De la Trame verte et bleue à la Trame noire : enjeux, concepts et état des lieux

Romain Sordello – UMS PatriNat

TRAME NOIRE

JOURNÉE D'ÉCHANGES TECHNIQUES

Paris I Grande Arche I La Défense

26 novembre 2019

centre de ressources Trame verte et bleue

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

UMS PATRIMOINE NATUREL
Centre d'expertise et de données
AFB · CNRS · MNHN

TRAME NOIRE
JOURNÉE D'ÉCHANGES TECHNIQUES
Paris I Grande Arche I La Défense **26 novembre 2019**

La pollution lumineuse
Des effets sur la biodiversité jusqu'à l'échelle du paysage

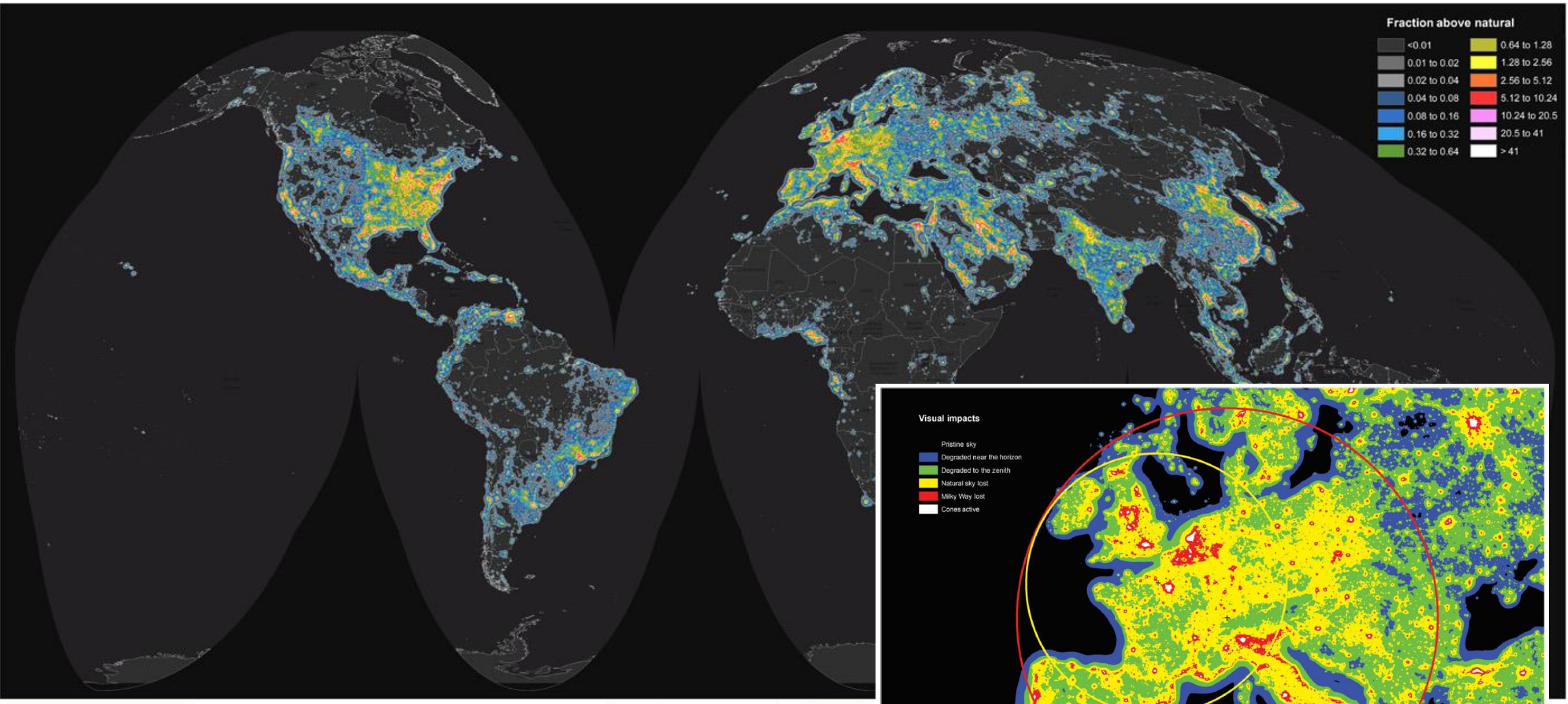
centre de ressources Trame verte et bleue

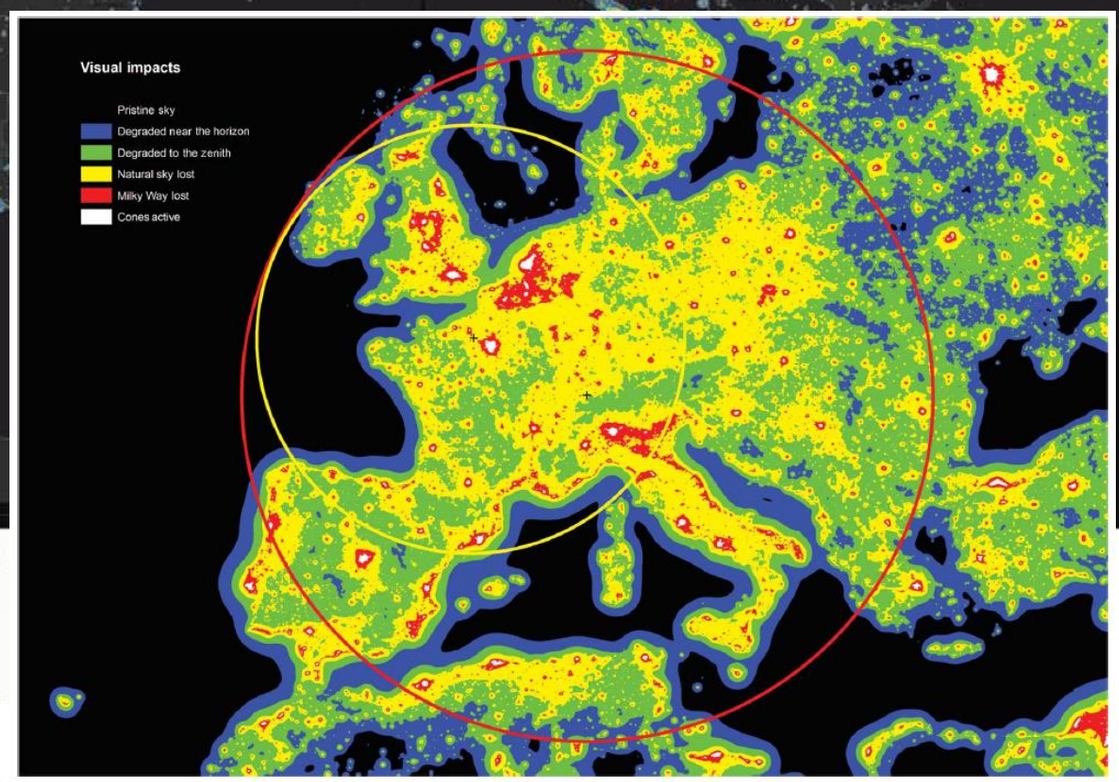
AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

UMS PATRIMOINE NATUREL
AFB · CNRS · MNHN

La lumière artificielle nocturne

Un phénomène mondial en croissance





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

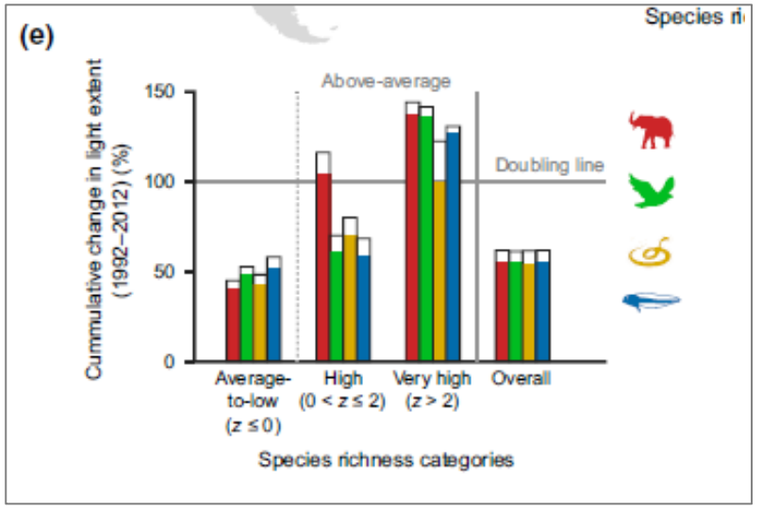
La lumière artificielle nocturne

Des impacts générés dans plusieurs domaines

Eclairage extérieur = 40% de la facture énergétique des collectivités selon l'ADEME

