



REP21 : Colloque Rencontres d'Ecologie des Paysages 2021

11-13 oct. 2021 Rennes (France)

Prise en compte de la pollution lumineuse en écologie du paysage : cas des chauves-souris et des connectivités au sein des paysages

Christian Kerbiriou

Travaux des doctorants et Post doctorants

Isabelle
Le Viol

Clémentine
AZAM

Kévin
BARRE

Julie
PAUWELS

Alexis
LAFORGE

Gaëlle
LEGRAS

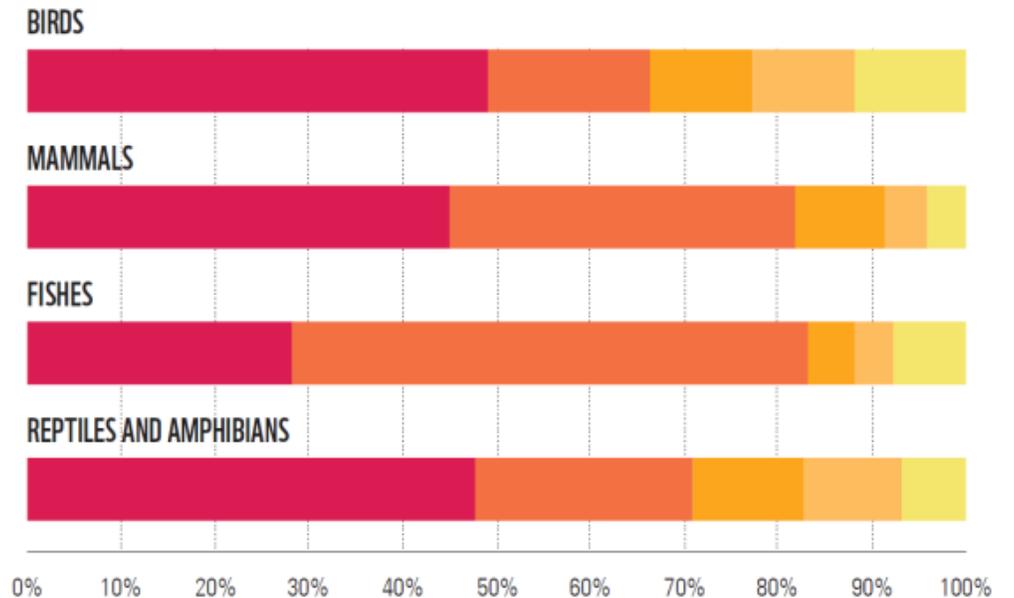
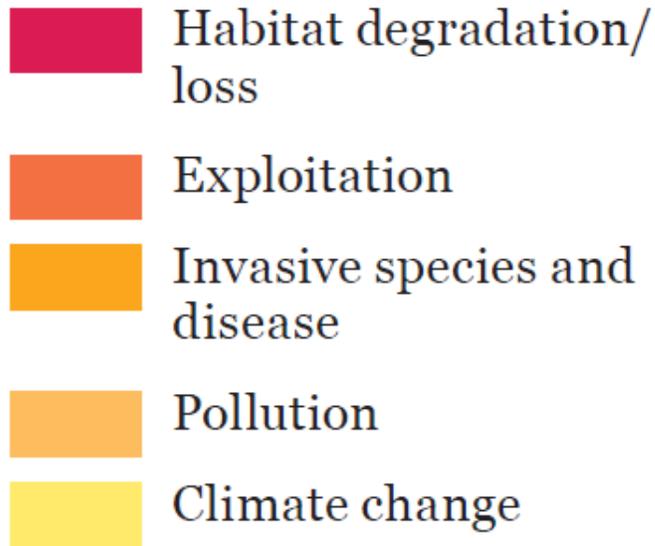
Léa
MARITON



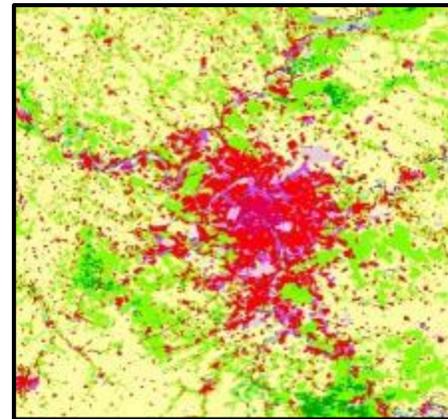


BIG KILLERS

Overexploitation and agriculture are the most prevalent threats facing the 8,688 threatened or near-threatened species from comprehensively assessed species groups on the IUCN Red List.

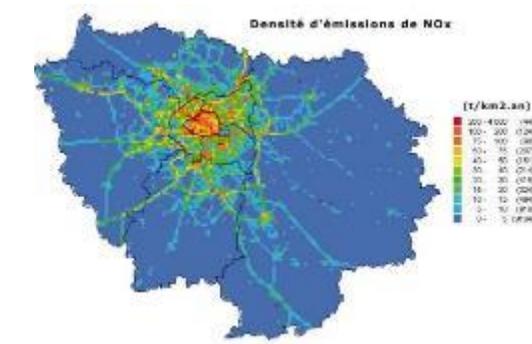
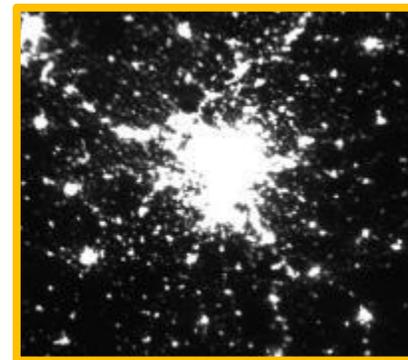
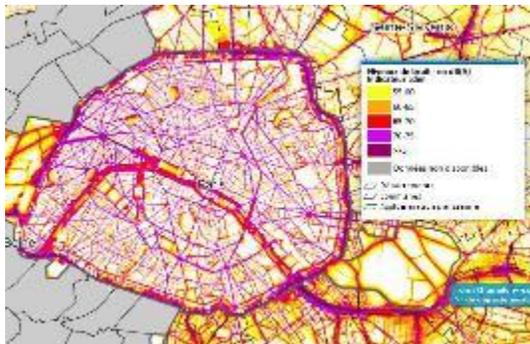


- Les changements d'affectation des sols sont intrinsèquement liés aux émissions de pressions additionnelles (pollutions chimiques, sonores, lumineuses) dont l'ampleur de l'impact sur la biodiversité reste encore largement inconnue.



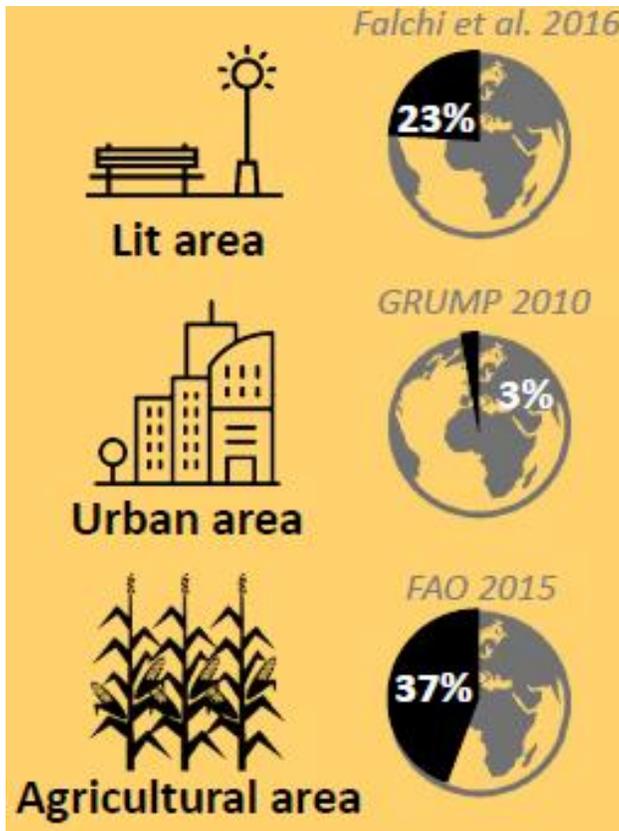
Rouge = surfaces imperméabilisées

Usage des sols région parisienne



➤ **La pollution lumineuse comparable aux autres pressions anthropiques en termes de...**

Etendue spatiale



Diffusion

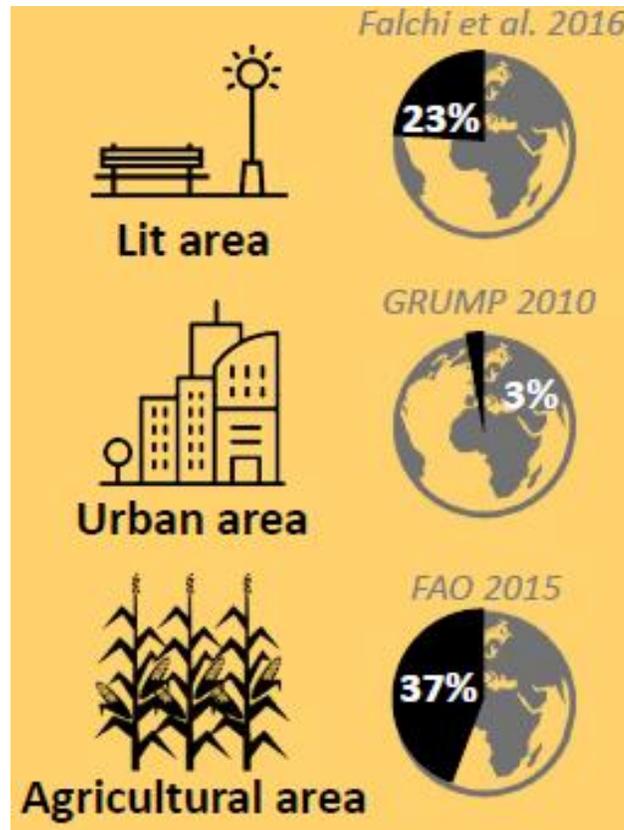


Skyglow



➤ La pollution lumineuse comparable aux autres pressions anthropiques en termes de...

Etendue spatiale



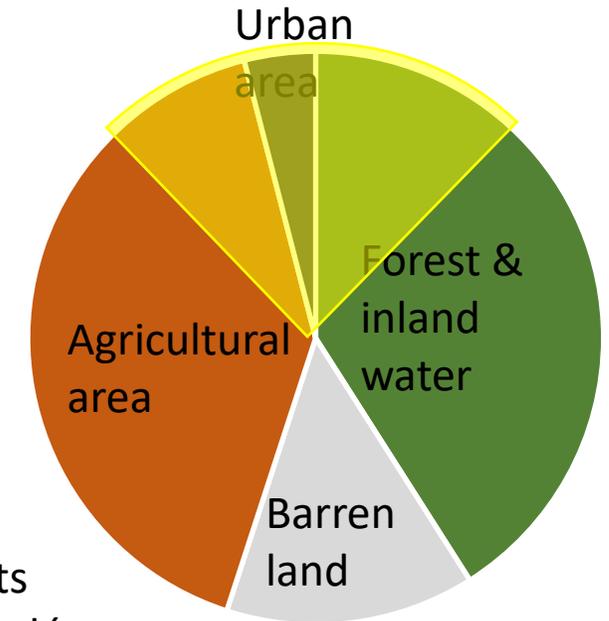
Diffusion



Skyglow

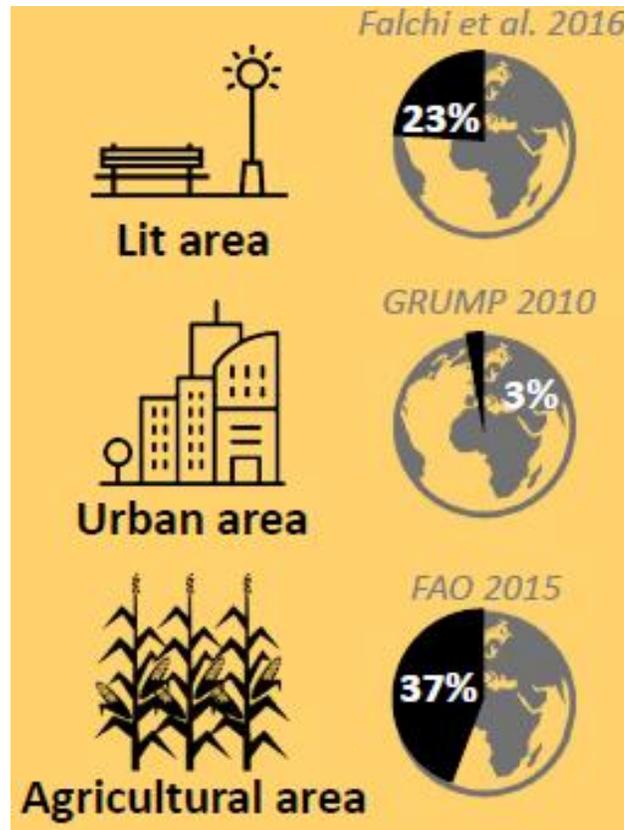


Effets cumulés

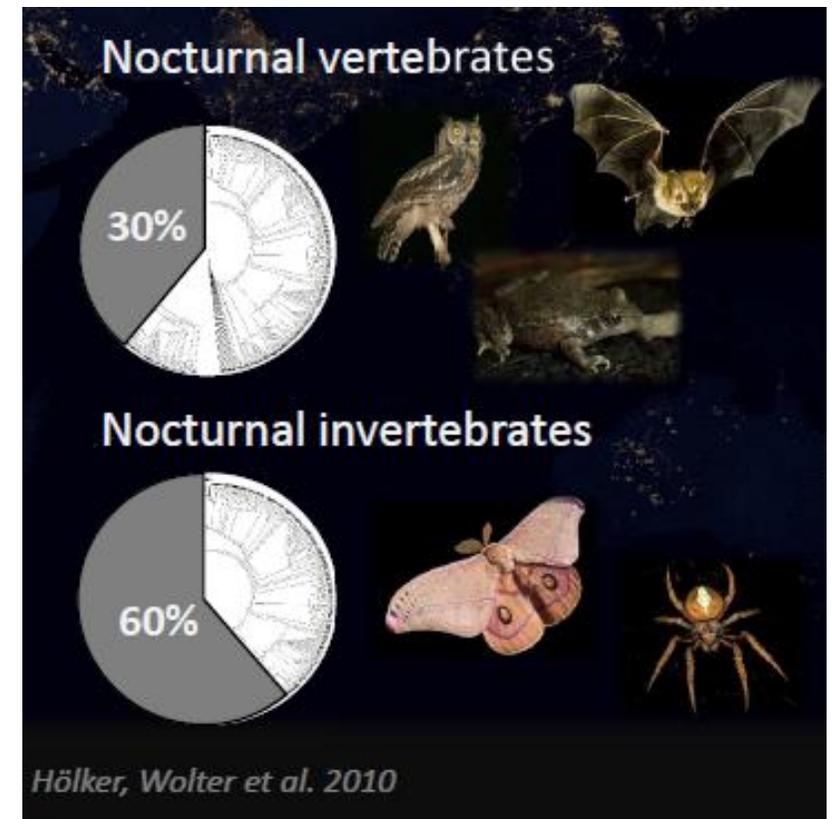
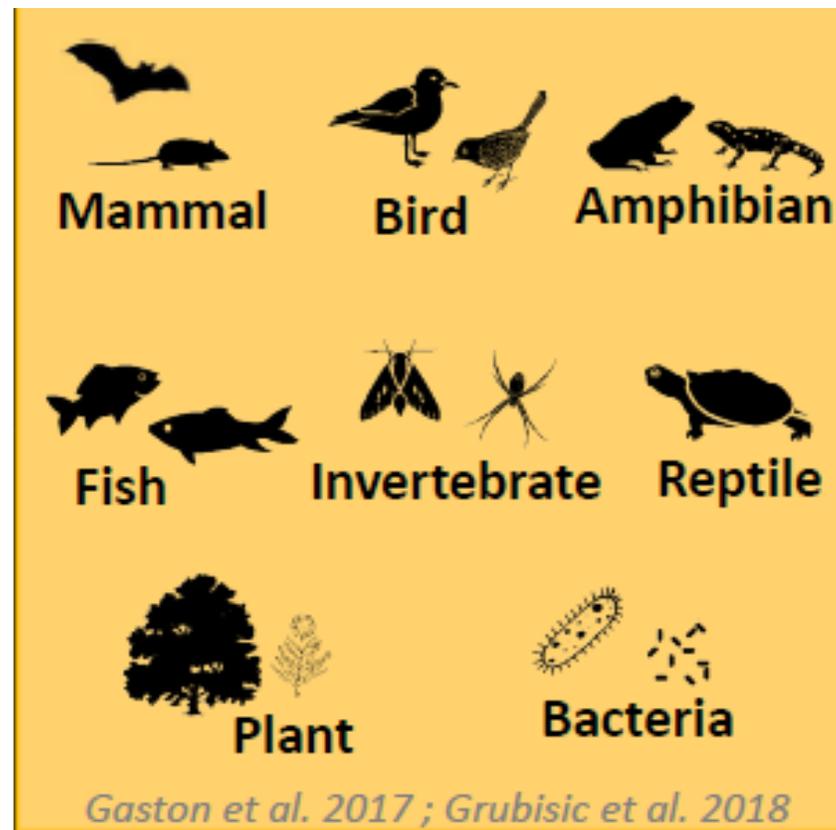


➤ La pollution lumineuse comparable aux autres pressions anthropiques en termes de...

Etendue spatiale



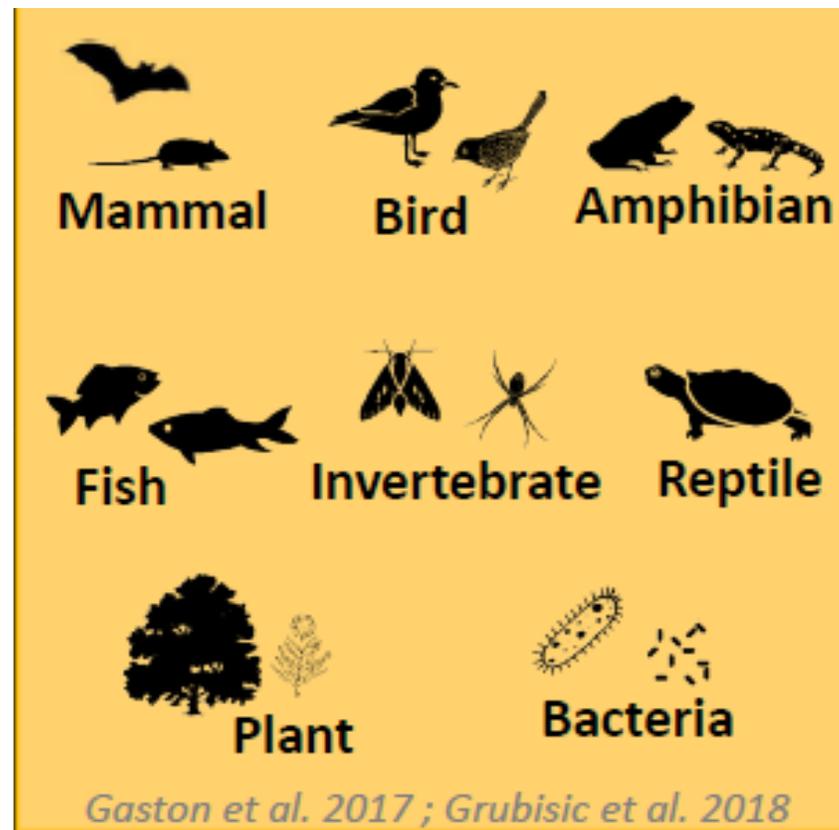
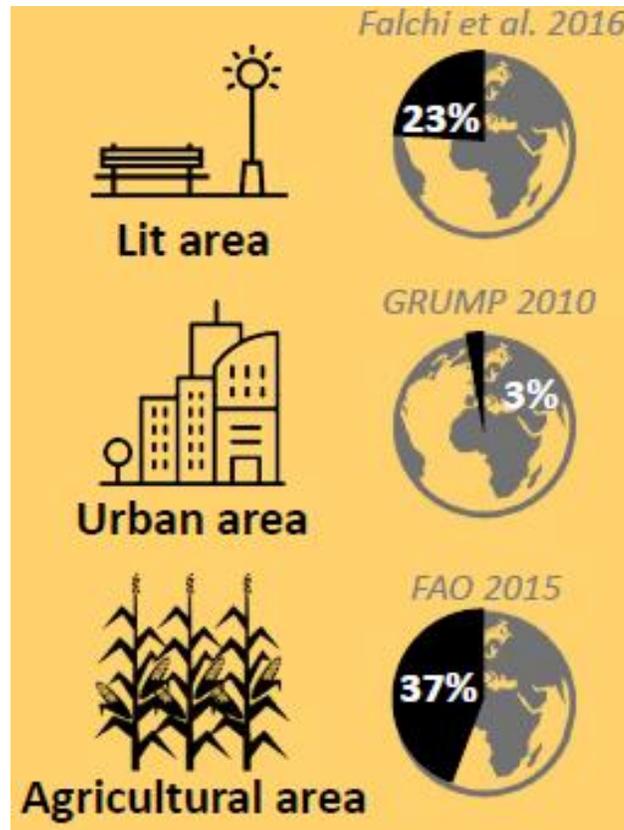
Étendue de la biodiversité impactée



➤ **La pollution lumineuse comparable aux autres pressions anthropiques en termes de...**

Etendue spatiale

Étendue de la biodiversité
impactée

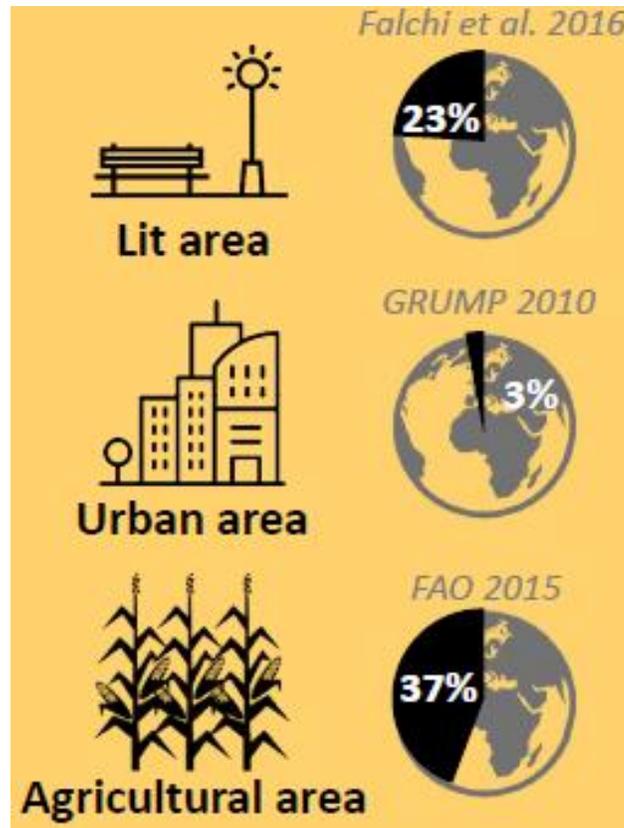


Individus
Population
Communauté
Fonction écosystémique

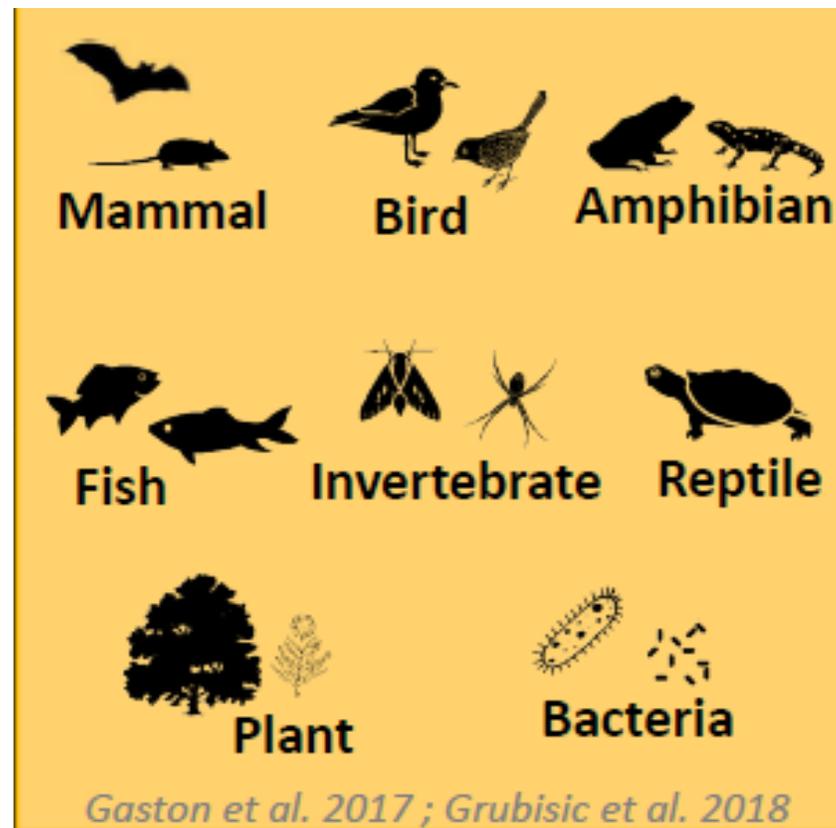
...

