

Impact de l'éclairage artificiel sur l'usage des continuités écologiques par les chiroptères

Kévin Barré
kevin.barre@mnhn.fr

Isabelle Le Viol, Christian Kerbiriou, Kamiel Spoelstra, Samuel Challéat, Ros Kiri Ing, Yves Bas, Arthur Vernet, Clémentine Azam, Dany Lapostolle, Georges Zissis

Rencontres nationales Chauves-souris de la SFEPM
Le 27/03/2021



Institut Langevin
ONDES ET IMAGES



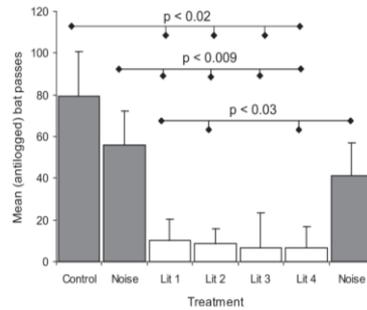
Contexte

Réponses de la biodiversité à l'éclairage artificiel

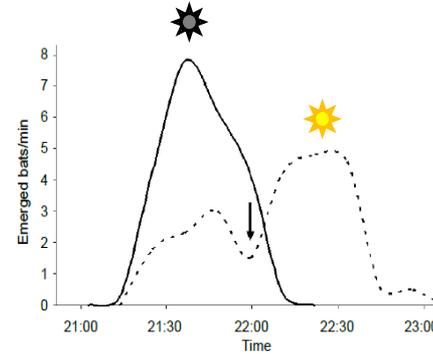
À différentes échelles



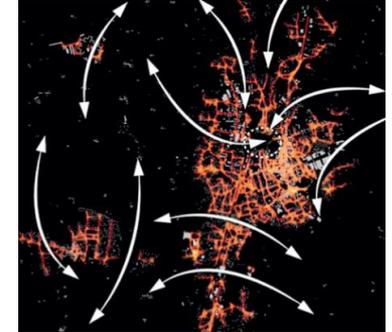
Générales Abondance, richesse...



Dans le temps Rythmes, phénologies



Dans l'espace Mouvements, fragmentation



Changements dans la dynamique des communautés et écosystèmes



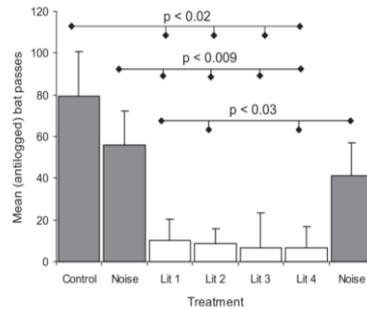
Contexte

Réponses de la biodiversité à l'éclairage artificiel

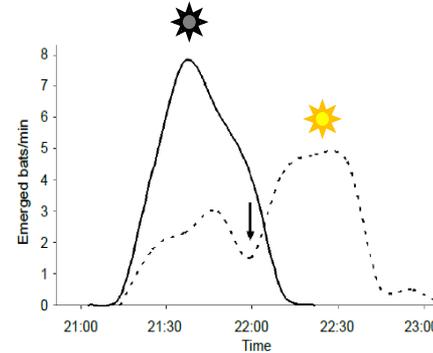
À différentes échelles



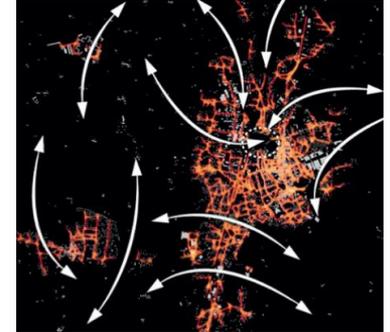
Générales Abondance, richesse...



Dans le temps Rythmes, phénologies



Dans l'espace Mouvements, fragmentation



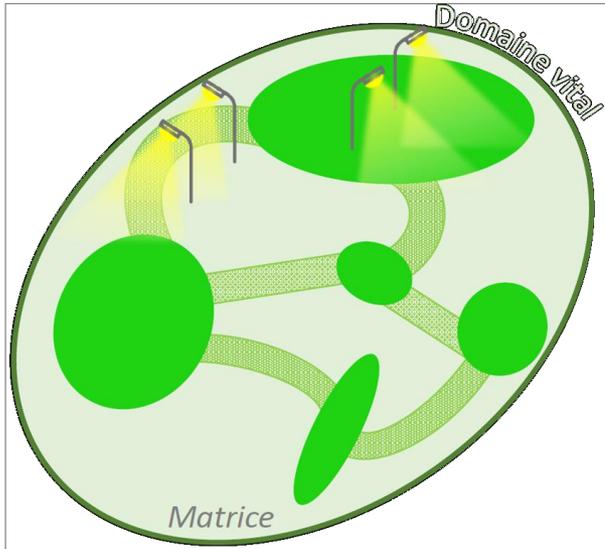
Changements dans la dynamique des communautés et écosystèmes

Intéressantes à plusieurs titres:
Bio-indicatrices
Mobiles dans le paysage
Comportement de vol changeant



Contexte

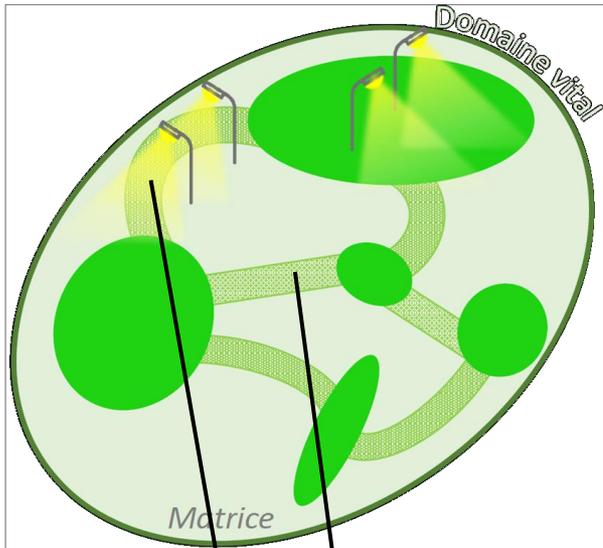
Réponses connues des chiroptères à l'éclairage artificiel



