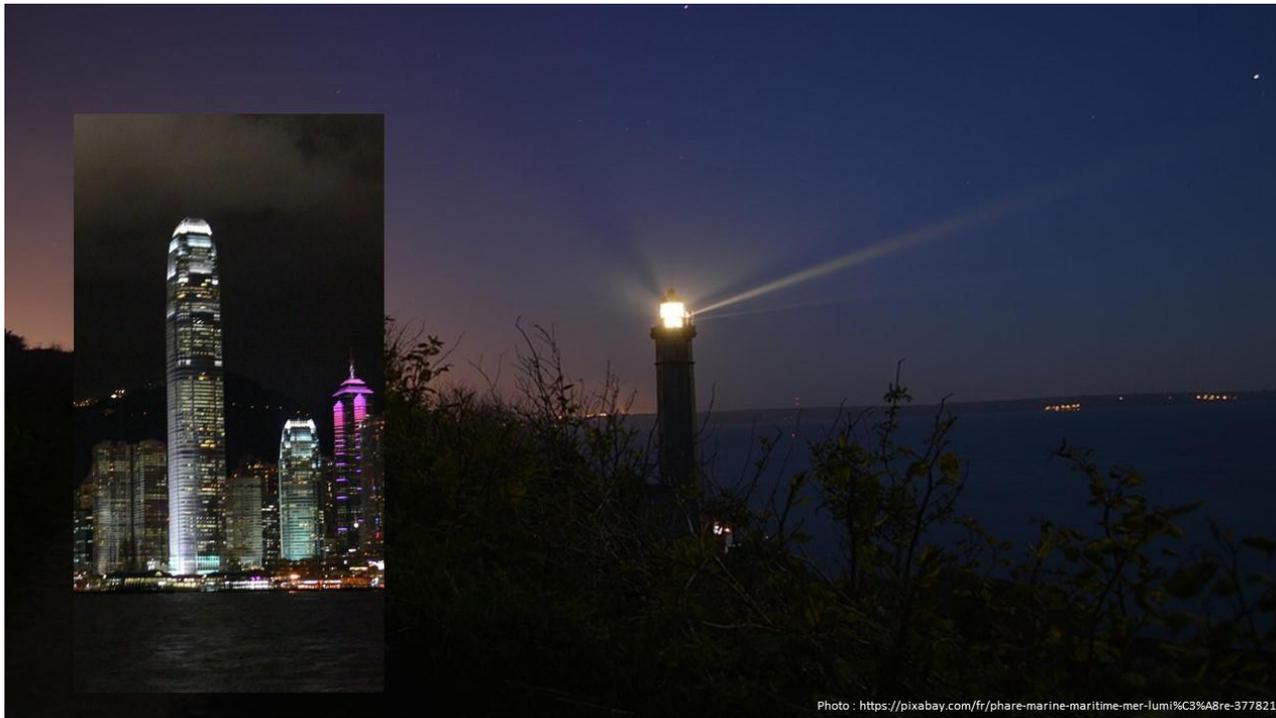


QUELS IMPACTS SUR LA
BIODIVERSITÉ ?

Des impacts désormais largement documentés, pour certains depuis plus d'un siècle

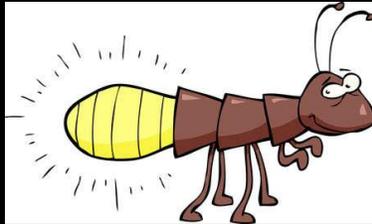
Exemples :

- collisions d'oiseaux contre tours éclairées (Kumlien, 1888)
- retard dans la tombée des feuilles (Matzke 1936)



Un pouvoir élémentaire : le phototactisme

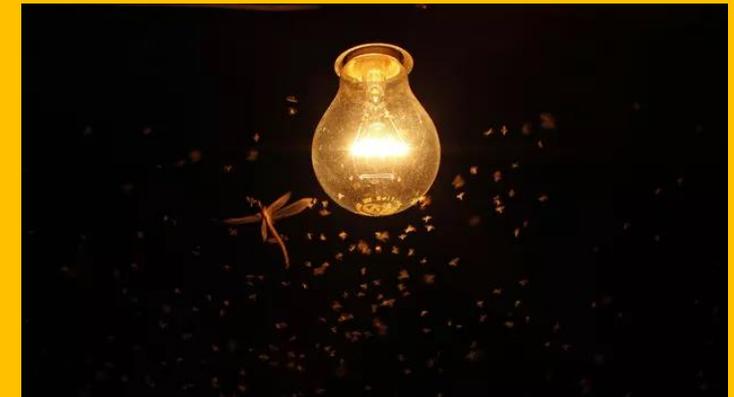
Répulsion

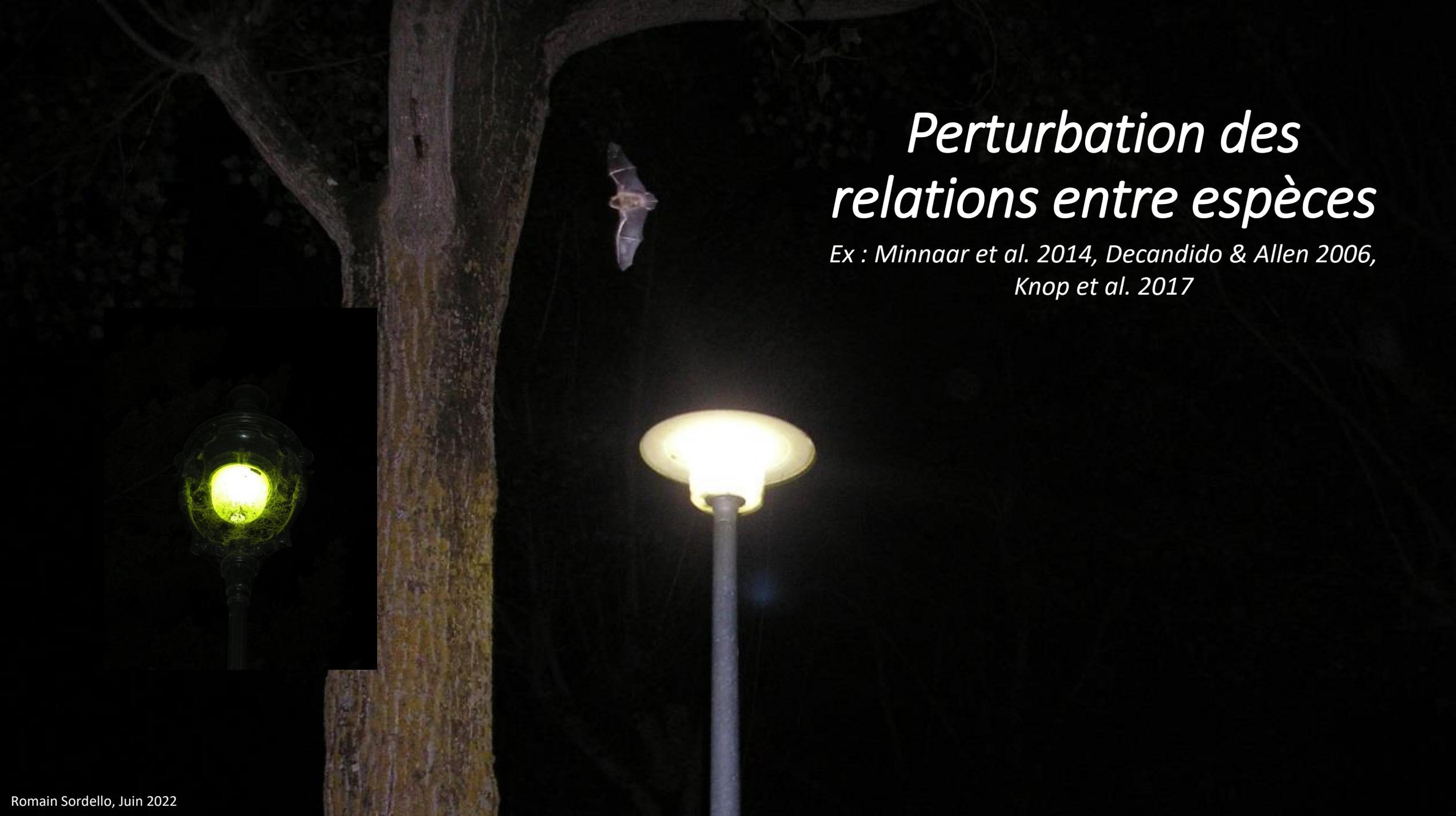


Action à distance !