➤ La pollution lumineuse comparable aux autres pressions anthropiques en termes de...

Etendue spatiale



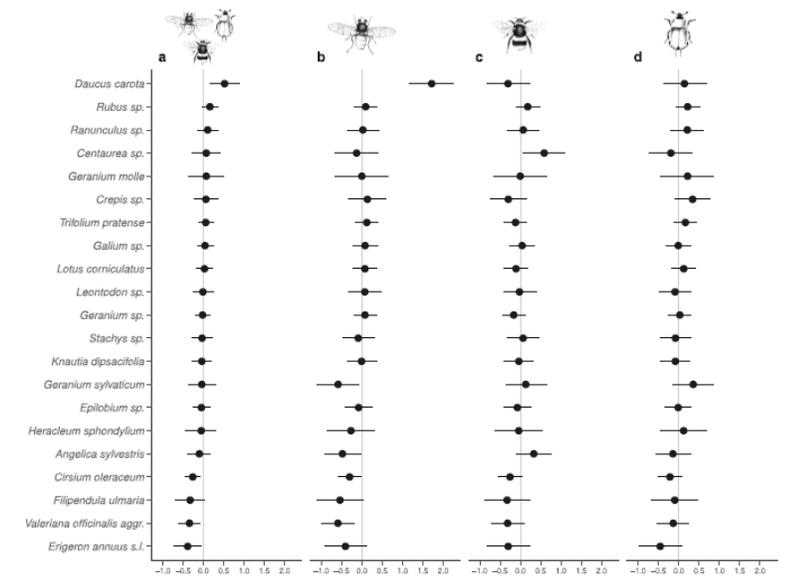
Étendue de la biodiversité impactée



<https://doi.org/10.1038/s41467-021-22011-8> OPEN

Impact of artificial light at night on diurnal plant-pollinator interactions

Simone Giavi¹, Colin Fontaine² & Eva Knop^{1,3}



➤ Eclairage artificiel nocturne : en développement



- Croissance sans précédent au cours du siècle passé
- 23 % de la surface terrestre et près de 88 % des régions industrialisées comme en Europe.
- Croissance mondiale: 2 à 6 % / an (en lien avec développement urbain et voies de communication)



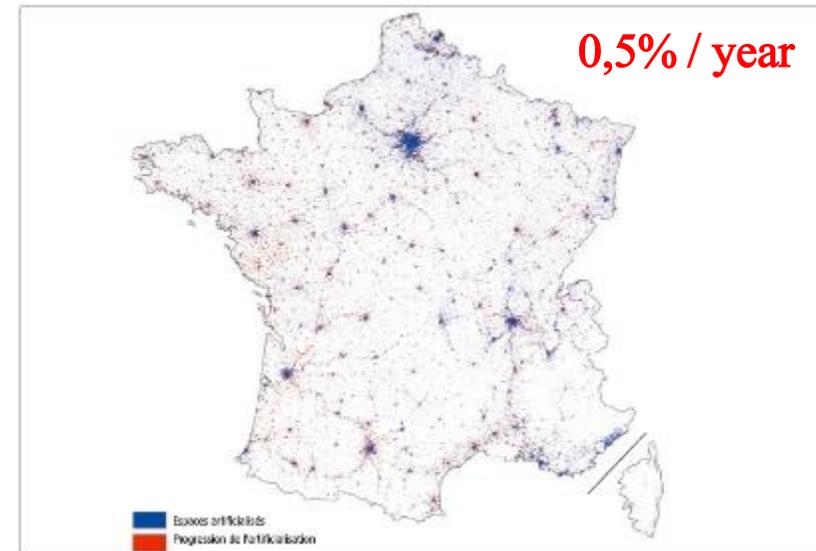
➤ Éclairage artificiel nocturne : en développement



- Croissance sans précédent au cours du siècle passé
- 23 % de la surface terrestre et près de 88 % des régions industrialisées comme en Europe.
- Croissance mondiale: 2 à 6 % / an (en lien avec développement urbain et voies de communication)



Satellite picture of France at night (VIIRS 2012)



Distribution of impervious surfaces in France (MEDDE 2015)

➤ Eclairage artificiel nocturne : en développement



- Croissance sans précédent au cours du siècle passé
- 23 % de la surface terrestre et près de 88 % des régions industrialisées comme en Europe.
- Croissance mondiale: 2 à 6 % / an (en lien avec développement urbain et voies de communication)
- ~40% du budget électricité des communes

➤ Eclairage artificiel nocturne : en développement



- Croissance sans précédent au cours du siècle passé
- 23 % de la surface terrestre et près de 88 % des régions industrialisées comme en Europe.
- Croissance mondiale: 2 à 6 % / an (en lien avec développement urbain et voies de communication)
- ~40% du budget électricité des communes
- Ne concerne pas que la thématique de l'écologie urbaine

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

 **Biological Conservation** 

journal homepage: www.elsevier.com/locate/biocon

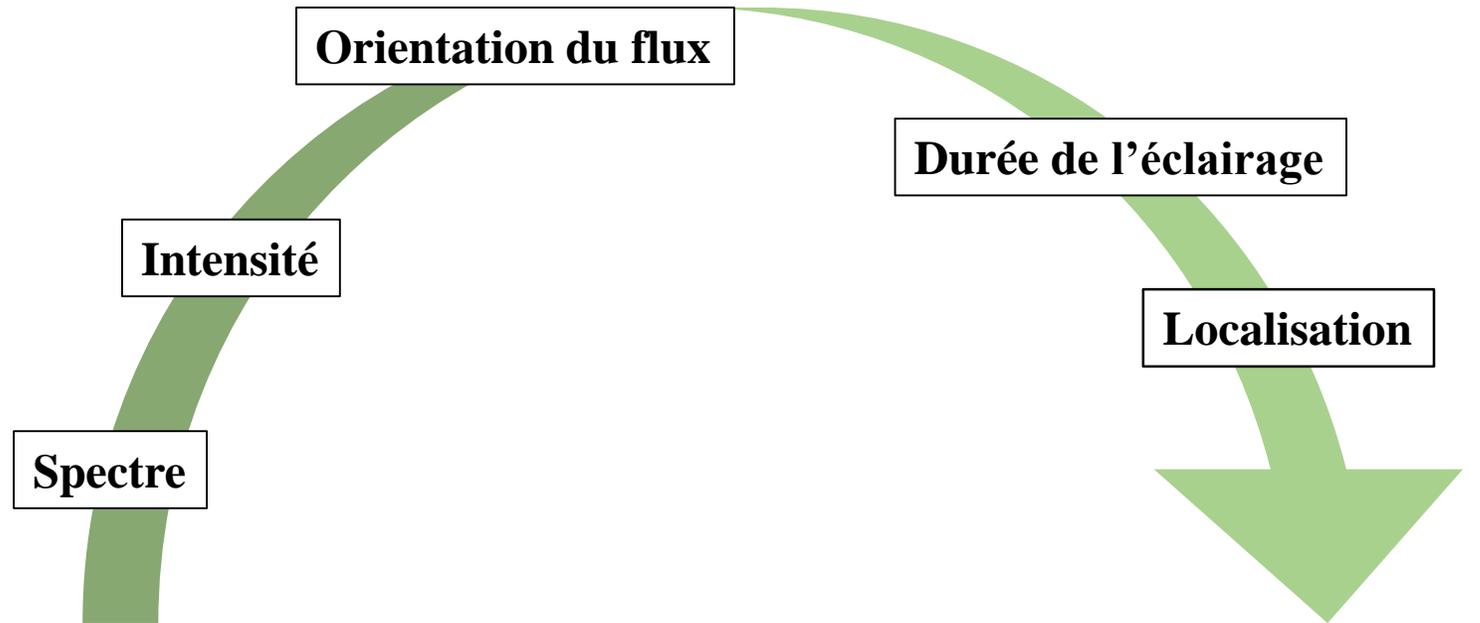
Worldwide increase in Artificial Light At Night around protected areas and within biodiversity hotspots

Adrien Guetté^{a,*}, Laurent Godet^b, Martin Juigner^a, Marc Robin^a

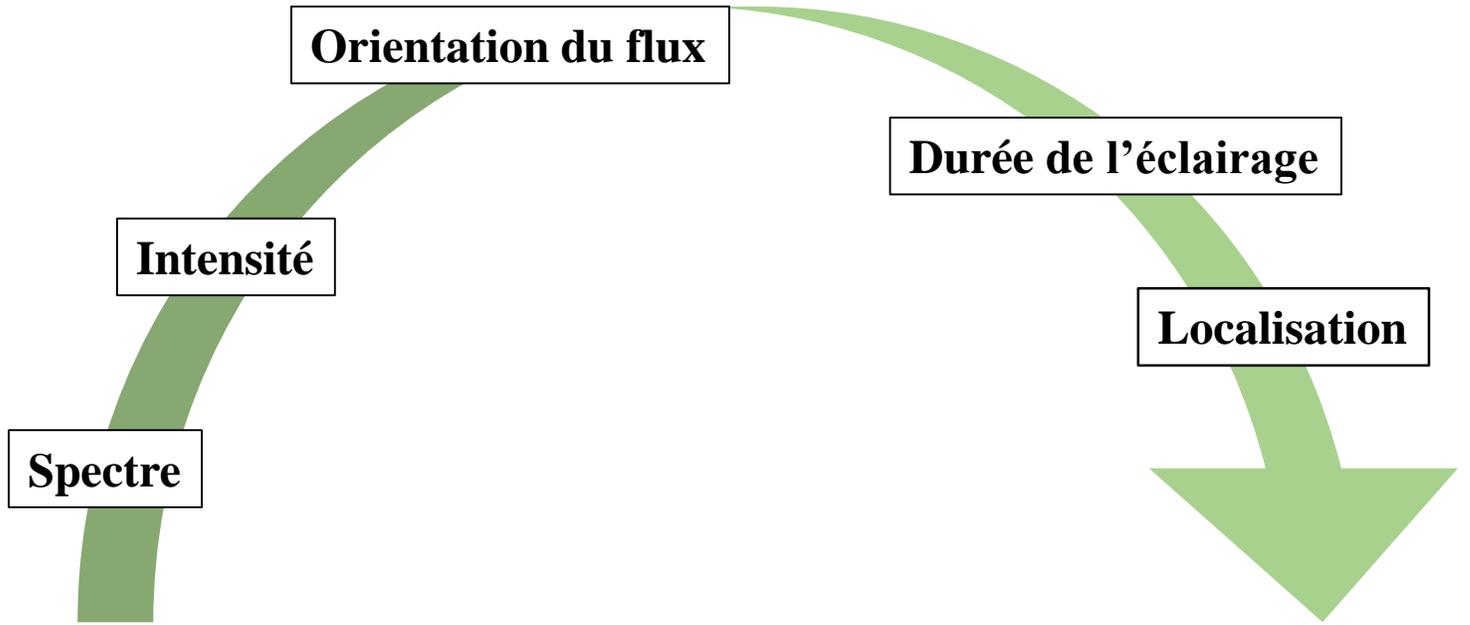
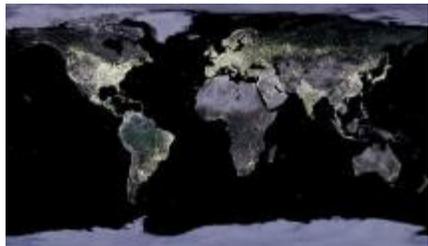
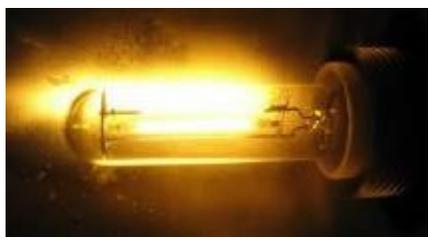




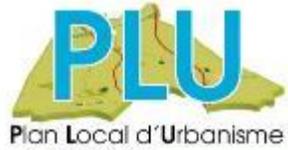
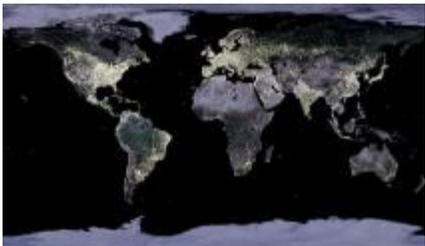
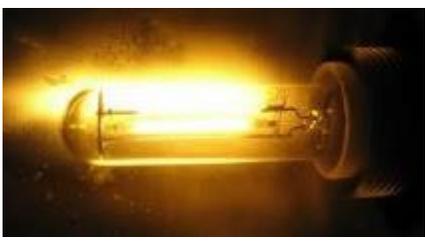
Leviers d'action



Leviers d'action



Leviers d'action

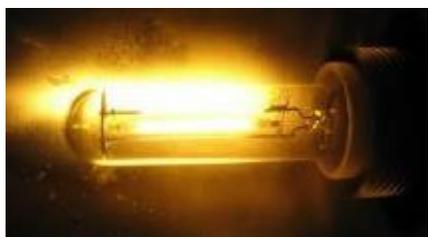


* Planification de l'éclairage publique (commune, inter-communalité)

* Trame Verte et Bleue
* Schéma de cohérence écologique

* Standard et lois

Leviers d'action



* Planification de l'éclairage publique (commune, inter-communalité)

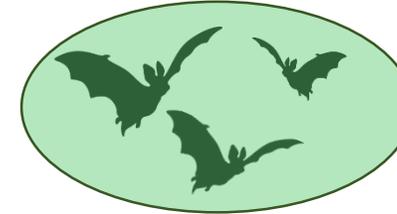
* Trame Verte et Bleu
* Schéma de cohérence écologique

* Standard et lois

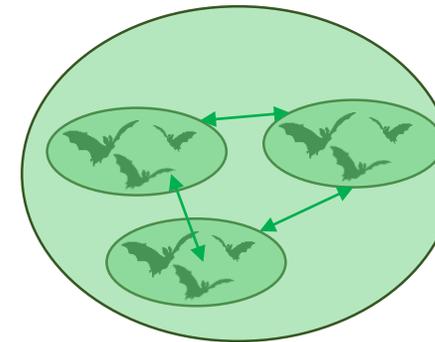
Niveau d'organisation



Population



Meta-population



Leviers d'action



* Planification de l'éclairage publique (commune, inter-communalité)

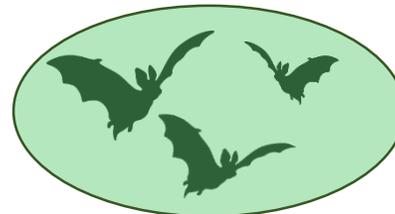
* Trame Verte et Bleue
* Schéma de cohérence écologique

* Standard et lois

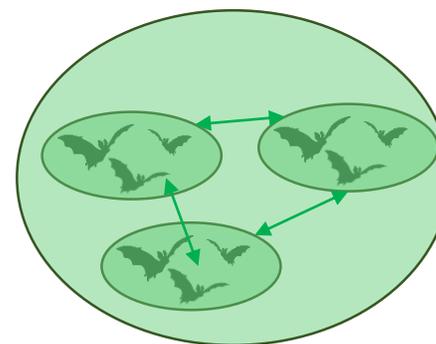
Niveau d'organisation



Population



Meta-population



Connaissances scientifiques



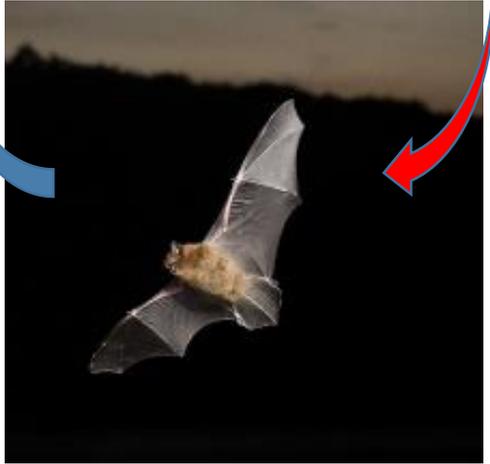
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Réponse à la phototaxie



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Réponse à la phototaxie



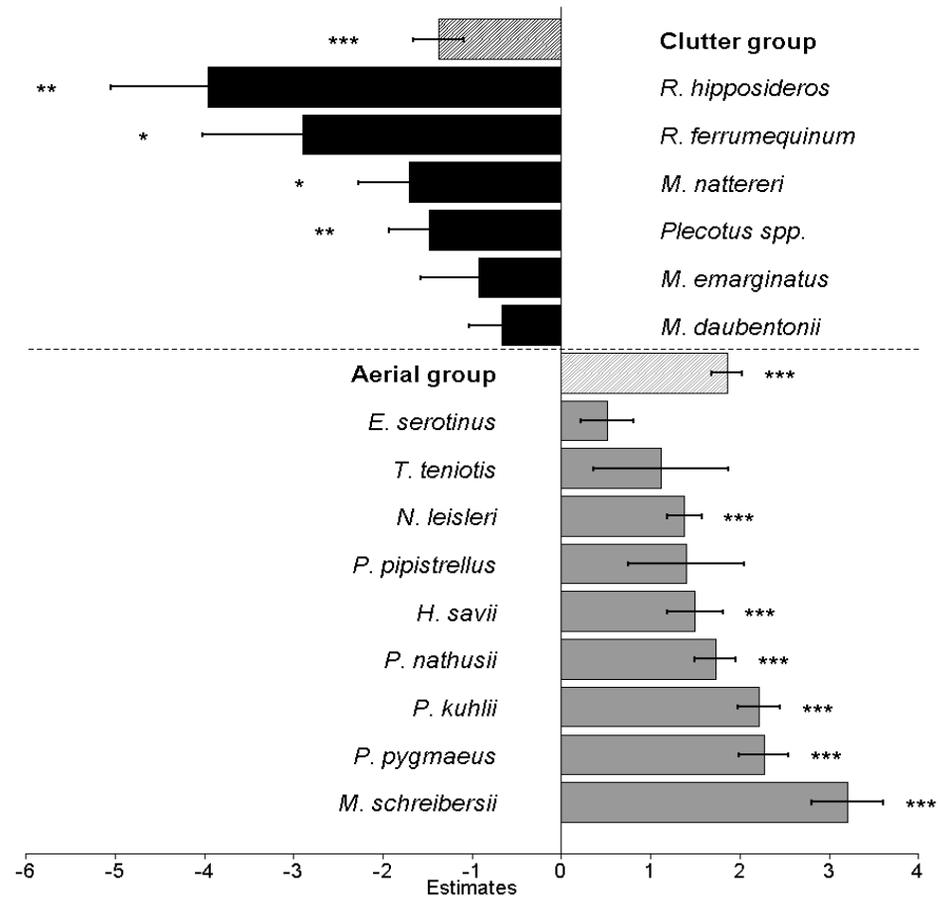
Stone et al. 2009, 2012, 2015

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Réponse à la phototaxie



Stone et al. 2009, 2012, 2015

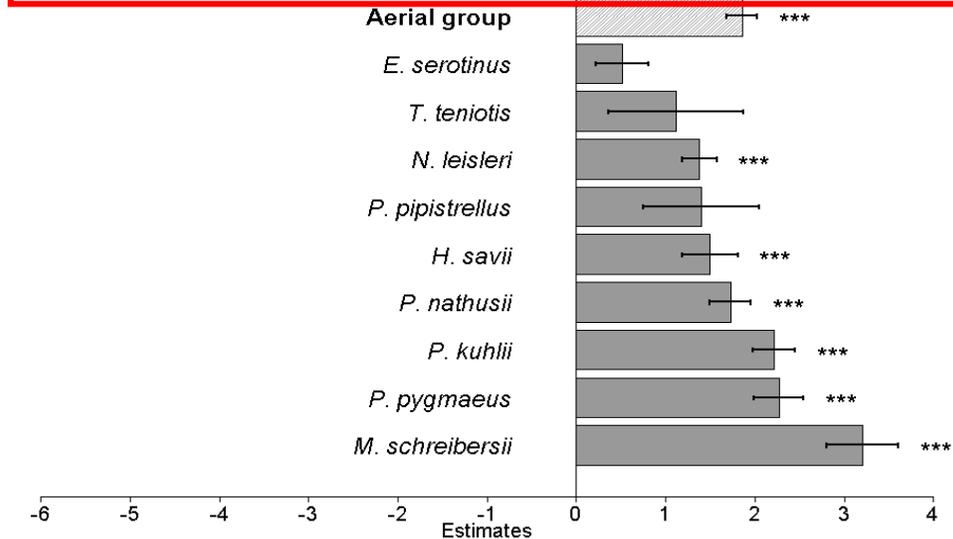
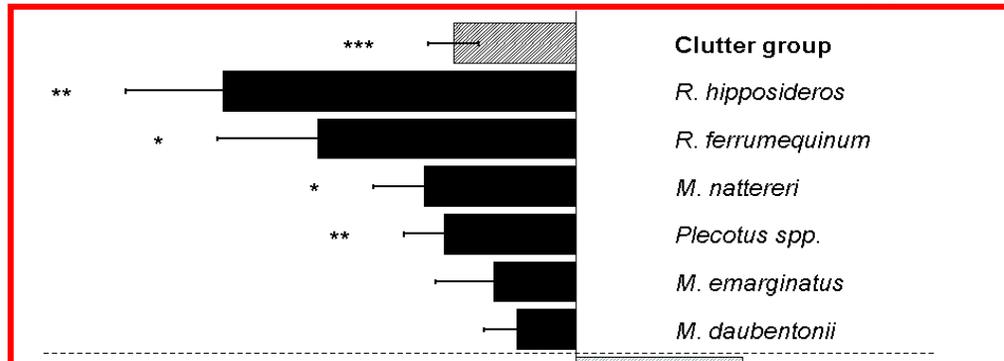
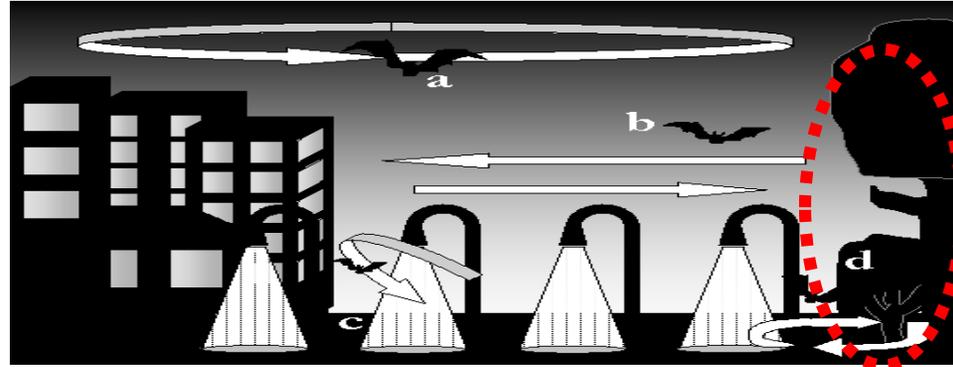


Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Réponse à la phototaxie



Stone et al. 2009, 2012, 2015



Espèces à vol lent



Myotis sp.



Rhinolophus sp.