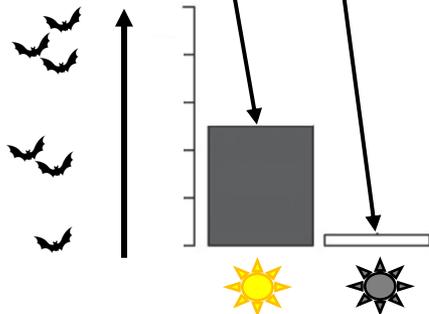
Contexte

Réponses connues des chiroptères à l'éclairage artificiel

Echelle locale



Espèces de milieux ouverts/lisières

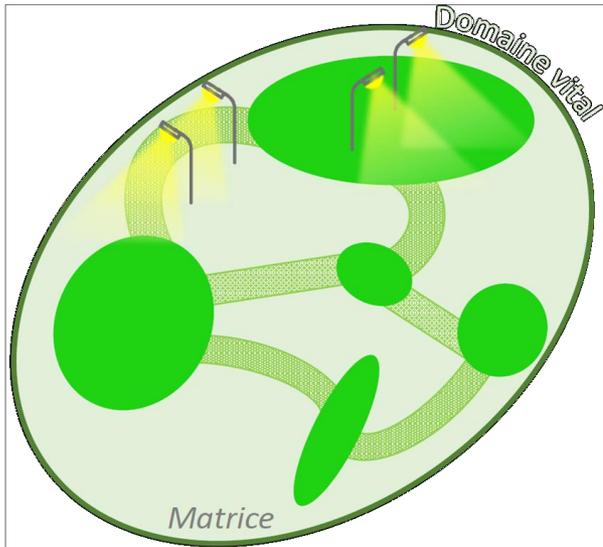


Azam et al. 2015

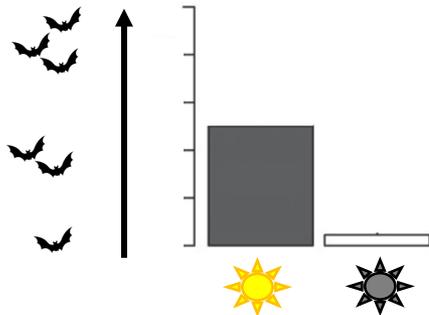
Contexte

Réponses connues des chiroptères à l'éclairage artificiel

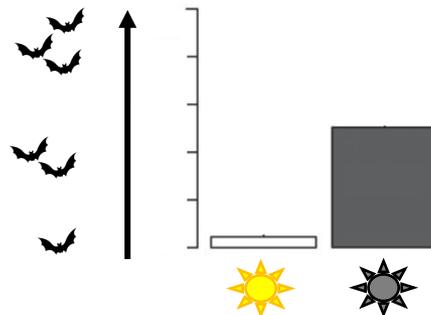
Echelle locale



Espèces de milieux ouverts/lisières



Espèces de milieux encombrés

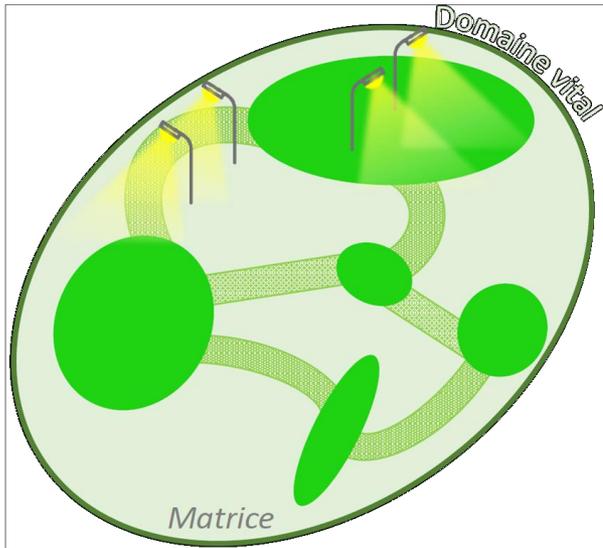


Azam et al. 2015

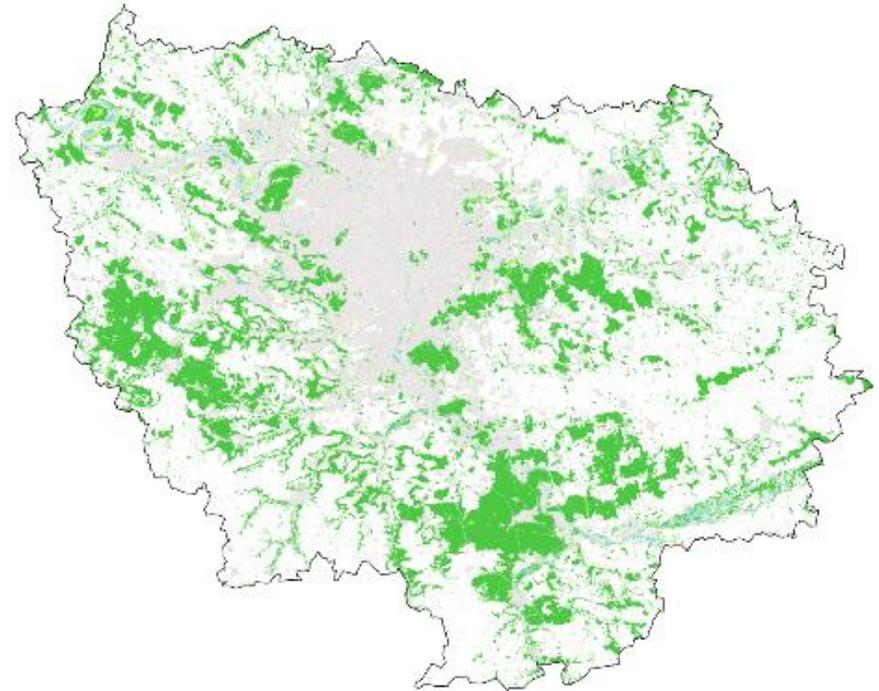
Contexte

Réponses connues des chiroptères à l'éclairage artificiel

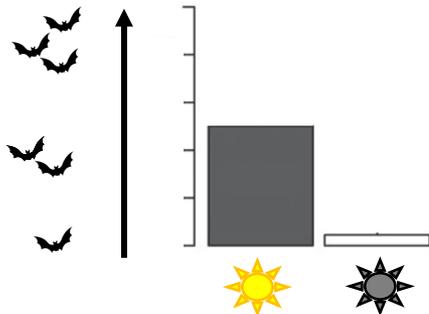
Echelle locale



Echelle agglomération/régionale/nationale

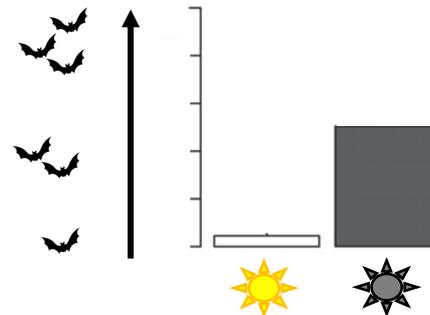


Espèces de milieux ouverts/lisières



Azam et al. 2015

Inversion des effets à plus large échelle : Positifs → Négatifs

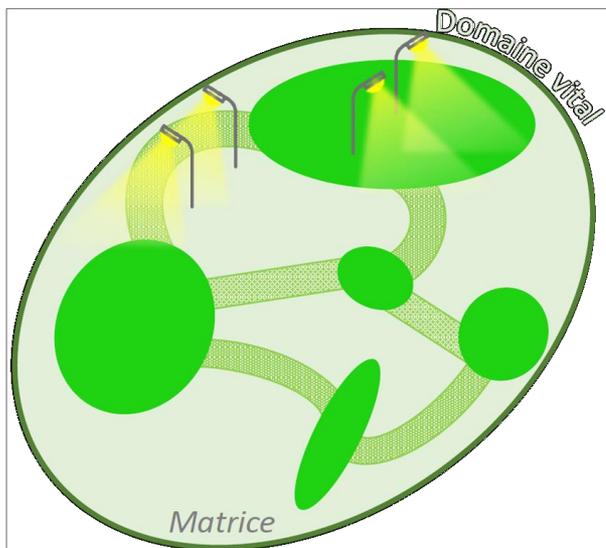


Azam et al. 2016

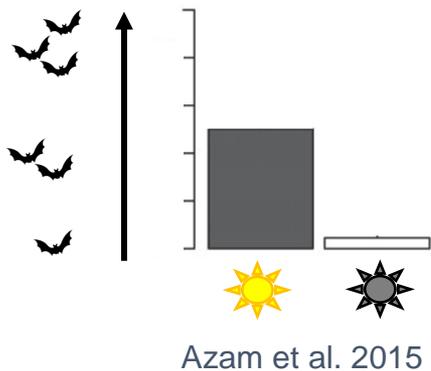
Contexte

Réponses connues des chiroptères à l'éclairage artificiel

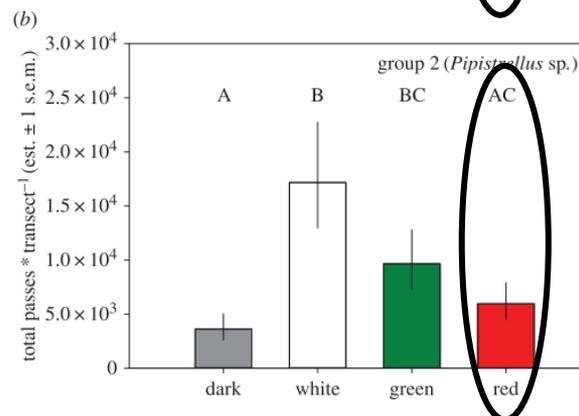
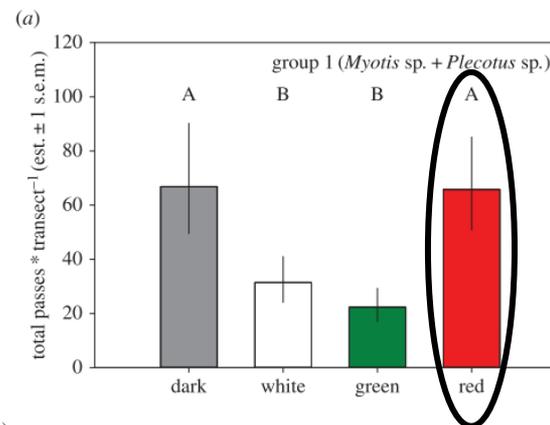
Echelle locale