Attraction



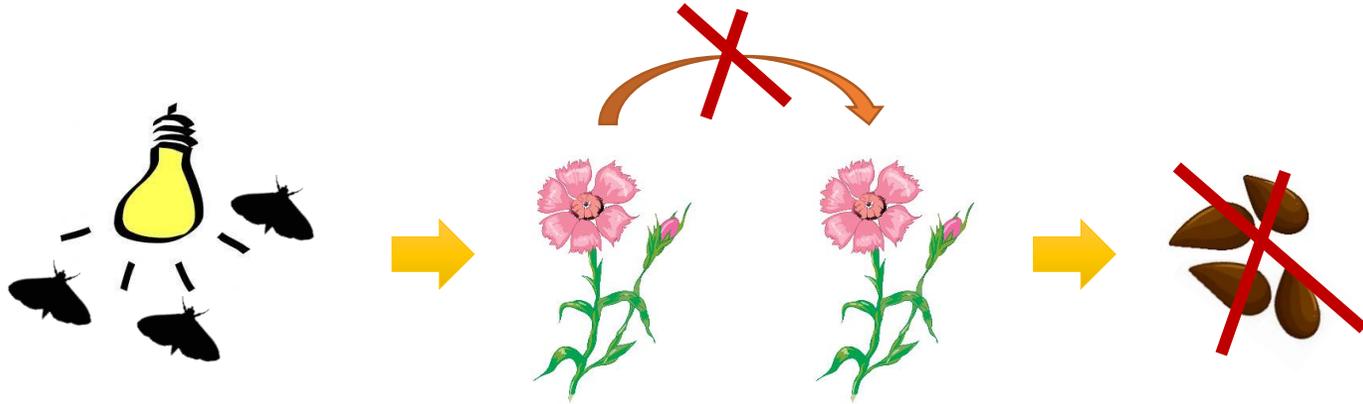


Perturbation des relations entre espèces

Ex : Minnaar et al. 2014, Decandido & Allen 2006, Knop et al. 2017

Perturbation de la pollinisation

90% des plantes à fleurs sont pollinisées par des insectes...



- ⇒ Baisse succès reproducteur des plantes (jusqu'à 13% de fruits en moins)
- ⇒ Diminution du brassage génétique et viabilité des populations
- ⇒ Dégradation des services écosystémiques (agriculture)

Ex : Knop et al. 2017, Mac Gregor et al. 2016, Giavi et al. 2020, 2021

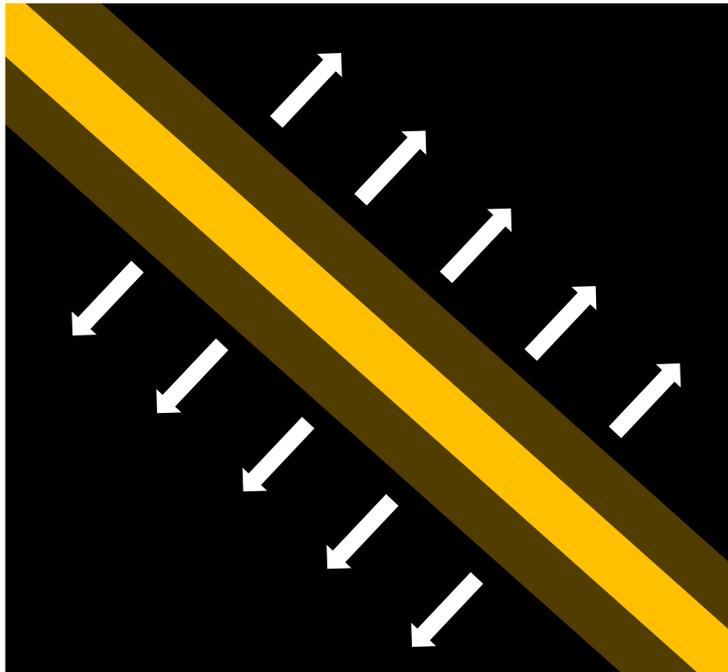


Fragmentation et mitage nocturne



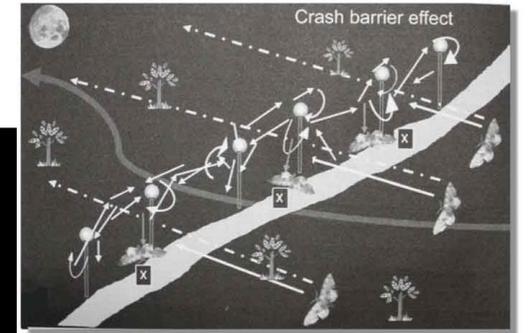
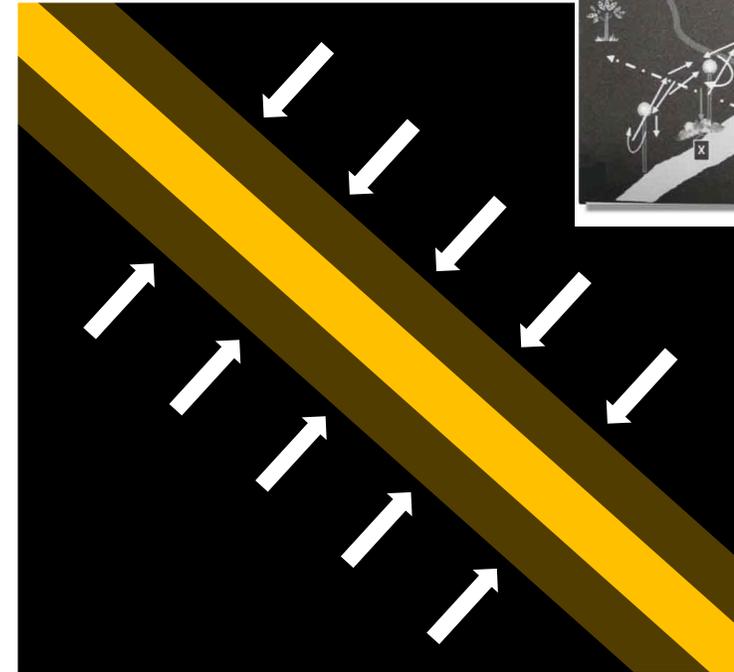
Deux types de fragmentation en fonction du phototactisme

Fragmentation par répulsion



Mammifères terrestres : Bliss-Ketchum et al., 2016
Amphibiens : Van Grunsven et al., 2017