ECLAIRAGE ARTIFICIEL NOCTURNE

- **CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE ET ÉCONOMIE**
- **BIODIVERSITÉ**
- **ASTRONOMIE**
- **PAYSAGES NOCTURNES, CULTURE, SOCIÉTÉ**
- **SOMMEIL, SANTÉ**



Koen *et al.*, 2018

- 15% d'obscurité en Europe de 92 à 96 y compris dans les aires protégées (Gaston et al., 2016)

Un tiers de l'humanité ne voit plus la voie lactée (Falchi et al 2016)

centre de ressources Trame verte et bleue

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

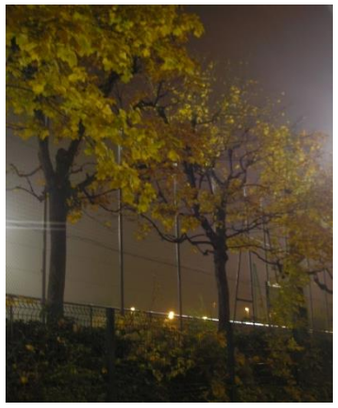
UMS PATRIMOINE NATUREL
AFB · CNRS · MNHN

La pollution lumineuse pour la biodiversité

Un phénomène multiforme

D'après Sordello 2017 (Vertigo) :

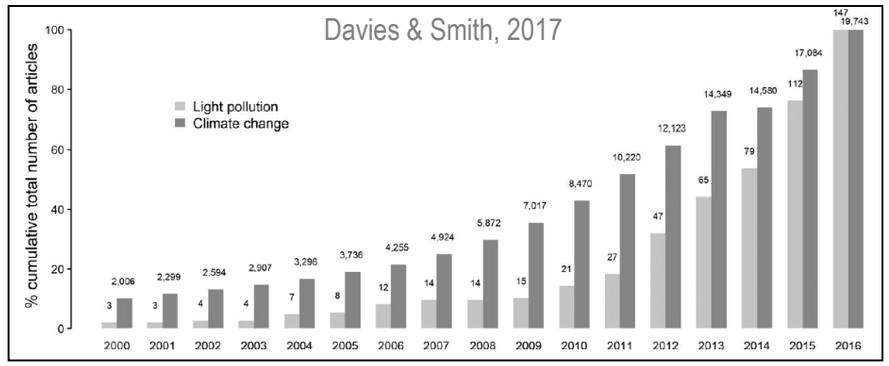
- De la lumière directe (éblouissement)
- De la lumière précise (points lumineux)
- De la lumière ambiante (luminosité)
- De la lumière projetée (sol, eau)
- De la lumière diffuse (halo, skyglow)



centre de ressources Trame verte et bleue
AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT
UMS PATRINAT AFB · CNRS · MNHN

La pollution lumineuse pour la biodiversité

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**

Attraction (+)

Photo Vincent Vignon

Répulsion (-)

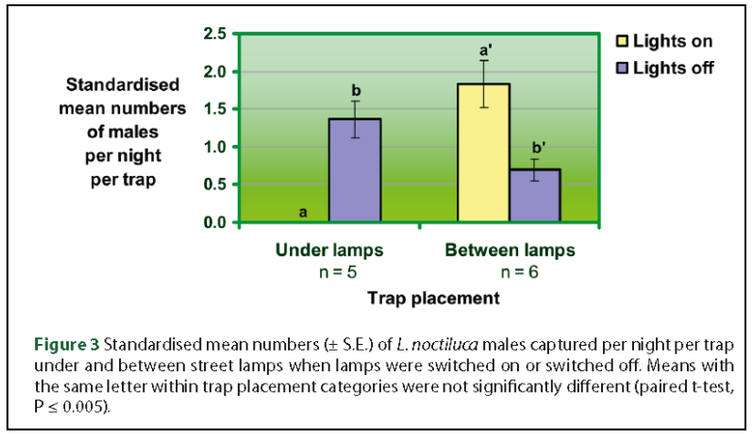
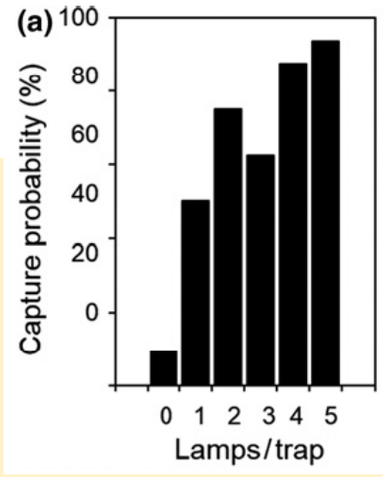


Figure 3 Standardised mean numbers (± S.E.) of *L. noctiluca* males captured per night per trap under and between street lamps when lamps were switched on or switched off. Means with the same letter within trap placement categories were not significantly different (paired t-test, $P \leq 0.005$).

Ineichen & Ruettimann, 2016

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

Eccart et al. 2018



centre de ressources Trame verte et bleue

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

UMS PATRIMOINE NATUREL

La pollution lumineuse

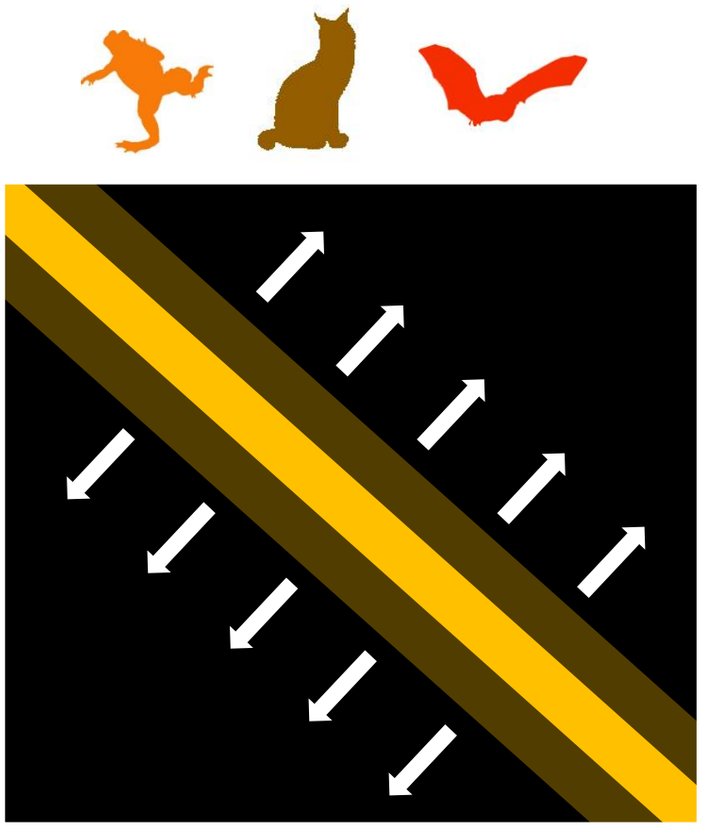
Un effet fragmentant visuellement évident

Photo Romain Sordello

La pollution lumineuse

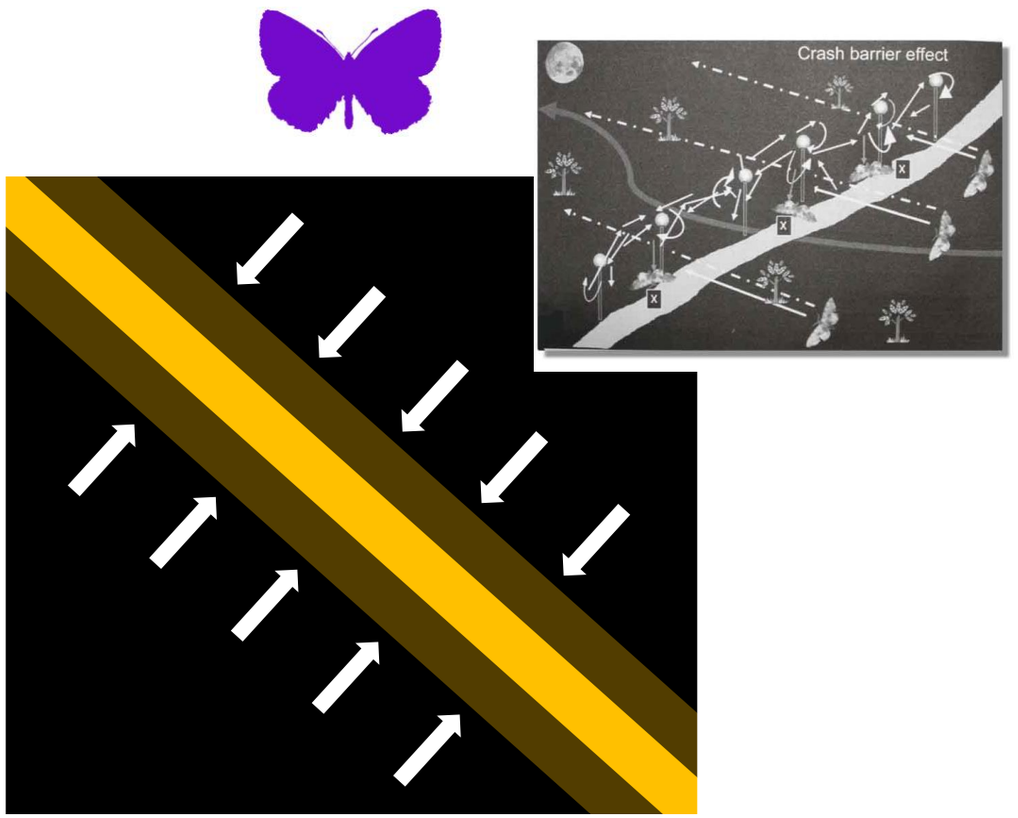
Un effet fragmentant désormais démontré sur le plan fonctionnel

