

Séminaire en ligne  
29 juin 2021, 15h00–18h00

Invitation



►  
**Les territoires  
de nuit**

Gérer la lumière, penser l'obscurité



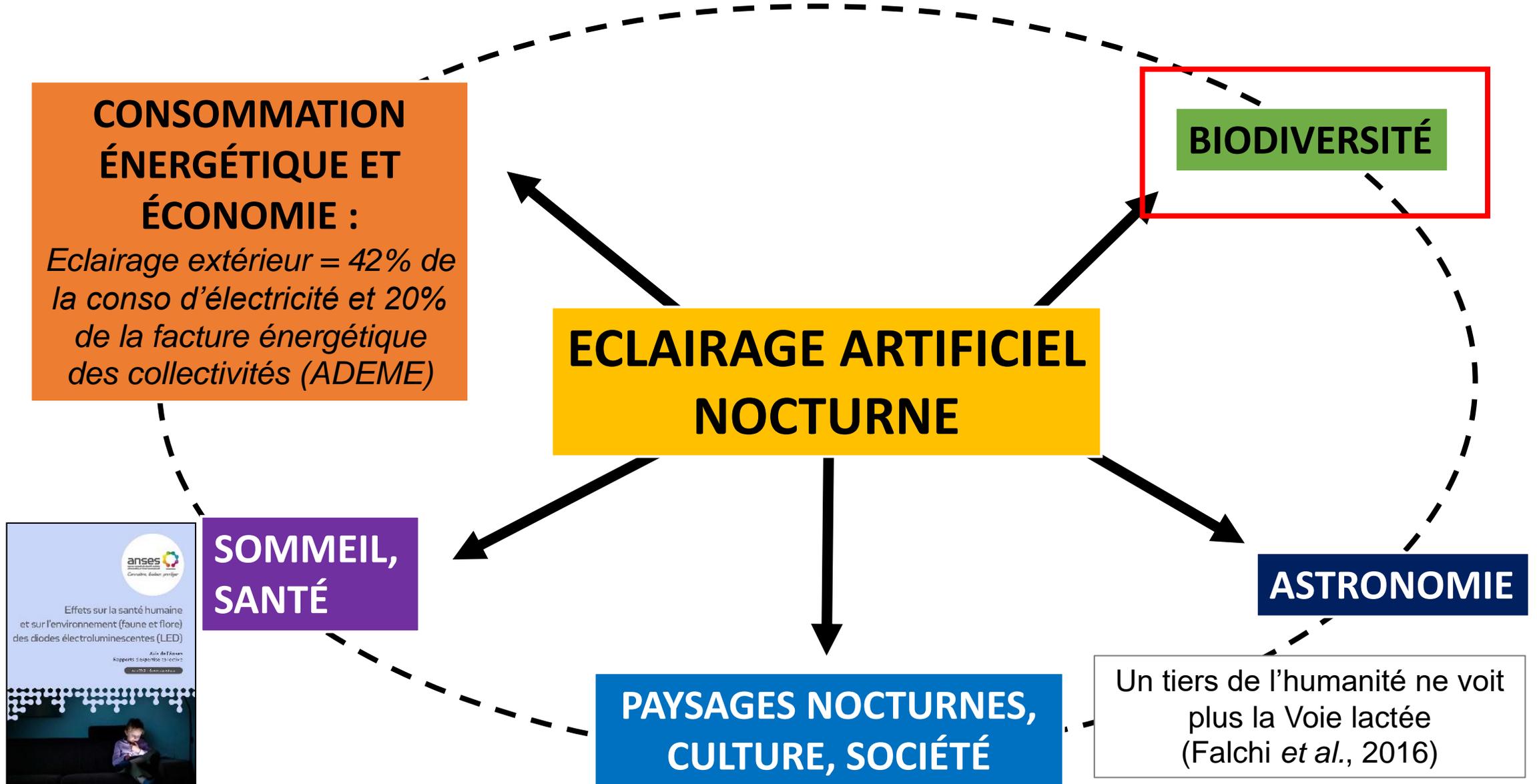
Agence d'Urbanisme de l'aire  
métropolitaine lyonnaise

## Les enjeux autour de la biodiversité



Romain Sordello  
Expert pollution lumineuse &  
trame verte et bleue

# La pollution lumineuse, un sujet qui doit être pris transversalement



# La pollution lumineuse n'est pas qu'une affaire de consommation d'énergie

- Il est possible de diminuer les consommations d'électricité sans diminuer la pollution lumineuse...
- Certains choix peuvent également amener de nouveaux impacts pour la biodiversité (longueurs d'onde, clignotement)
- « Démocratisation » de l'éclairage (particuliers)

**=> Nécessité d'une sobriété de l'éclairage et pas uniquement d'une sobriété énergétique**

⇒ Prendre le sujet avec toutes ses composantes

⇒ Interroger d'abord l'opportunité d'éclairer

⇒ Le cas échéant éclairer au plus près des besoins => gestion différenciée

# La pollution lumineuse n'est pas qu'une affaire de ciel étoilé

Sordello 2017, Vertigo

Pour la biodiversité on constate des problèmes de :

- **lumière diffuse** (halo, skyglow)

...mais aussi de :

- **lumière directe** (éblouissement)
- **lumière précise** (points lumineux: attraction/répulsion)
- **lumière ambiante** (luminosité)
- **lumière projetée** (sol, eau)