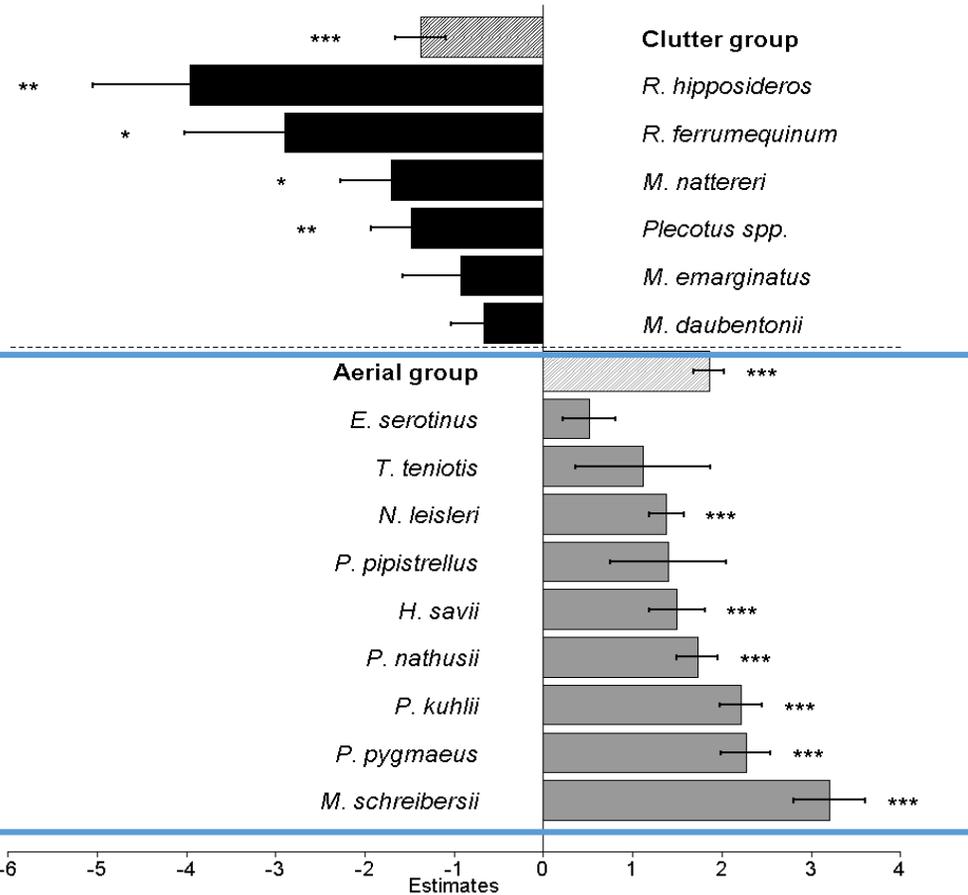
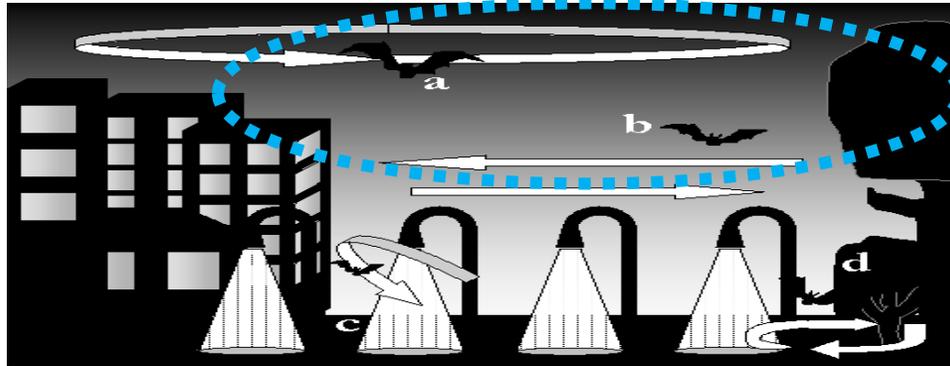
- Recherche d'insectes dans une **végétation encombrée**
- **Émergence à la fin du crépuscule**
- Echolocation à courte portée

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Réponse à la phototaxie



Stone et al. 2009, 2012, 2015



Espèces à vol lent (Gleaner)



Myotis sp.



Rhinolophus sp.

- Recherche d'insectes dans une **végétation encombrée**
- **Émergence à la fin du crépuscule**
- Echolocation à courte portée

Espèces à vol rapide (Aerial)



Eptesicus sp.



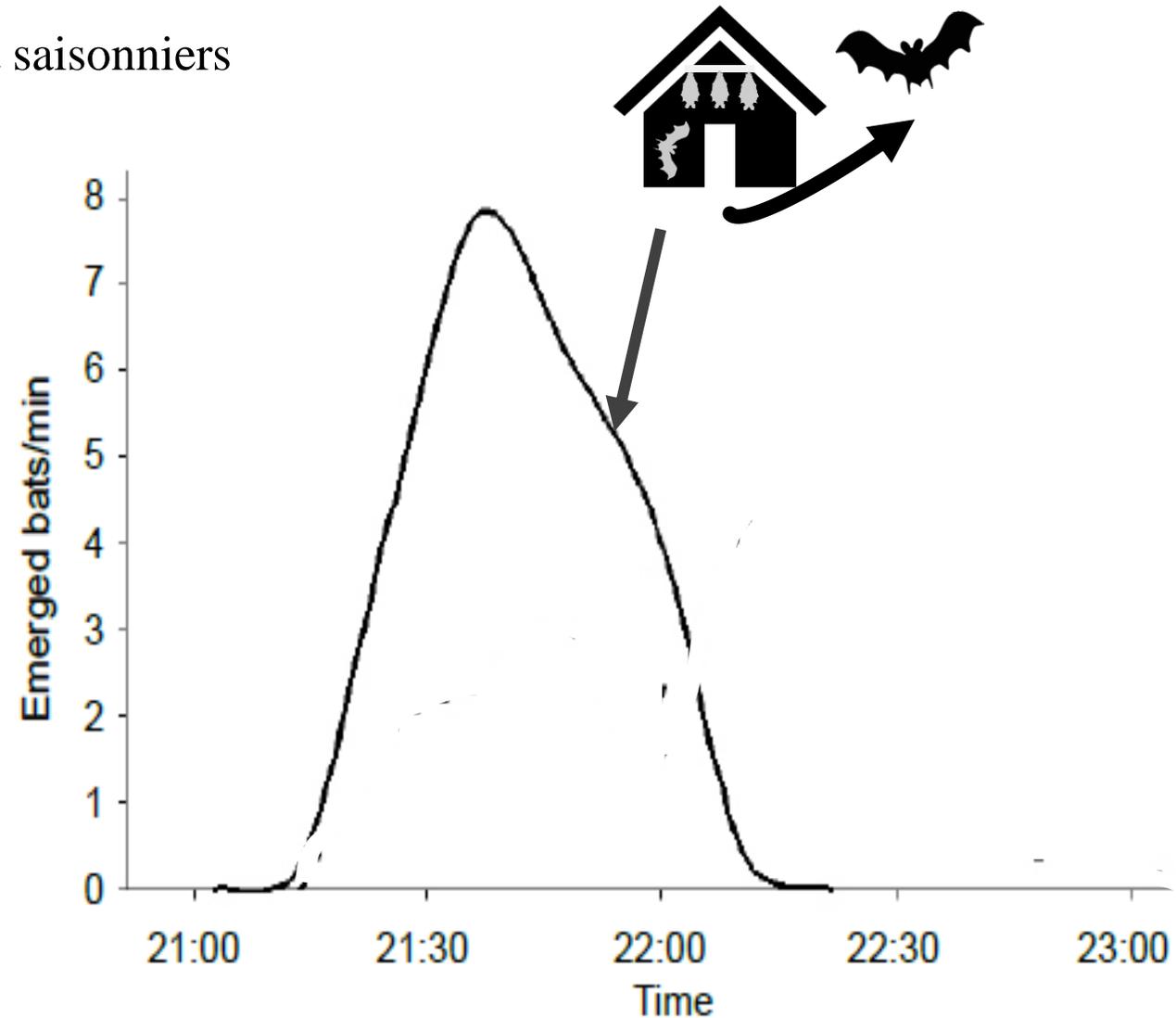
Pipistrellus sp.

- Recherche d'insectes au dessus de la canopée ou milieux ouverts
- **Émergence au début du crépuscule**
- Echolocation à longue portée

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Durée de l'éclairage

Perturbation des cycles circadiens et saisonniers

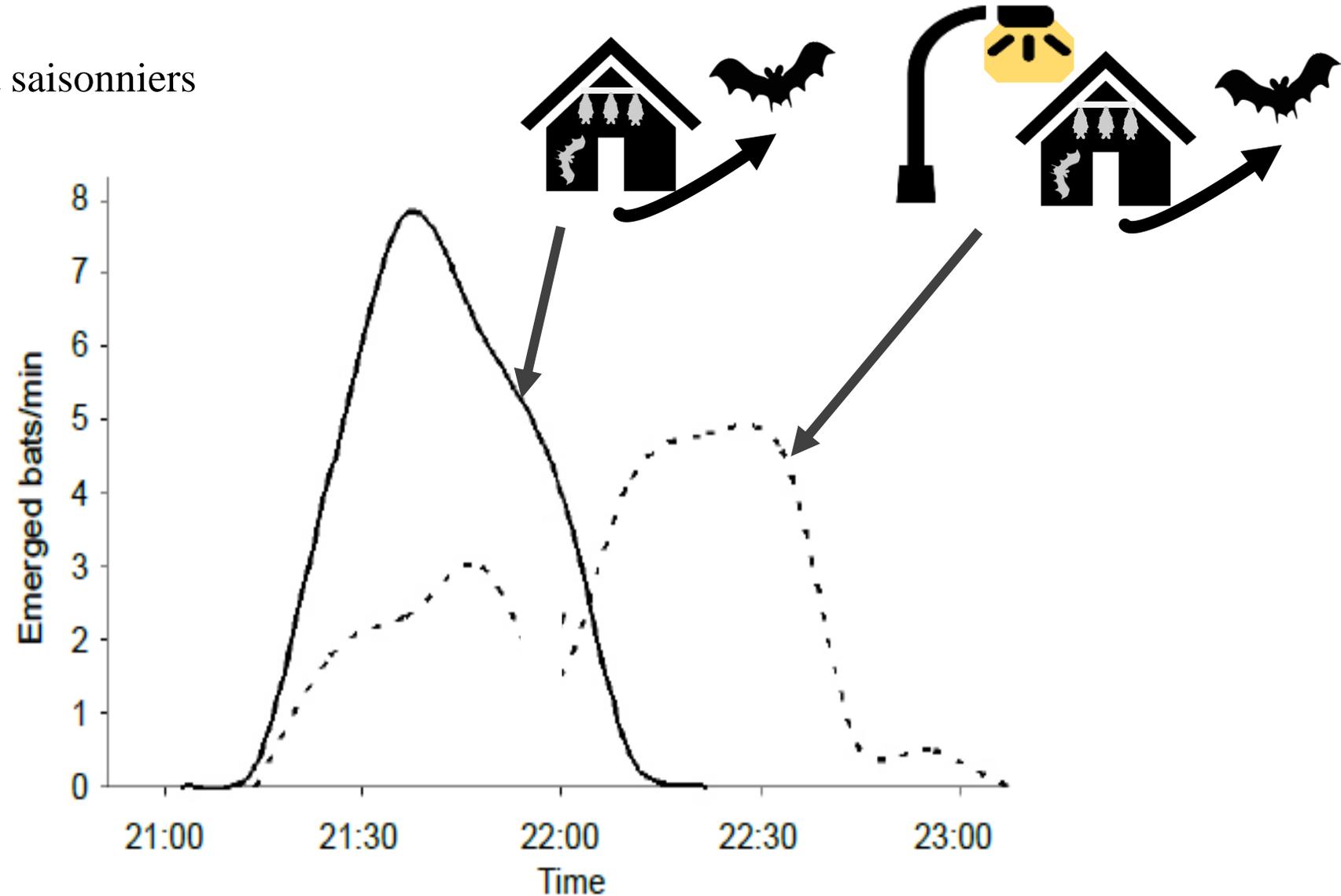


(Downs et al. 2003, Boldogh et al. 2006)

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Durée de l'éclairage

Perturbation des cycles circadiens et saisonniers

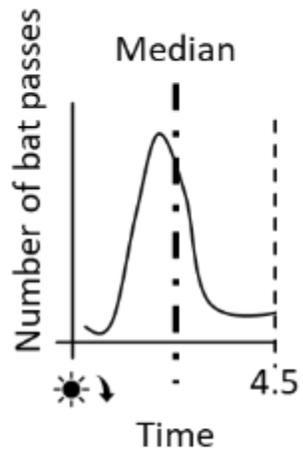


(Downs et al. 2003, Boldogh et al. 2006)

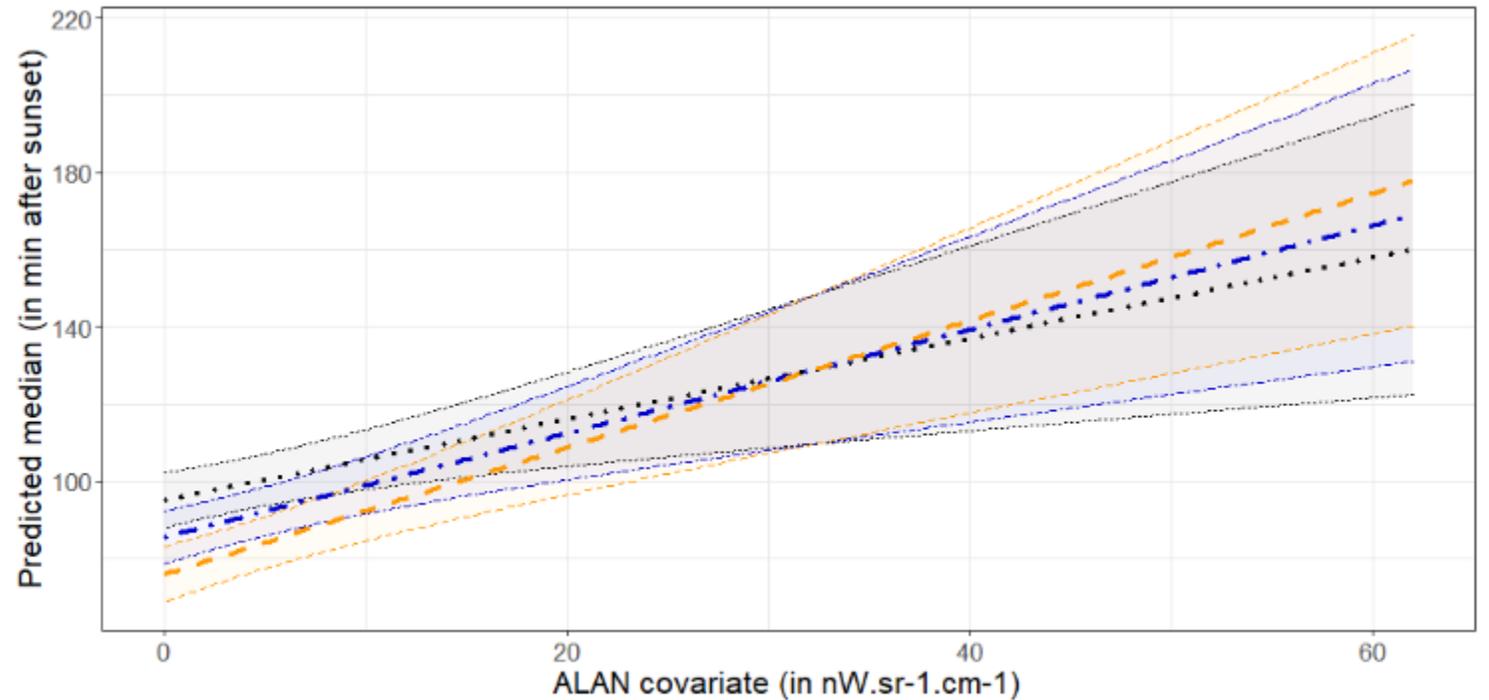
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Durée de l'éclairage

Perturbation des cycles circadiens et saisonniers



Metric:
Hour of the median
E. serotinus pass during the
first half of the night



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

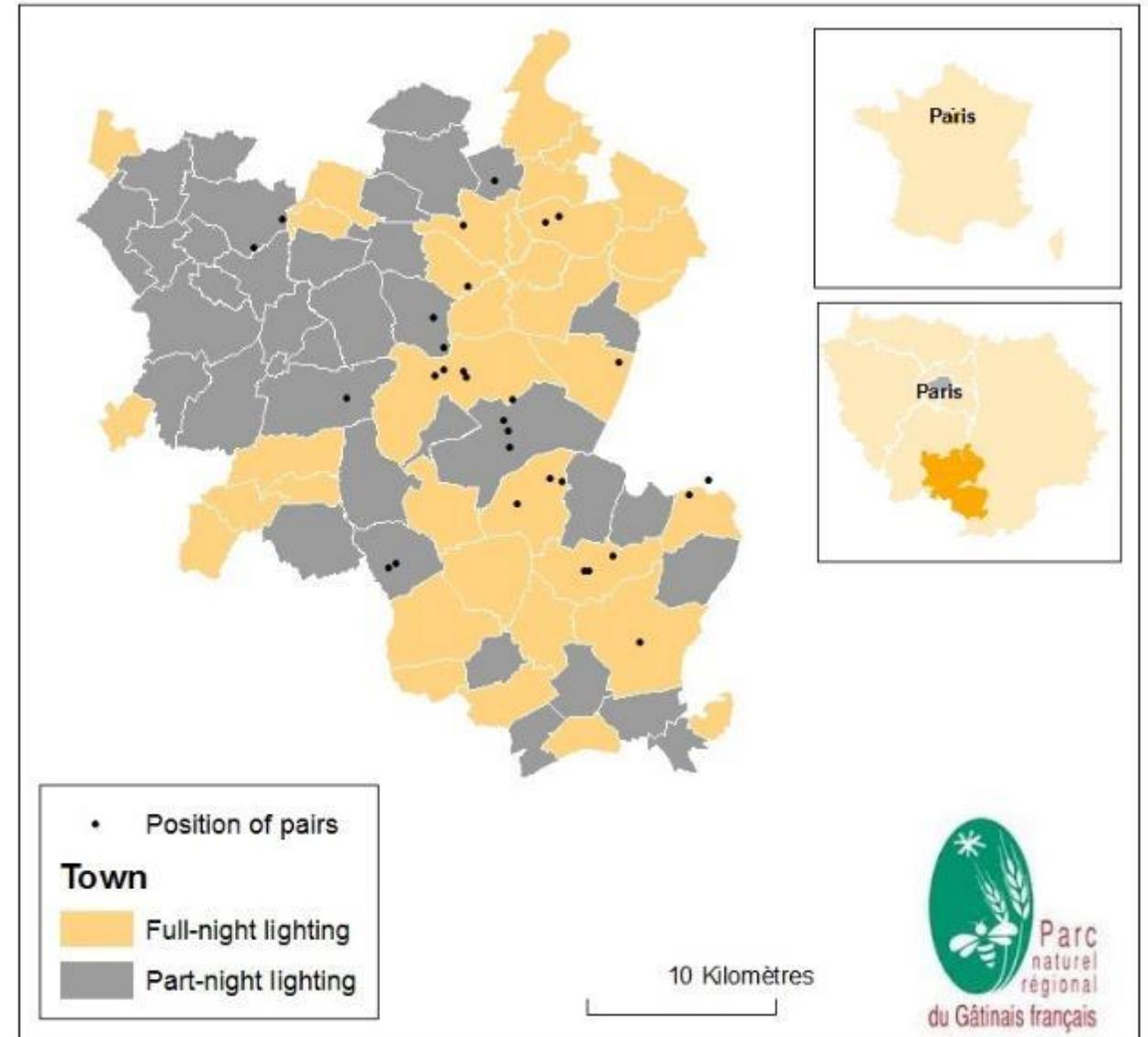
Durée de l'éclairage

Global Change Biology

Global Change Biology (2015) 21, 4333–4341, doi: 10.1111/gcb.13036

Is part-night lighting an effective measure to limit the impacts of artificial lighting on bats?

CLÉMENTINE AZAM¹, CHRISTIAN KERBIRIOU¹, ARTHUR VERNET²,
JEAN-FRANÇOIS JULIEN¹, YVES BAS¹, LAURA Plichard², JULIE MAKATRAT² and
ISABELLE LE VIOL¹



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Durée de l'éclairage

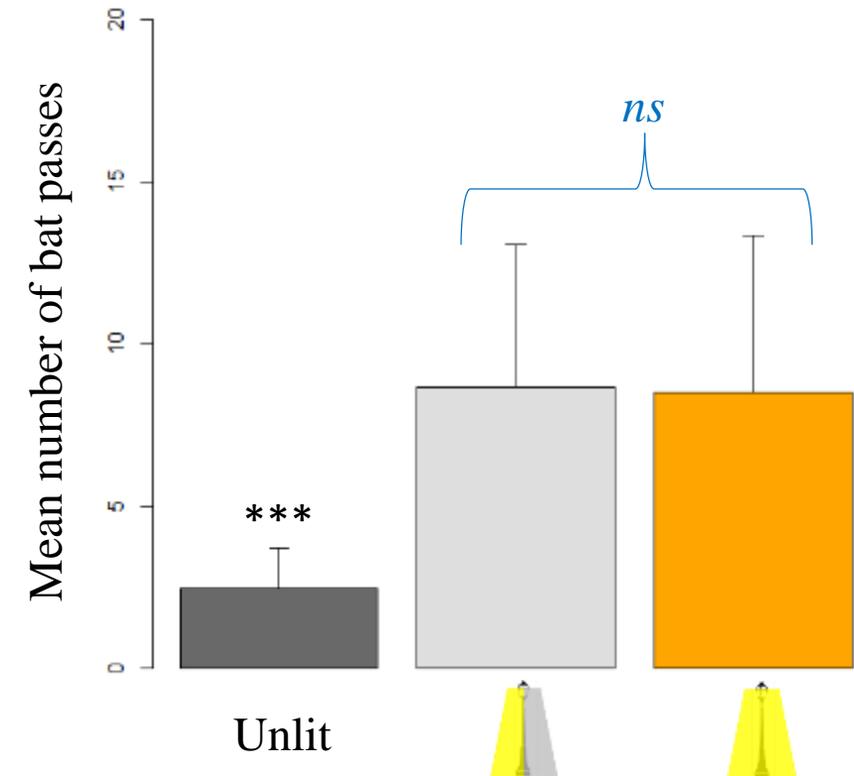
Global Change Biology

Global Change Biology (2015) 21, 4333–4341, doi: 10.1111/gcb.13036

Is part-night lighting an effective measure to limit the impacts of artificial lighting on bats?

CLÉMENTINE AZAM¹, CHRISTIAN KERBIRIOU¹, ARTHUR VERNET²,
JEAN-FRANÇOIS JULIEN¹, YVES BAS¹, LAURA Plichard², JULIE MAKATRAT² and
ISABELLE LE VIOL¹

« Light-attracted »
P. kuhlii



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Durée de l'éclairage

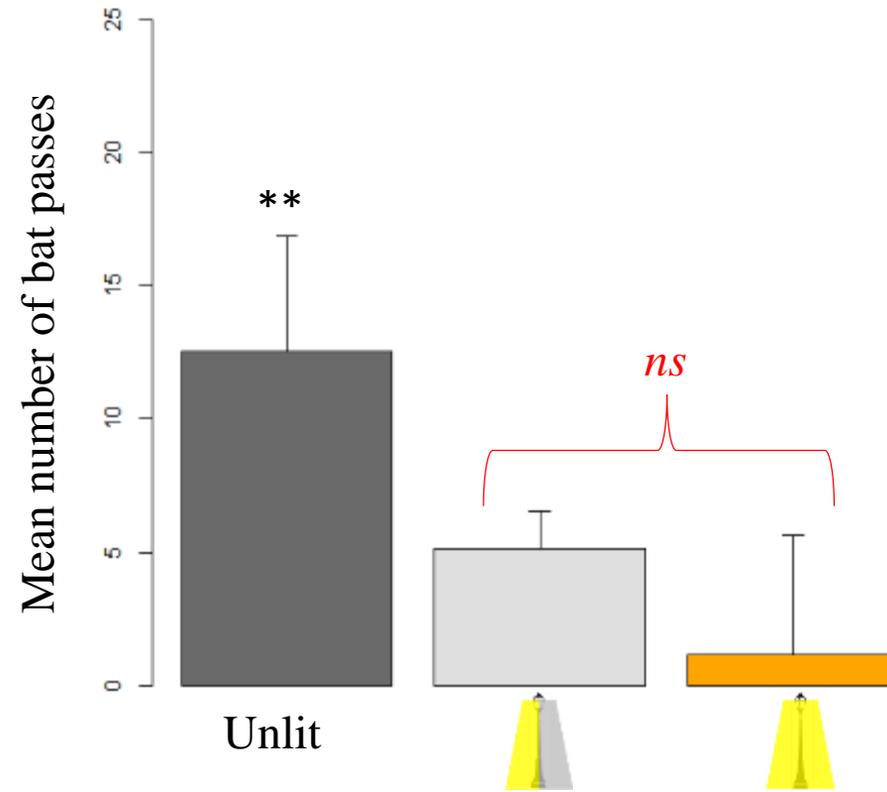
Global Change Biology

Global Change Biology (2015) 21, 4333–4341, doi: 10.1111/gcb.13036

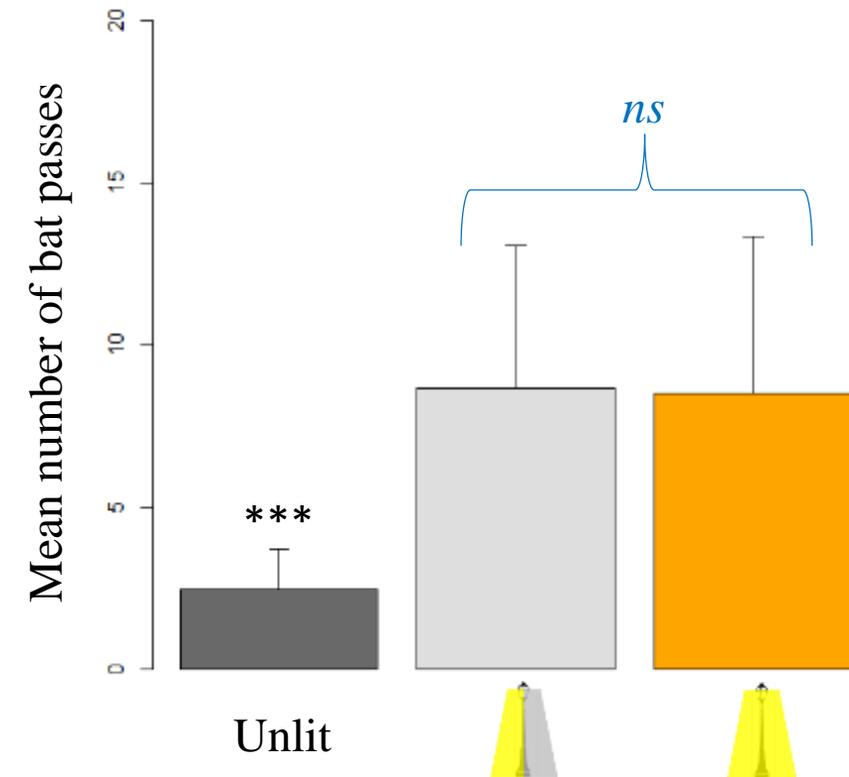
Is part-night lighting an effective measure to limit the impacts of artificial lighting on bats?