Fragmentation par répulsion



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

Fragmentation par absorption



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

D'après Sordello et al., 2014 et Sordello, 2017 BSNL

TRAME NOIRE
JOURNÉE D'ÉCHANGES TECHNIQUES
Paris I Grande Arche I La Défense **26 novembre 2019**

Les réseaux écologiques et la Trame verte et bleue

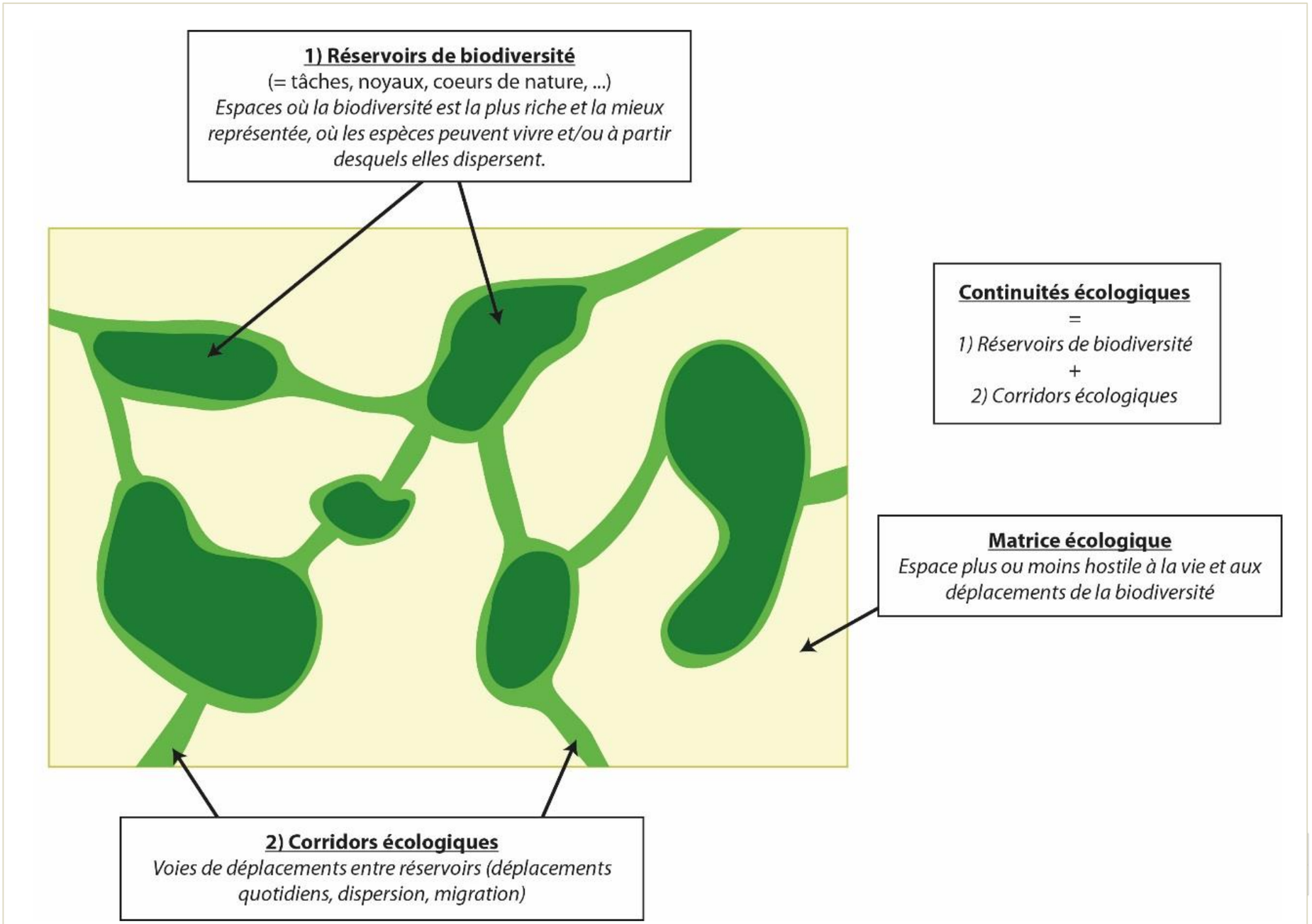
centre de ressources Trame verte et bleue

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

UMS PATRIMOINE NATUREL
AFB · CNRS · MNHN

Les réseaux écologiques

Des espaces naturels reliés entre eux, pour différents milieux



La Trame verte et bleue

Une politique publique pour un réseau écologique en France

- Pilotée par le Ministère de l'écologie depuis 2007

- Lutter contre la fragmentation des habitats et prendre en compte la biodiversité dans l'aménagement du territoire

- Préserver et restaurer des continuités écologiques constituées de réservoirs de biodiversité et de corridors

- Une mise en œuvre à trois échelles de territoire : nationale, régionale, locale

La Trame verte et bleue

Quel cadre règlementaire sur la pollution lumineuse ?

- **Code de l'environnement (modifié par la loi Biodiversité d'août 2016)**

« *I- La trame verte et la trame bleue ont pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural* ***ainsi que la gestion de la lumière artificielle la nuit***. »

- **Orientations nationales TVB**

« *Partie 1 - Choix stratégiques de nature à contribuer à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques* »
=> 5 grands objectifs de la TVB dont « *maîtriser l'urbanisation et l'implantation des infrastructures et d'améliorer la perméabilité des infrastructures existantes* », notamment « *en intégrant des problématiques connexes à l'urbanisation, notamment la* ***pollution lumineuse*** ».

Une nouvelle version des ON TVB est à paraitre et a été renforcée sur ces aspects

- **Schémas régionaux de cohérence écologique**

Des enjeux fortement soulignés (diagnostic) mais une prise en compte concrète qui est faible dans les trames. Nombreuses actions prévues

TRAME NOIRE
JOURNÉE D'ÉCHANGES TECHNIQUES
Paris I Grande Arche I La Défense **26 novembre 2019**