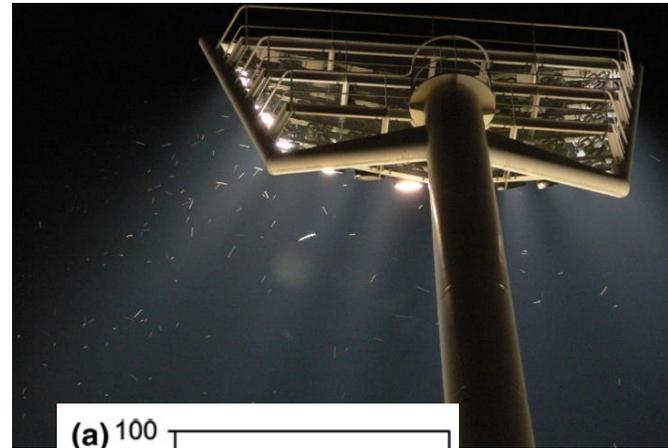
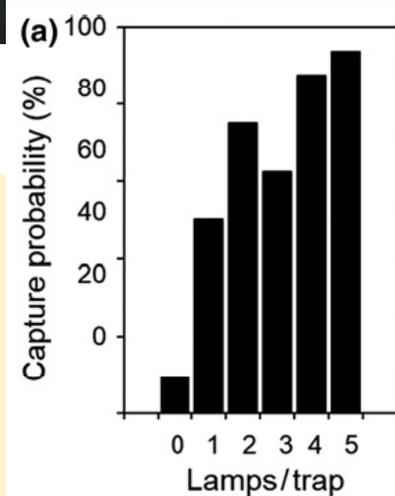
# Des connaissances depuis plus d'un siècle, en hausse exponentielle depuis 10-20 ans

## Des impacts sur de nombreux...

- ...niveaux de la biodiversité
- > Individus : phototactisme positif / négatif
- > Populations : effet piège (attraction) / effet suppression d'habitats (répulsion)
- > Relations entre espèces (pollinisation, proies/prédateur)
- > Services écosystémiques
- > Chronobiologie
- ...milieux (terrestres, aquatiques)
- ...groupes taxonomiques

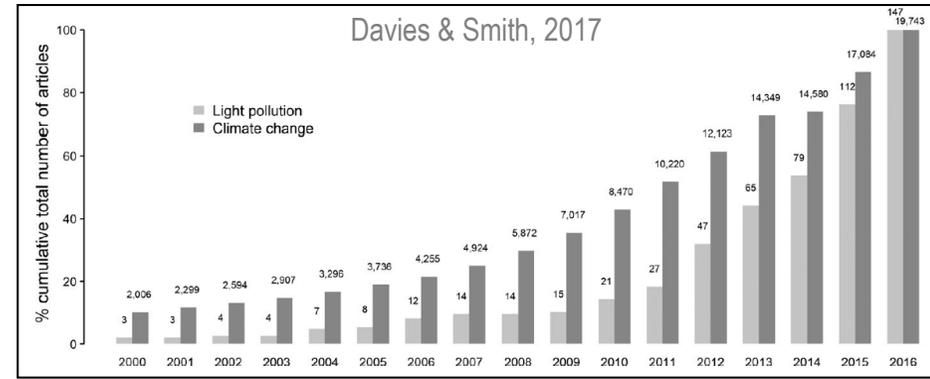
Une sensibilité qui peut être extrêmement fine, environ 1 lux (cycle lunaire déjà influant) !

*Eccart et al. 2018*



Attraction (+)

Photo Vincent Vignon



Répulsion (-)

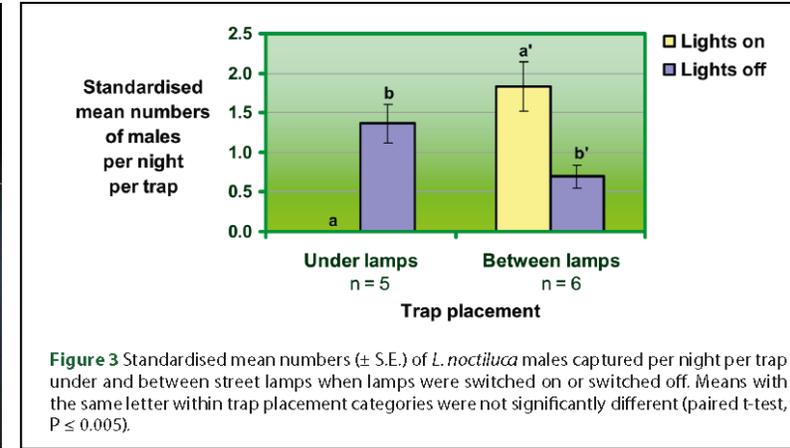
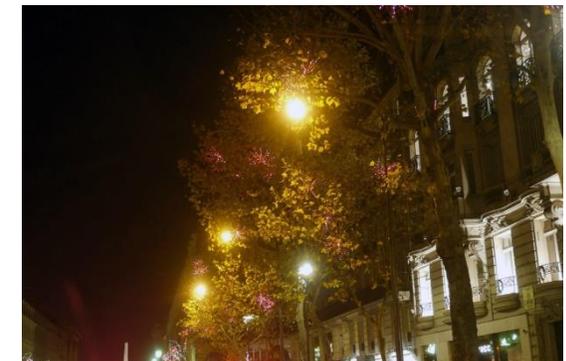


Figure 3 Standardised mean numbers ( $\pm$  S.E.) of *L. noctiluca* males captured per night per trap under and between street lamps when lamps were switched on or switched off. Means with the same letter within trap placement categories were not significantly different (paired t-test,  $P \leq 0.005$ ).