Espèces de milieux ouverts/lisières



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

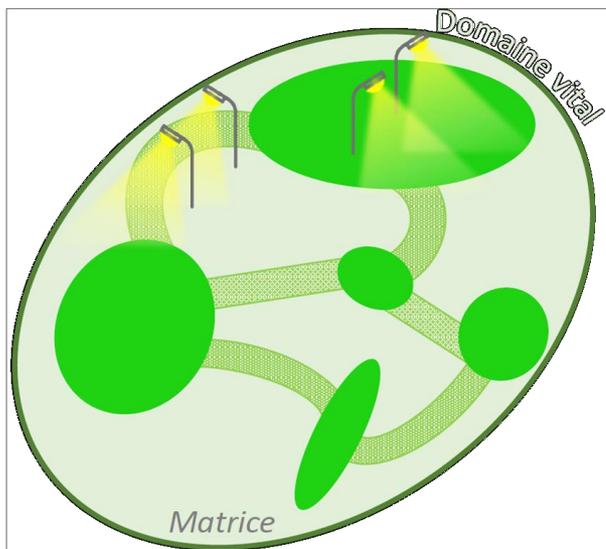


Spoelstra et al. 2017

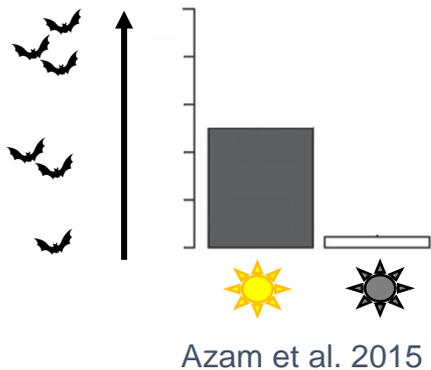
Contexte

Réponses connues des chiroptères à l'éclairage artificiel

Echelle locale

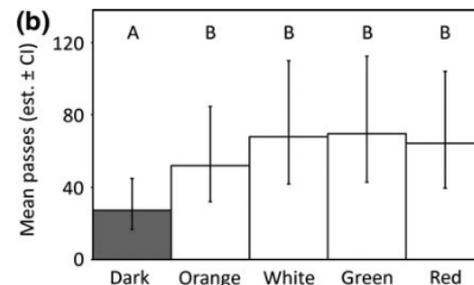
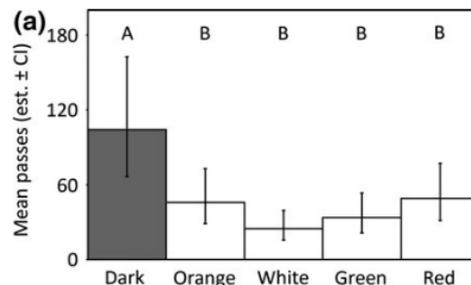


Espèces de milieux ouverts/lisières

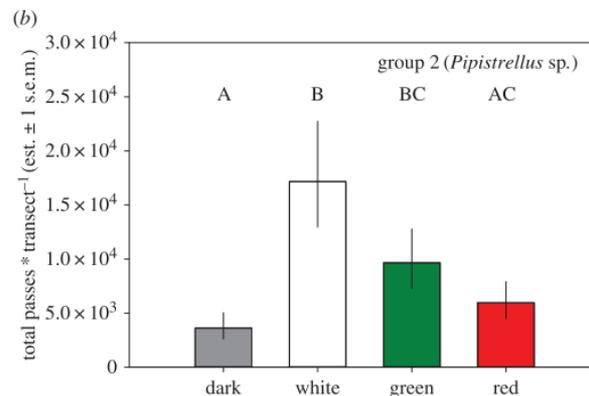
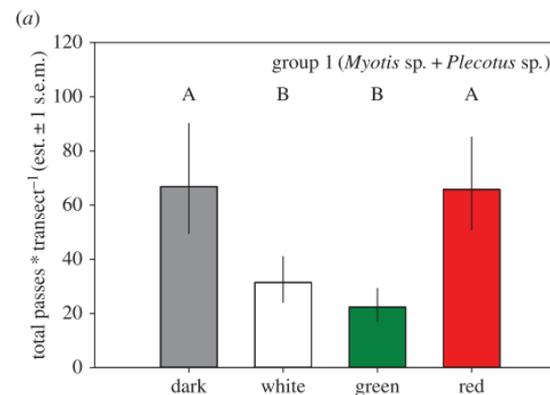


Mais pas sur l'usage des corridors par le Petit rhinolophe

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



Zeale et al. 2018

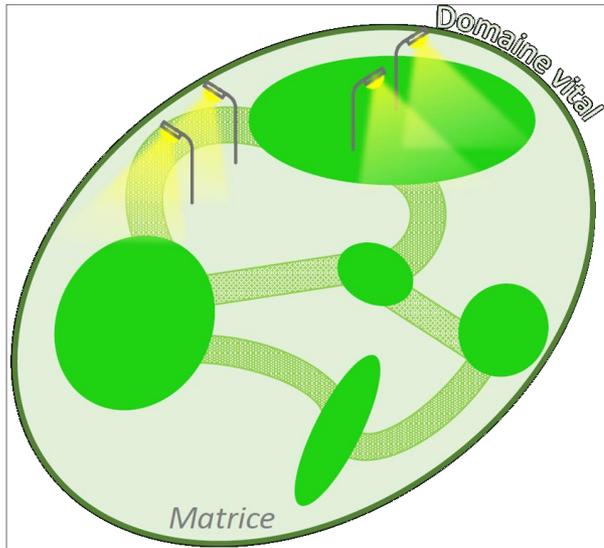


Spiegelstra et al. 2017

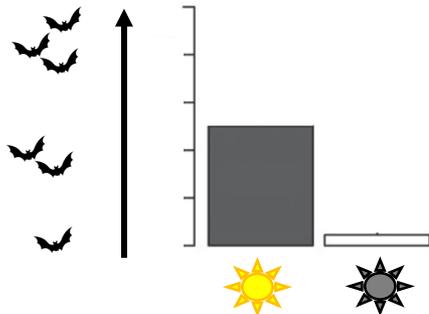
Contexte

Réponses connues des chiroptères à l'éclairage artificiel

Echelle locale

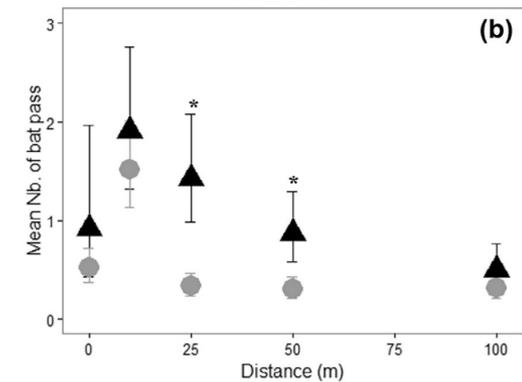
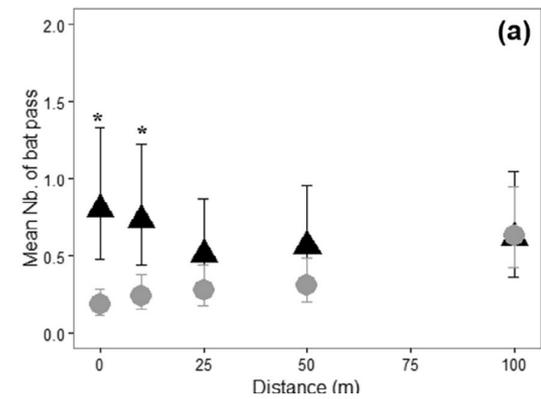