De la prise en compte de la pollution lumineuse dans la TVB à la Trame noire

centre de ressources Trame verte et bleue

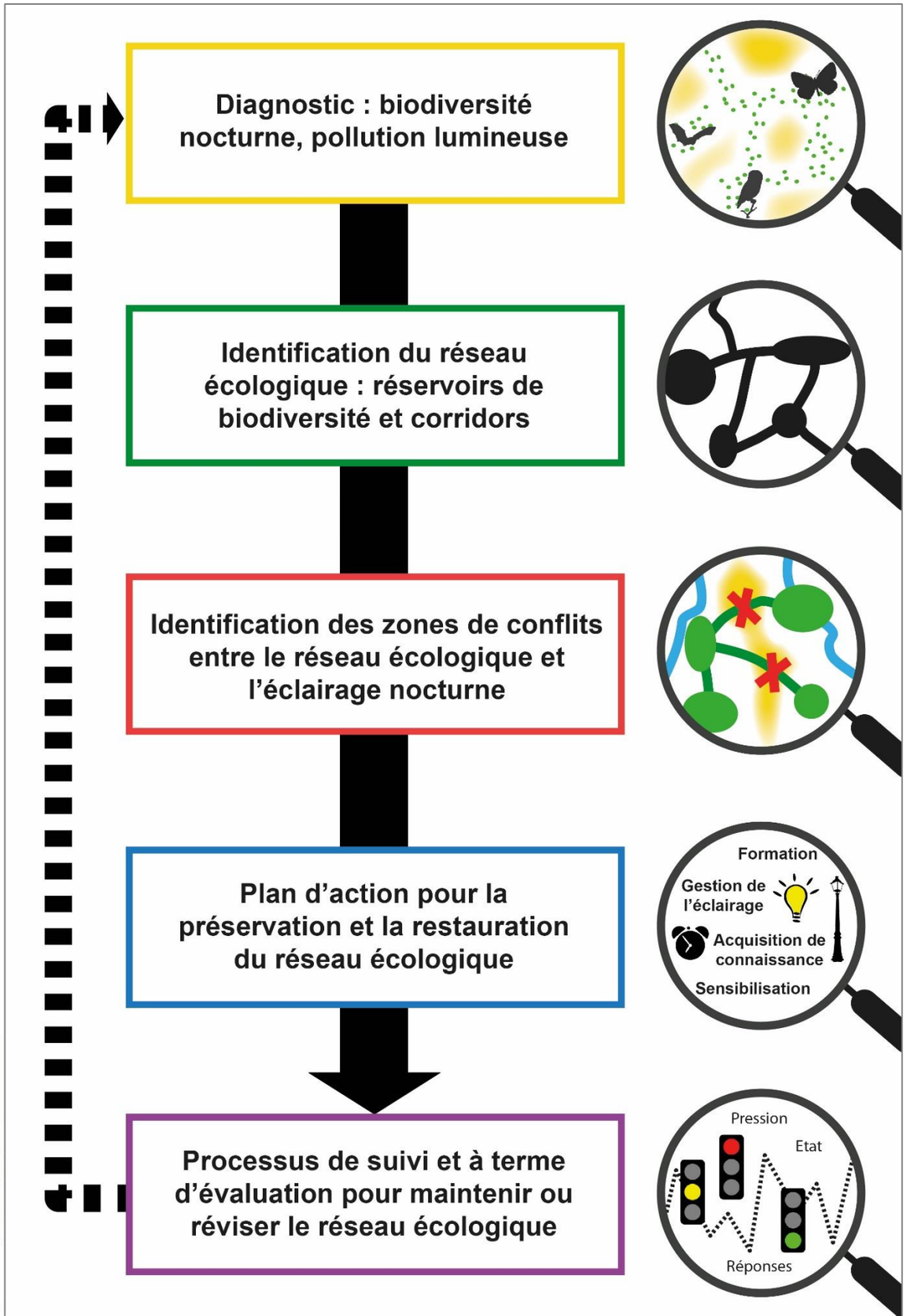
AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

UMS PATRIMOINE NATUREL
AFB · CNRS · MNHN

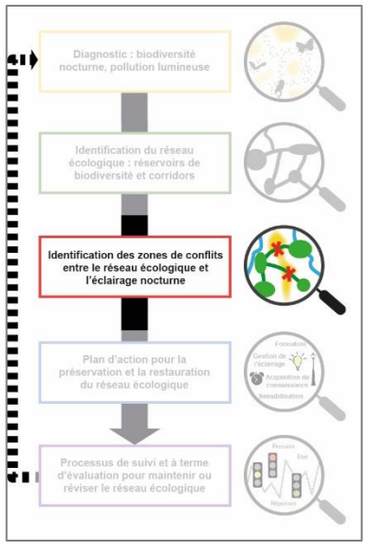
Prendre en compte la pollution lumineuse

au fil de la démarche de réseaux écologiques

D'après Sordello, 2017 (Vertigo)