CLÉMENTINE AZAM¹, CHRISTIAN KERBIRIOU¹, ARTHUR VERNET²,
JEAN-FRANÇOIS JULIEN¹, YVES BAS¹, LAURA Plichard², JULIE MAKATRAT² and
ISABELLE LE VIOL¹

« Light-sensitive »
Myotis sp.



« Light-attracted »
P. kuhlii



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Spectre



Flight-to-light behavior
(Pawson & Bader 2014)



Avoidance regardless of lamp spectrum
(Stone et al. 2012 ; Lacoeyilhe et al. 2012)



Phytochrome absorbance
(Bennie et al. 2015)

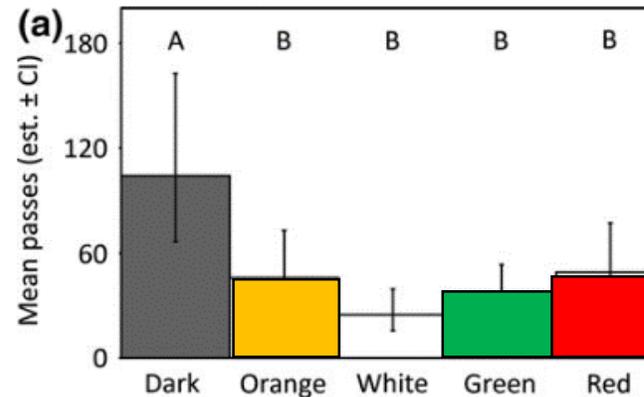
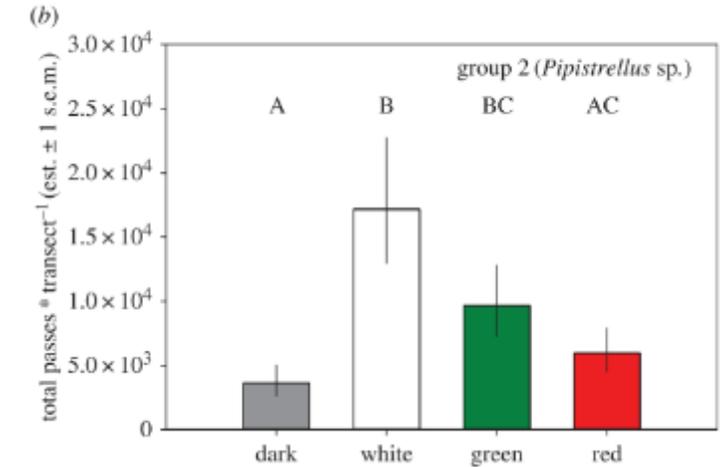
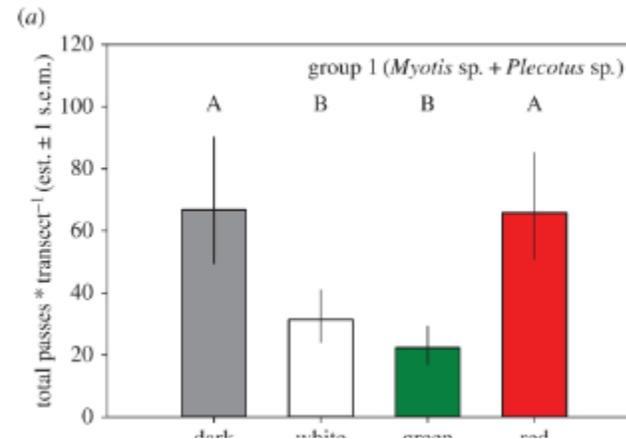
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Spectre



La couleur du spectre peut limiter les impacts sur l'abondance des Myotis/Plecotus et Pipistrelles

Mais pas sur l'usage des corridors par le Petit rhinolophe



Spoelstra et al. 2017

Zeale et al. 2018

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Spectre



« Light-attracted »
P. pipistrellus

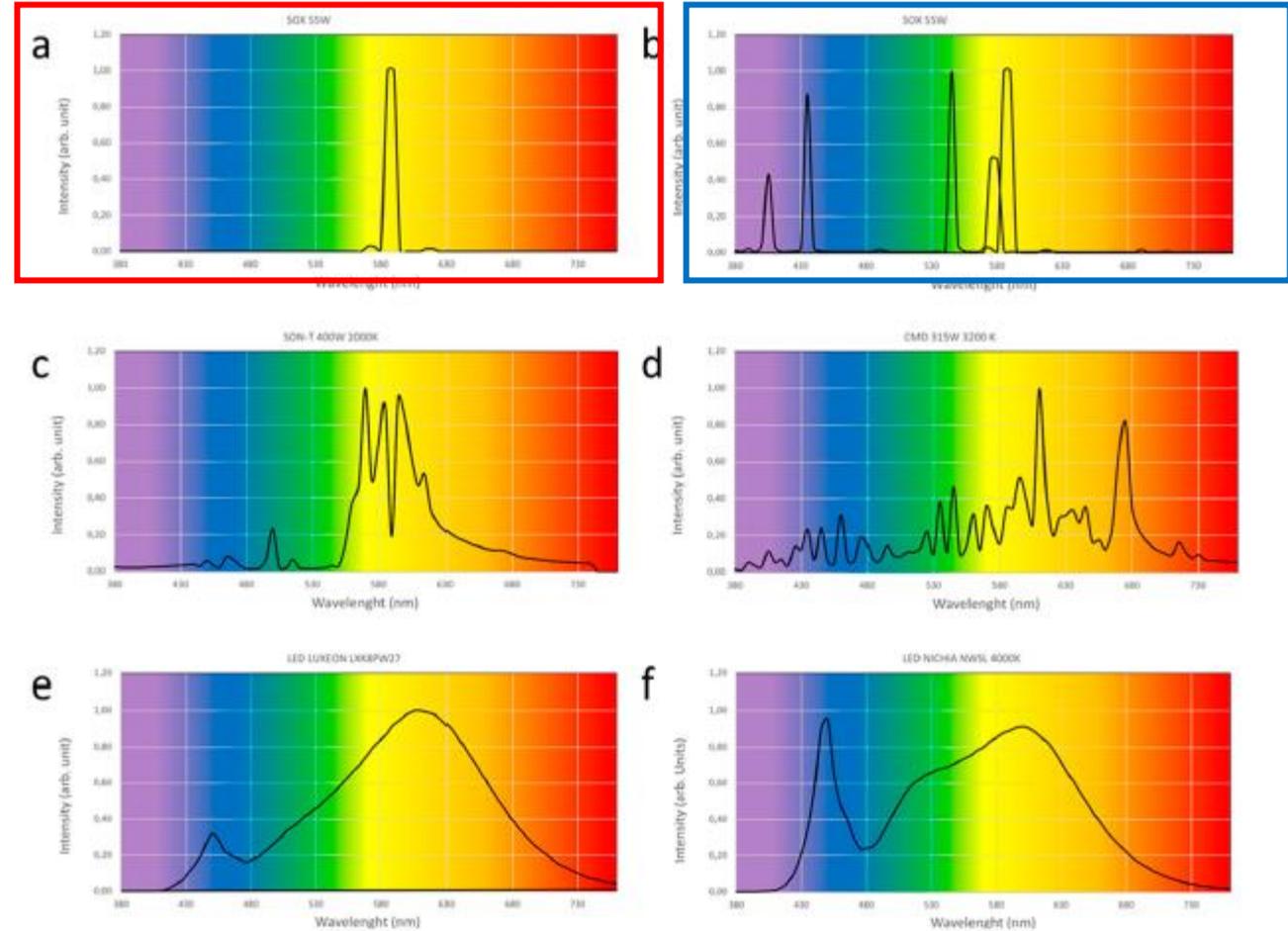
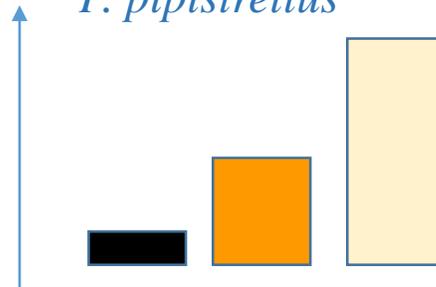


Figure 1. Spectra (visible domain 360–780 nm) of some commonly used lamps for outdoor lighting systems. Luminous intensities are normalized to the maximum value: (a) low pressure sodium (LPS) lamp (under ban due to eco-conception rules); (b) mercury high pressure lamp (MV) (under ban); (c) high pressure sodium lamp (HPS); (d) ceramic metal halide lamp (MH); (e) warm white light emitting diodes (LED) (2700 K); (f) cool white LED (4000 K). Spectral data are measured by LAPLACE laboratory (private communication).

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Spectre

diversity
<http://www.mdpi.com/journal/diversity>

MDPI

Article
Switching LPS to LED Streetlight May Dramatically Reduce Activity and Foraging of Bats

Christian Kerbiriou ^{1,2,*}, Kévin Barré ^{1,2}, Léa Mariton ^{1,2}, Julie Pauwels ¹, Georges Zissis ³, Alexandre Robert ¹ and Isabelle Le Viol ^{1,2}



Effet rebond

Light Intensity	Mean (±SE)
Changes of power (watts)	-10.6 ± 3.8 (-40%)
Changes of illuminance (lux)	+17.7 ± 8.5 (+259%)

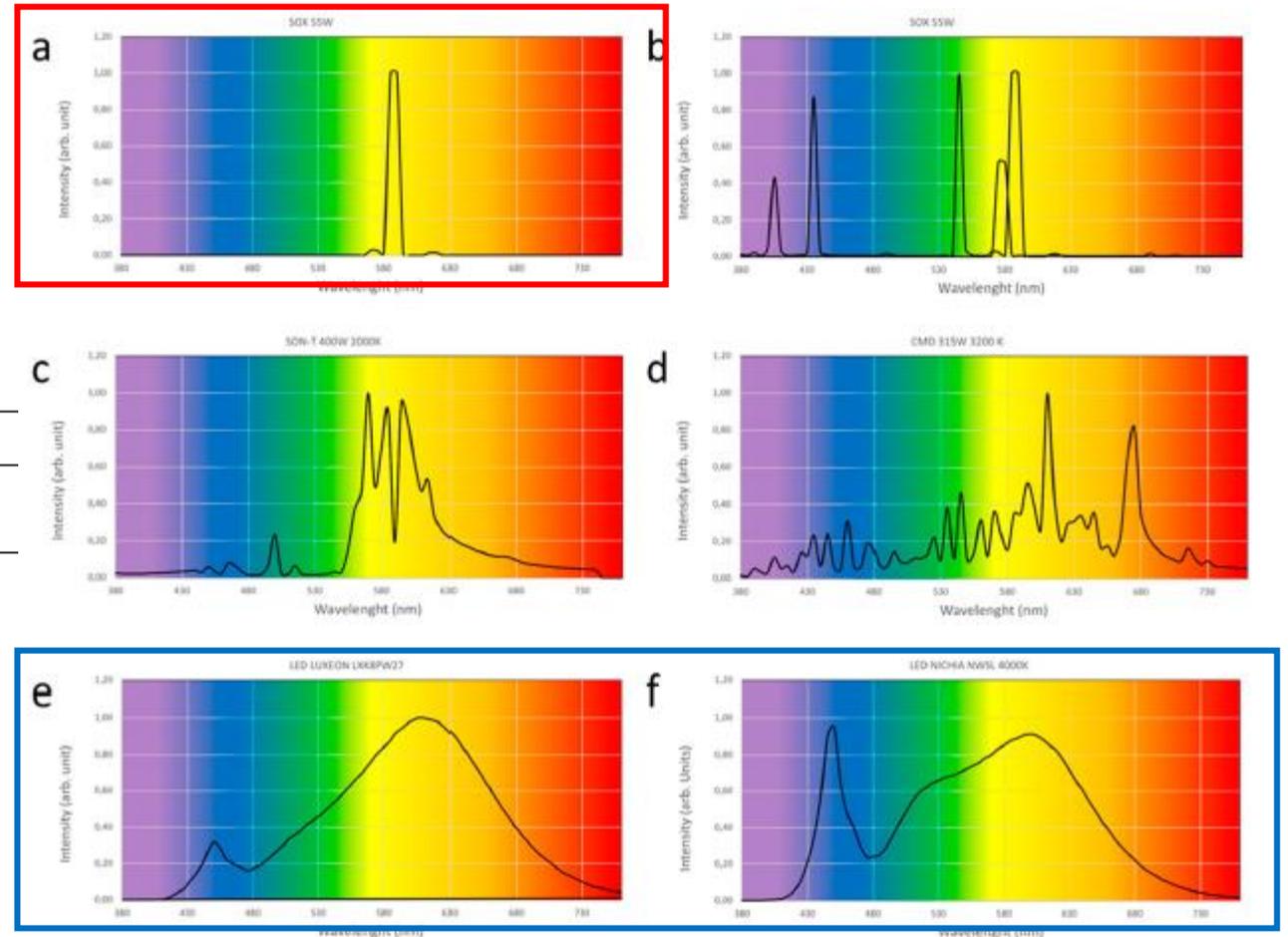


Figure 1. Spectra (visible domain 360–780 nm) of some commonly used lamps for outdoor lighting systems. Luminous intensities are normalized to the maximum value: (a) low pressure sodium (LPS) lamp (under ban due to eco-conception rules); (b) mercury high pressure lamp (MV) (under ban); (c) high pressure sodium lamp (HPS); (d) ceramic metal halide lamp (MH); (e) warm white light emitting diodes (LED) (2700 K); (f) cool white LED (4000 K). Spectral data are measured by LAPLACE laboratory (private communication).

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

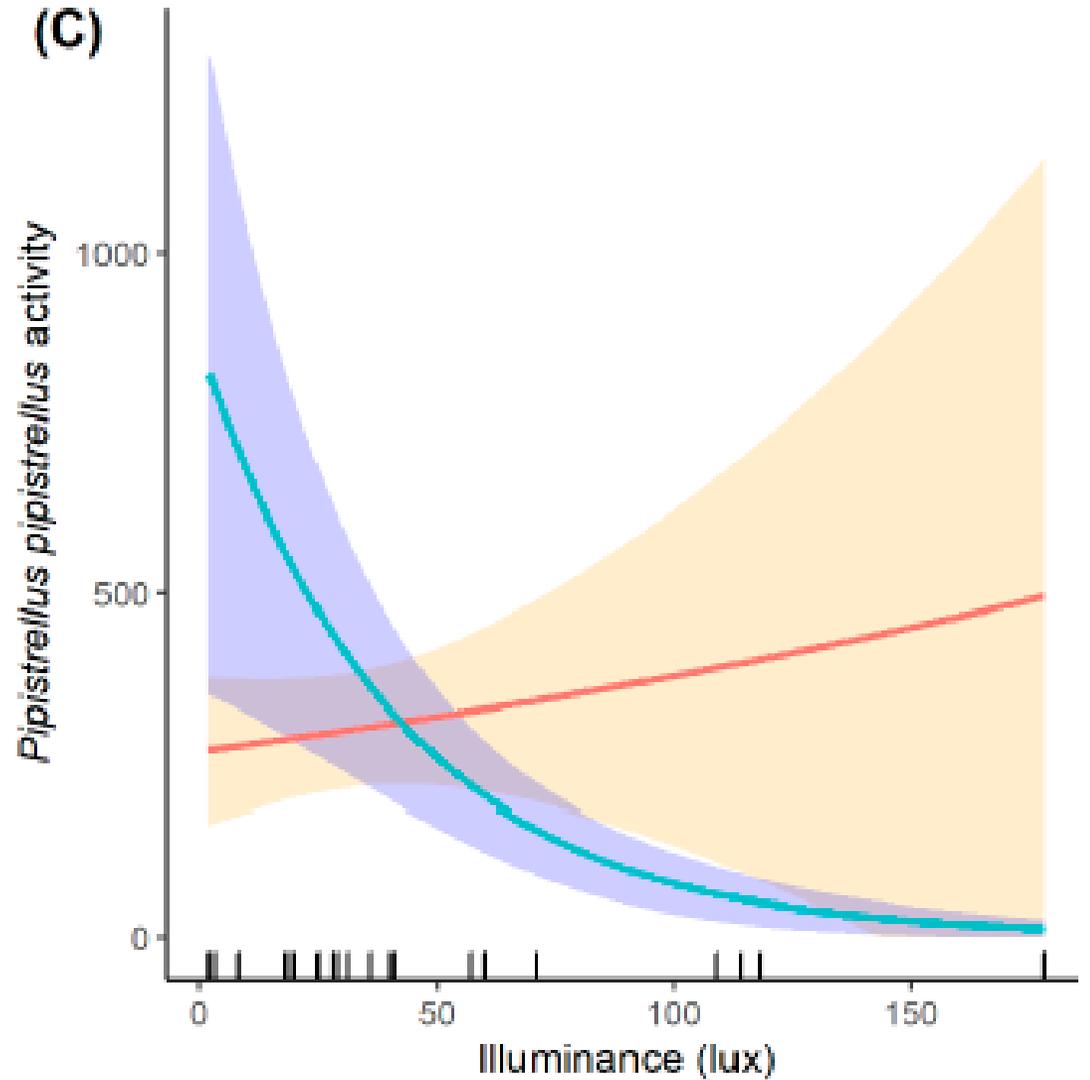
Spectre



Article

Switching LPS to LED Streetlight May Dramatically Reduce Activity and Foraging of Bats

Christian Kerbiriou ^{1,2,*}, Kévin Barré ^{1,2}, Léa Mariton ^{1,2}, Julie Pauwels ¹, Georges Zissis ³, Alexandre Robert ¹ and Isabelle Le Viol ^{1,2}



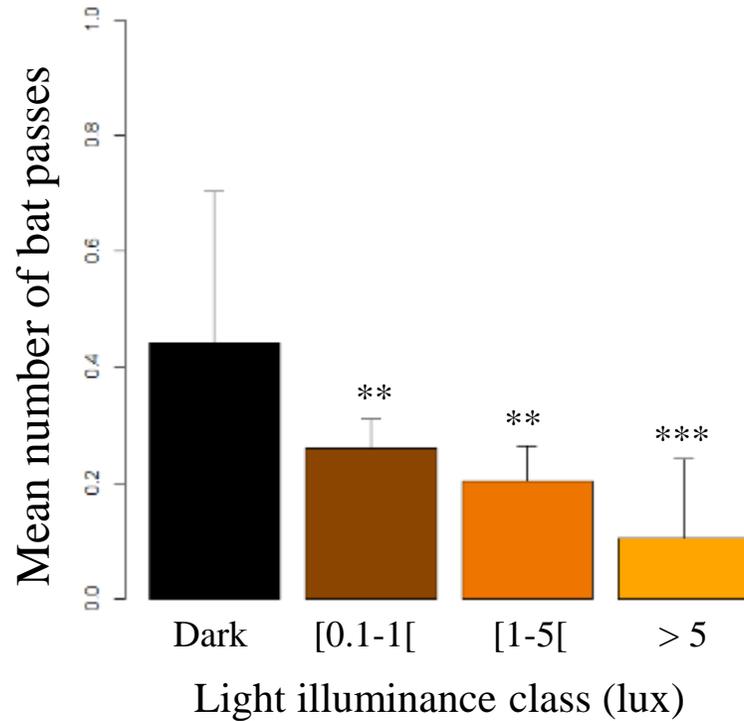
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Intensité

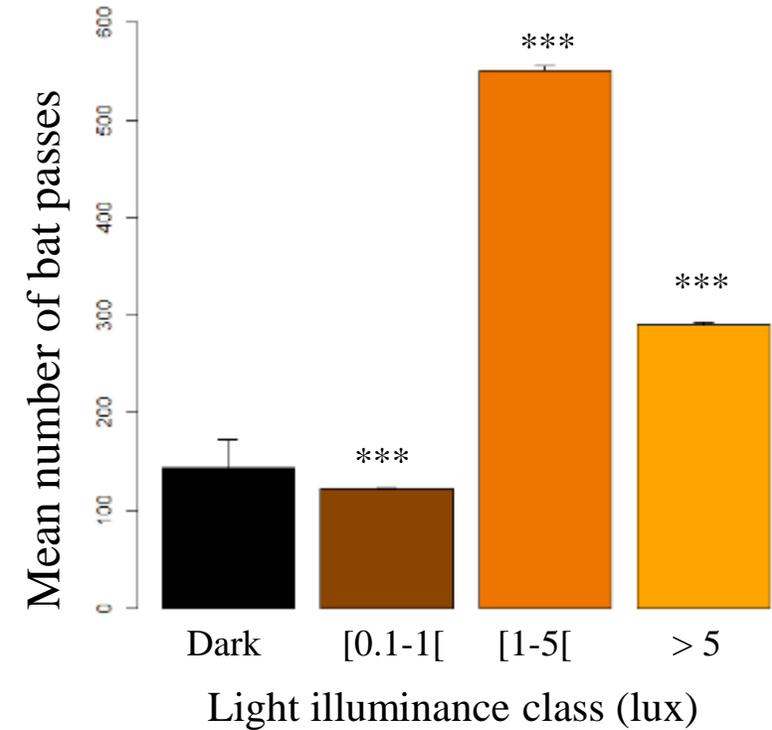


~ 0.3 lux

« Light-sensitive »
Myotis sp.



« Light-attracted »
P. pipistrellus



Mean number of bat pass per class of light illuminance for the light-sensitive *Myotis sp.* and the light-attracted *P. pipistrellus*.