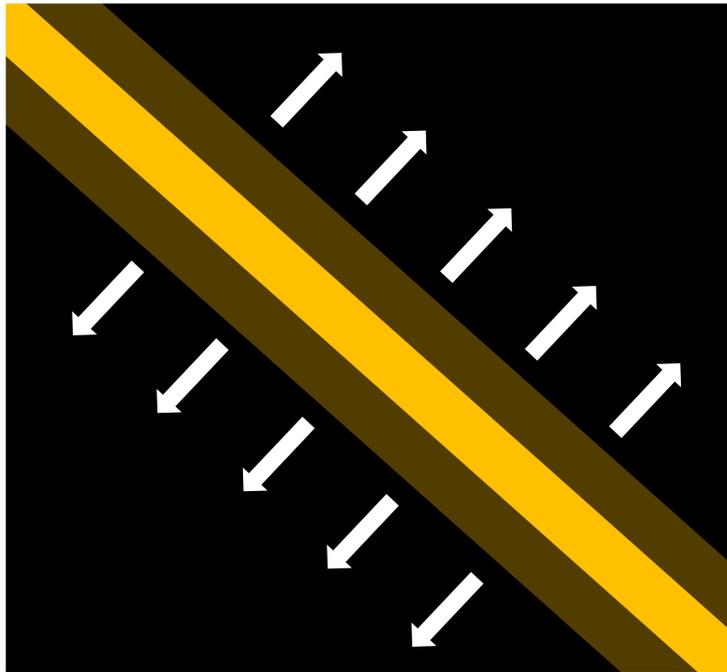
Ineichen & Ruettimann, 2016



# Exemple de connaissances nouvelles

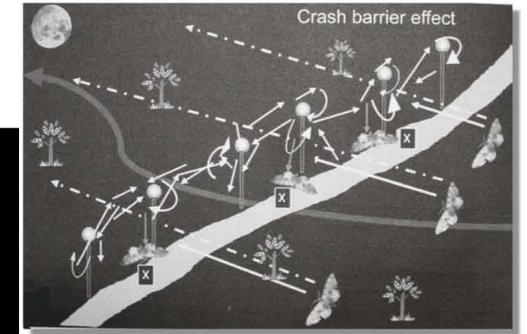
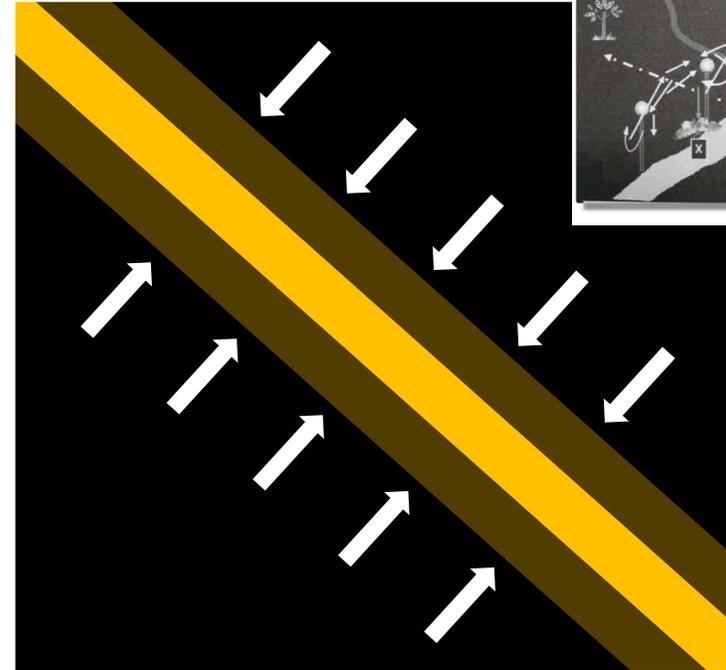
## *Fragmentation par la lumière artificielle*