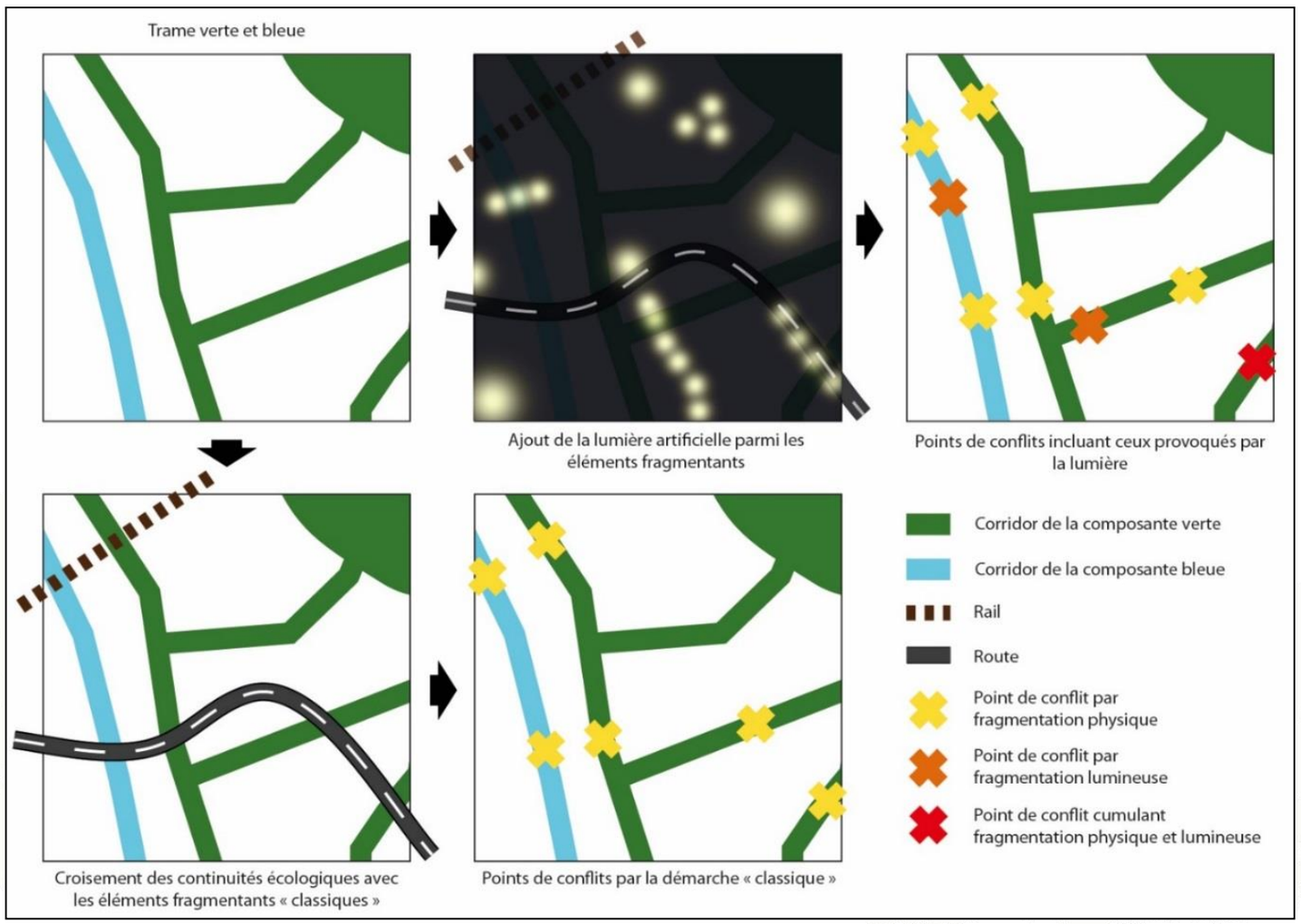


Romain Sordello – UMS PatriNat

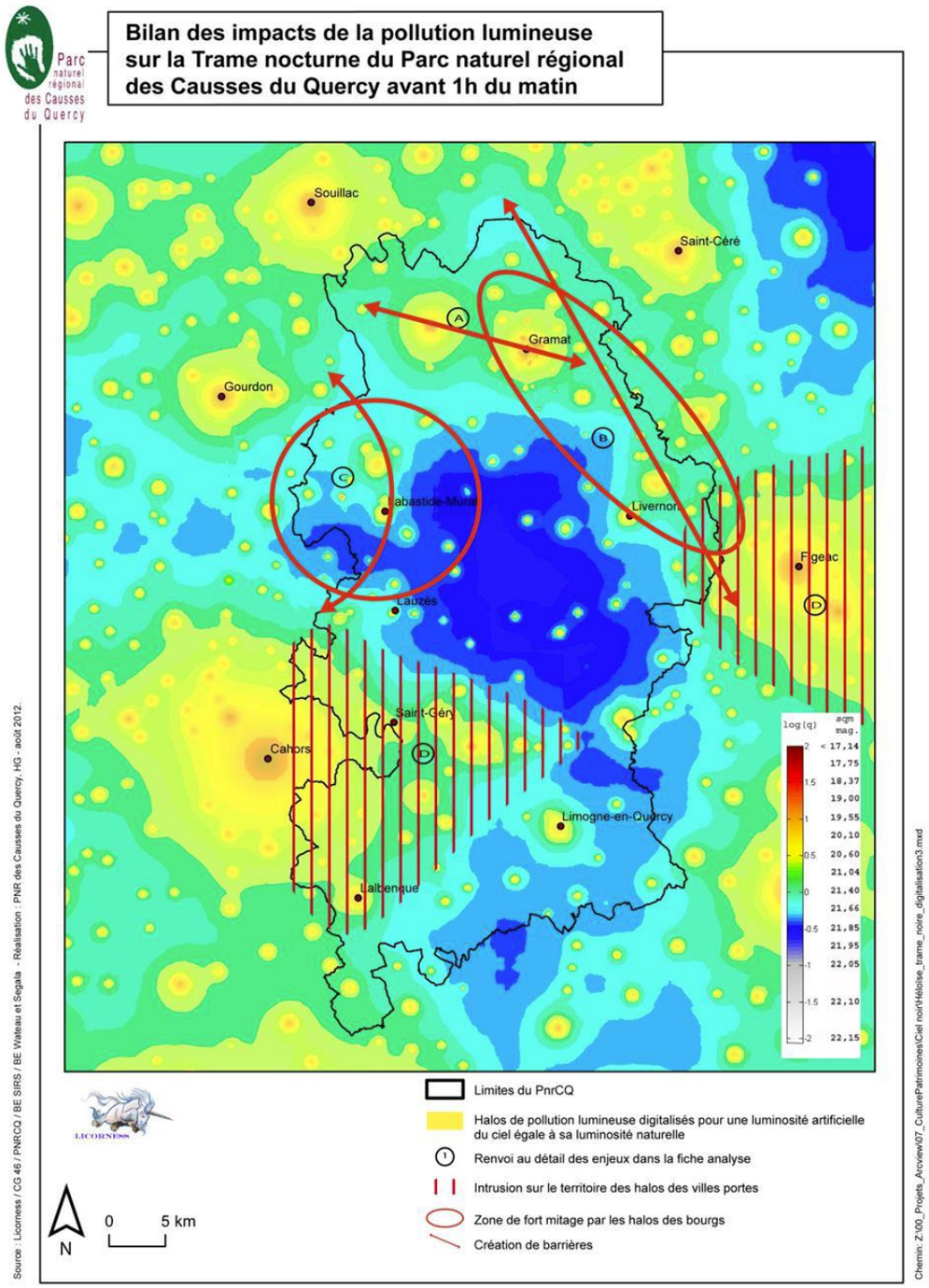


Une première approche opérationnelle

Identifier des points de conflits entre TVB et éclairage artificiel



Sordello, 2017 Vertigo



centre de ressources Trame verte et bleue

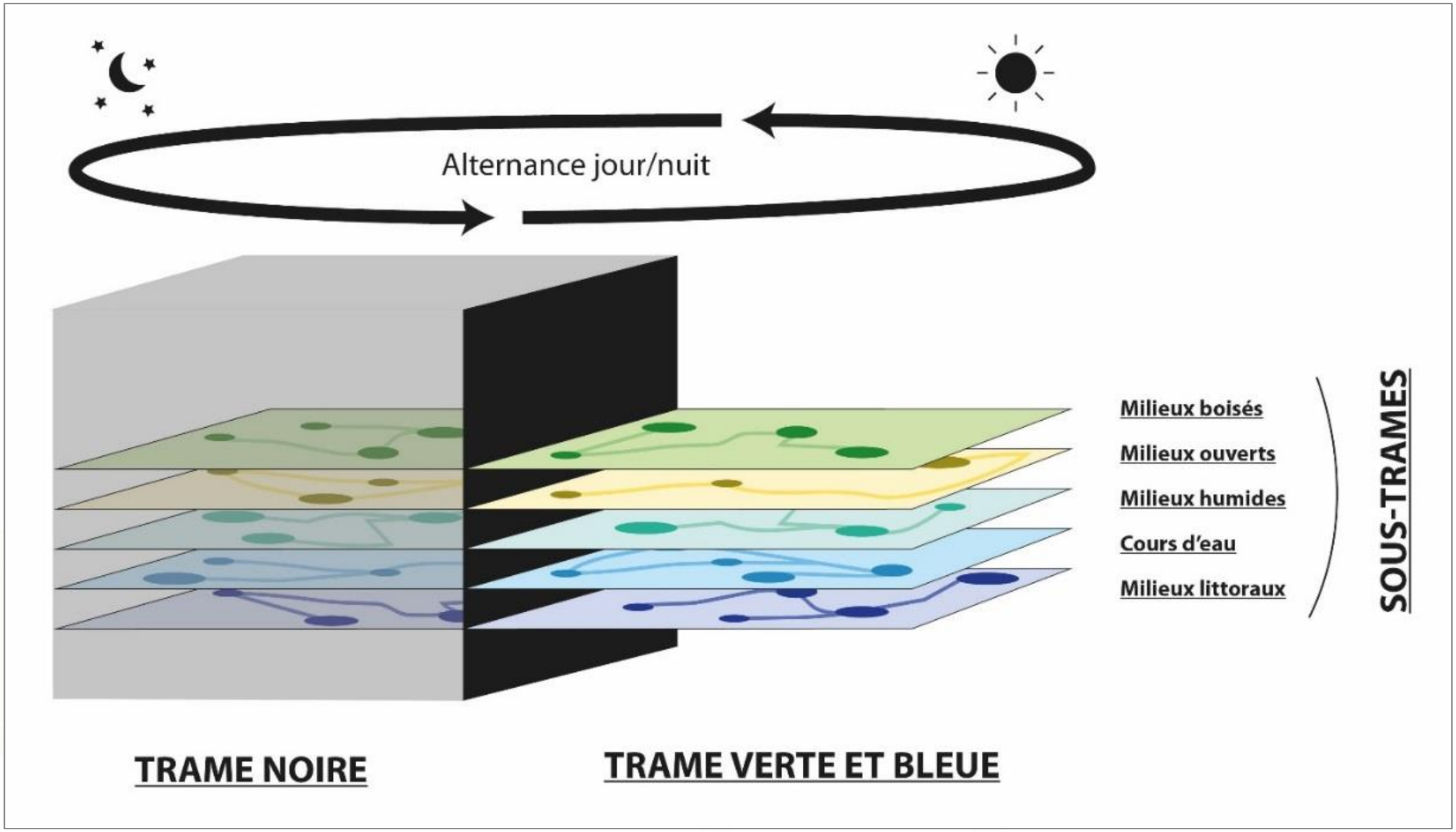
AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

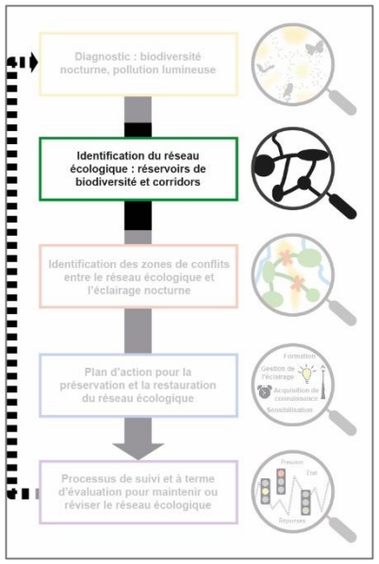
UMS PATRIMOINE NATUREL
AFB · CNRS · MNHN

Aller vers une trame noire

D'après Sordello, 2017 Territoire en mouvement

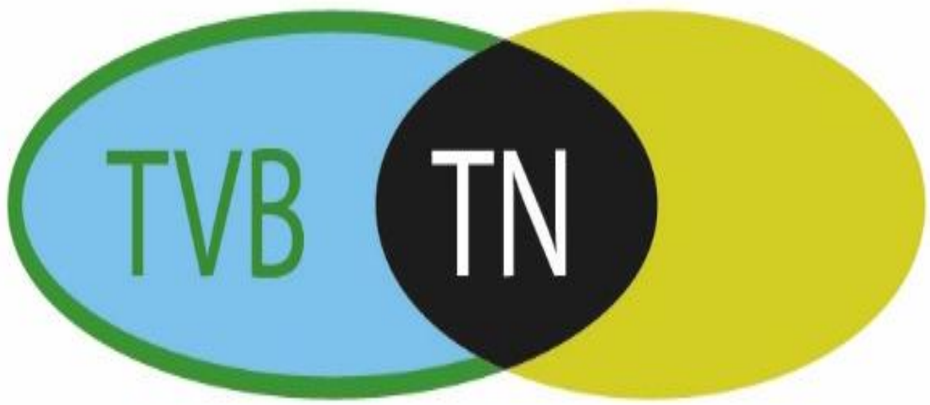
Un réseau écologique constitué de **réservoirs et de corridors pour différents milieux,** dont le **niveau d'obscurité est suffisant** pour la biodiversité nocturne