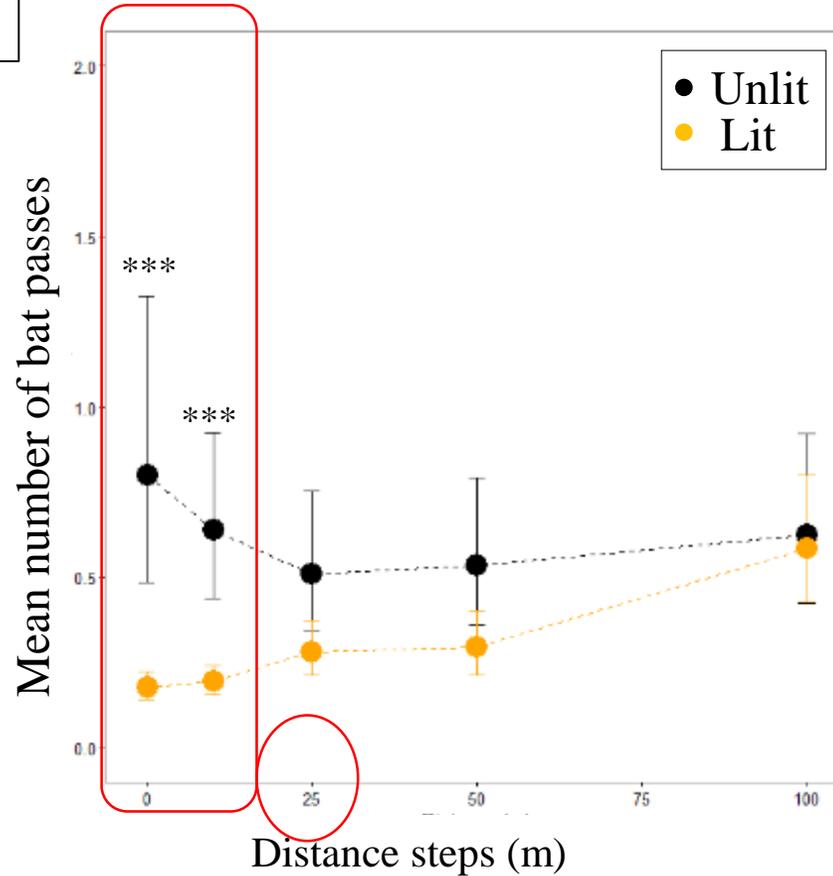
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Intensité

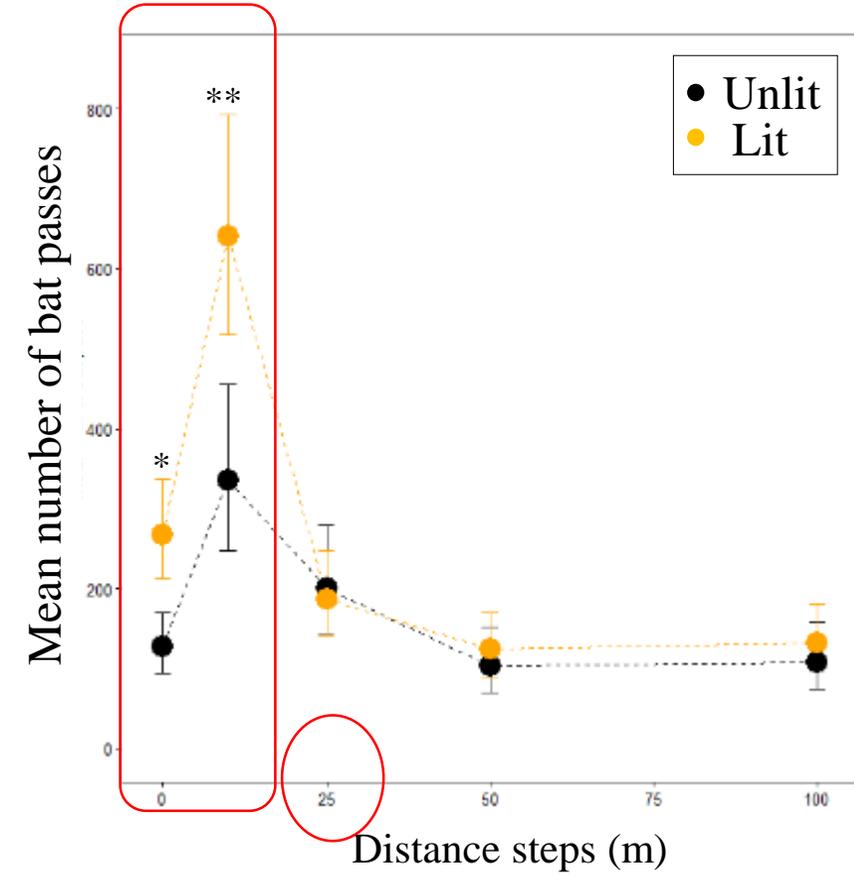


~ 0.3 lux

« Light-sensitive »
Myotis sp.



« Light-attracted »
P. pipistrellus



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Spectre & Intensité



RESEARCH

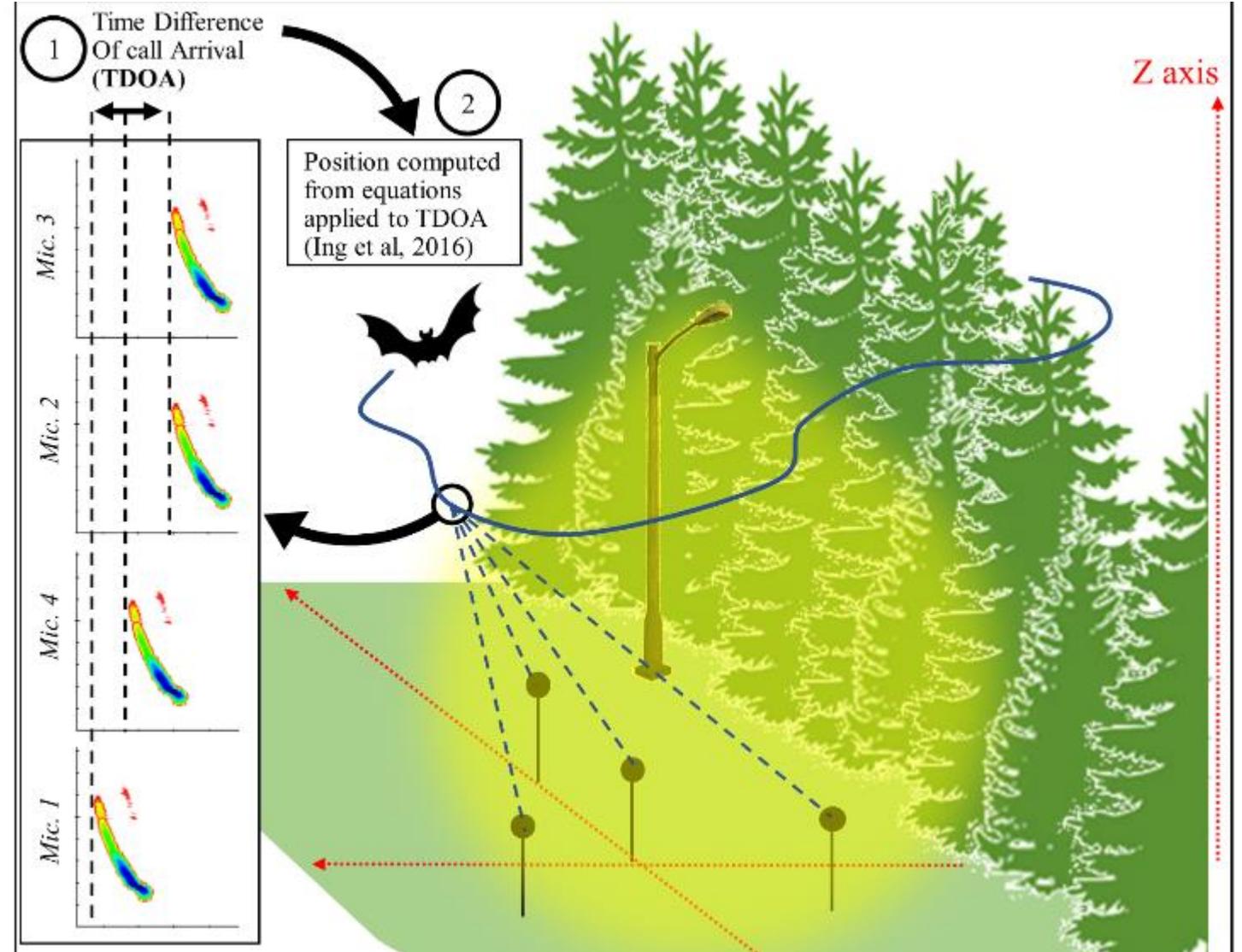
Open Access

Bats seek refuge in cluttered environment when exposed to white and red lights at night

Kévin Barré^{1,2*}, Christian Kerbiriou^{1,2}, Ros-Kiri Ing³, Yves Bas^{1,4}, Clémentine Azam¹, Isabelle Le Viol^{1,2†} and Kamiel Spoelstra^{5†}



Effet sur les comportements notamment déplacement le long de lisières



Spectre & Intensité



RESEARCH

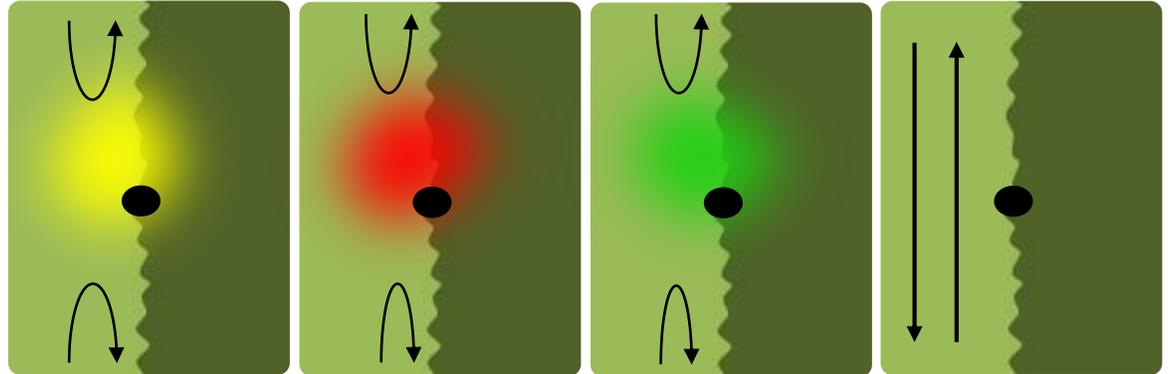
Open Access

Bats seek refuge in cluttered environment when exposed to white and red lights at night

Kévin Barré^{1,2*}, Christian Kerbiriou^{1,2}, Ros-Kiri Ing³, Yves Bas^{1,4}, Clémentine Azam¹, Isabelle Le Viol^{1,2†} and Kamiel Spoelstra^{5†}



Effet barrière quels que soient les spectres

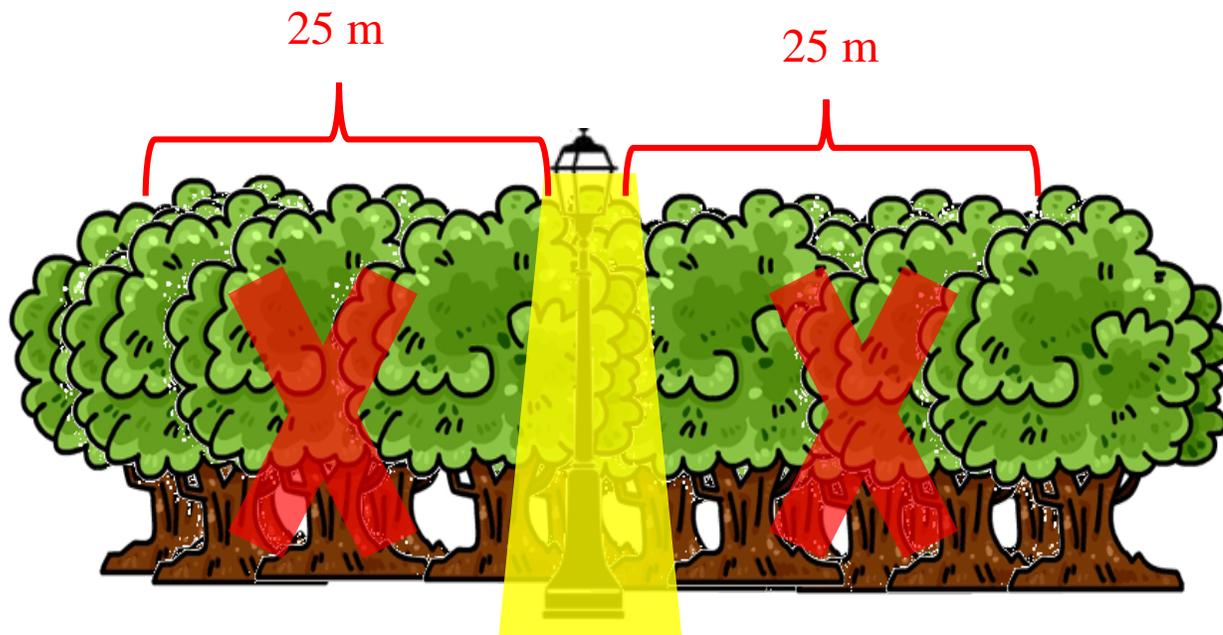


Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

« Light-sensitive »
Myotis sp.



Perte d'habitat



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

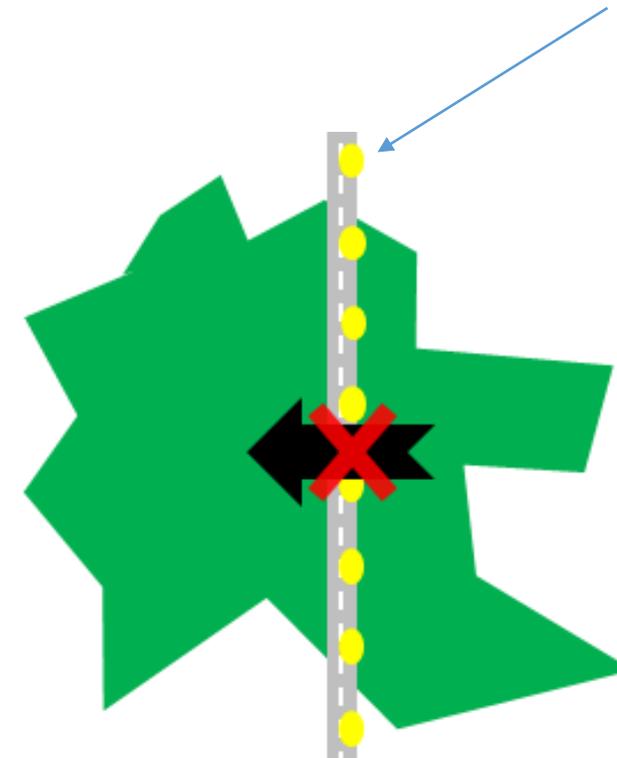
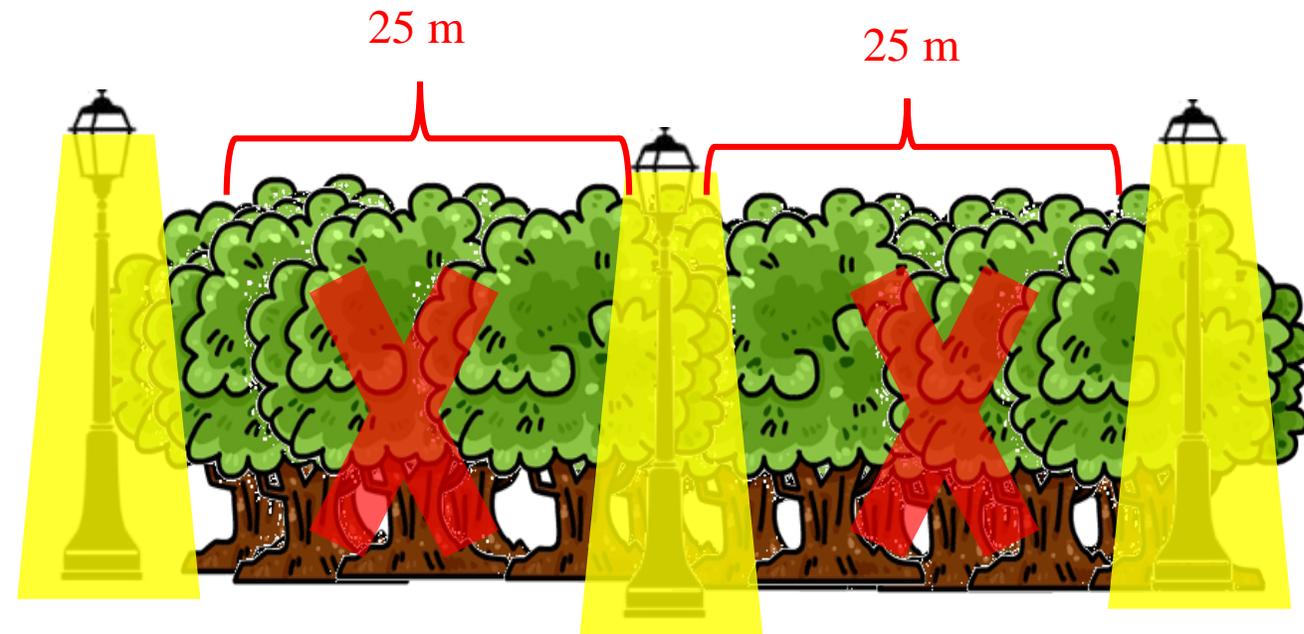
« Light-sensitive »
Myotis sp.



Perte d'habitat

Effet barrière

La distance moyenne
entre deux lampadaires :
20-25 m



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Hiérarchisation des leviers

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Global Ecology and Conservation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gecco

Adapting street lighting to limit light pollution's impacts on bats

Julie Pauwels^{a,b}, Isabelle Le Viol^{a,c}, Yves Bas^{a,d}, Nicolas Valer^b,
Christian Kerbiriou^{a,e}

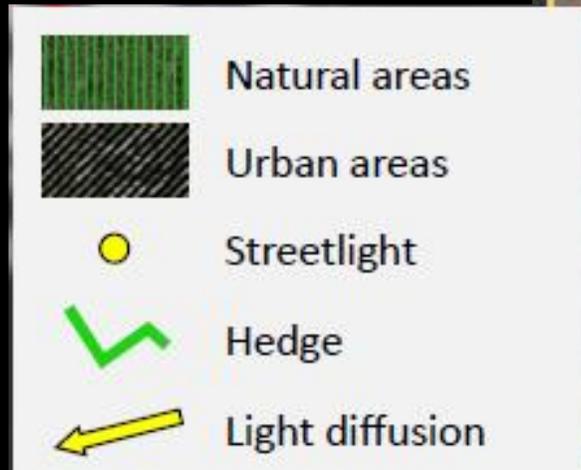


Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Hiérarchisation des leviers

Contents lists available at ScienceDirect
Global Ecology and Conservation
journal homepage: www.elsevier.com/locate/gecco

Adapting street lighting to limit light pollution's impacts on bats
Julie Pauwels^{ab}, Isabelle Le Viol^{ac}, Yves Bas^{ad}, Nicolas Valer^b,
Christian Kerbiriou^{a,c,e}

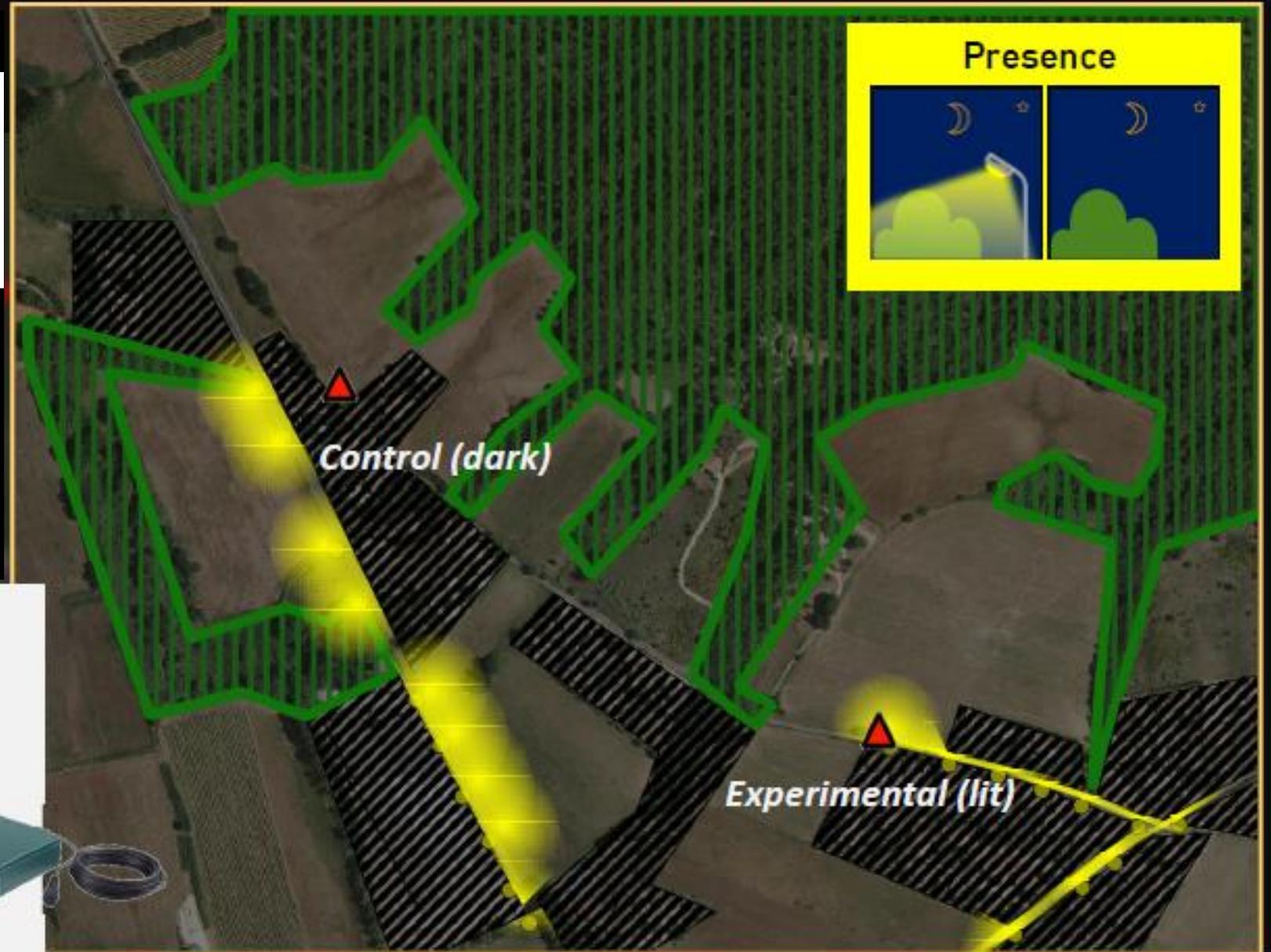


Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Hiérarchisation des leviers

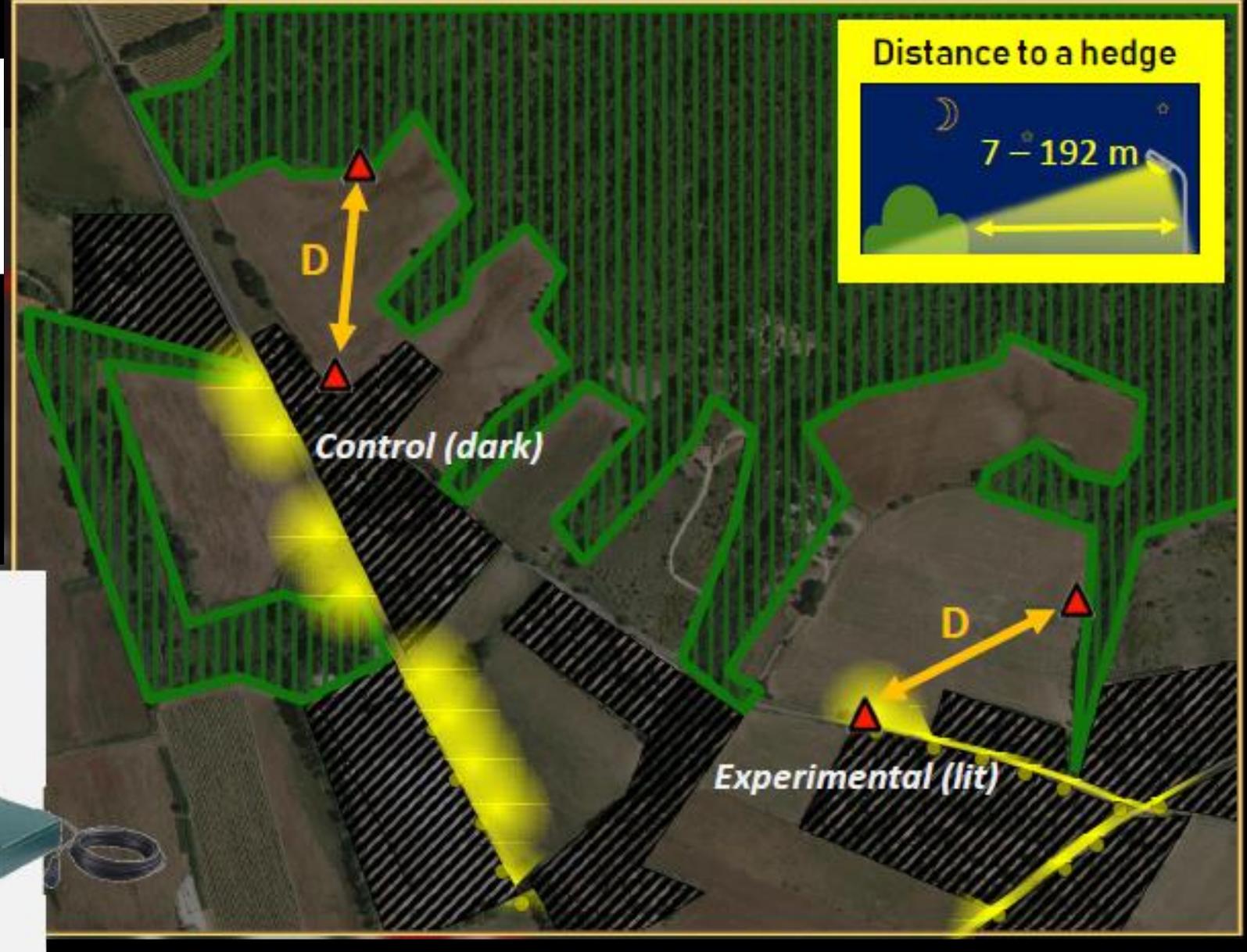
Contents lists available at ScienceDirect
Global Ecology and Conservation
ELSEVIER
journal homepage: www.elsevier.com/locate/gecco