Espèces de milieux ouverts/lisières



Azam et al. 2015

Des distances d'impact de 25 à 50 m

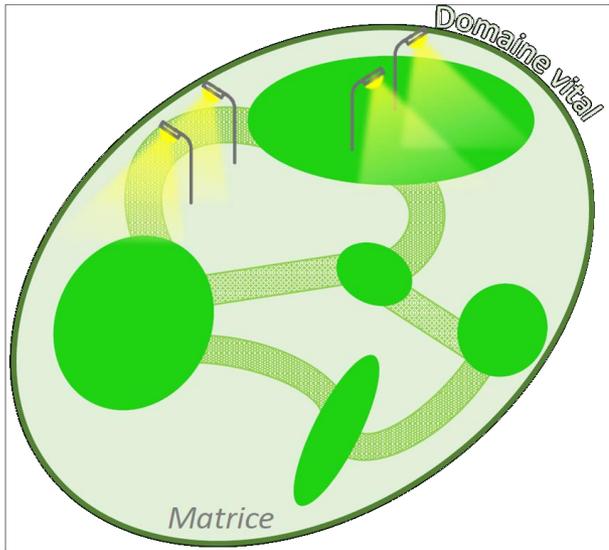


Azam et al. 2018

Contexte

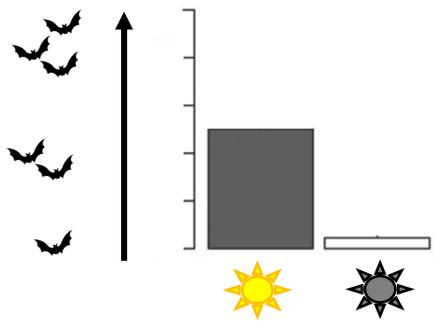
Réponses connues des chiroptères à l'éclairage artificiel

Echelle locale



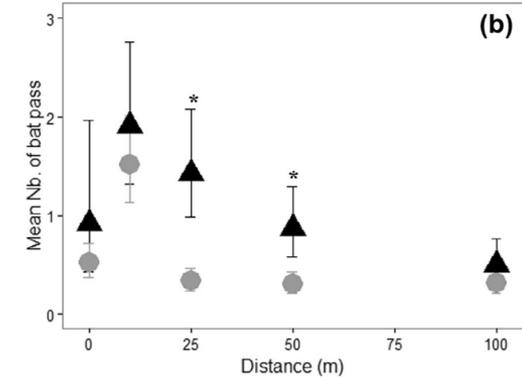
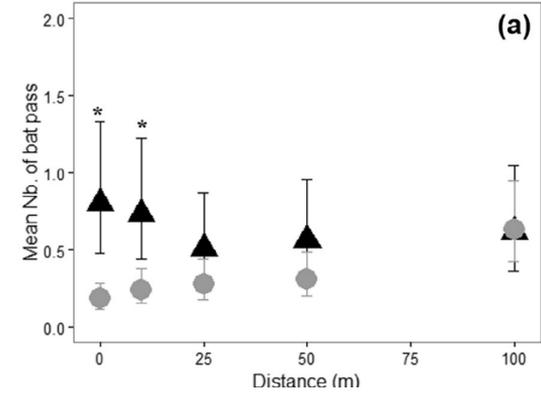
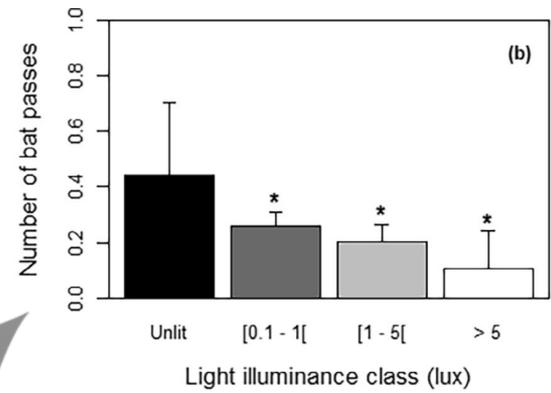
Des impacts commençant à des intensités < 1lux

Espèces de milieux ouverts/lisières



Azam et al. 2015

Des distances d'impact de 25 à 50 m

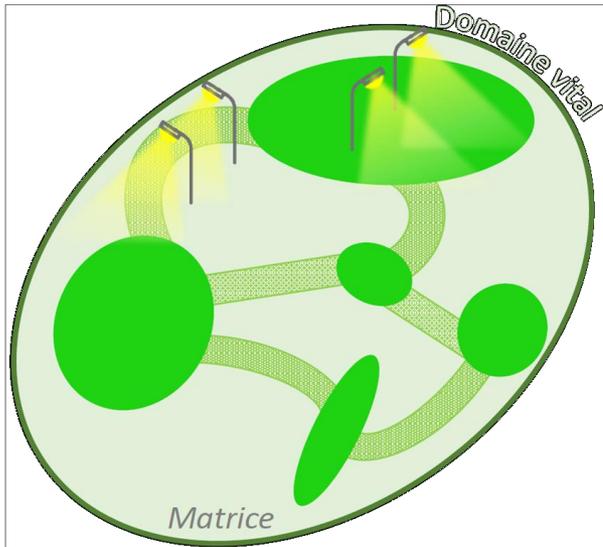


Azam et al. 2018

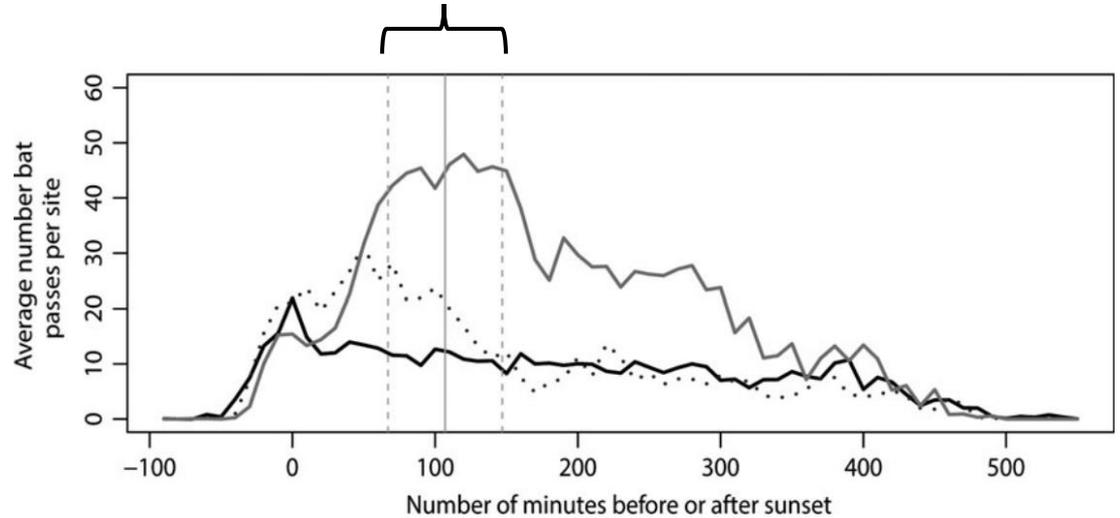
Contexte

Réponses connues des chiroptères à l'éclairage artificiel

Echelle locale

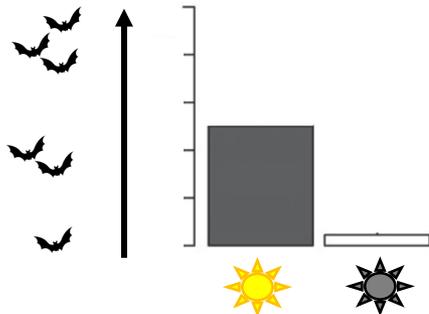


Heures d'extinctions



Azam et al. 2015

Espèces de milieux ouverts/lisières



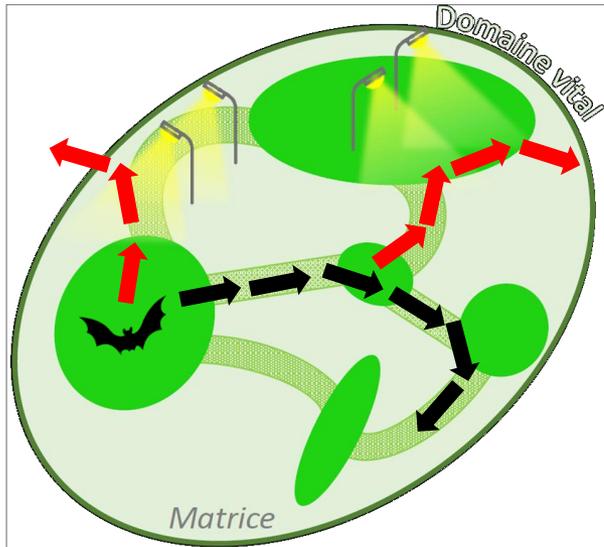
Azam et al. 2015

Des schémas d'extinction peu efficaces lorsqu'ils interviennent après le pic d'activité en début de nuit



Contexte

Manques de connaissances sur les réponses des chiroptères à l'éclairage



?