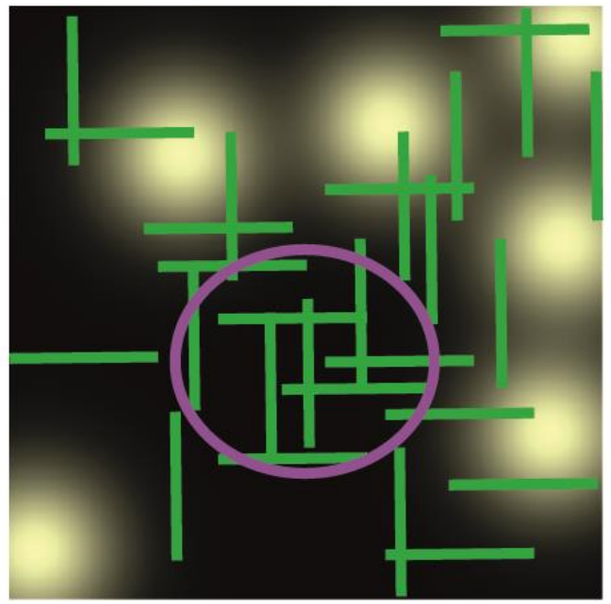
Comment identifier cette trame noire ?
Deux méthodes possibles

Méthode déductive



L'obscurité est superposée à la trame verte et bleue actuelle pour en déduire les continuités écologiques de la trame noire

Méthode intégrative



L'obscurité est intégrée directement dans l'identification des continuités écologiques de la trame noire (ici par exemple pour des réservoirs de biodiversité de milieux bocagers)

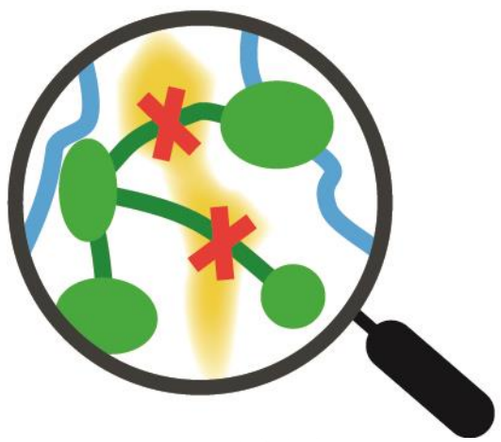
Sordello, 2017 Territoire en mouvement

Une Trame verte et bleue est-elle déjà identifiée sur mon territoire ?

OUI

Je recoupe ma TVB avec les zones éclairées

APPROCHE PAR POINTS DE CONFLITS



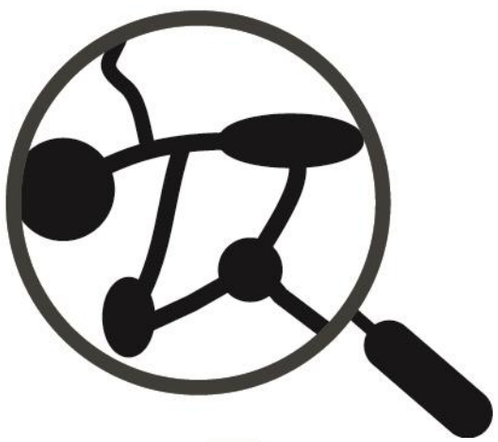
J'extraie les parties les plus sombres de ma TVB

METHODE DEDUCTIVE

NON

J'identifie des réservoirs et des corridors en ajoutant l'obscurité aux autres critères

METHODE INTEGRATIVE



Romain Sordello – UMS PatriNat

TRAME NOIRE
JOURNÉE D'ÉCHANGES TECHNIQUES
Paris I Grande Arche I La Défense **26 novembre 2019**

Etat des lieux et perspectives

centre de ressources Trame verte et bleue

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

UMS PATRIMOINE NATUREL
AFB · CNRS · MNHN

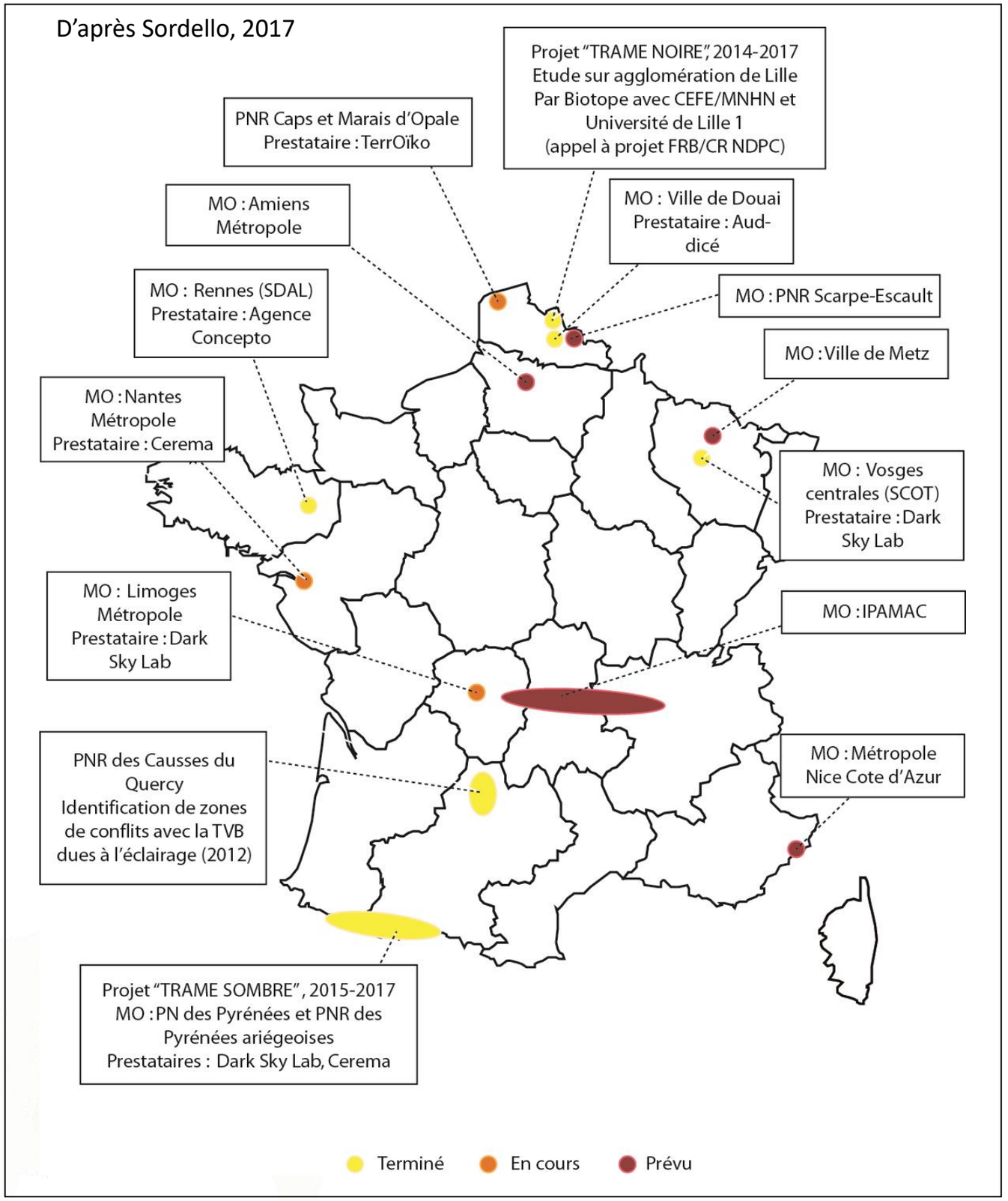
Trame noire : état des lieux en France

Des démarches exploratoires

Qui émergent des territoires (collectivités, espaces naturels)