Adapting street lighting to limit light pollution's impacts on bats
Julie Pauwels^{a,b}, Isabelle Le Viol^{a,c}, Yves Bas^{a,d}, Nicolas Valer^b,
Christian Kerbiriou^{a,*}



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Hiérarchisation des leviers



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Hiérarchisation des leviers

Contents lists available at ScienceDirect

Global Ecology and Conservation

ELSEVIER

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gecco

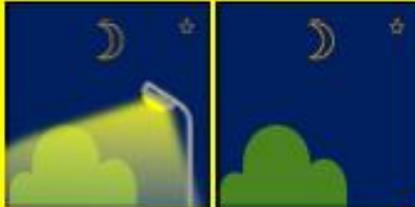
Adapting street lighting to limit light pollution's impacts on bats

Julie Pauwels^{a,b}, Isabelle Le Viol^{a,c}, Yves Bas^{a,d}, Nicolas Valer^b,
Christian Kerbiriou^{a,*}



POSITION

Presence



Distance to a hedge



FIXTURE CHARACTERISTIC

Lamp height



LIGHT CHARACTERISTICS

Illuminance



Lamp type



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – échelle locale

Hiérarchisation des leviers



Enjeux au niveau de l'emplacement
des points lumineux

		 GLEANERS	 AERIALS
Presence	Lamp. Hedge	---	+++ ++
Distance to a hedge	Hedge		--
Lamp height	Lamp. Hedge		
Lamp type	Lamp. Hedge		
Illuminance	Lamp. Hedge	- --	+ +

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – large échelle -

Landscape Ecol
DOI 10.1007/s10980-016-0417-3

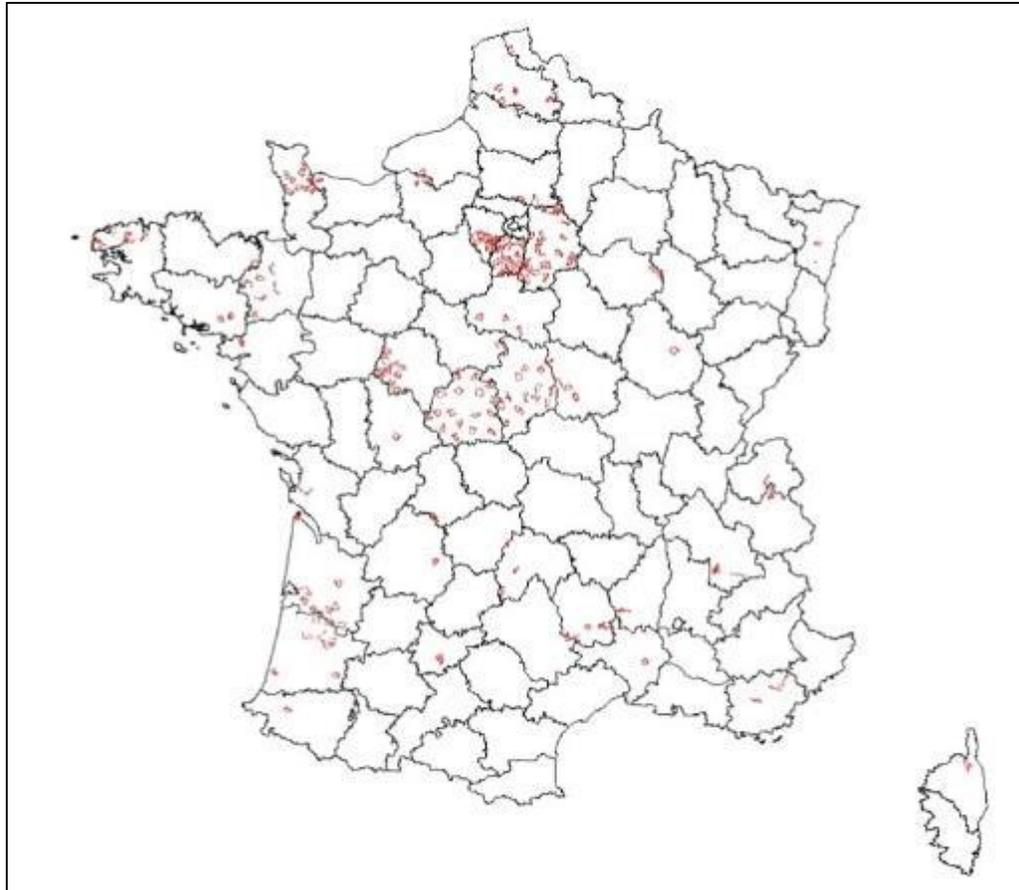
RESEARCH ARTICLE

Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program

Clémentine Azam · Isabelle Le Vioi · Jean-François Julien · Yves Bas · Christian Kerhiriou



Vigie-Chiro
Suivi des chauves-souris



- 2006 à 2013 = 3996 transects
- **4 espèces (Aerial) : 22 500 contacts**



© C. Rousseau

P. Pipistrellus
P. Kuhlii



© L. Arthur

E. serotinus



© L. Arthur

N. leisleri

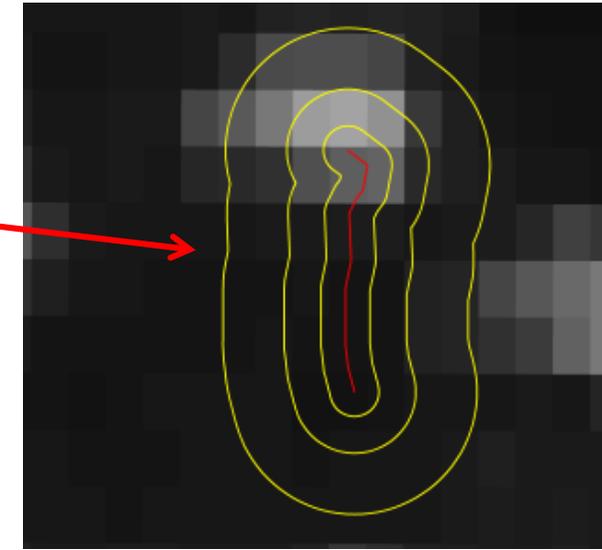
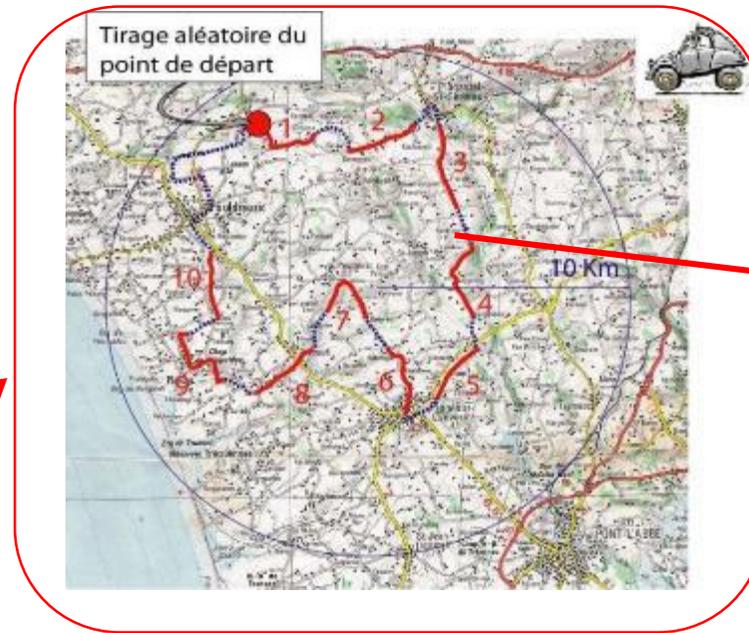
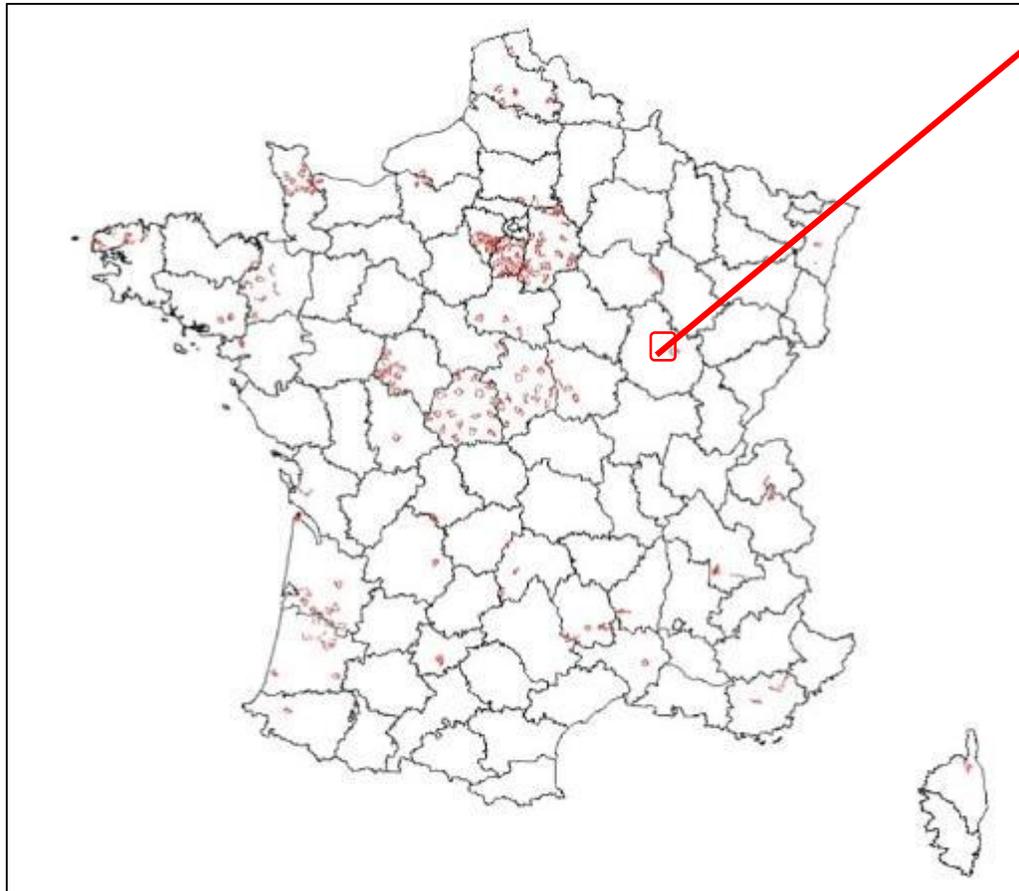
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – large échelle -

Landscape Ecol
DOI 10.1007/s10980-016-0417-3

RESEARCH ARTICLE

Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program

Clémentine Azam · Isabelle Le Vioi · Jean-François Julien · Yves Bas · Christian Kerhiriou



VS.



- % terres arables
- % surfaces imperméabilisées
-

- radiance
VIIRS-DNB (2012)

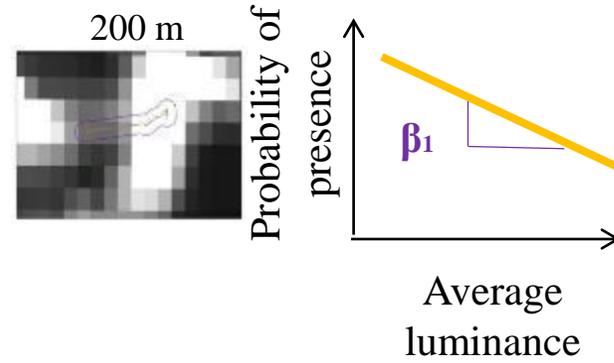
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – large échelle -

Landscape Ecol
DOI 10.1007/s10980-016-0417-3

RESEARCH ARTICLE

Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program

Clémentine Azam · Isabelle Le Vioi · Jean-François Julien · Yves Bas · Christian Kerbiriou



E. serotinus



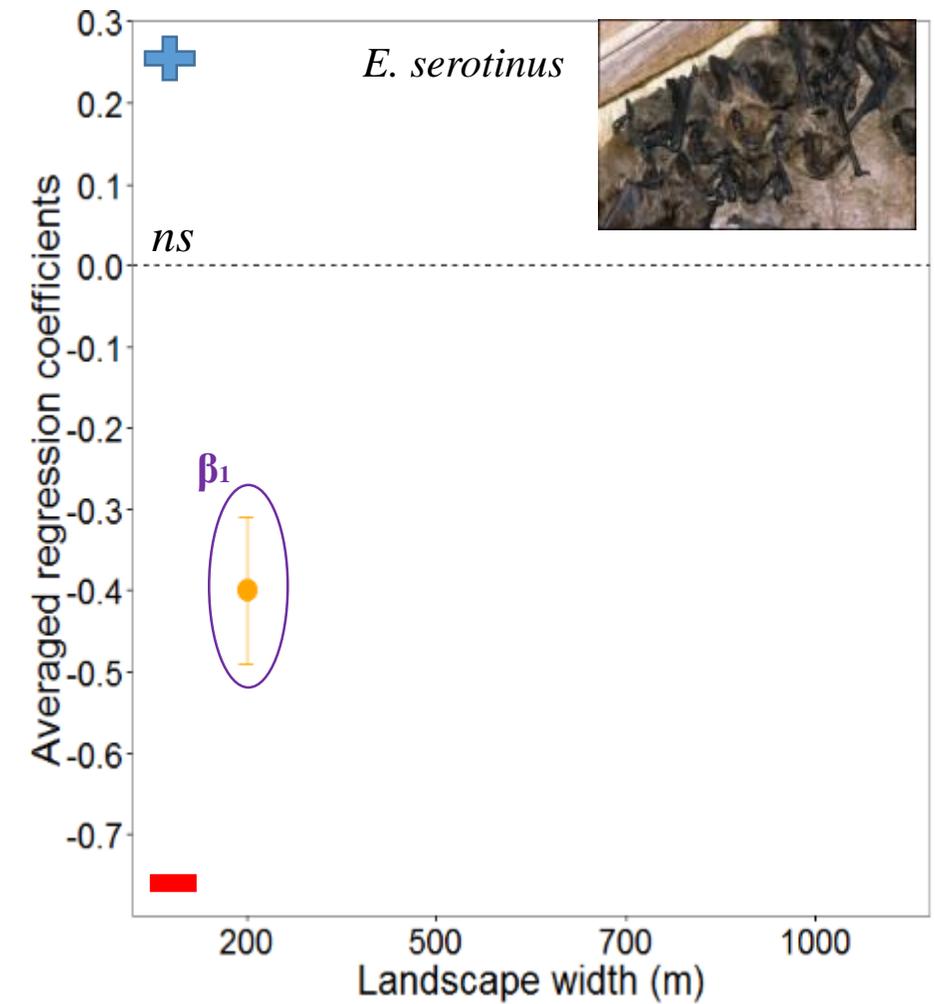
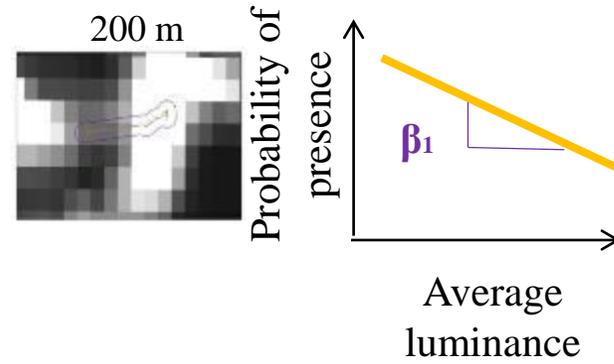
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – large échelle -

Landscape Ecol
DOI 10.1007/s10980-016-0417-3

RESEARCH ARTICLE

Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program

Clémentine Azam · Isabelle Le Vioi · Jean-François Julien · Yves Bas · Christian Kerbiriou



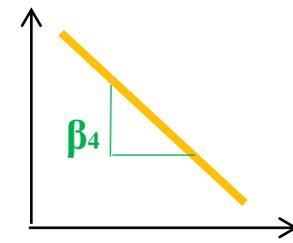
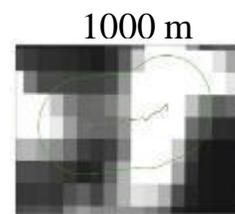
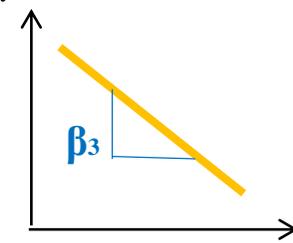
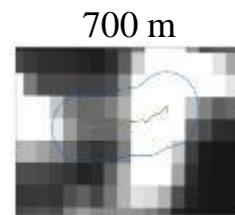
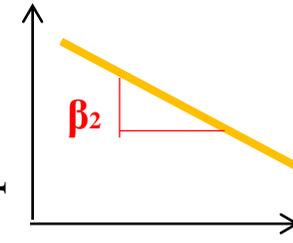
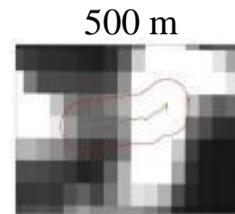
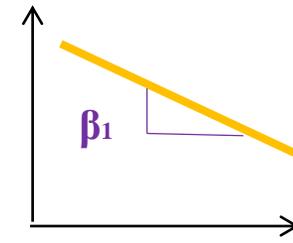
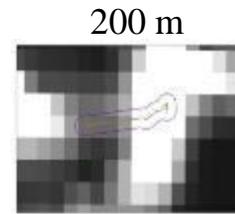
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – large échelle -

Landscape Ecol
DOI 10.1007/s10980-016-0417-3

RESEARCH ARTICLE

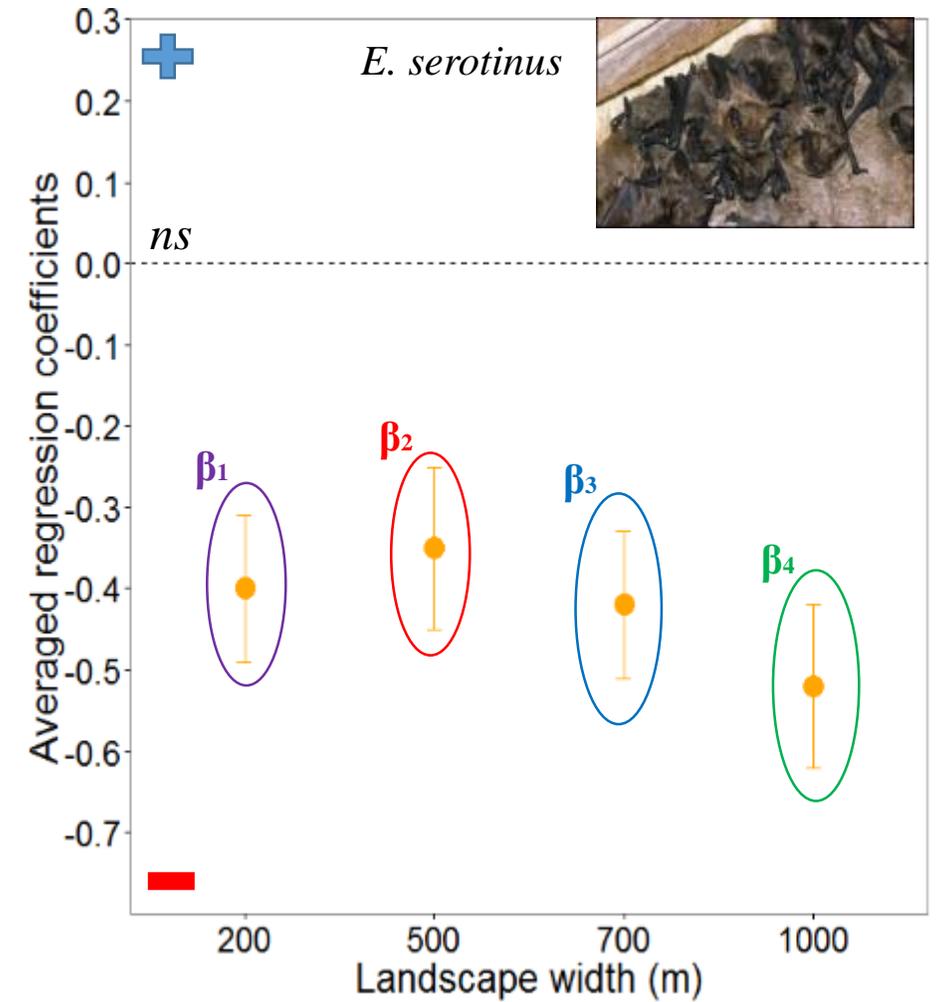
Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program

Clémentine Azam · Isabelle Le Viol · Jean-François Julien · Yves Bas · Christian Kerbiriou



Probability of presence

Average luminance



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – large échelle -

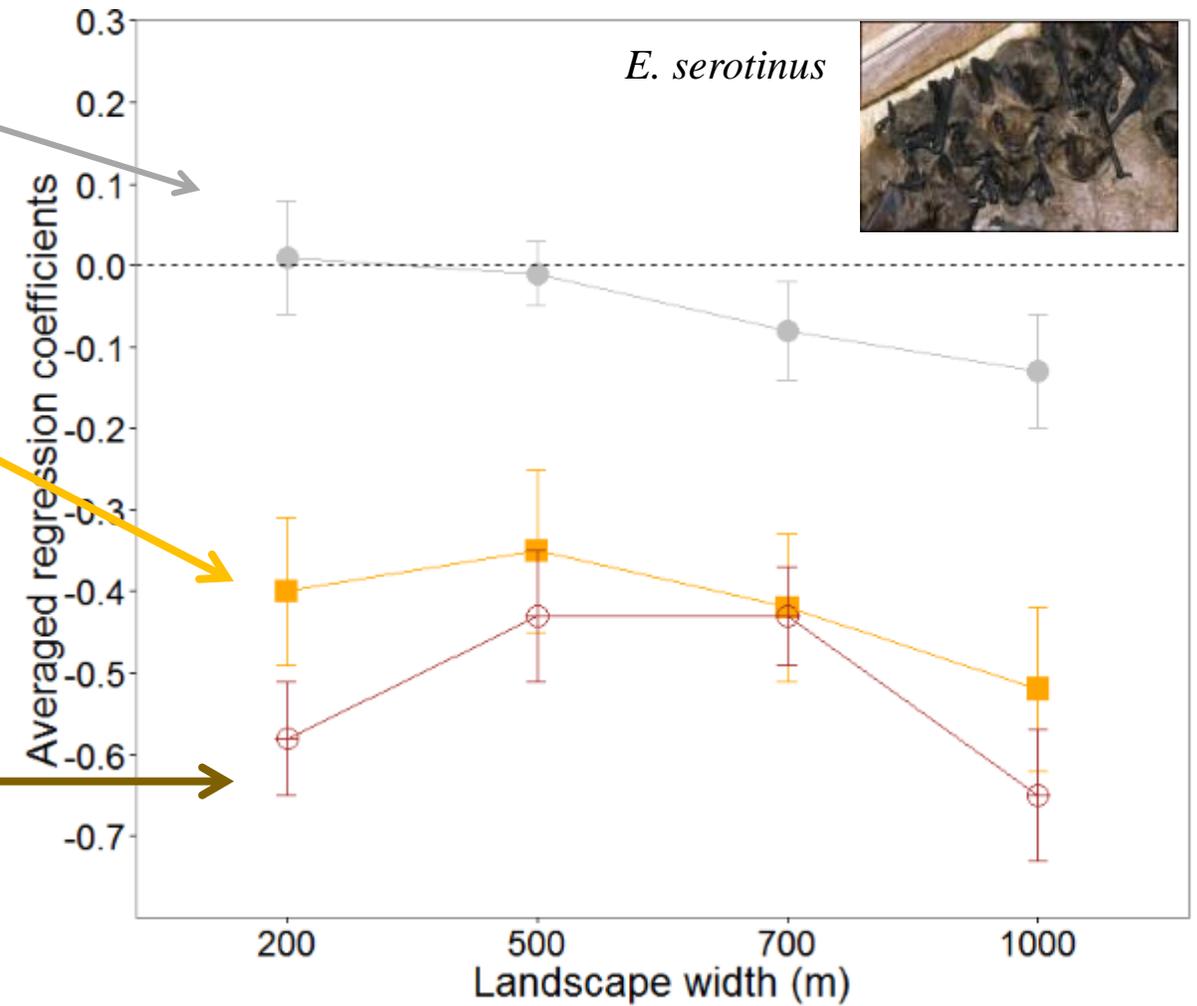
Landscape Ecol
DOI 10.1007/s10980-016-0417-3