L'influence locale des paramètres lumineux sur le mouvement et le comportement des chiroptères reste mal connue :

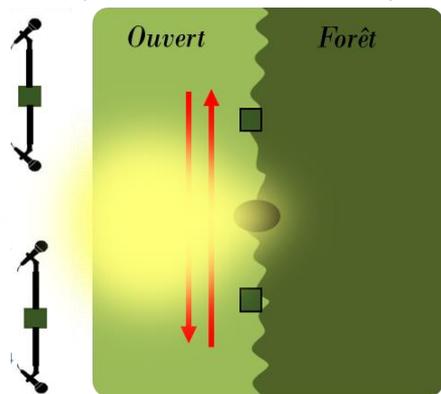
- ✓ Quels sont les rôles respectifs de l'intensité lumineuse et du spectre ?
- ✓ Quelles sont les réponses comportementales en termes de stratégies de vol ?
- ✓ Quelles en sont les conséquences pour les chiroptères ?
- ✓ Quelles solutions pour limiter ces effets ?

Méthodes

Deux protocoles différents sur deux terrains d'études *in natura*

1) Effets barrière

Méthode 1: calcul de traverses par enregistrements acoustiques stereo (Claireau et al., 2018)

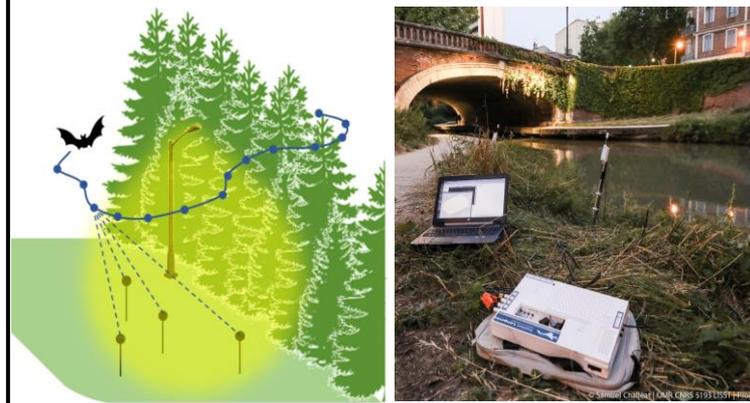


Lisières forestières éclairées de différentes couleurs (Pays-Bas)



2) Comportements de vol

Méthode 2: antenne de trajectographie en 3D (développée par Ros Kiri Ing, institut Langevin)



Ponts éclairés et non éclairés sur le canal du Midi (Toulouse)

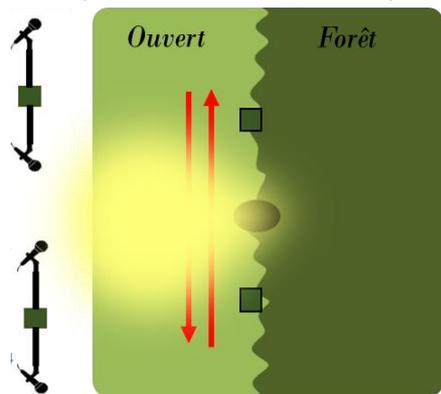


Méthodes

Deux protocoles différents sur deux terrains d'études *in natura*

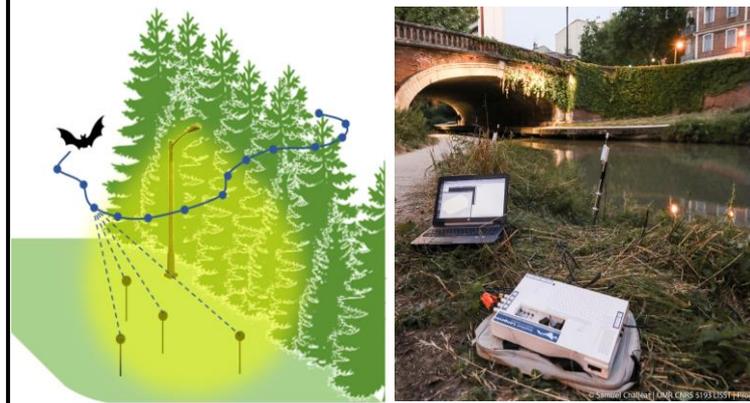
1) Effets barrière

Méthode 1: calcul de traversées par enregistrements acoustiques stereo (Claireau et al., 2018)



2) Comportements de vol

Méthode 2: antenne de trajectographie en 3D (développée par Ros Kiri Ing, institut Langevin)



Lisières forestières éclairées de différentes couleurs (Pays-Bas)



The Light on Nature project (<https://nioo.knaw.nl/en/light-nature>) (Kamiel Spoelstra)

Ponts éclairés et non éclairés sur le canal du Midi (Toulouse)



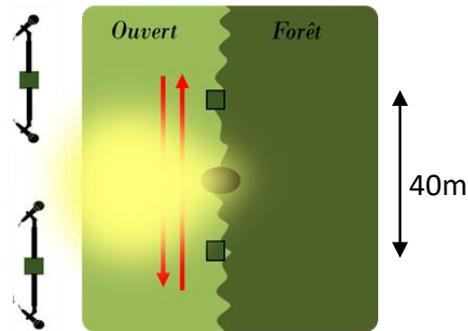
Résultats et implications opérationnelles

Effets du spectre et de l'intensité sur l'utilisation des lisières forestières (Pays-Bas)

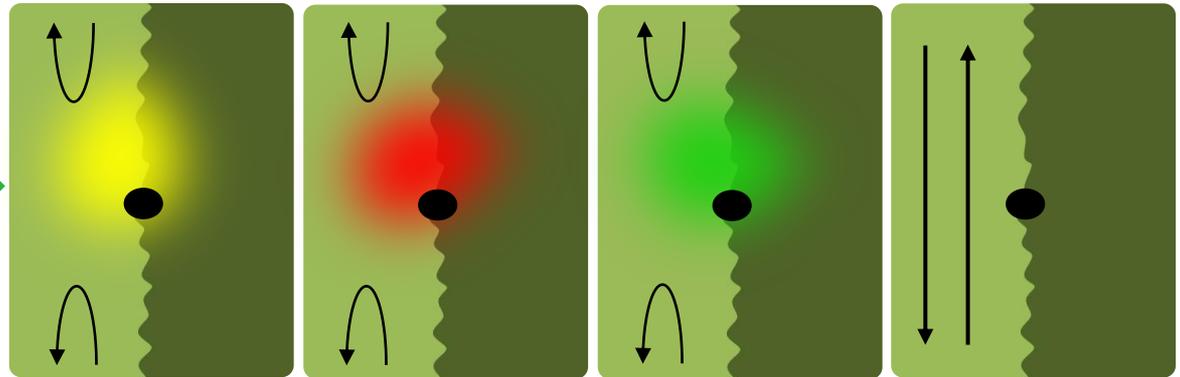
Résultats et implications opérationnelles

Effets du spectre et de l'intensité sur l'utilisation des lisières forestières (Pays-Bas)