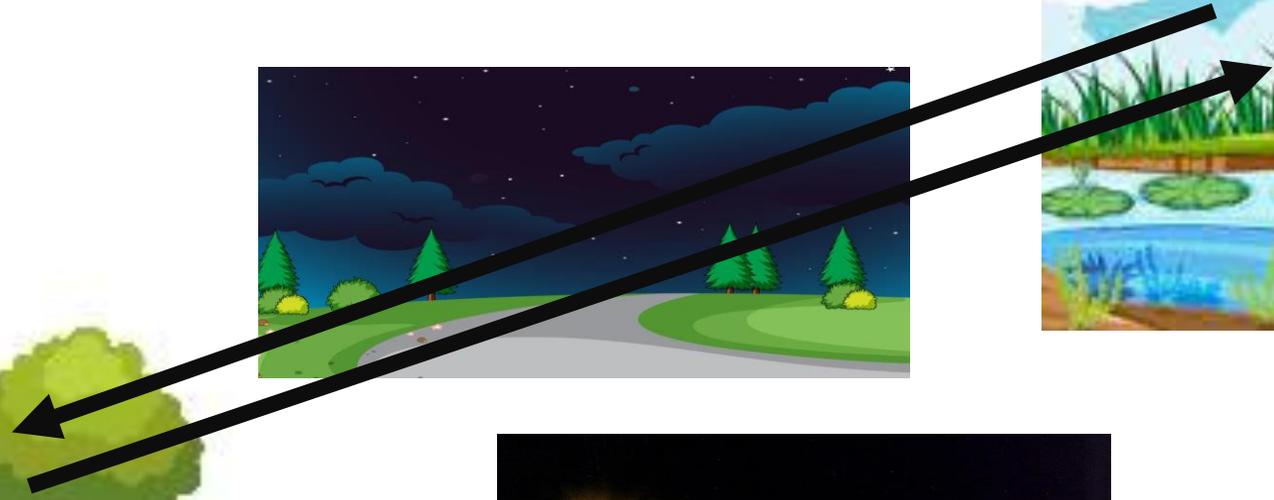
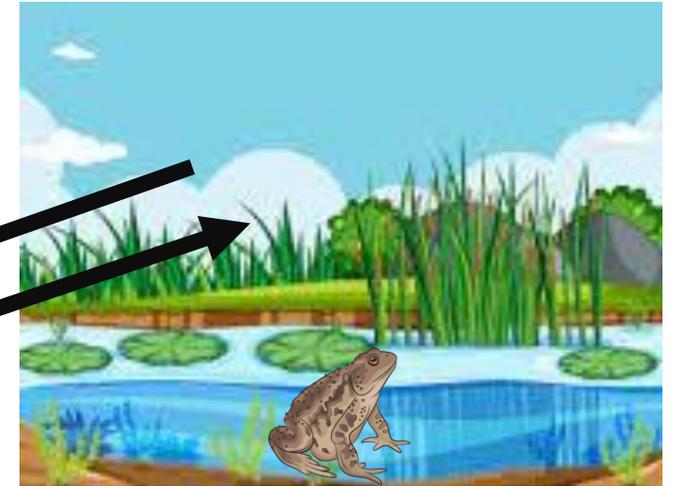
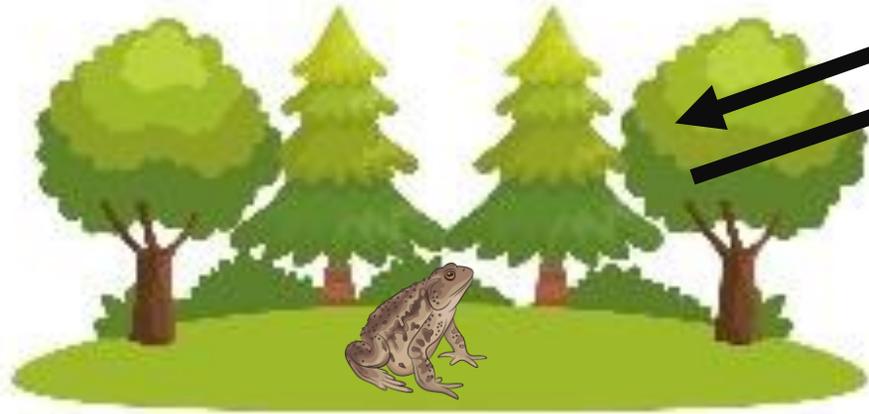
Fragmentation par absorption



« crash barrier/vacuum effect »
Théorisé dès 2006 pour les insectes par Eisenbeis

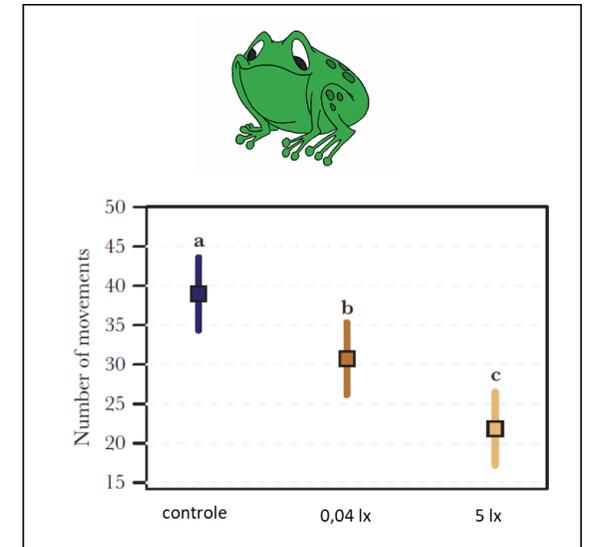
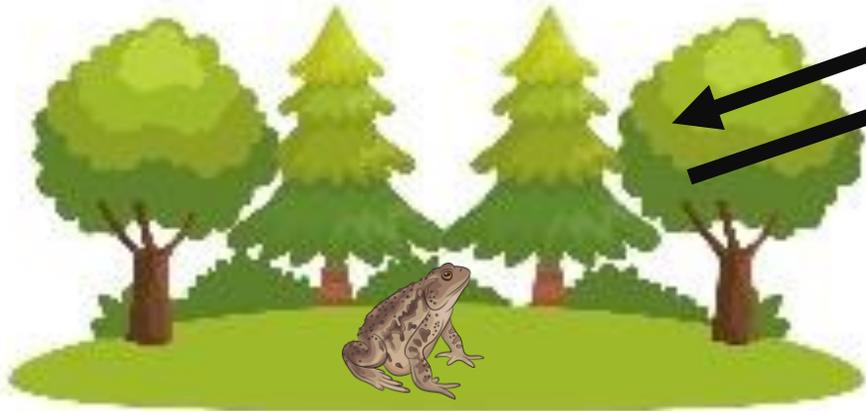
Migration entravée pour les crapauds