RESEARCH ARTICLE

Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program

Clémentine Azam · Isabelle Le Viol · Jean-François Julien · Yves Bas · Christian Kerbiriou



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – large échelle –

Landscape Ecol
DOI 10.1007/s10980-016-0417-3



RESEARCH ARTICLE

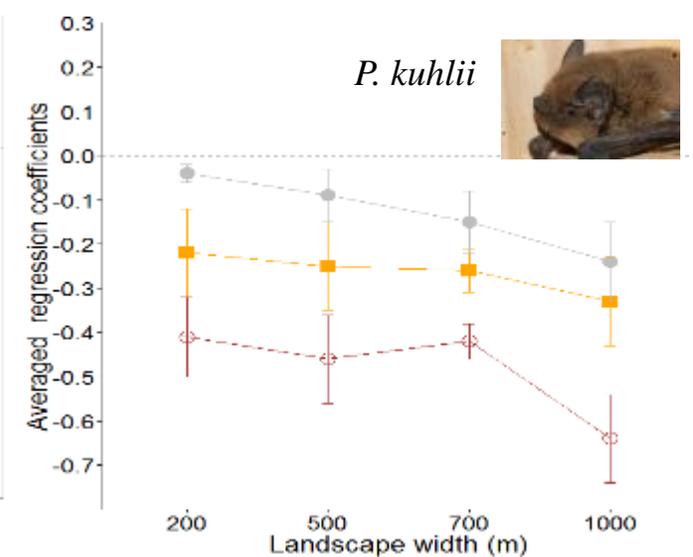
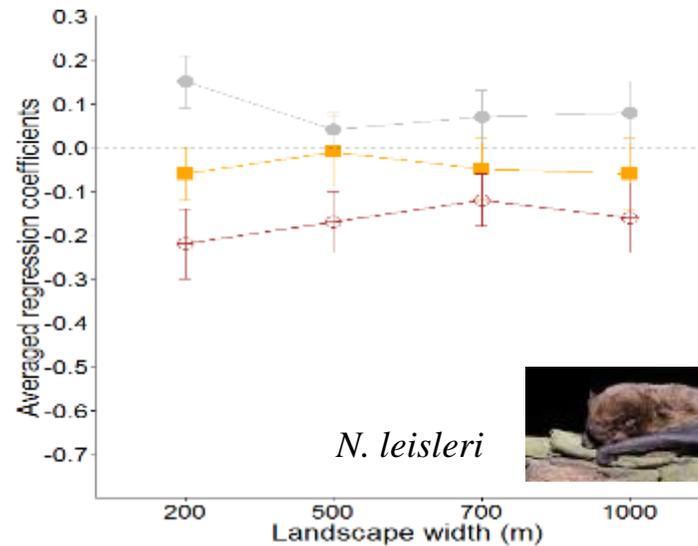
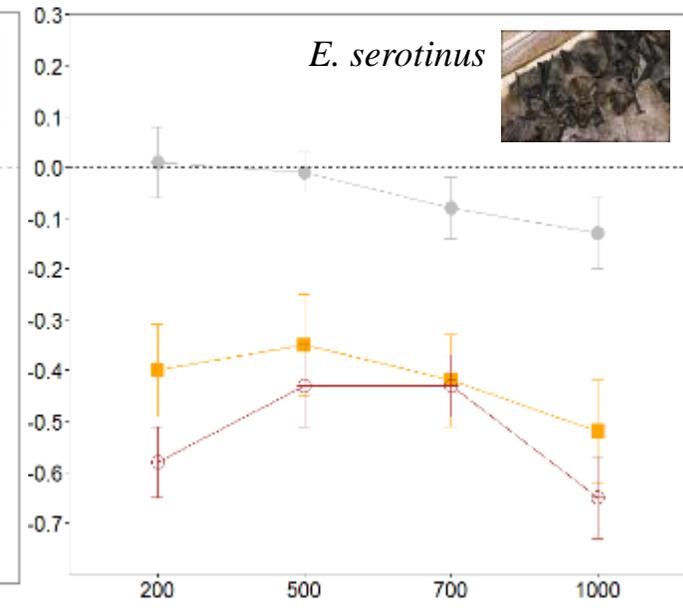
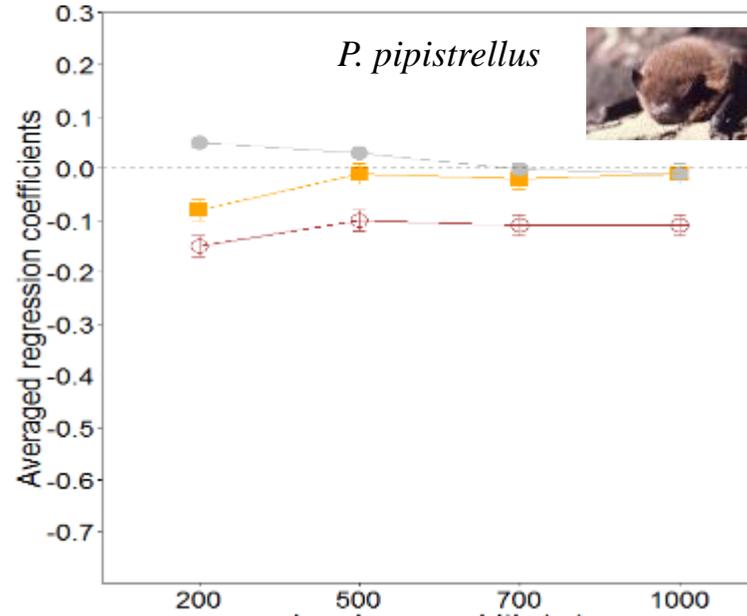
Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program

Clémentine Azam · Isabelle Le Vioi · Jean-François Julien · Yves Bas · Christian Kerbiriou

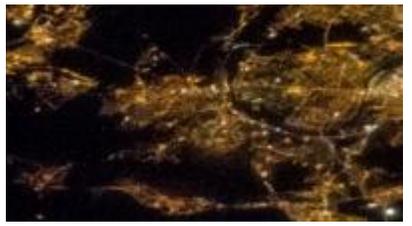


A large échelle la pollution lumineuse **impacte négativement toutes les espèces** et de manière plus significative que les surfaces imperméabilisées

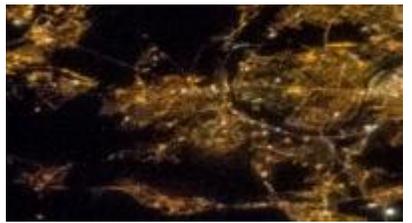
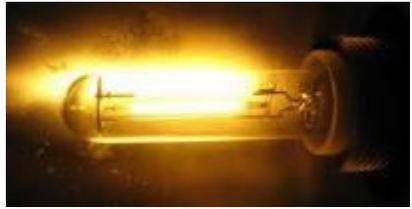
~~« Light-attracted »
species~~



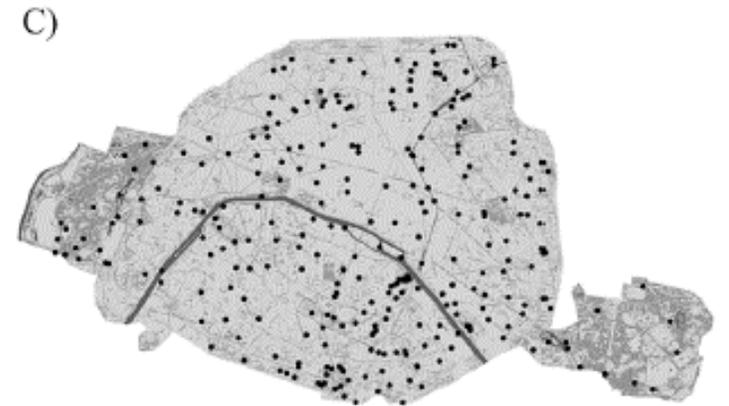
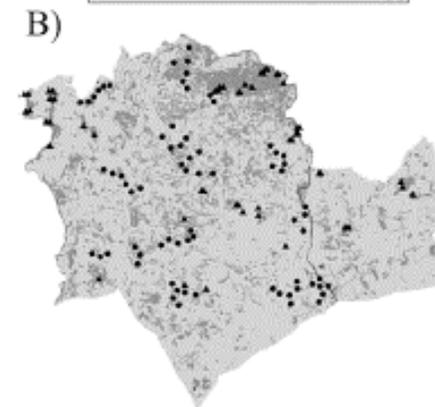
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité -



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité -



1. Quelles variables de pollution lumineuse disponibles aux échelles paysagères ?



Recording points

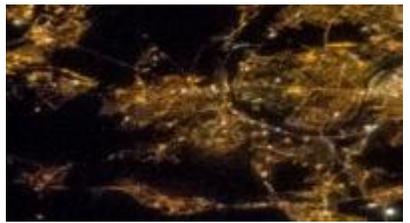
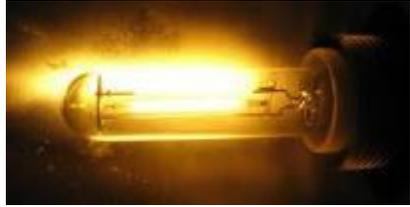
- *pedestrian protocol*
- ▲ *full-night protocol*

■ Vegetation
■ Water

0 3 km

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité -

1. Quelles variables de pollution lumineuse disponibles aux échelles paysagères



Content list available at ScienceDirect

Landscape and Urban Planning

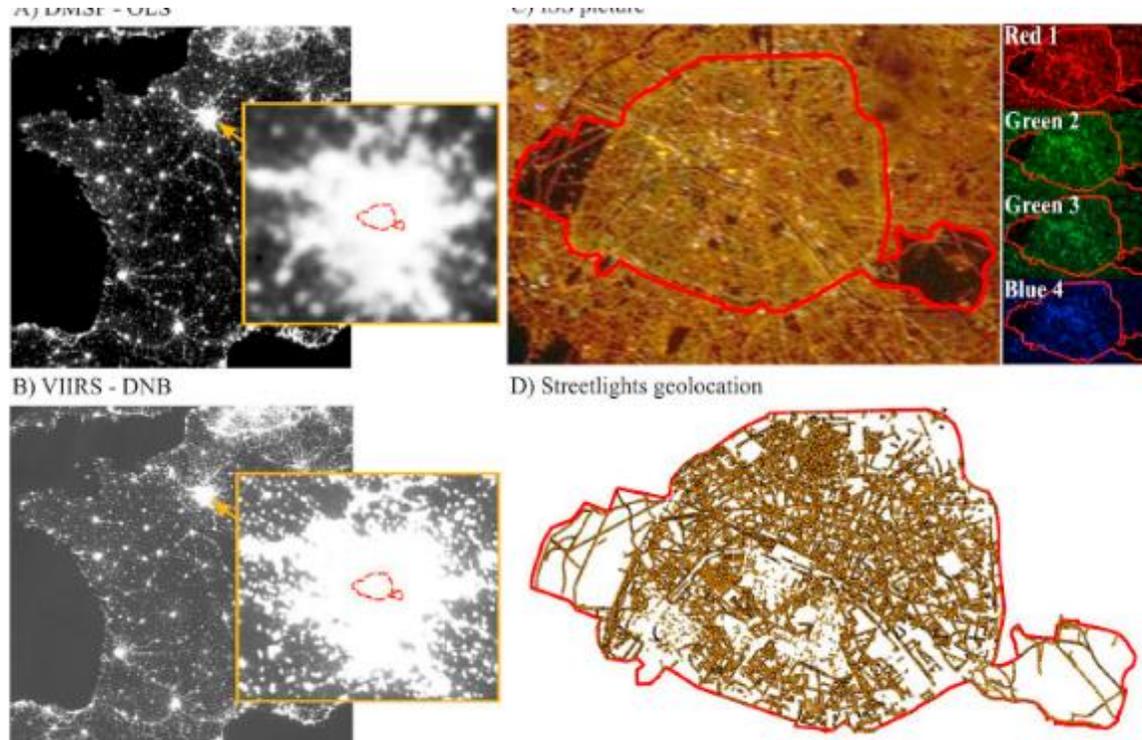
ELSEVIER journal homepage: www.elsevier.com/locate/landurbplan

Research Paper

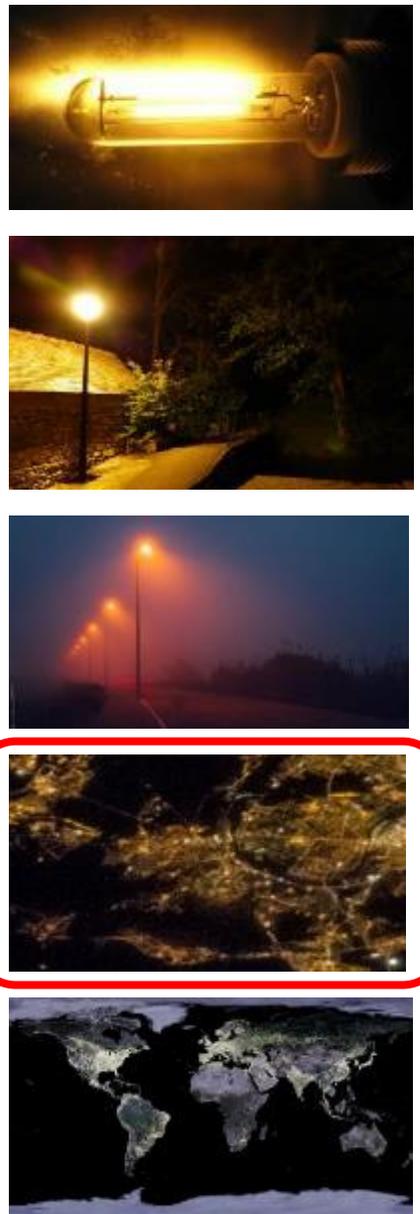
Accounting for artificial light impact on bat activity for a biodiversity-friendly urban planning

J. Pauwels^{a,b,*}, I. La Viol^a, C. Azam^a, N. Valet^a, J.-F. Julien^a, Y. Bas^{a,b}, C. Lemarchand^c, A. Sanchez de Miguel^{d,e,f,g}, C. Kerbiriou^{a,h}

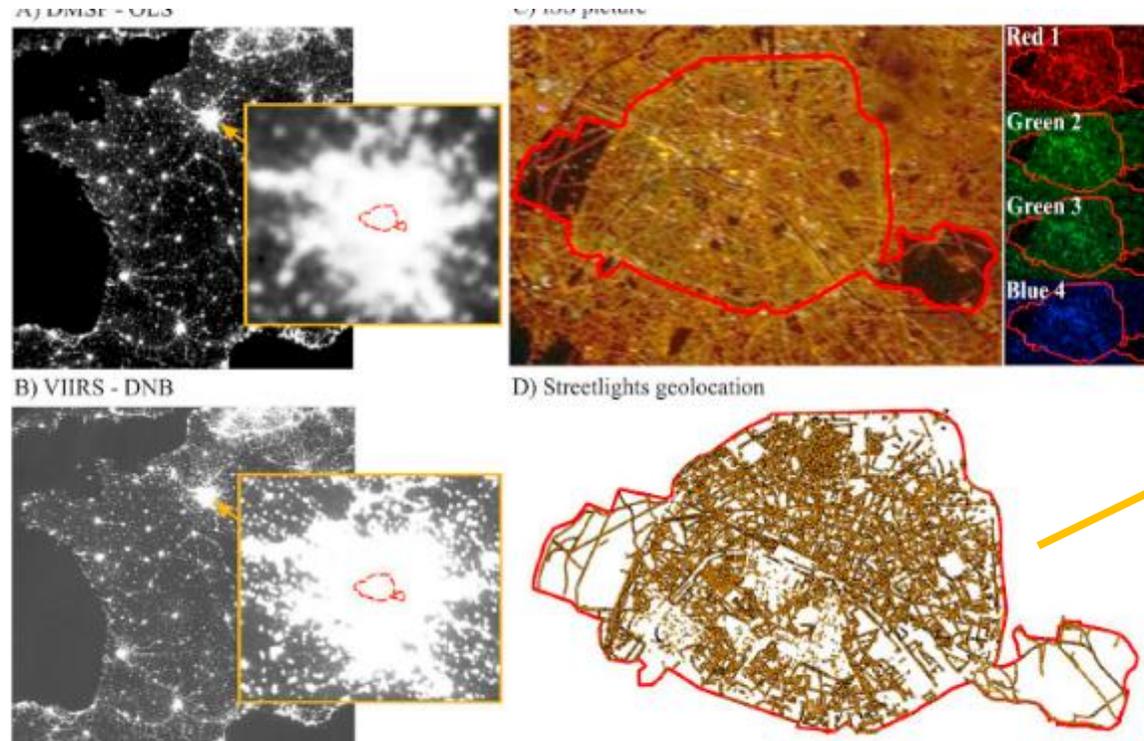
*Corresponding author. E-mail: jpauwels@univ-lorraine.fr



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité -

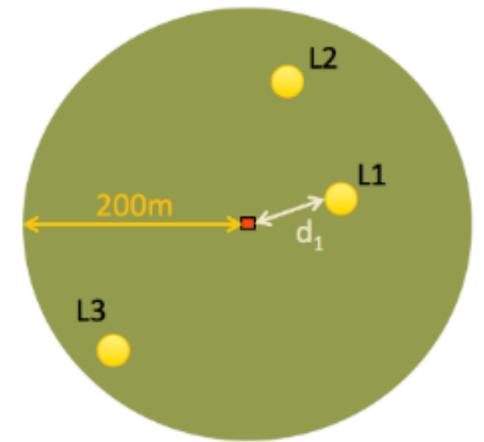


1. Quelles variables de pollution lumineuse disponibles aux échelles paysagères

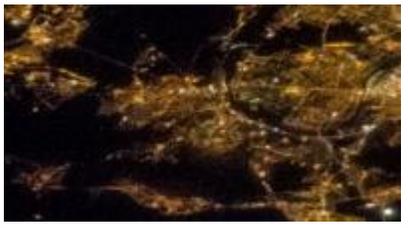
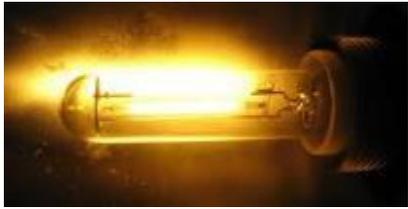


- Nombre de lampadaires dans un rayon de 200m
- Distance au lampadaire le plus proche
- Log-distance au lampadaire le plus proche
- « Intensité » :
-
-

$$I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{d_i}$$



Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité -



1. Quelles variables de pollution lumineuse disponibles aux échelles paysagères

Content is free available at ScienceDirect

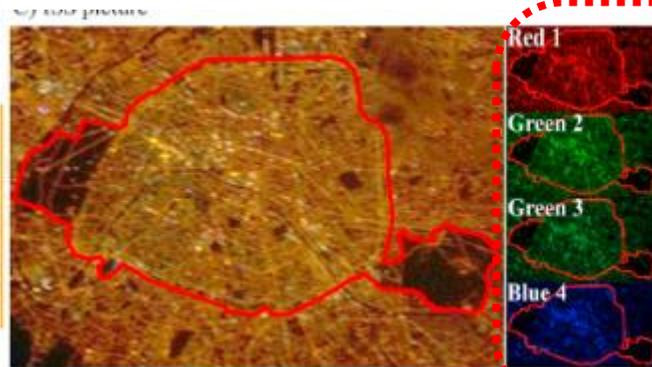
Landscape and Urban Planning

ELSEVIER journal homepage: www.elsevier.com/locate/landurbplan

Research Paper

Accounting for artificial light impact on bat activity for a biodiversity-friendly urban planning

J. Pauwels^{a,b,*}, I. La Viola^a, C. Azam^a, N. Valet^a, J.-F. Julien^a, Y. Bas^{a,b}, C. Lamarchand^c, A. Sanchez de Miguel^{d,e,f,g}, C. Kerbiriou^a

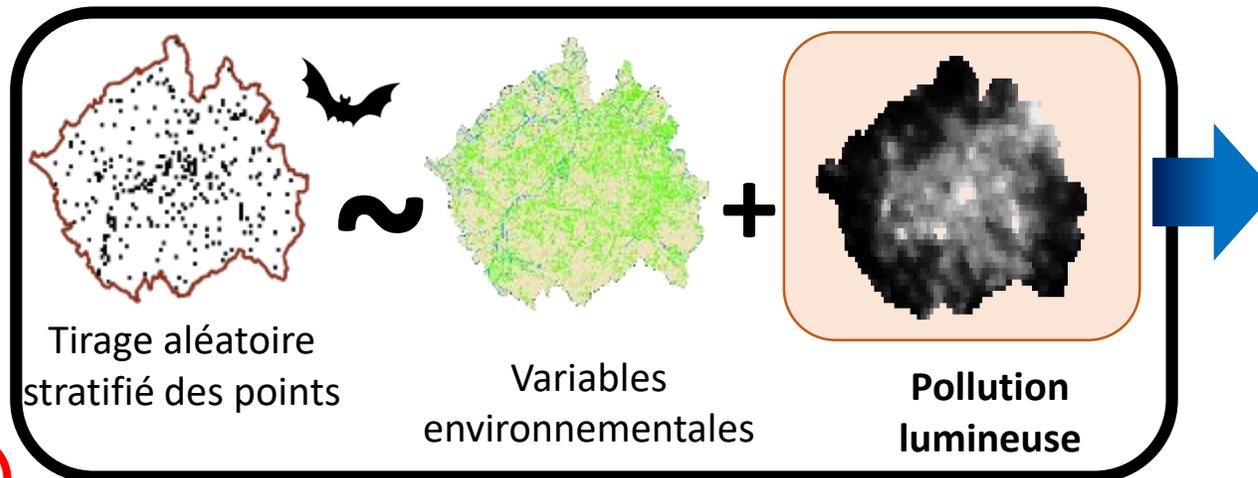


Light variable in the model	Estimates		AIC
	Light variable	Light variable * Tree cover	
Blue 4-100	-0.34	**	3331.3
Green 2-100	-0.21		3332.0
Red 1-200	-0.16	0.25	3333.1
Green 2 - pixel	-0.13	0.31	3333.6
Green 2-200	-0.15	0.24	3333.9
Blue 4 - pixel	-0.26		3334.4
Red 1-100	-0.31		3334.5
Blue 4-200	-0.26		3334.8
Green 3-200	-0.10	0.27	3335.2
Green 3-100	-0.06	0.28	3336.3
SL density - 200	-0.19		3336.6
Impacted surf. - 200	-0.20	*	3336.8
Impacted surf. - 100	-0.19	.	3337.0
SL density - 100	-0.17	.	3337.2
SL weighted density - 200	-0.15	.	3337.7
None			3338.7
SL distance	Not selected		
SL weighted density - 100	Not selected		
SL presence	Not selected		
Red 1 - pixel	Not selected		
Green 3 - pixel	Not selected		

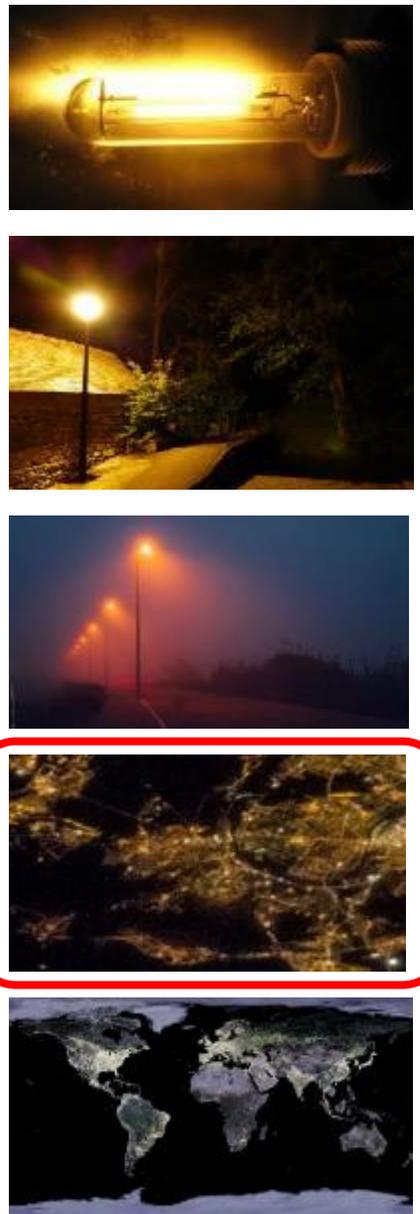
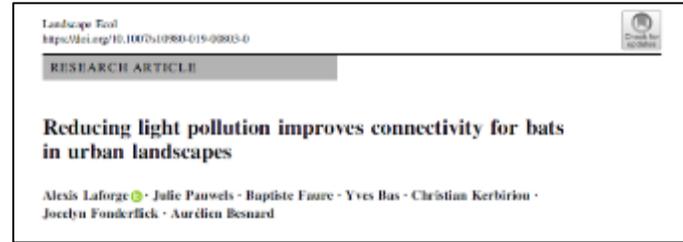
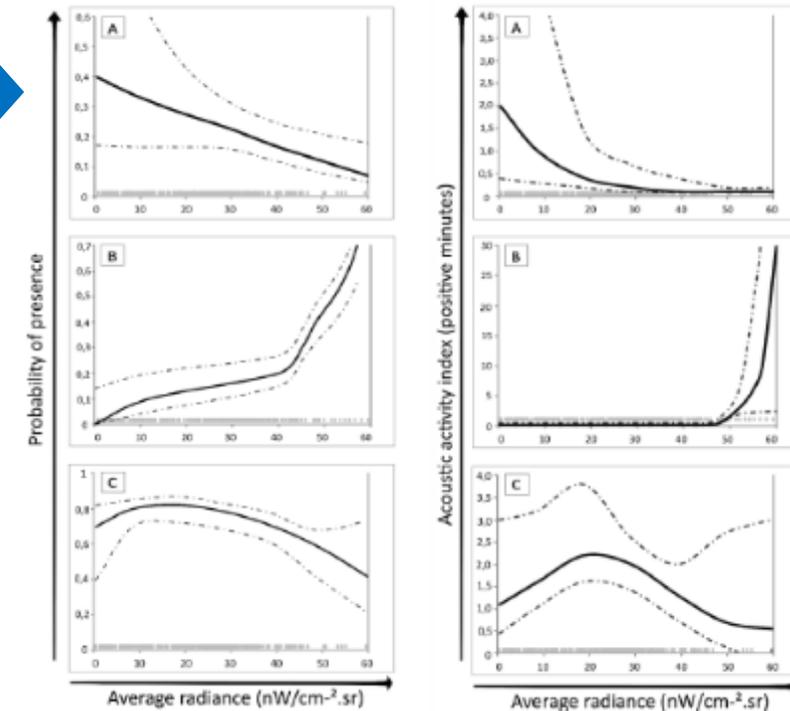
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité –

2. Impact de la pollution lumineuse en terme de connectivité

Etape 1: Prédiction de l'activité des chiroptères à partir d'enregistrements ponctuels et set de variables environnementales.