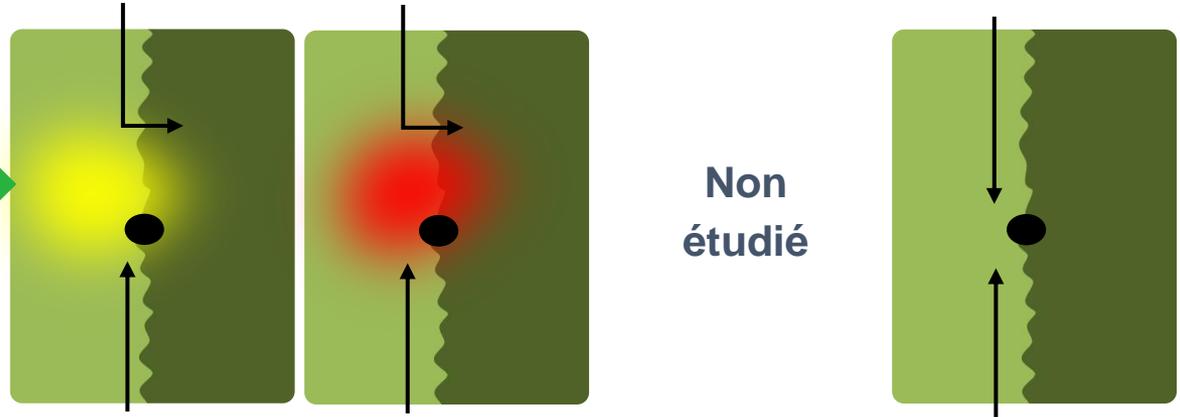
Méthode 1: calcul de traverses par enregistrements acoustiques stereo (Claireau et al., 2018)



Effet barrière de tous les spectres (principalement sur les pipistrelles, les Myotis/Plecotus désertant les zones éclairées)

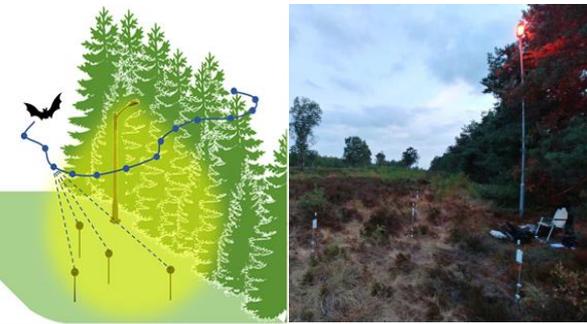


Fuite vers le milieu fermé (sub-optimal) dès 10-15 m de la lampe en présence de lumière, uniquement du côté où la lampe est dirigée, pour tous les groupes



Barré et al. 2021, Movement Ecology

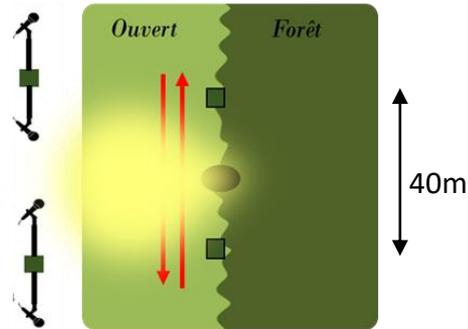
Méthode 2: antenne de trajectographie en 3D (développée par Ros Kiri Ing, institut Langevin)



Résultats et implications opérationnelles

Effets du spectre et de l'intensité sur l'utilisation des lisières forestières (Pays-Bas)

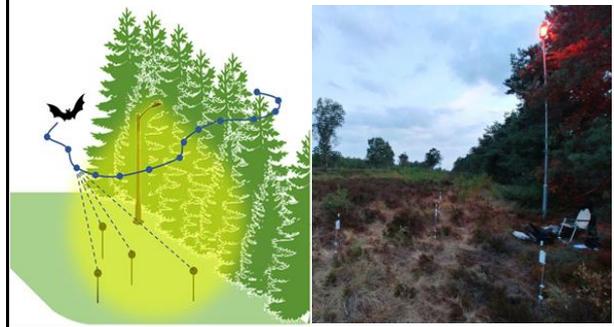
Méthode 1: calcul de traverses par enregistrements acoustiques stereo
(Claireau et al., 2018)



Implications :

- ✓ Contrairement aux études focalisées sur l'abondance, la lumière rouge ne permet pas de supprimer les impacts sur le comportement de vol

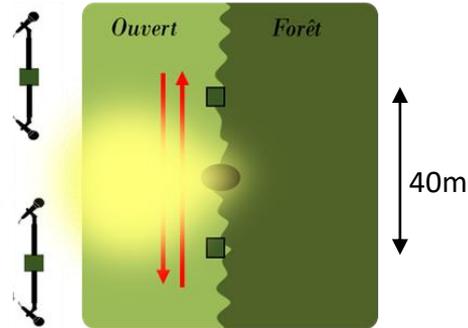
Méthode 2: antenne de trajectographie en 3D
(développée par Ros Kiri Ing, institut Langevin)



Résultats et implications opérationnelles

Effets du spectre et de l'intensité sur l'utilisation des lisières forestières (Pays-Bas)

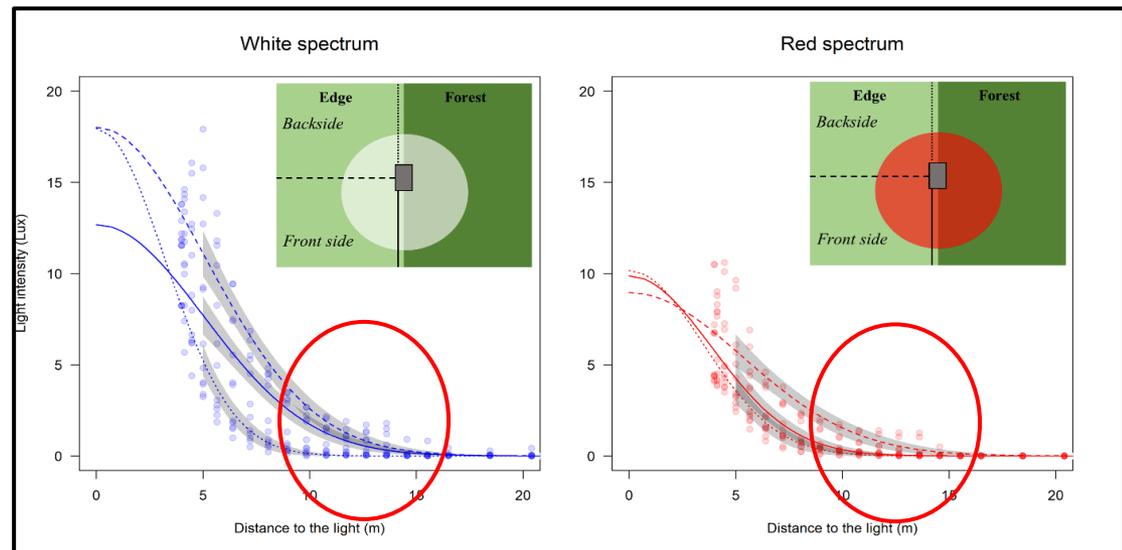
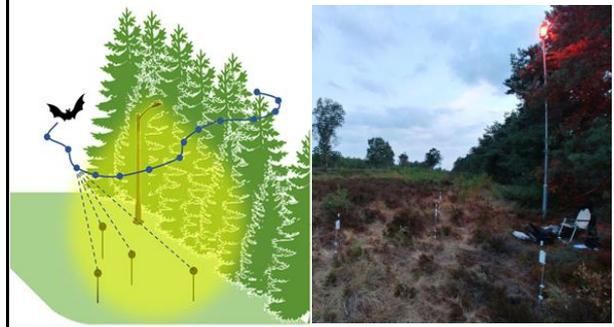
Méthode 1: calcul de traverses par enregistrements acoustiques stereo (Claireau et al., 2018)



Implications :

- ✓ Contrairement aux études focalisées sur l'abondance, la lumière rouge ne permet pas de supprimer les impacts sur le comportement de vol
- ✓ L'orientation du halo vers les zones les moins fréquentées par les chiroptères et la **diminution drastique de l'intensité** peuvent constituer des mesures de réduction des impacts sur le comportement de fuite