Van Grunsven et al., 2017



Migration entravée pour les crapauds

Van Grunsven et al., 2017

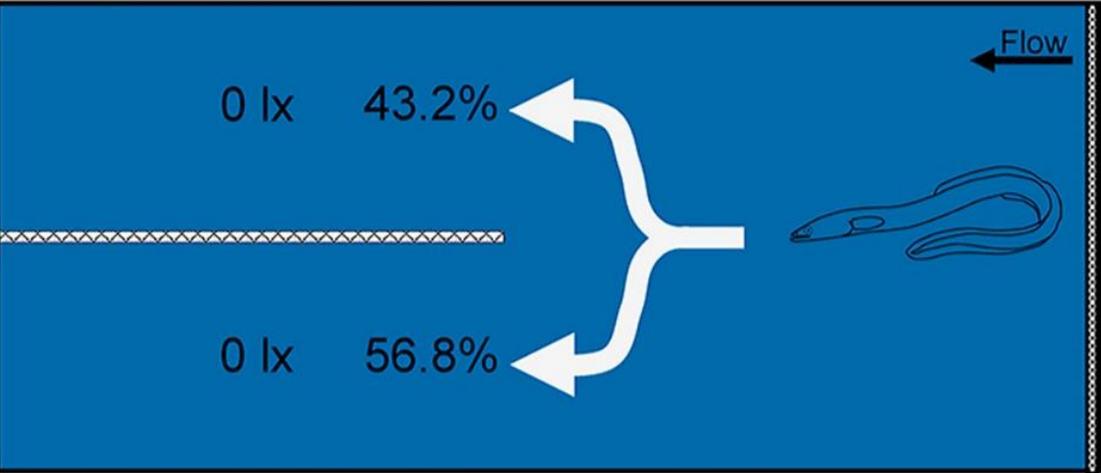


Secondi et al., 2021

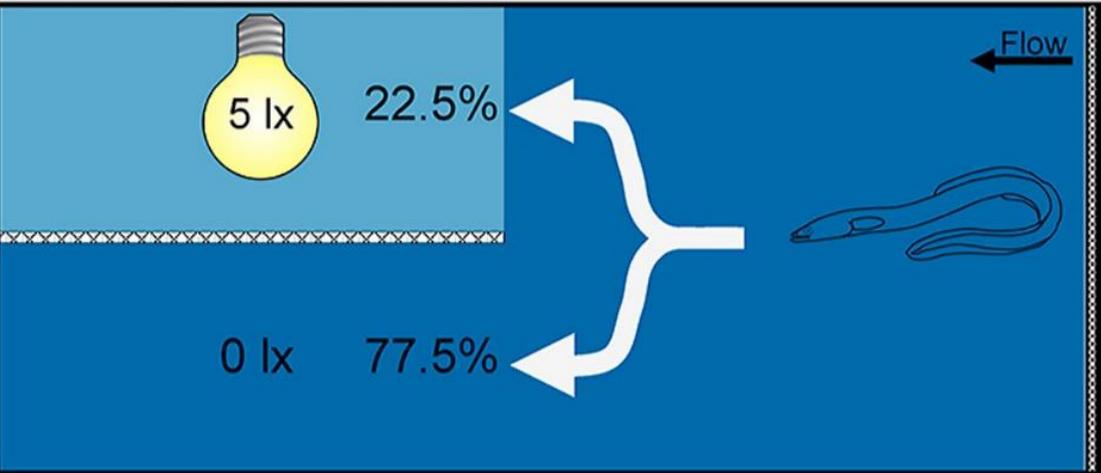
Fragmentation des milieux aquatiques

La lumière, un frein aux déplacements des anguilles

Dark night - both routes unlit

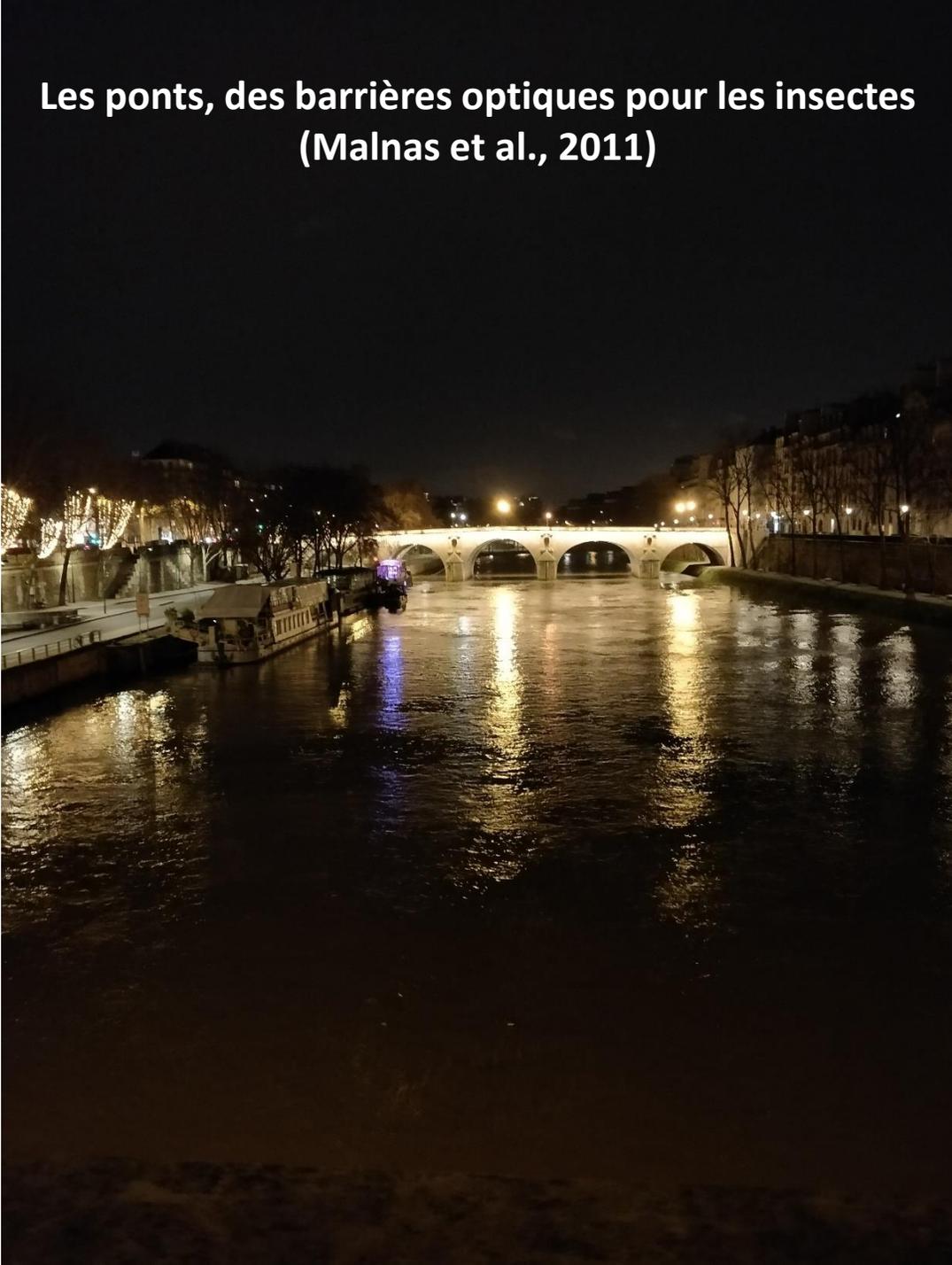


Artificial light at night (ALAN) - one route illuminated



Vowles & Kemp et al., 2021

Les ponts, des barrières optiques pour les insectes (Malnas et al., 2011)



La lumière artificielle perturbe les cycles du vivant

chez la flore

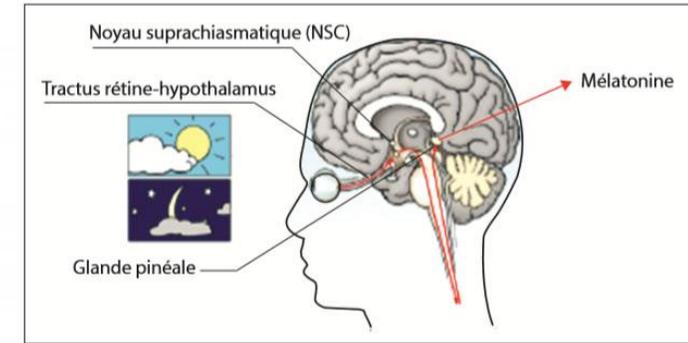
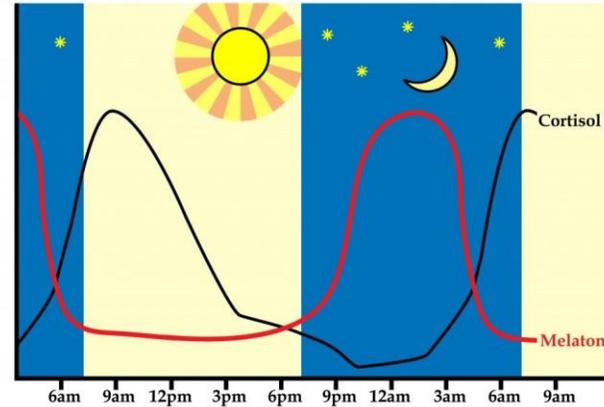
et

chez la faune

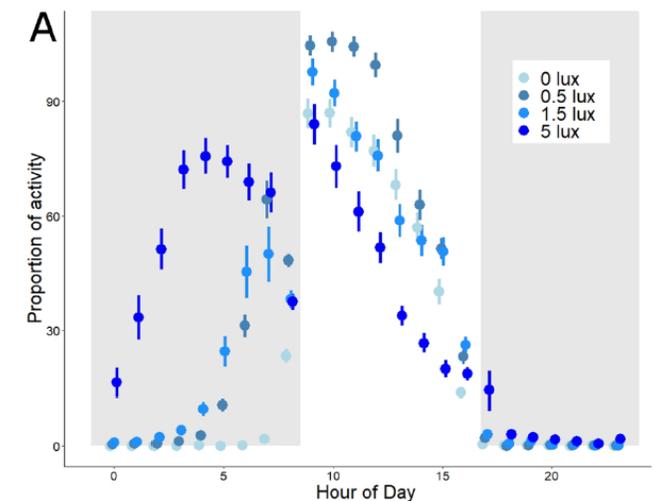
Ex : Matzke 1936, Ffrench-Constant et al. 2016