Fragmentation par **répulsion**



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

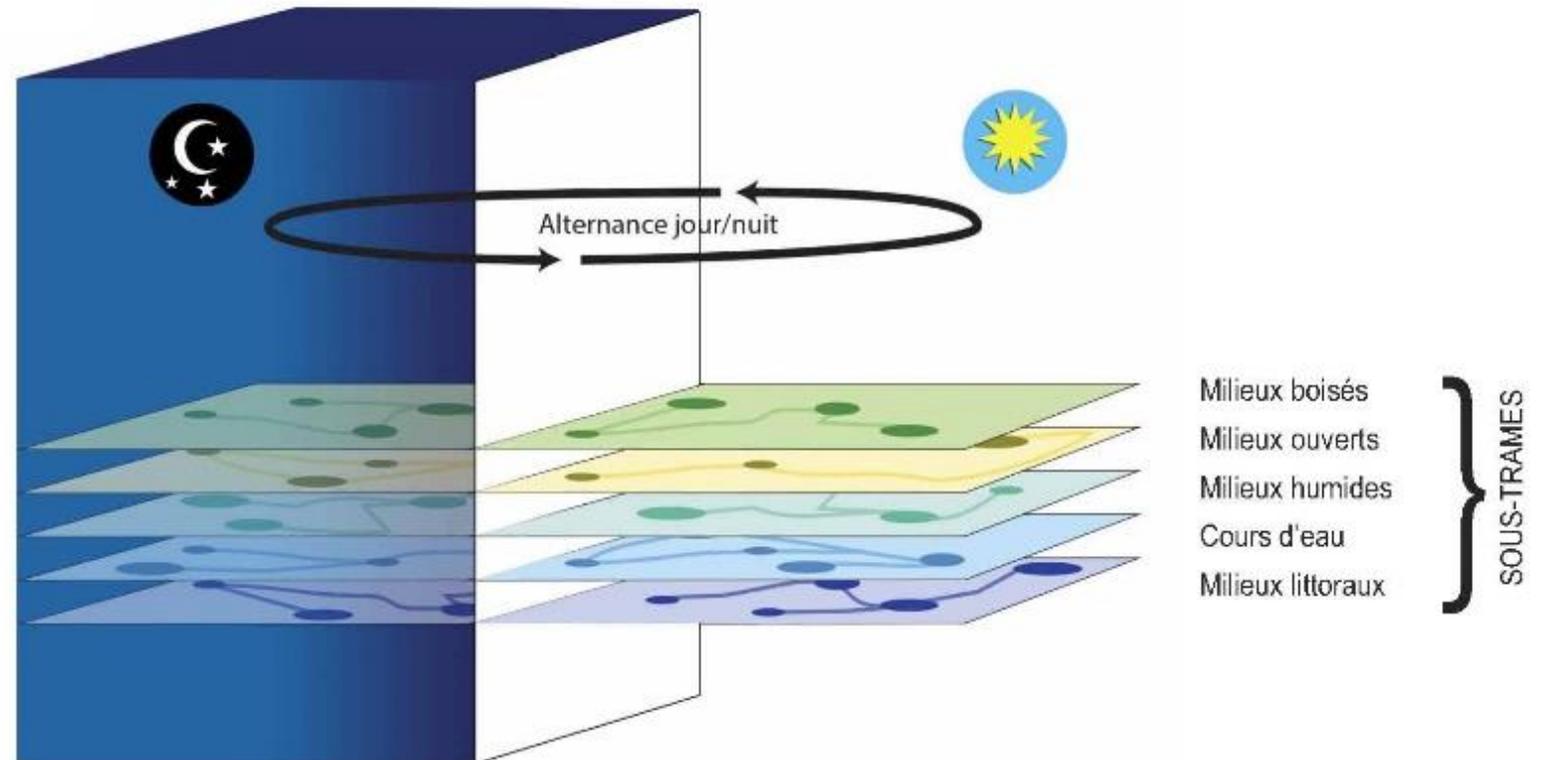
Fragmentation par **absorption**



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

# La Trame noire, une approche spatialisée, déclinaison nocturne de la Trame verte et bleue

Un ensemble connecté de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques pour différents milieux (sous-trames), dont l'identification tient compte d'un **niveau d'obscurité** suffisant pour la **biodiversité nocturne**.  
Un réseau à **préserver ET à restaurer**



*La Trame noire vise à prendre en compte la dimension temporelle (alternance jour/nuit), absente jusqu'à présent dans la Trame verte et bleue. Source : d'après Sordello, 2017 [38].*

# Déjà plusieurs projets de Trame noire connus, des acteurs pionniers



- Métropoles, Communes et Communautés de communes
- Espaces protégés (Parcs nationaux, Parcs naturels régionaux)
- Départements

MO = Maîtrise d'ouvrage  
 Prest. = Prestataire  
 PN = Parc national  
 PNR = Parc naturel régional  
 DSL = DarkSkyLab

[1] Projet "TRAME SOMBRE", 2015-2017  
 MO : [a] PN des Pyrénées et [b] PNR des Pyrénées ariégeoises  
 Prest. : DSL  
 [2] PNR des Causses du Quercy  
 Identification de zones de conflits avec la TVB dues à l'éclairage (2012)  
 [3] MO : IPAMAC ([a] PNR Millevaches en Limousin, [b] PNR Morvan, [c] PNR Livradois-Forez, [d] PNR Pilat, [e] PNR Aubrac, [f] PNR Monts d'Ardèche, [g] Parc national des Cévennes, [h] PNR Haut-Languedoc, [i] PNR des Causses du Quercy, [j] PNR Périgord-Limousin)  
 Prest. : DSL, RENOIR  
 [4] PNR Caps et Marais d'Opale  
 Prest. : TerrOiko, Cerema

[5] MO : Ville de Douai  
 Prest. : Auddice  
 [6] MO : Amiens Métropole  
 Prest. : Biotope, Cerema, DSL  
 [7] MO : Seine-Eure  
 Prest. : Biotope, DSL  
 [8] MO : Lisieux-Normandie  
 Prest. : Biotope, DSL  
 [9] MO : PNR Montagne de Reims  
 Prest. : DSL  
 [10] MO : Metz Métropole  
 Prest. : DSL, TerrOiko, Auddice  
 [11] MO : Vosges centrales (SCOT)  
 Prest. : Atelier du territoire, Acere, DSL  
 [12] MO : Rennes Métropole (SDAL)  
 Prest. : Concepto  
 [13] MO : Nantes Métropole  
 Prest. : Cerema