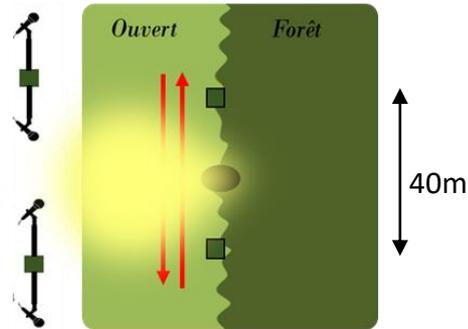
Méthode 2: antenne de trajectographie en 3D (développée par Ros Kiri Ing, institut Langevin)



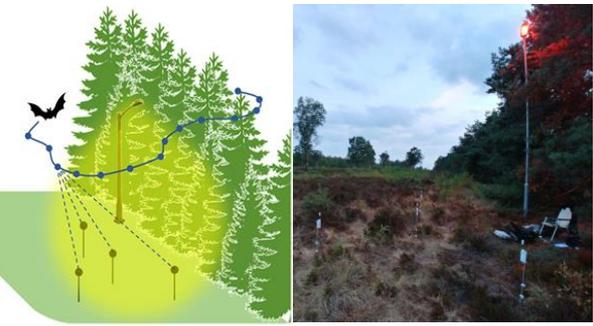
Résultats et implications opérationnelles

Effets du spectre et de l'intensité sur l'utilisation des lisières forestières (Pays-Bas)

Méthode 1: calcul de traverses par enregistrements acoustiques stereo (Claireau et al., 2018)



Méthode 2: antenne de trajectographie en 3D (développée par Ros Kiri Ing, institut Langevin)



Implications :

- ✓ Contrairement aux études focalisées sur l'abondance, la lumière rouge ne permet pas de supprimer les impacts sur le comportement de vol
- ✓ L'orientation du halo vers les zones les moins fréquentées par les chiroptères et la **diminution drastique de l'intensité** peuvent constituer des mesures de réduction des impacts sur le comportement de fuite
- ✓ Cependant les effets barrières se produisent quelque-soit l'orientation de la lampe
- ✓ La suppression ou l'extinction des lampes apparaissent comme les principaux leviers de suppression des effets

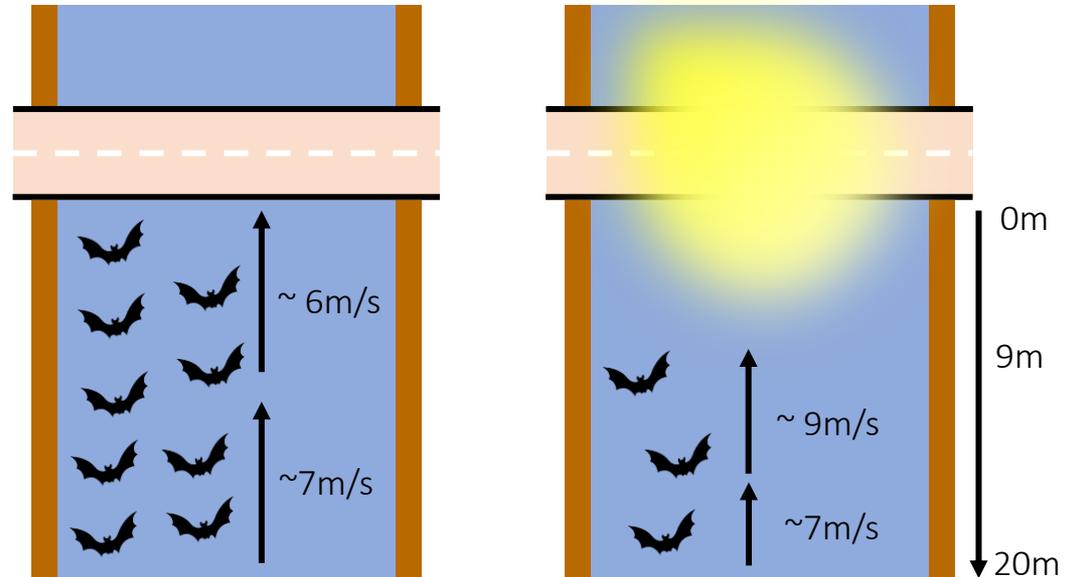
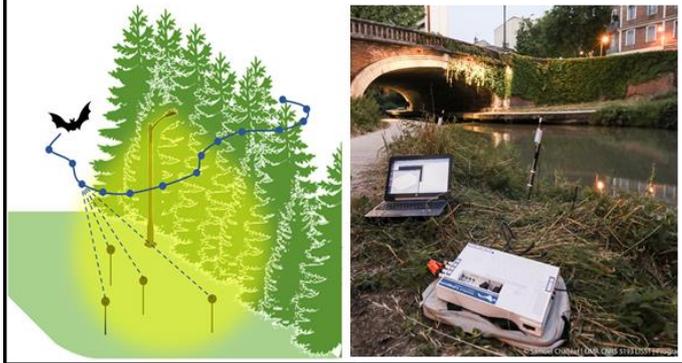
Résultats et implications opérationnelles

Effets de l'éclairage des ponts le long du canal du Midi (Toulouse)

Résultats et implications opérationnelles

Effets de l'éclairage des ponts le long du canal du Midi (Toulouse)

Méthode 2: antenne de trajectographie en 3D
(développée par Ros Kiri Ing, institut Langevin)



Barré et al. 2020, Animal conservation

- ✓ Les chiroptères n'approchent pas les ponts éclairés (position la plus proche = 9m)
- ✓ L'éclairage des ponts divise l'abondance quasiment par 2
- ✓ L'éclairage augmente la vitesse de vol de 34% (comportement anormal sur un terrain de chasse)

Perspectives

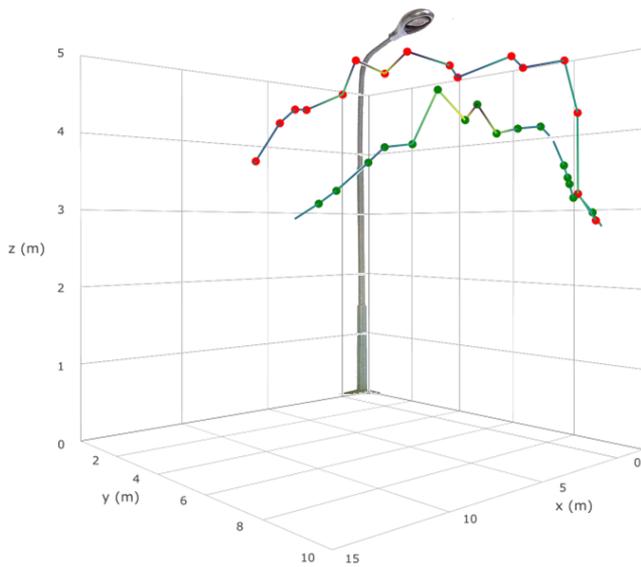
La compétition pour l'espace peut-elle nous aider à comprendre les mécanismes?

Perspectives

La compétition pour l'espace peut-elle nous aider à comprendre les mécanismes?

Analyse préliminaire de compétition sur les sites aux Pays-Bas

Comment réagissent les individus à la présence de congénères selon le type d'éclairage ?