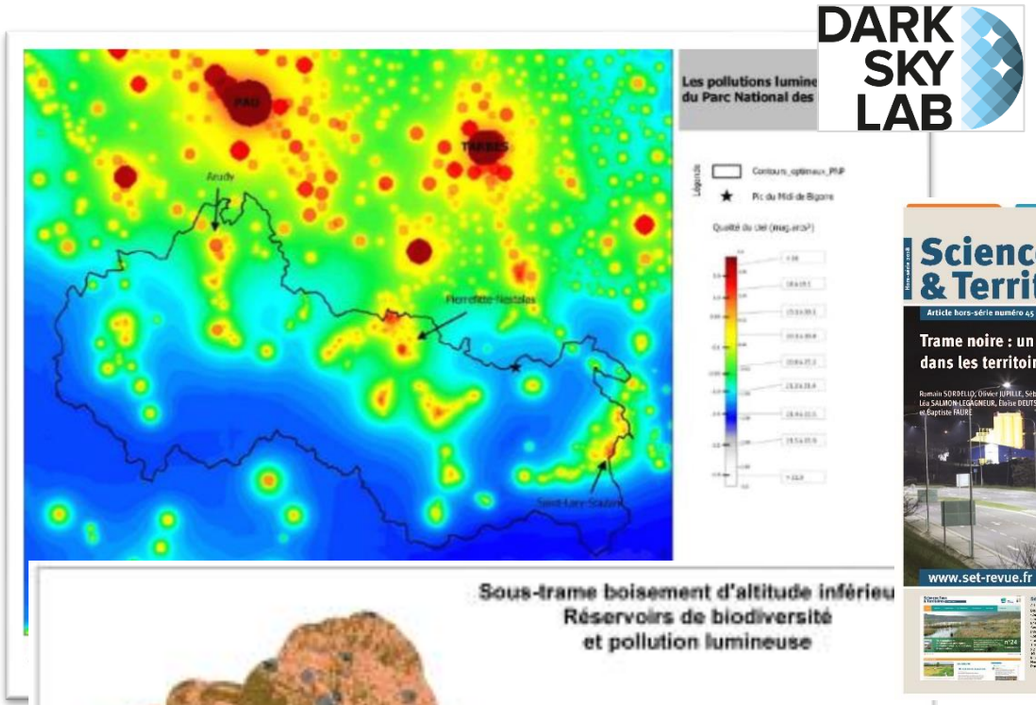
De plus en plus nombreuses

Des projets déjà achevés qui constituent des retours d'expérience

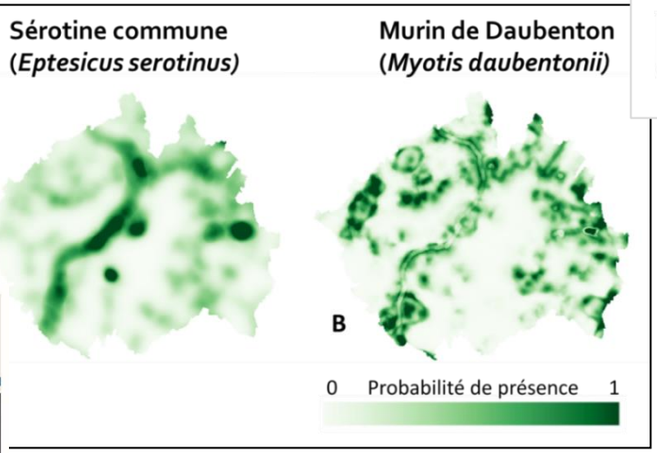


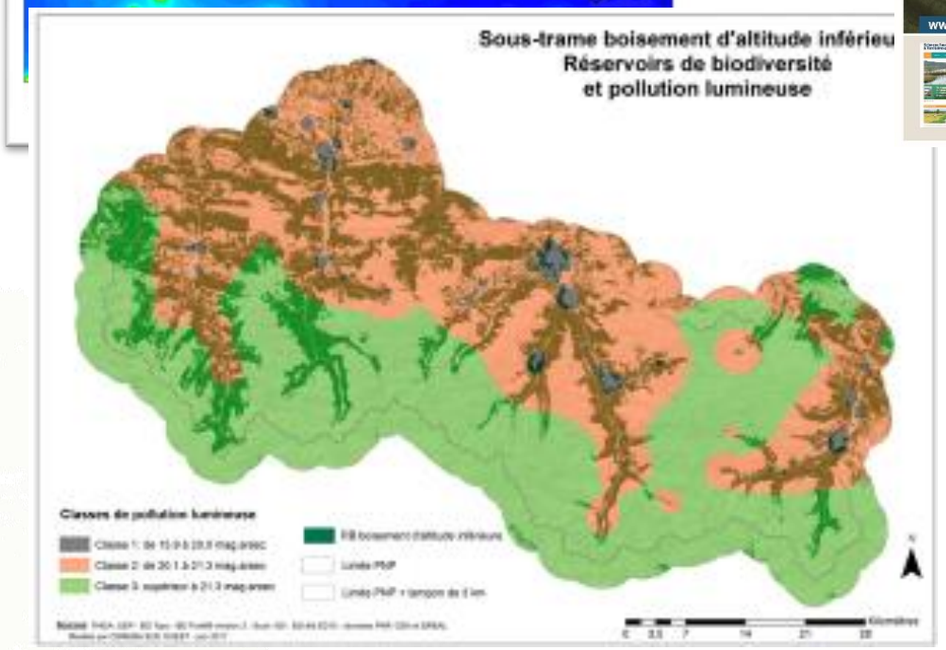
Trame noire : état des lieux en France

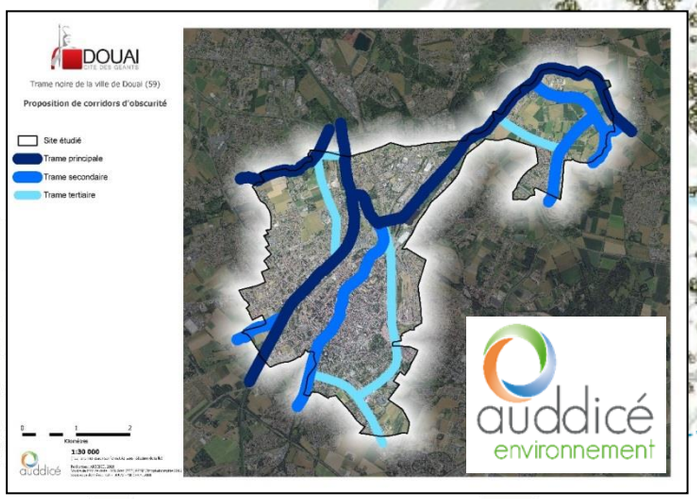
Quelques exemples

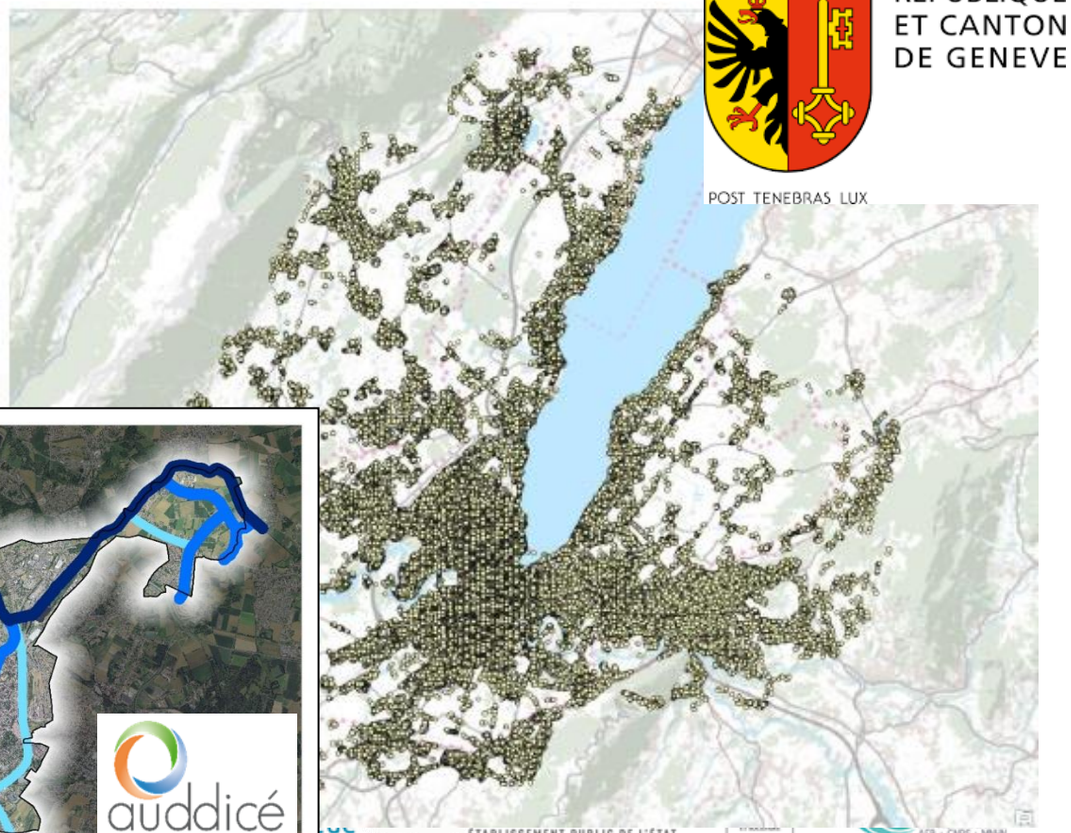


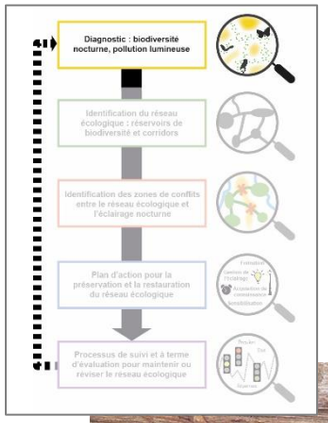
Sordello et al. 2018
SET











Trame noire : des questions pratiques se posent

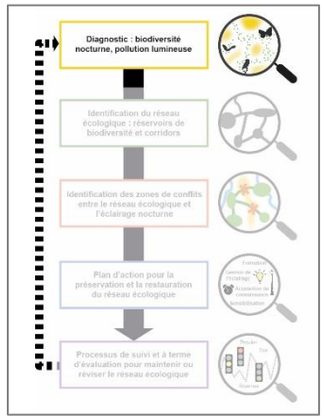
Quelles espèces modèles utiliser ?

Les chauves-souris constituent actuellement le modèle le plus adapté :

- Espèces fortement lucifuges (ex : Rhinolophes)
- Nombreux impacts aux différentes échelles (individus, communautés, …). Ex : Lewanzik & Voigt 2016, Straka et al. 2016, Stone et al. 2015, …
- Hiérarchisation des menaces démontrée (Azam et al. 2016)
- Littérature très abondante avec des données quantifiées disponibles (ex : Azam et al. 2018)

D'autres groupes seraient de très bons candidats (lucioles/vers luisants ?)

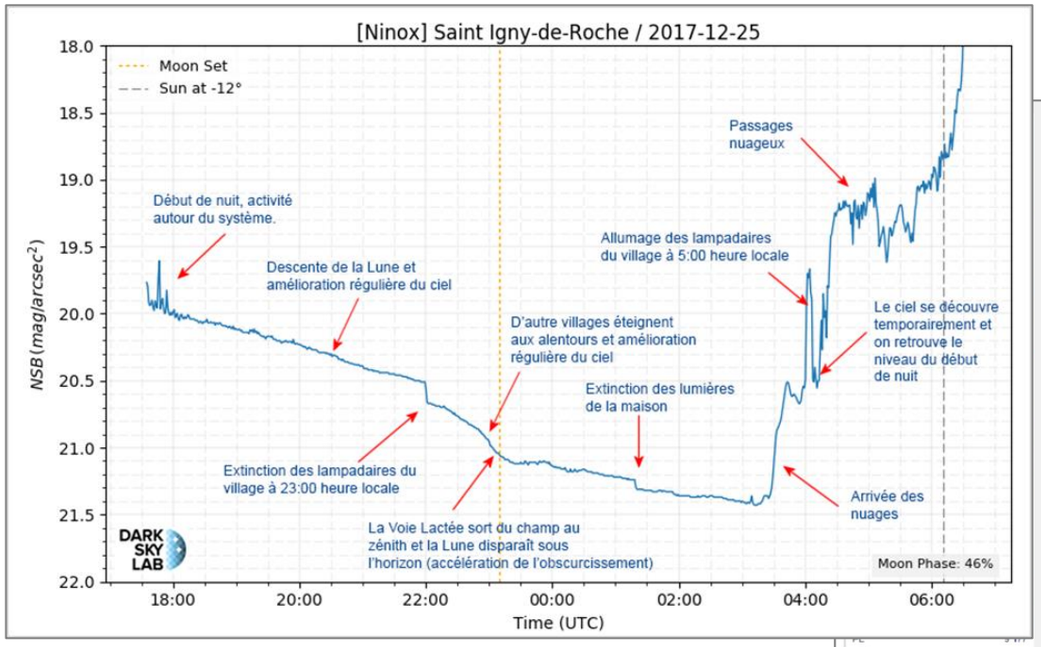
Romain Sordello – UMS PatriNat



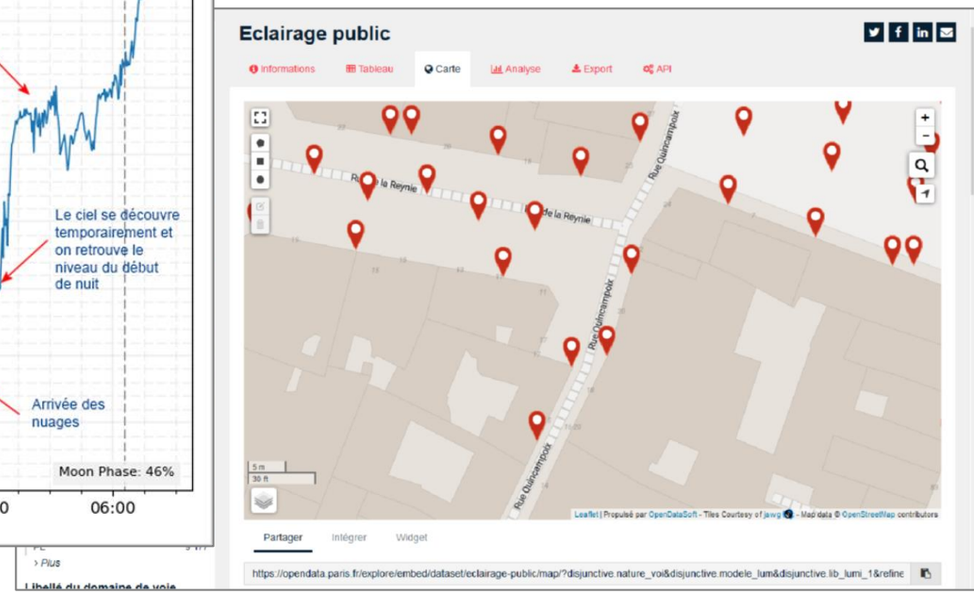
Trame noire : des questions pratiquent se posent