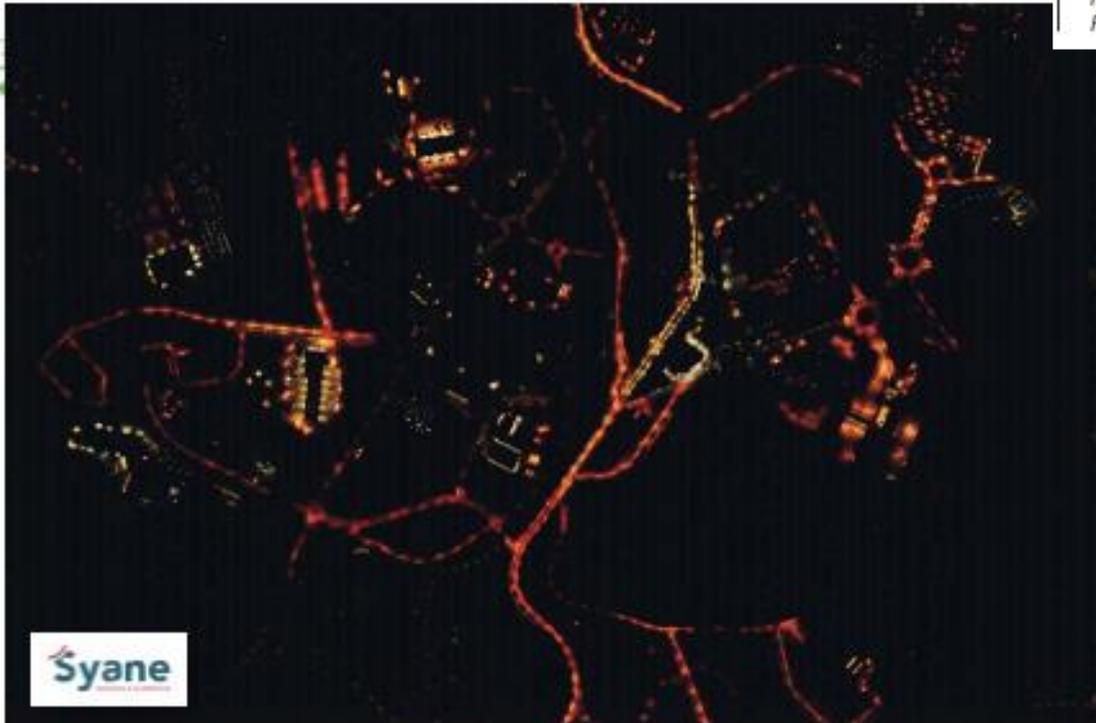
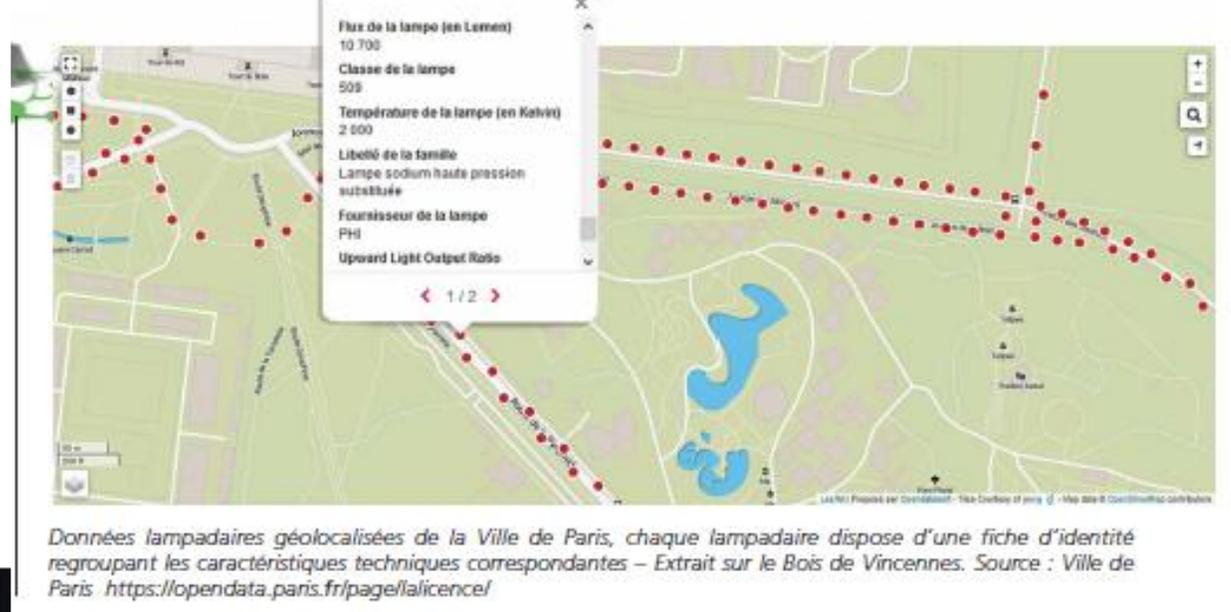
[14] MO : Bordeaux Métropole  
 Prest. : DSL, TerrOiko, Auddice  
 [15] MO : Limoges Métropole  
 Prest. : Echo Chiro, DSL  
 [16] Projet "TRAME NOIRE", 2014-2017  
 Etude sur agglomération de Lille Métropole  
 Par Biotope avec CEFE/MNHN et Université de Lille 1 (appel à projet FRB/CR NDPC)  
 [17] MO : Vendée (SyDEV)  
 Prest. : Artelia et Luminescence  
 [18] MO : OFB/Parcs nationaux ([a] Pyrénées, [b] Cévennes, [c] Port-Cros, [d] Mercantour, [e] Réunion)  
 Prest. : DSL, TerrOiko, Auddice

**N.B.** : Cette carte ne présente que les démarches explicites relatives à la Trame noire telle qu'elle a été définie dans ce guide. Cette carte n'inclut donc pas toutes les actions menées en France contre la pollution lumineuse et en faveur de la biodiversité nocturne. En outre, cette carte n'est pas nécessairement exhaustive, elle présente les projets dont le Centre de ressources TVB a connaissance au moment de la rédaction de cet ouvrage.