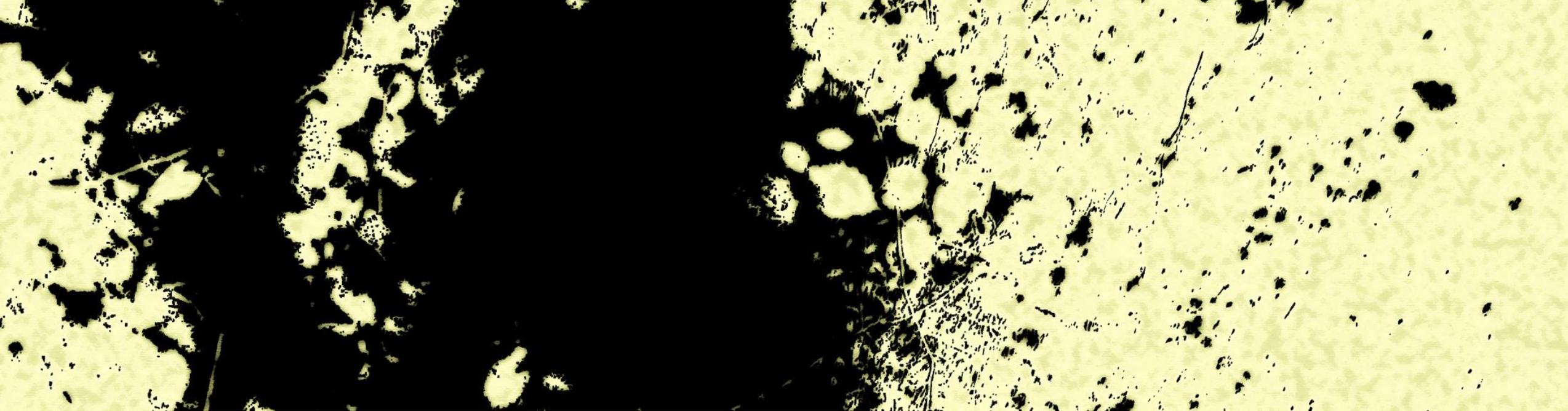


Décalage de 13 à 22 jours de la perte des feuilles des arbres en ville
Skvareninova et al., 2017



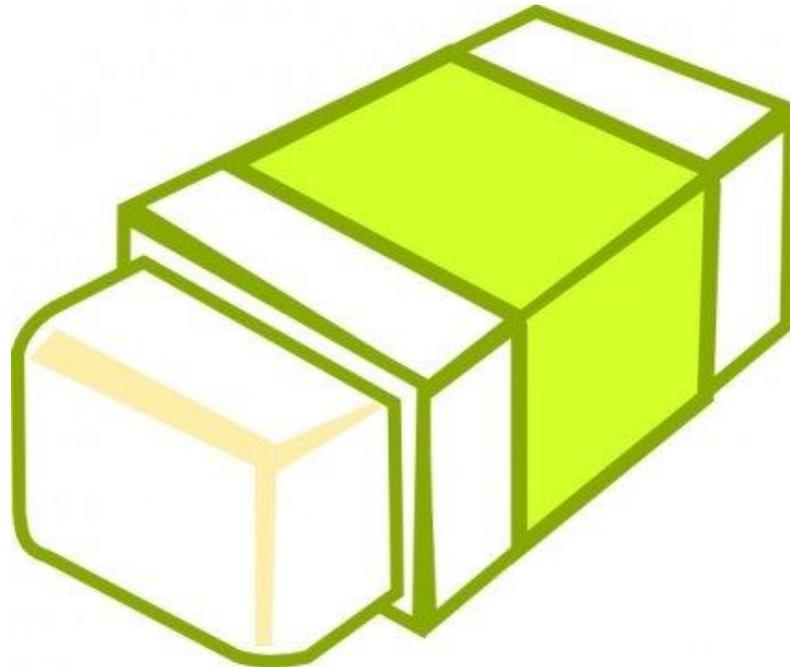
Dominoni et al., 2022



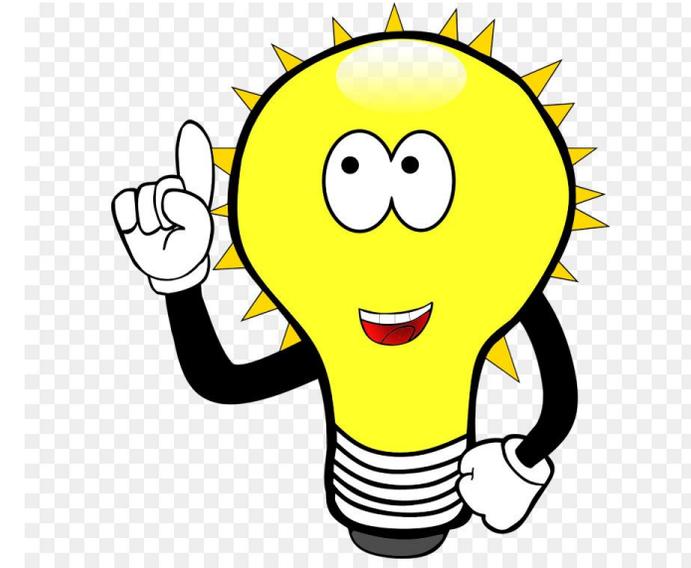


QUELLES SOLUTIONS ?

Bonne nouvelle : la pollution lumineuse est **réversible**
(contrairement à d'autres pollutions)



La première réponse doit être la
SOBRIETE DE L'ECLAIRAGE



et pas uniquement la
sobriété énergétique

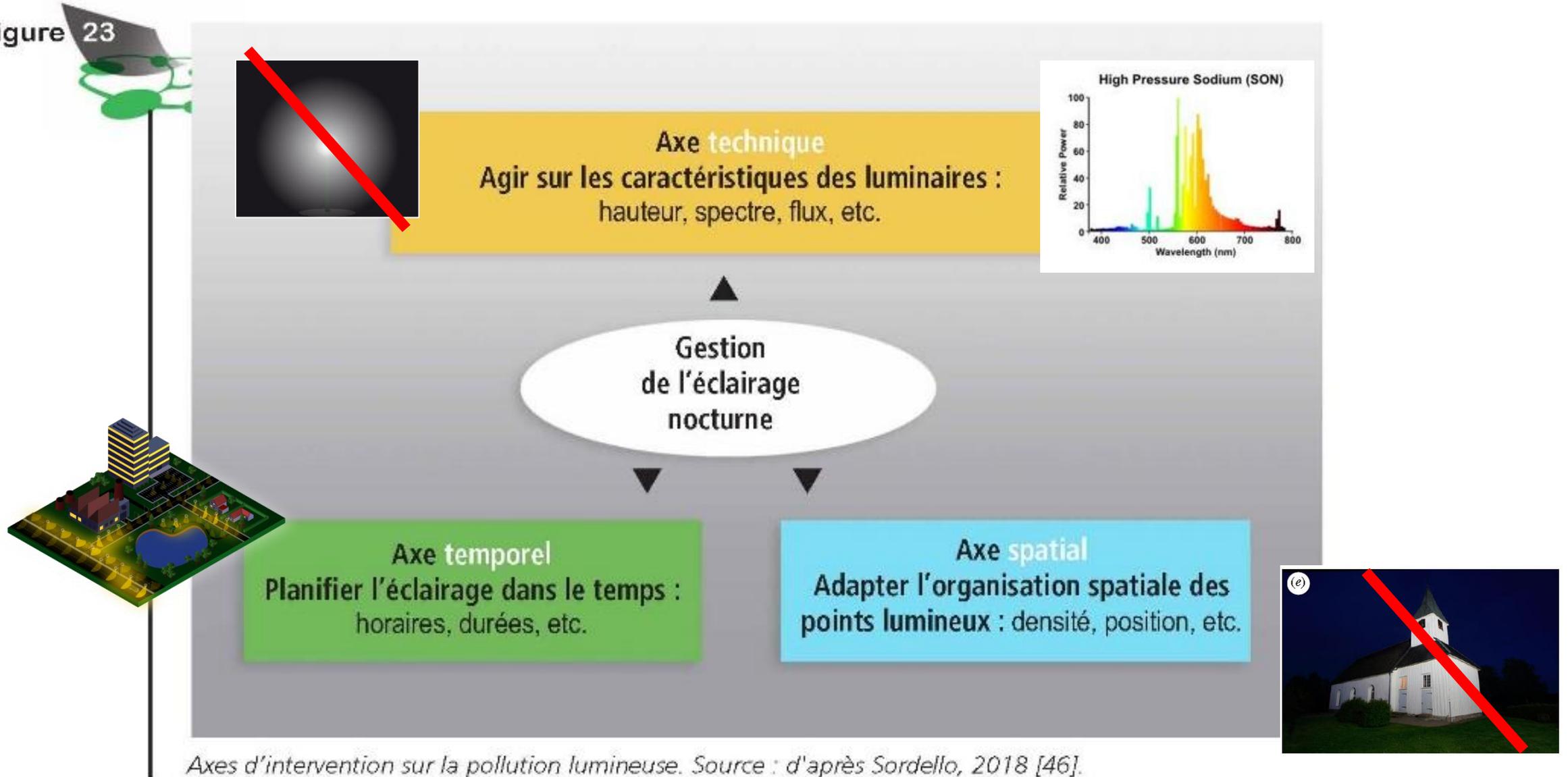


Se questionner sur l'**opportunité** même d'éclairer
=> **alternatives** : éclairages passifs, portables, etc.