Quelles données d'éclairage utiliser et comment cartographier ?

- **Métrologie** (mesures réelles)
- **Modélisation** à partir de données plus ou moins directes (occupation du sol, données lampadaires …)
- **Photoaériennes nocturnes**
- **Images satellites**



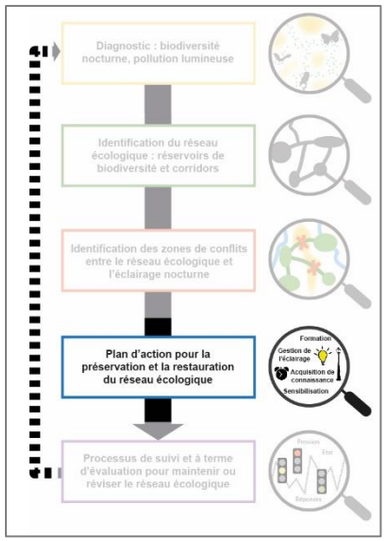
Mesure Ninox (DSL)



Géoréférencement des lampadaires de Paris

Vue aérienne nocturne de Nantes

Photosatellite Nasa VIIRS Mars 2019



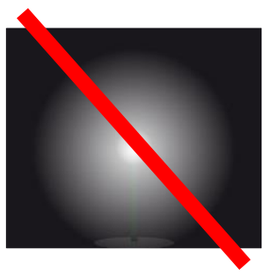
La Trame noire : un réseau écologique à préserver et restaurer

Trois axes possibles pour agir

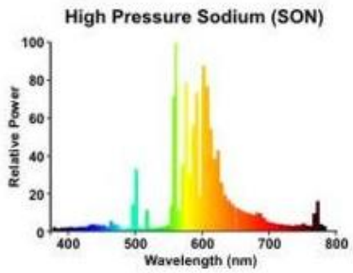
Axe temporel
(horaires, durées, …)

Axe spatial
(densité, position, …)

Gestion de l'éclairage nocturne



Caractéristiques des luminaires
(hauteur, spectre, flux, …)



Comment gérer la lumière artificielle dans les continuités écologiques ?

Sordello 2018, SET

centre de ressources Trame verte et bleue

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

UMS PATRIMOINE NATUREL
AFB · CNRS · MNHN

Merci de votre attention

centre de ressources Trame verte et bleue

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

UMS PATRIMOINE NATUREL
AFB · CNRS · MNHN