Retrouvez la carte mise à jour sur la page dédiée du site du centre de ressources Trame verte et bleue : <http://www.trameverteetbleue.fr/tramenoire>

# Des enjeux forts autour des données d'éclairage

- différentes sources disponibles
- des avantages/inconvénients en fonction de l'échelle du projet
- des données souvent très lacunaires, non structurées et non centralisées



Extrait de photographie aérienne du Grand Anney, Territoire à énergie positive pour la croissance verte. Source : Syane & Grand Anney.

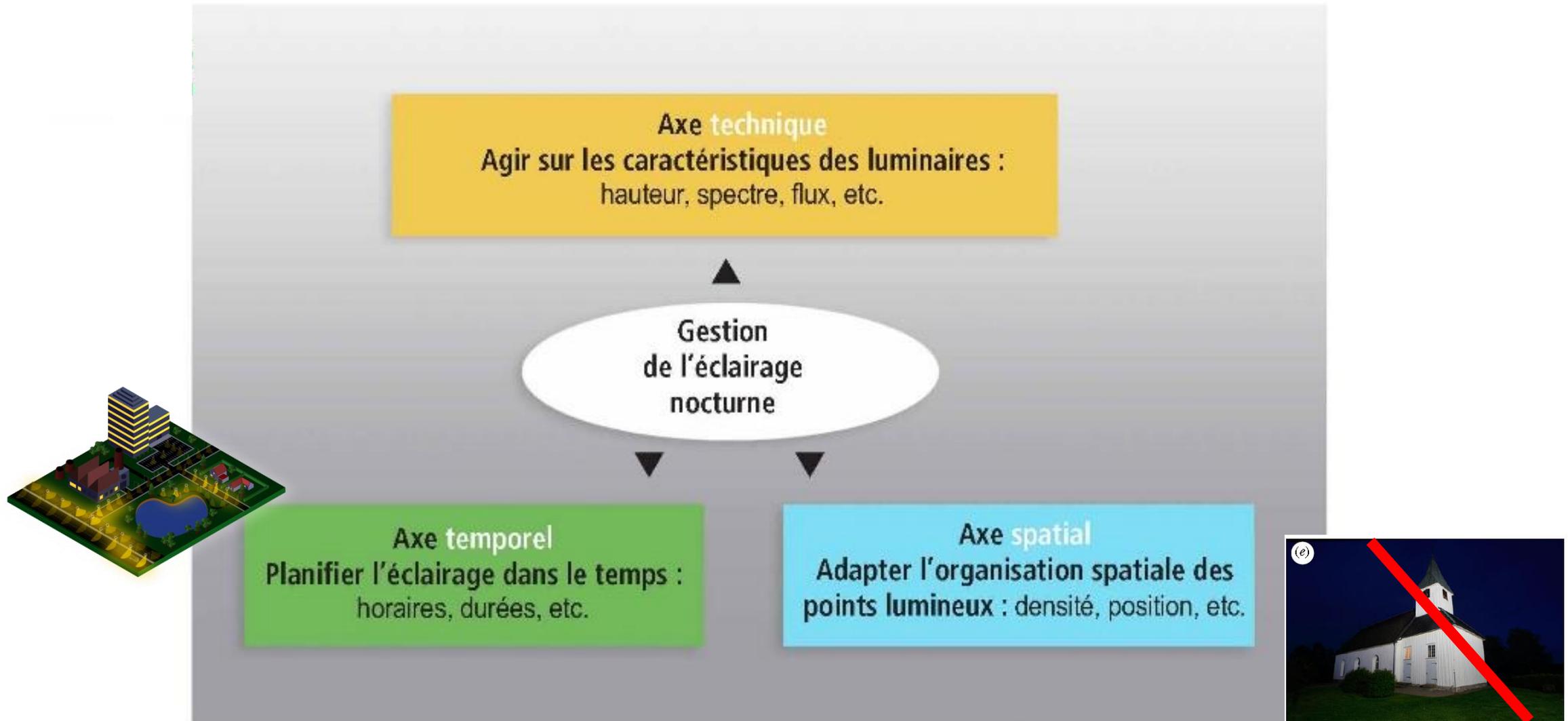


Vue satellite de nuit de l'ouest de l'Europe. Source : NOAA's National Geophysical Data Center (données et image) & La TeleScop (acquisition et production).