Si le choix d'éclairer est fait (besoin) : éclairer ce qu'il faut, quand il faut, où il faut

Figure 23



Axes d'intervention sur la pollution lumineuse. Source : d'après Sordello, 2018 [46].

Une réglementation qui se met en place depuis plus de 10 ans

- **Lois Grenelle 2009/2010 et décret « fondateur » du 12/07/2011**
- **Décret sur les enseignes et les publicités lumineuses du 30/01/2012**
 - Entré en vigueur le 01/07/2012, délai de mise en conformité échu (01/07/2018)
 - **Extinction entre 1h et 6h du matin** (nuances en fonction de la taille des communes)
- **Arrêté ministériel sur les vitrines, bâtiments non résidentiels et bureaux du 25/01/2013**
 - **Abrogé car repris dans l'arrêté 2018**
- **Loi Biodiversité, Nature et Paysages du 08/08/2016**
 - Reconnaissance de la **dimension nocturne** de l'environnement et des paysages
 - **TVB** : Prise en compte de la gestion de la lumière artificielle la nuit
 - Pollution lumineuse **sous-marine**
- **Deux arrêtés ministériels du 27/12/2018**
 - En réaction à une condamnation de l'Etat suite à plainte d'ONG
 - Désignation de **sites astronomiques** « d'importance nationale »
 - **Prescriptions techniques** par catégories d'usages sur les différents paramètres de l'éclairage (Horaires, Température de couleur, ...)

Des éclairages très divers (ici les catégories reconnues par la réglementation)



a) Eclairage sécurité/confort (notamment rues)



Enseignes/Publicités lumineuses (décret)



b) Monuments



e) Parcs de stationnements



c) Structures sportives



b) Parcs et jardins



g) Chantiers

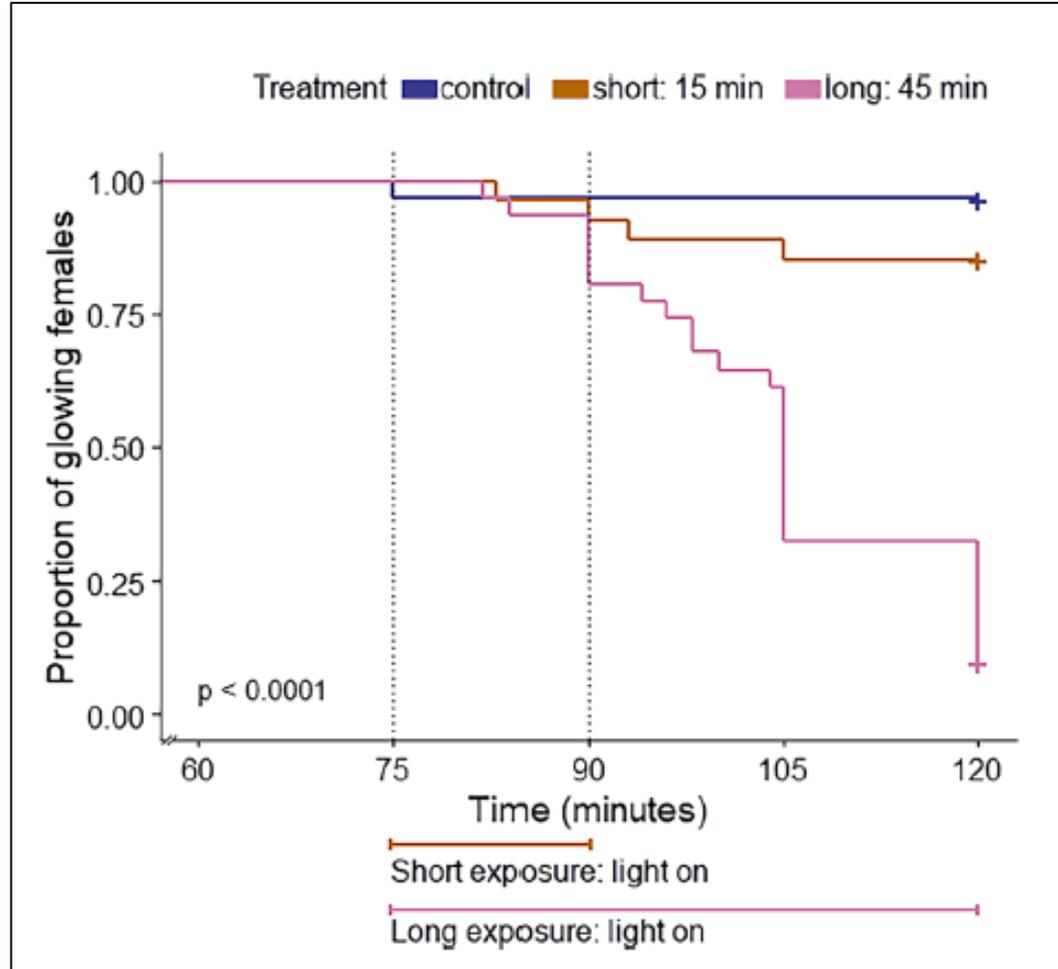


d) Bureaux/Vitrines

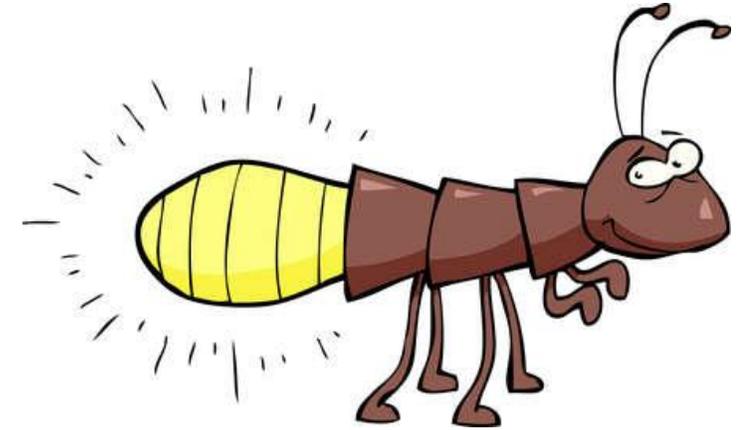


f) Evènementiels

Réduire au maximum l'éclairage en durée



Elgert et al. 2020



Les femelles de vers lumineux ont plus de probabilité de cesser leur bioluminescence lorsque l'éclairage est maintenu longtemps (> 15 min)

Quelques règles par catégories d'usage

- Eclairage de voirie / Parking :
Limitation ULR, T° Couleur,
Quantité de lumière, Cône restreint,
Extinction des parking
- Parcs et jardins : Extinction à 1h,
Quantité de lumière
- Bâtiments non résidentiels :
Extinction à 1h/7h, T° couleur,
Quantité de lumière
- Vitrites : Extinction 1h/7h
- Bureaux : Extinction 1h/7h
- Chantier : Extinction 1h/7h

Où ? Cas général, sur tout le territoire	Installations d'éclairage auxquelles les dispositions s'appliquent	ULR	Code Flux CIE n°3	Température de couleur	Densité surfacique de flux lumineux installé (lumen / m ²)	
					En agglomération	Hors agglomération
	Eclairages extérieurs (a)	< 1 % (données fabricant) < 4% sur luminaire installé	> 95 %	≤ 3000 K	< 35	< 25
	Mise en lumière des parcs et jardins (b)				< 25	< 10
	Éclairage des bâtiments non résidentiels (d)			≤ 3000 K	< 25	< 20
	Eclairage des parcs de stationnement (e)	< 1 % (données fabricant) < 4 % sur luminaire installé	> 95 %	≤ 3000 K	< 25	< 20