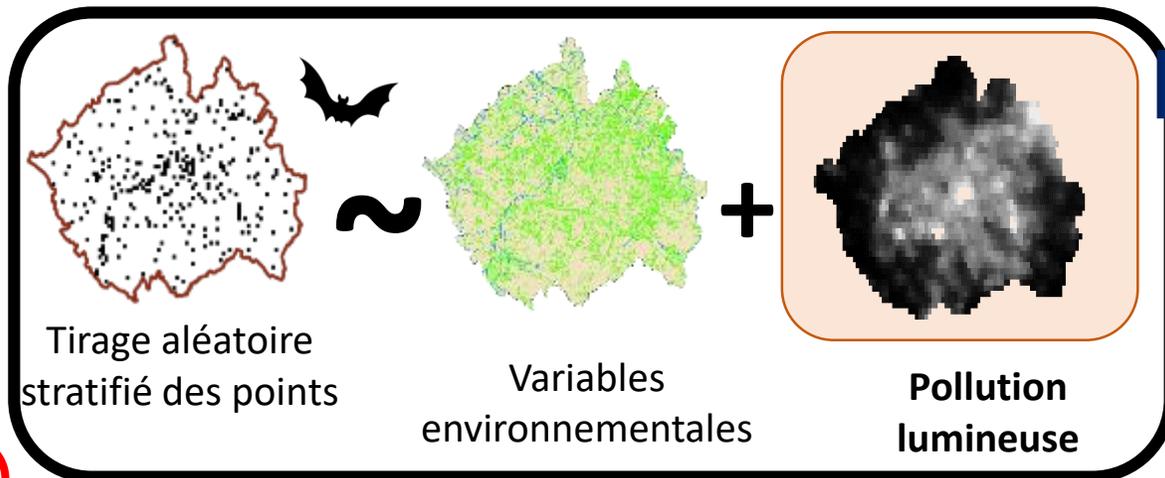
Courbes de réponses



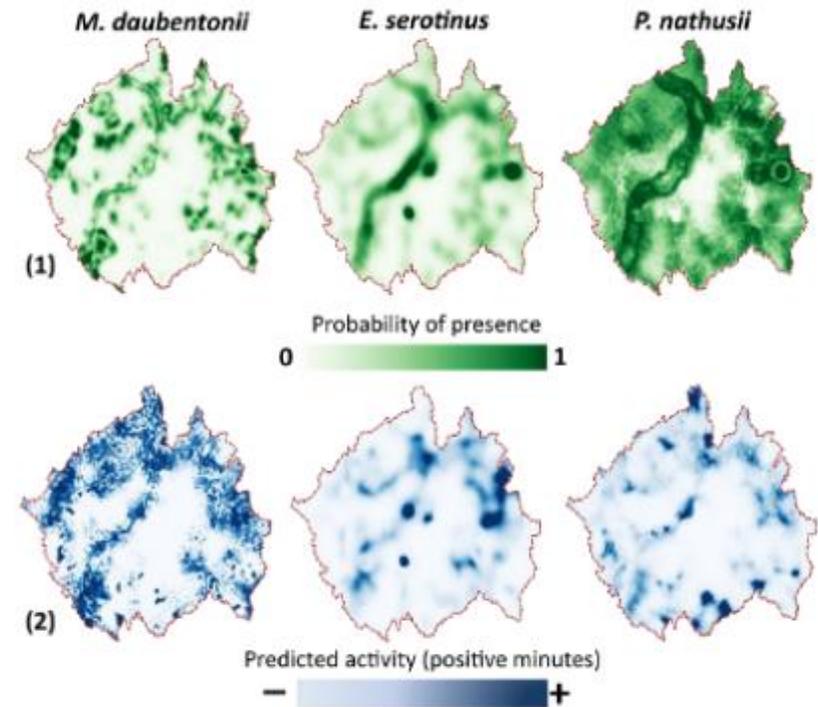
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité –

2. Impact de la pollution lumineuse en terme de connectivité

Etape 1: Prédiction de l'activité des chiroptères à partir d'enregistrements ponctuels et set de variables environnementales.



Cartes des prédiction des abondance et des présences absences

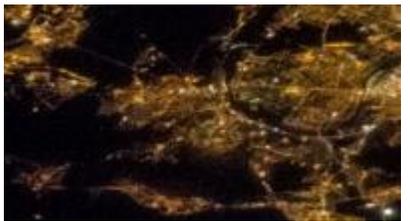


Landscape Tool
https://doi.org/10.1007/s10980-015-0600-0

RESEARCH ARTICLE

Reducing light pollution improves connectivity for bats in urban landscapes

Alexis Laforge · Julie Pauwels · Baptiste Faure · Yves Bas · Christian Kerbiriou · Jocelyn Fonderlick · Aurélien Besnard

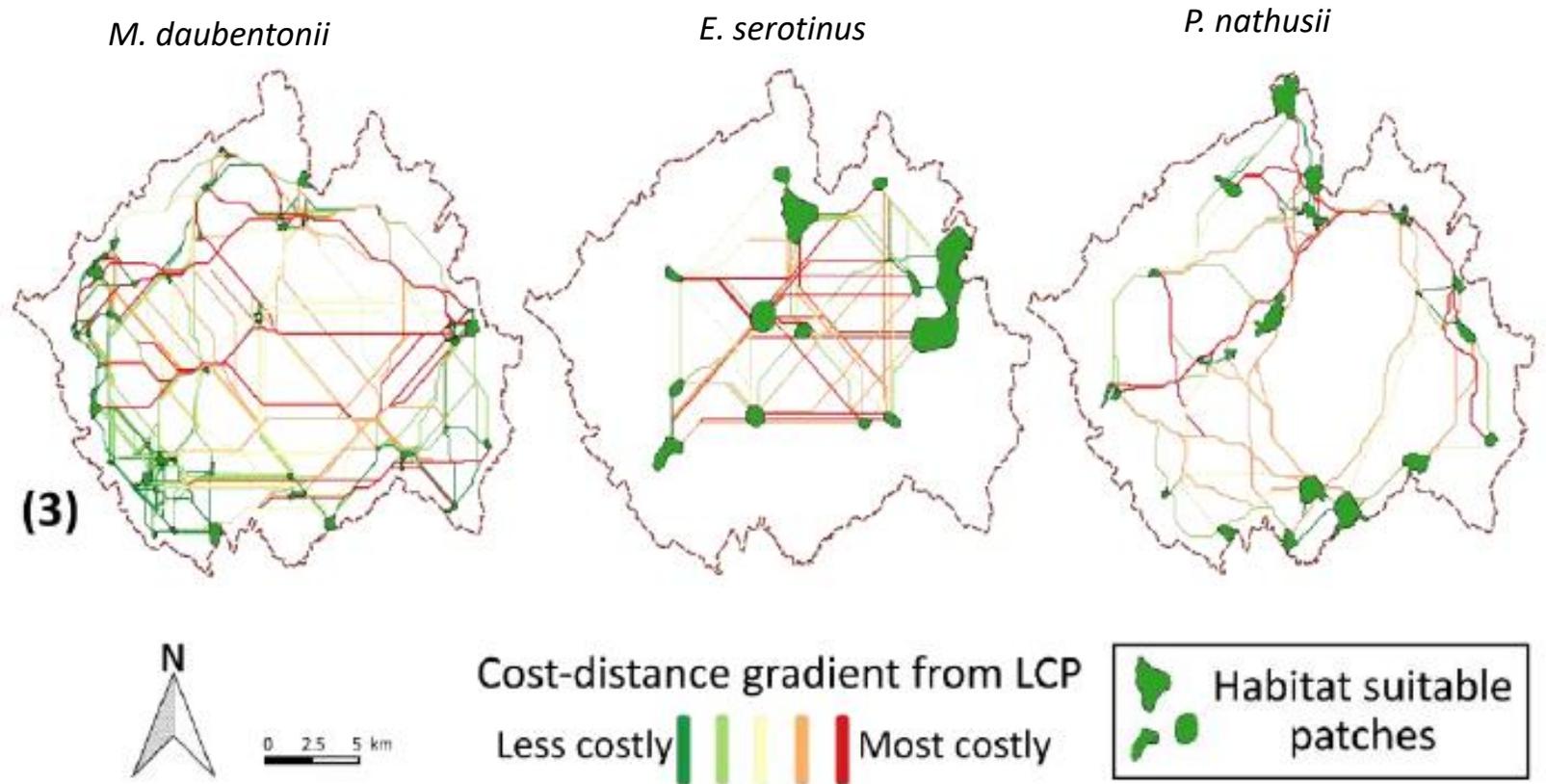
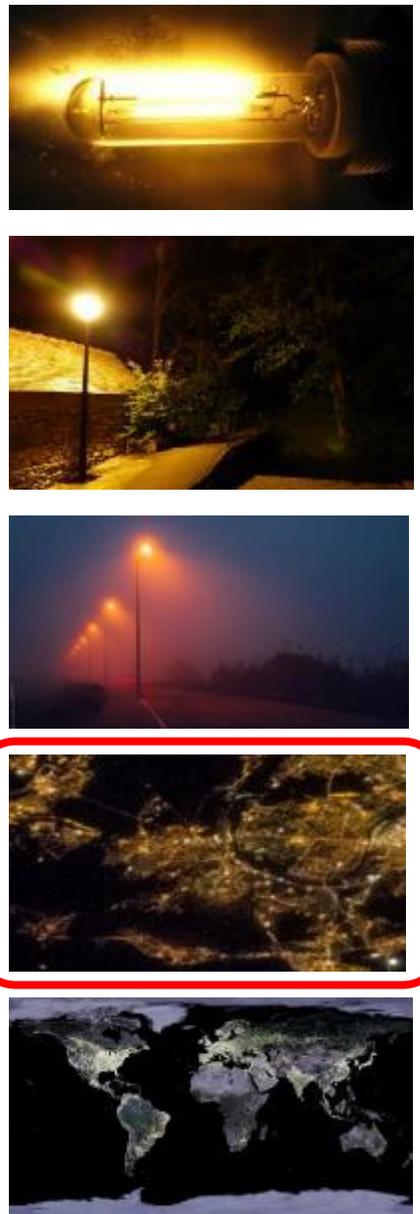
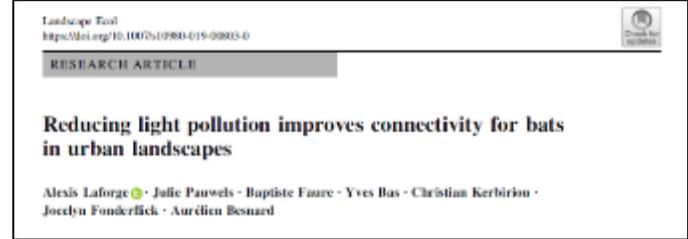


Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité -

2. Impact de la pollution lumineuse en terme de connectivité

Etape 1: Prédiction de l'activité des chiroptères à partir d'enregistrements ponctuels et set de variables environnementales.

Etape 2 : Modèle de connectivité à partir de l'algorithme des chemins de moindres coûts



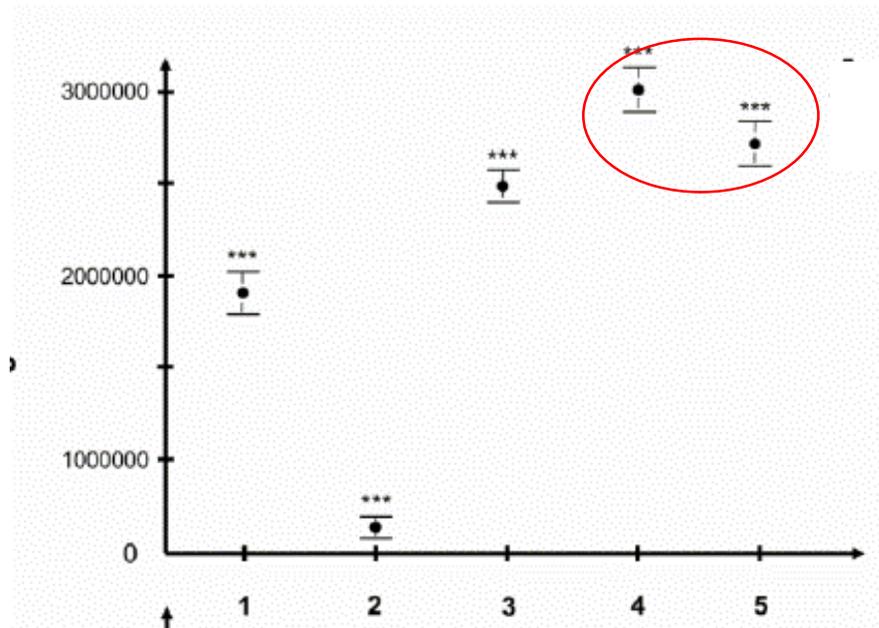
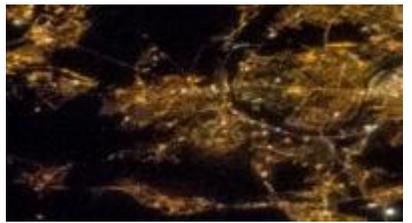
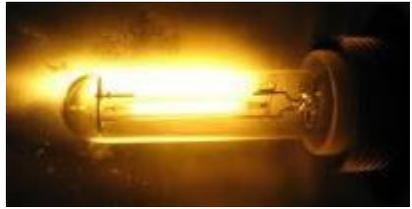
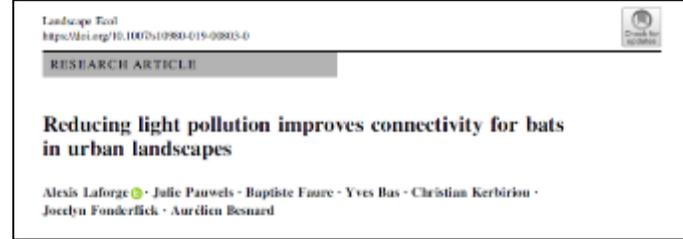
Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité -

2. Impact de la pollution lumineuse en terme de connectivité

Etape 1: Prédiction de l'activité des chiroptères à partir d'enregistrements ponctuels et set de variables environnementales.

Etape 2 : Modèle de connectivité à partir de l'algorithme des chemins de moindres coûts

Etape 3 : Test de scénario de gestion

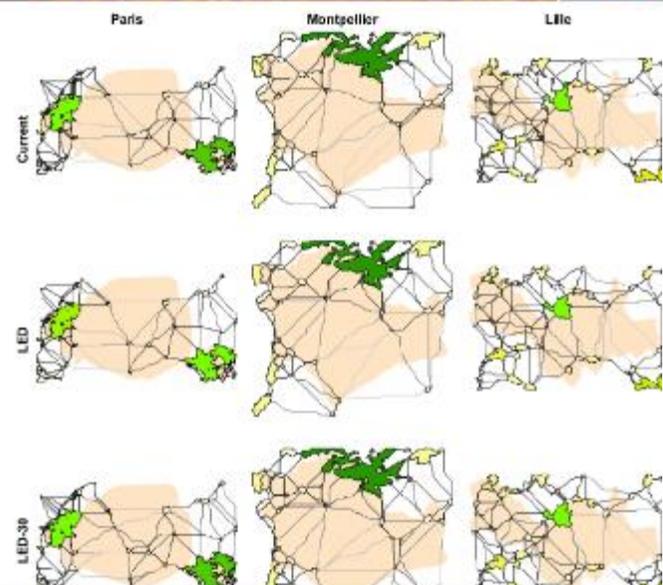
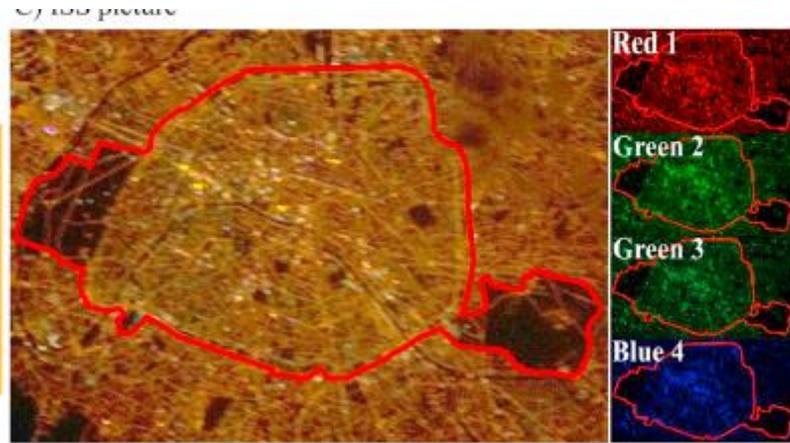
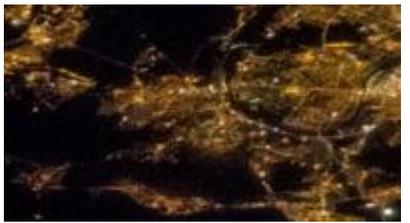


Scenario de réduction de la pollution lumineuse

- (1) Zone urbaine des communes de plus de 10 000 habitants;
- (2) Zone urbaine des communes de moins de 10 000 habitants;
- (3) Parcs urbains
- (4) Routes principales
- (5) Zones humides

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité -

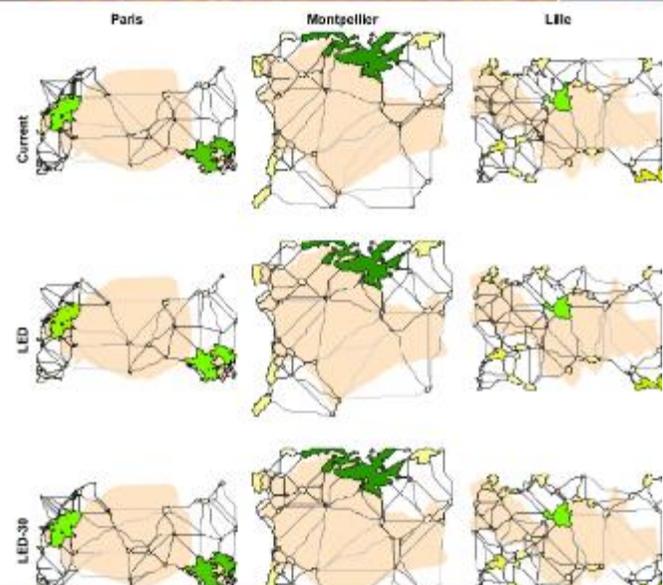
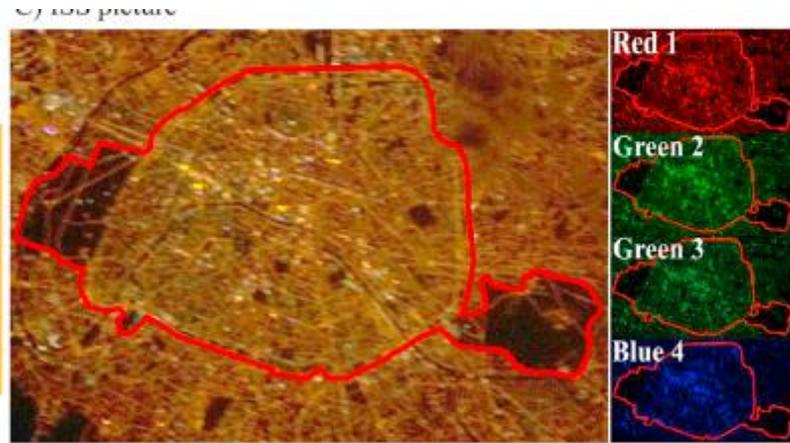
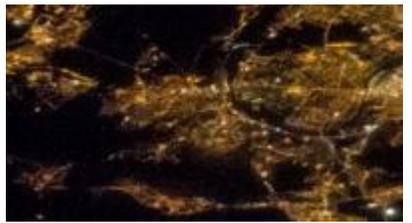
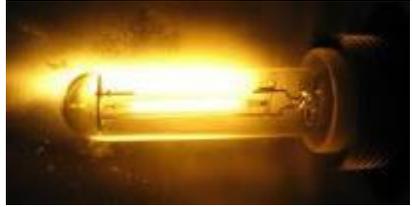
2. Impact de la pollution lumineuse en terme de connectivité



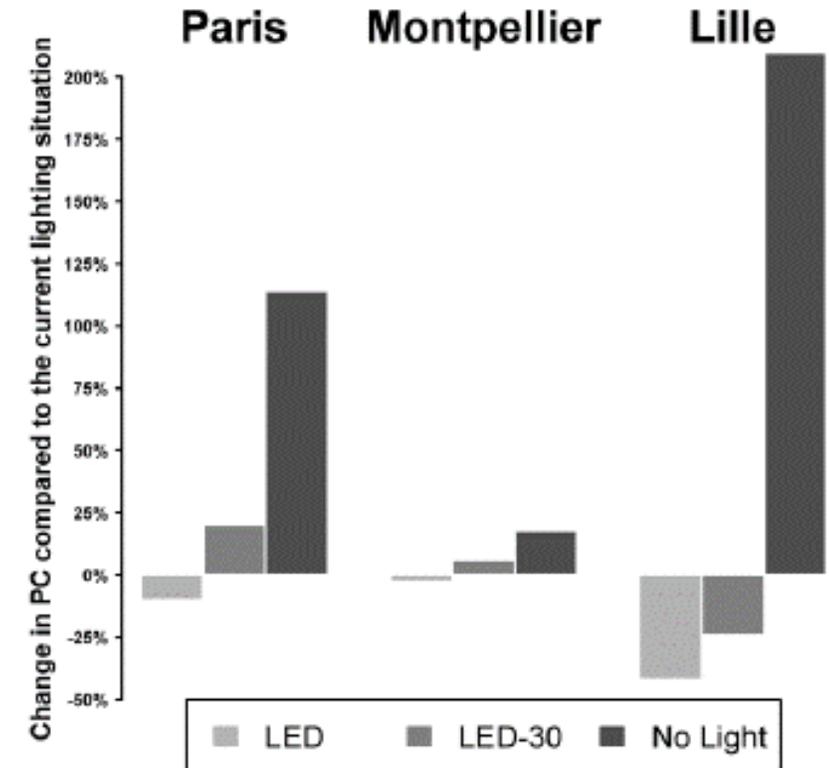
Simuler des scénarios passage au LED & changement d'intensité

Compréhension des impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité – connectivité -

2. Impact de la pollution lumineuse en terme de connectivité



Simuler des scénarios passage au LED & changement d'intensité



Conclusion



- Pression en pleine expansion, ayant des impacts sur la distribution spatiale et temporelle des espèces et sur leurs interactions...
- Pression relativement « facile » à gérer / autres pressions : des leviers d'action mais le plus pertinent-efficace étant de ne pas éclairer, supprimer au maximum les points lumineux...