# Préserver mais aussi (et surtout) restaurer la Trame noire

*Ajuster l'éclairage au plus près des besoins*

=> Trois axes de gestion possibles



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

# Vers une gestion différenciée de l'éclairage à l'instar des espaces verts



**=> choix techniques, temporalité, densité voire absence d'éclairage en fonction des espaces et des enjeux**

# Une réglementation nationale ambitieuse

- qui se consolide depuis le Grenelle
- basée sur des catégories d'usage de l'éclairage
- qui concerne le public comme le privé
- encore insuffisamment appliquée (peu de suivi ni de contrôle) ni même connue

- décret enseignes/publicités lumineuse 2012
- arrêté de 2013 (vitrines/monuments/bureaux)
- loi biodiversité 2016
- arrêté ministériel 2018



# Exemple d'une caractéristique technique

## La composition de la lumière

Sordello 2017  
d'après Musters et  
al 2009

- La lumière ne sert pas qu'à voir
- Sensibilité variable aux plages de longueurs d'ondes selon les espèces et les fonctions considérées
- Un changement actuel dans la couleur de la pollution lumineuse
- La réglementation limite désormais la température de couleur

	Ultraviolet (<380nm)	Violet (380-450nm)	Bleu (450-500nm)	Vert (500-550nm)	Jaune (550-600nm)	Orange (600-650nm)	Rouge (650-750nm)	Infrarouge (>750nm)
<b>Plantes</b>	• Croissance	• Croissance	• Croissance	• Croissance			• Croissance • Horloge circadienne	• Croissance • Horloge circadienne • Horloge circannuelle • Rapports proies/prédateurs
<b>Crustacés</b>				• Phototactisme			• Activité • Phototactisme	
<b>Arachnides</b>		• Phototactisme	• Horloge circadienne • Phototactisme	• Phototactisme	• Horloge circadienne • Phototactisme	• Horloge circadienne • Phototactisme	• Horloge circadienne • Phototactisme	
<b>Insectes</b>	• Phototactisme • Orientation		• Phototactisme • Orientation	• Phototactisme	• Phototactisme		• Phototactisme	
<b>Amphibiens</b>	• Activité	• Horloge circadienne • Orientation • Phototactisme	• Horloge circadienne • Orientation • Phototactisme	• Horloge circadienne • Orientation • Phototactisme	• Orientation • Phototactisme	• Orientation • Phototactisme	• Phototactisme	
<b>Oiseaux</b>	• Régulation hormonale • Orientation	• Orientation	• Croissance • Horloge circannuelle • Phototactisme • Orientation	• Croissance • Horloge circannuelle • Phototactisme • Orientation	• Orientation	• Orientation	• Horloge circannuelle • Phototactisme • Orientation	• Croissance
<b>Poissons</b>			• Régulation hormonale • Croissance • Phototactisme	• Croissance • Phototactisme	• Phototactisme		• Phototactisme	
<b>Mammifères (hors chauves-souris)</b>	• Horloge circadienne	• Horloge circadienne	• Régulation hormonale • Horloge circadienne		• Horloge circadienne • Activité • Phototactisme	• Horloge circadienne • Activité • Phototactisme	• Horloge circadienne • Activité	• Horloge circadienne
<b>Chiroptères</b>		• Horloge circadienne	• Horloge circadienne	• Horloge circadienne	• Horloge circadienne	• Activité	• Horloge circadienne	
<b>Reptiles</b>		• Phototactisme	• Phototactisme	• Phototactisme	• Activité			

Tableau 2 : Types d'impacts par plage de longueur d'onde pour chaque groupe biologique d'après Musters *et al* 2009

Légende :

1 type d'impact	2 types d'impacts	3 types d'impacts	4 types d'impacts
-----------------	-------------------	-------------------	-------------------

# Focus sur les LED

## Principaux avantages



- Economie d'énergie



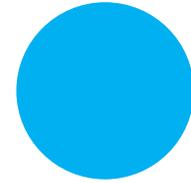
- Possibilités de pilotage



- Lumière plus ciblée

## Principaux inconvénients

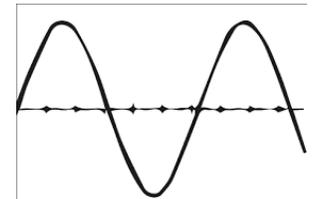
- Proportion de bleue potentiellement forte



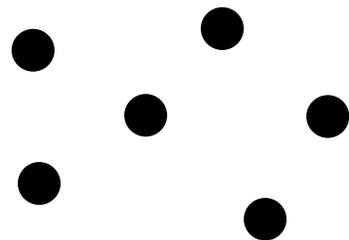
- Risque d'éblouissement pour la faune



- Effet « papillonnement »