Icônes créées par freepik et ibrandify/freepik

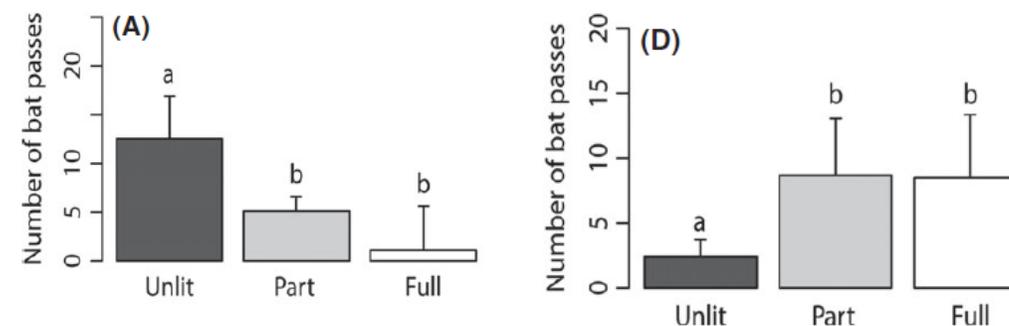
Réduire au maximum l'éclairage en durée

La coupure franche en cœur de nuit

- Plusieurs milliers de communes la pratiquent en France avec des modalités variables (totale, partielle)
- Essentiellement des communes rurales mais de plus en plus de villes moyennes et grandes s'y mettent (crise de l'énergie)
- Restauration du ciel étoilé immédiate, qualité du sommeil, économie d'énergie
- Biodiversité : Très peu d'évaluation. Bénéfice dépendant de l'horaire d'extinction pour les espèces crépusculaires (Azam *et al.*, 2016 ; Day *et al.*, 2015). Résultats encourageants (retour d'espèces lucifuges)



A = Murin / D = Pipistrelle



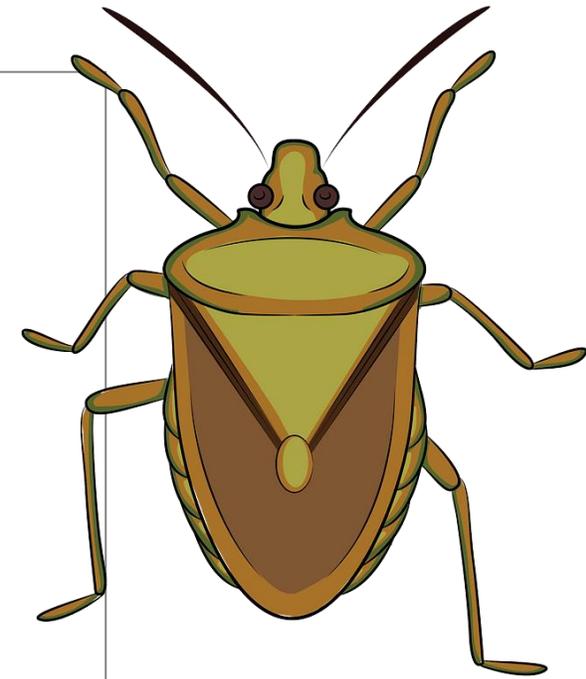
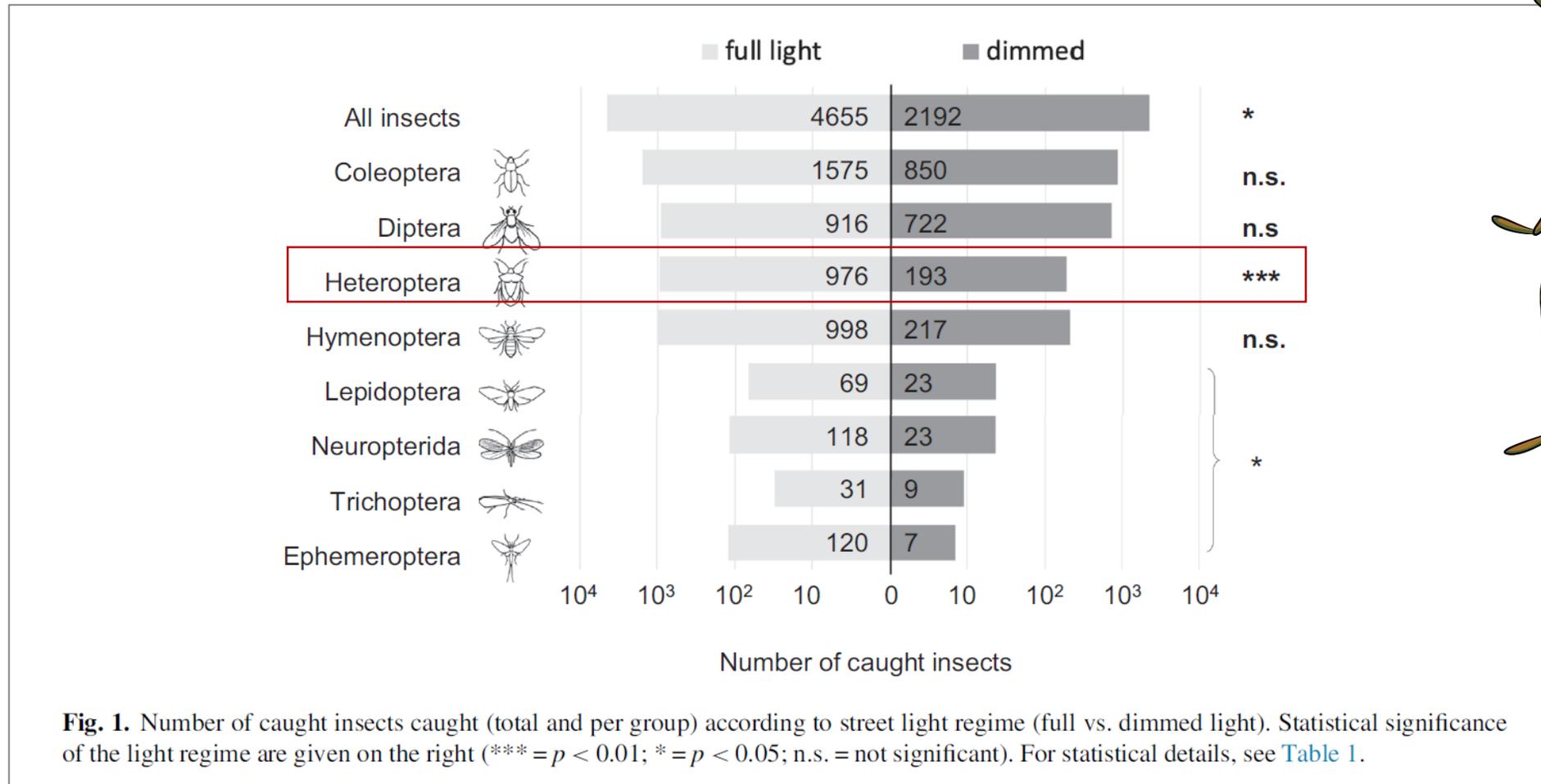
Azam *et al.*, 2015

Réduire au maximum l'éclairage en durée

L'éclairage intermittent

La technologie permet désormais de nuancer l'extinction (dimming, détection, etc.)

⇒ Quel bénéfice du dimming sur la biodiversité ?



Bolliger et al., 2020

Les milieux aquatiques :

interdiction pour tous d'éclairer directement les surfaces en eau



V. – Les installations d'éclairages visées à l'article 1^{er} n'éclairent pas directement les cours d'eau, le domaine public fluvial (DPF), les plans d'eau, lacs, étangs, le domaine public maritime (DPM) (partie terrestre et maritime),

Mise en valeur des clochers

Diminue la présence de
Chouette effraie (*Tyto alba*)

Étude sur 2768 églises en Pologne
(Zmihorski et al., 2020)

⇒ **Corrélation entre éclairage et
occupation des clochers pour
la Chouette effraie**

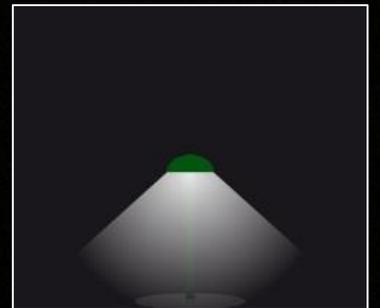
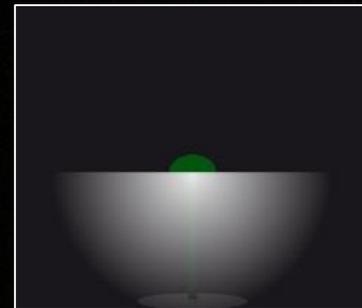
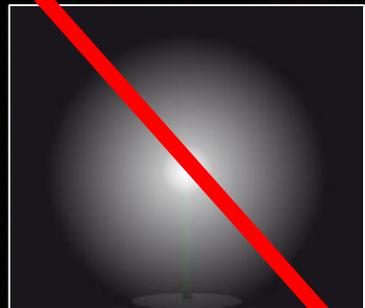
Et de Chauves-souris