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



# Synthèse des recommandations issues du Guide OFB « Trame noire »

Sordello *et al.*, 2021

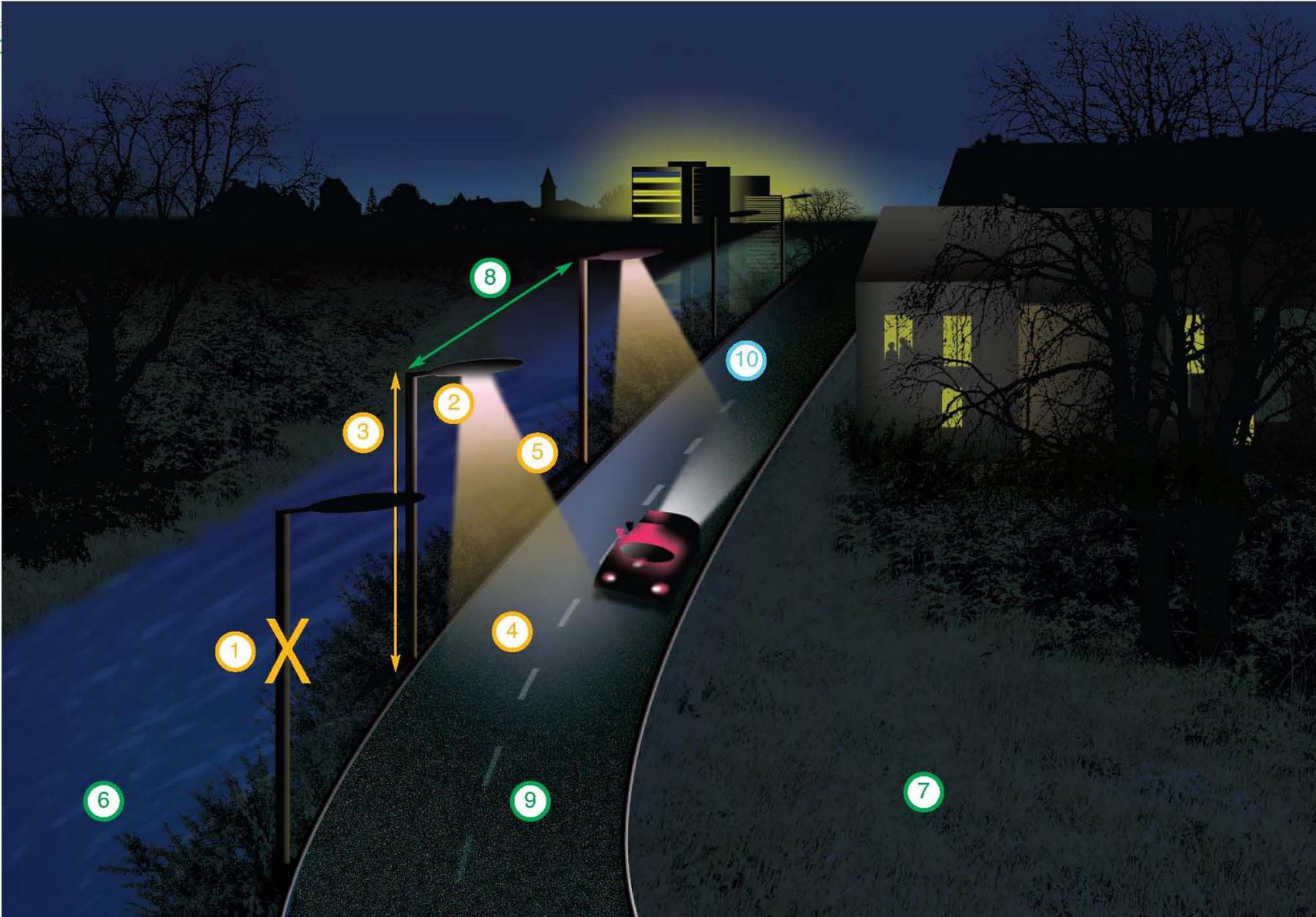


Illustration: Béatrice Saurel pour OFB

=> Sobriété de l'éclairage avant tout (éclairage passif, ...)

=> En cas d'éclairage :

- temporalité réduite au minimum
- éclairer strictement la surface utile
- ne pas éclairer directement tout milieu naturel et habitat pour la biodiversité
- quantité de lumière la plus faible possible
- spectre le plus restreint possible et situé dans l'ombre
- aucun risque d'éblouissement pour la faune



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**



## Pour aller plus loin

Sordello R., Paquier F. et Daloz A. 2021. Trame noire, méthodologie d'élaboration et outils pour sa mise en oeuvre. Office français de la biodiversité. Collection Comprendre pour agir. 112 pages.

# Trame noire, méthodologie d'élaboration et outils pour sa mise en oeuvre

Disponible sur : <http://www.tramenoire.fr>



# Ressources écrites

- Effet fragmentant dû à la lumière artificielle : <https://bit.ly/3cGLZCH>
- Prise en compte de la pollution lumineuse dans la politique publique Trame verte et bleue :  
<https://bit.ly/3lpiwkB>
- Qu'est-ce que la Trame noire (concepts, enjeux, ...) : <https://bit.ly/3lq0Mpo>
- Quelques retours d'expérience sur la Trame noire (Parc national des Pyrénées et Lille) :  
<https://bit.ly/38RWfH4>
- Comment gérer l'éclairage dans les continuités écologiques : <https://bit.ly/30XzaON>
- Indicateurs de pollution lumineuse : <https://bit.ly/2OZmmVx>
- Longueurs d'onde : <https://bit.ly/30T9Eu5>

# Ressources vidéos

- MOOC TVB : <https://mooc.tela-botanica.org/course/view.php?id=21>
- Journée Trame noire 26/11/2019 : <http://trameverteetbleue.fr/vie-tvb/groupe-echange-tvb/trame-noire>
- Interview OFB : <https://www.youtube.com/watch?v=rCNXfNM9cm4>
- Conférence Rennes : <https://www.youtube.com/watch?v=K5RF4xl0uv8>
- Conférence Paris : <http://www.arb-idf.fr/article/retour-conference-publique-arb-idf-pollution-lumineuse-et-biodiversite-comment-mettre-en>
- Colloque Cévennes : <https://www.youtube.com/watch?v=RRVow0GnDZU&feature=youtu.be>