Étude sur 110 églises
(Rydell et al., 2018)

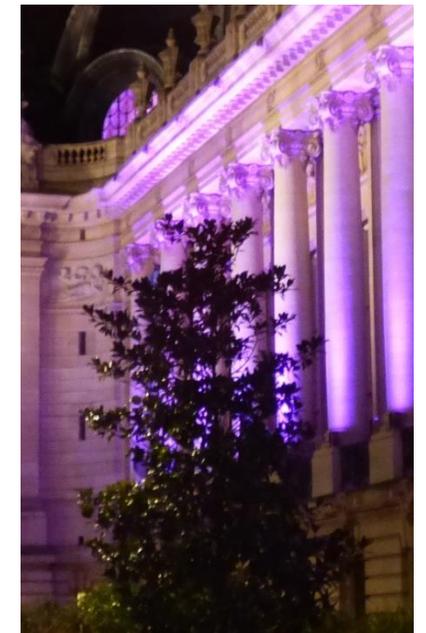
⇒ **Deux à trois fois moins de
clochers occupés par des
colonies lorsqu'ils sont éclairés**



Règlementation : quantité au-dessus horizontale <4% sur site pour les éclairages a et e (parkings)

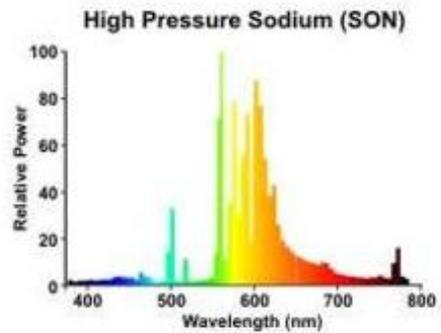


La composition de la lumière (couleurs)

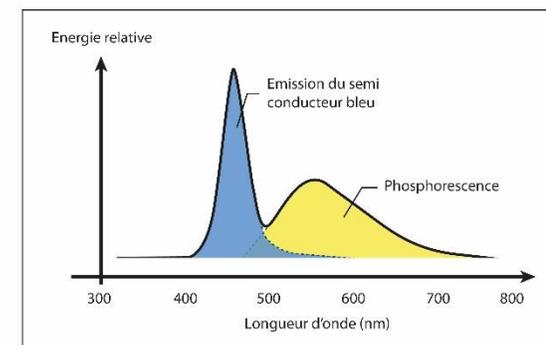
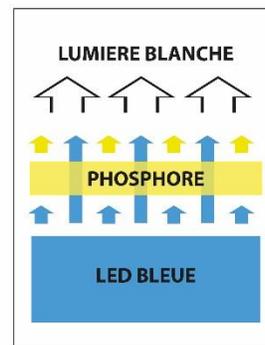
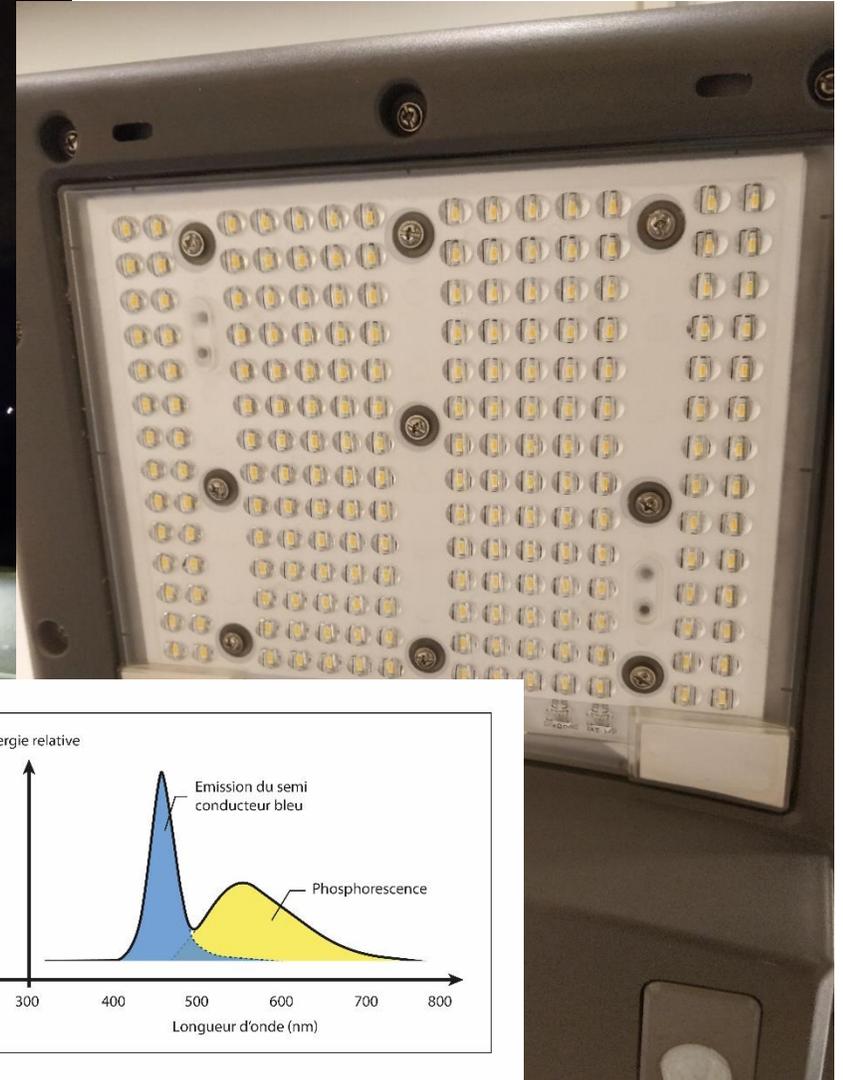


A l'échelle mondiale, la pollution lumineuse change de ton...

Lampes à décharge
Par exemple à vapeur de Sodium



Diode Electro Luminescente (LED)
Composants électroniques



Quelle composition spectrale privilégier ?

- Privilégier les spectres étroits situés dans l'ombre => T entre 1700 et 2200 K
- Règlementation impose 3000 K max. pour certains éclairages, moins dans certains espaces naturels
- Le Sodium était clairement un atout sur ce point => évaluer la pertinence de rénover...



Les LED : Comment appréhender cette nouvelle technologie ?

Principaux avantages



- Economie d'énergie



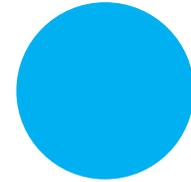
- Possibilités de pilotage



- Lumière plus ciblée

Principaux inconvénients

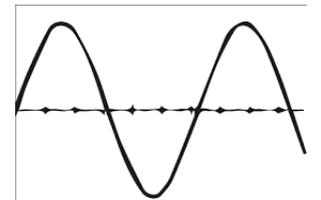
- Proportion de bleue potentiellement forte



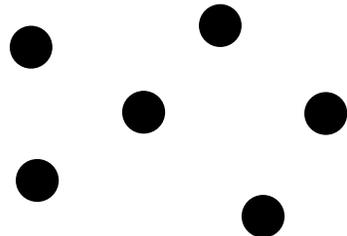
- Risque d'éblouissement pour la faune



- Effet « papillonnement »



- Effet « rebond » (multiplication des points lumineux à moindre couts)



En tant que particulier

N'importe qui peut désormais être producteur de lumière avec des éclairages :

- de plus en plus puissants
- bon marché
- sans consommation électrique (solaire)

⇒ Le « progrès » technique n'incite pas à la sobriété (effet rebond)

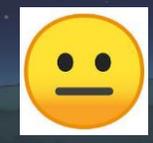
⇒ Ne pas céder à la facilité



L'éclairage privé se déploie énormément et tend à dégrader les efforts que font les collectivités...



- Installer le moins de sources lumineuses possibles
- Minimiser les puissances
- Ne pas orienter les sources vers le ciel
- Eclairer les surfaces utiles, éviter les éclairages « d’ambiance »



- Ne pas éclairer l’eau, ni la végétation
- Privilégier les couleurs ambres
- Eteindre quand on n’y est pas / Débrancher les détecteurs de présence



Merci pour votre attention