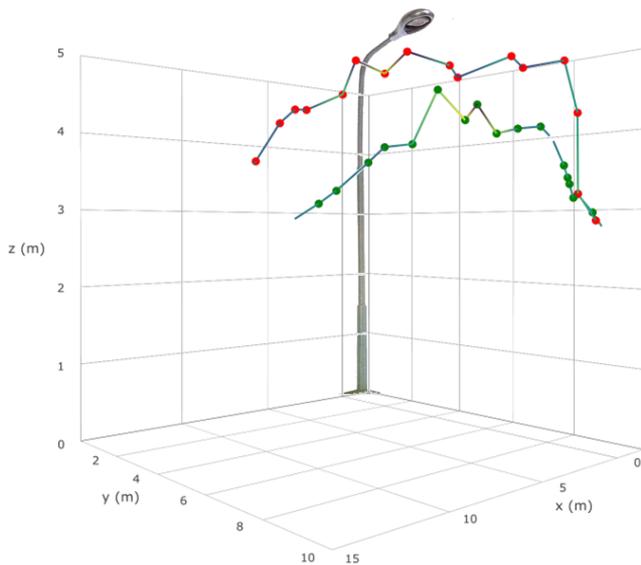


Perspectives

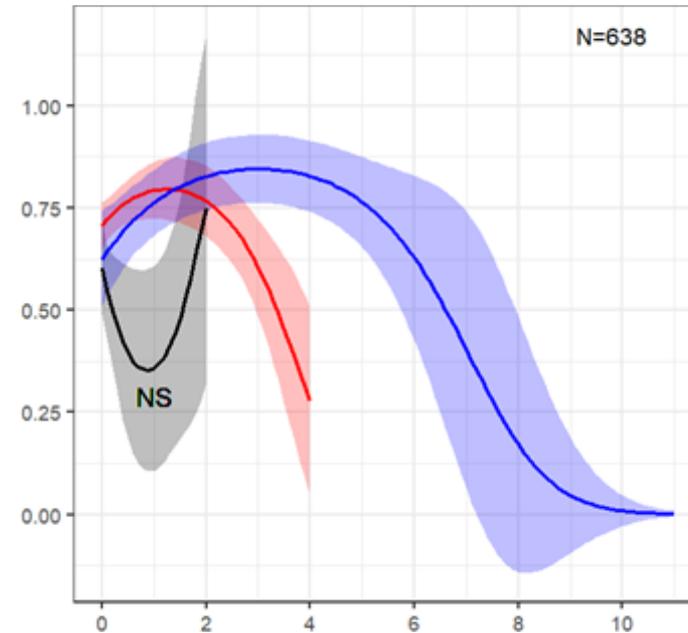
La compétition pour l'espace peut-elle nous aider à comprendre les mécanismes?

Analyse préliminaire de compétition sur les sites aux Pays-Bas

Comment réagissent les individus à la présence de congénères selon le type d'éclairage ?



Probabilité que les Myotis/Plecotus se dirigent vers la lampe



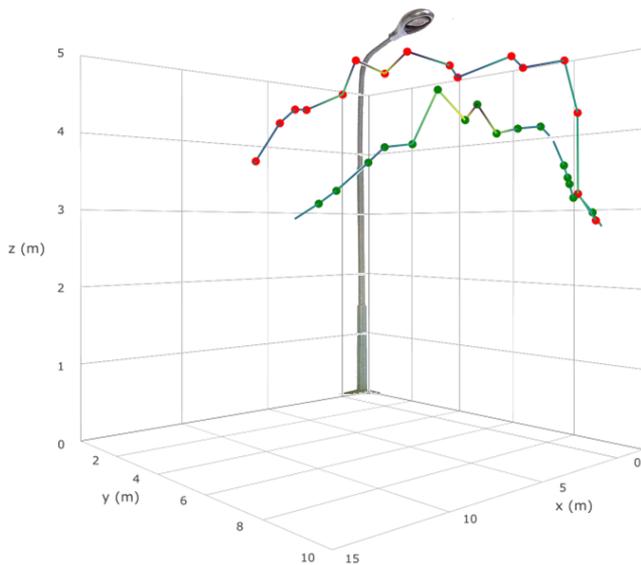
Nombre de Pipistrelles/Noctules/Sérotines en simultané

Perspectives

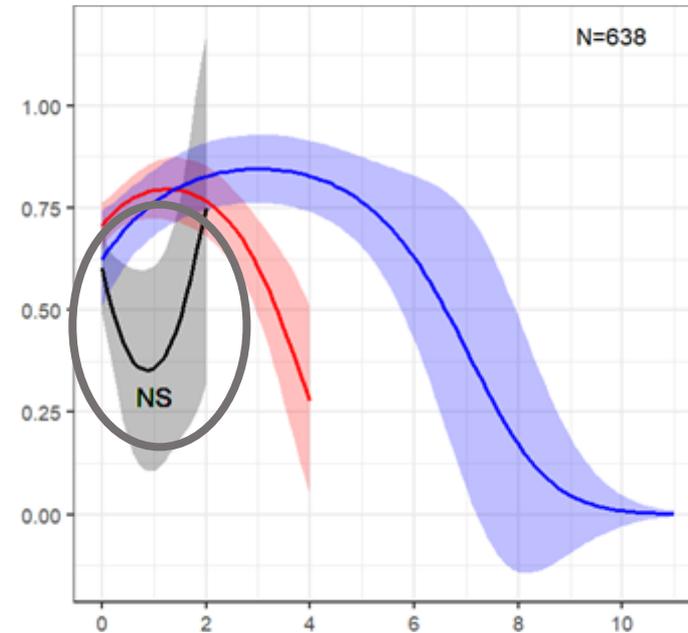
La compétition pour l'espace peut-elle nous aider à comprendre les mécanismes?

Analyse préliminaire de compétition sur les sites aux Pays-Bas

Comment réagissent les individus à la présence de congénères selon le type d'éclairage ?



Probabilité que les Myotis/Plecotus se dirigent vers la lampe



Nombre de Pipistrelles/Noctules/Sérotines en simultané

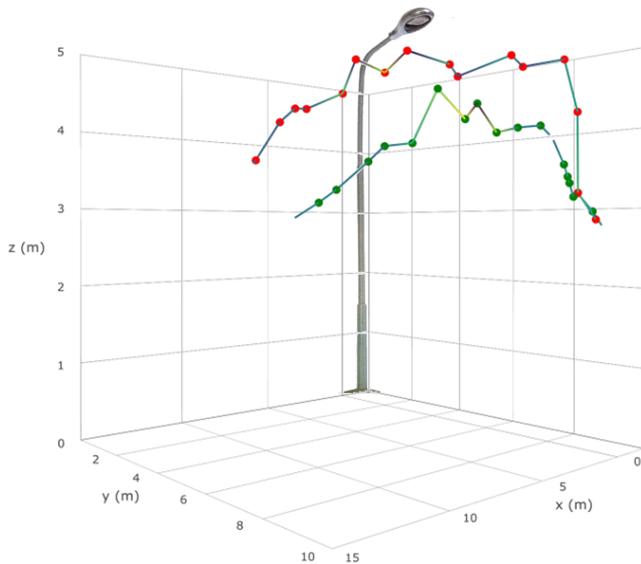
- ✓ Indifférents à la présence d'individus d'autres espèces en conditions nocturnes

Perspectives

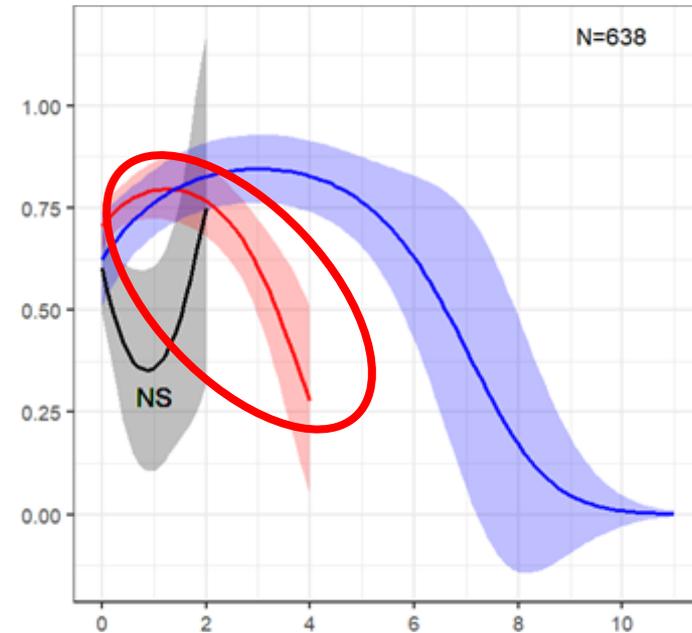
La compétition pour l'espace peut-elle nous aider à comprendre les mécanismes?

Analyse préliminaire de compétition sur les sites aux Pays-Bas

Comment réagissent les individus à la présence de congénères selon le type d'éclairage ?



Probabilité que les Myotis/Plecotus se dirigent vers la lampe



Nombre de Pipistrelles/Noctules/Sérotines en simultanément

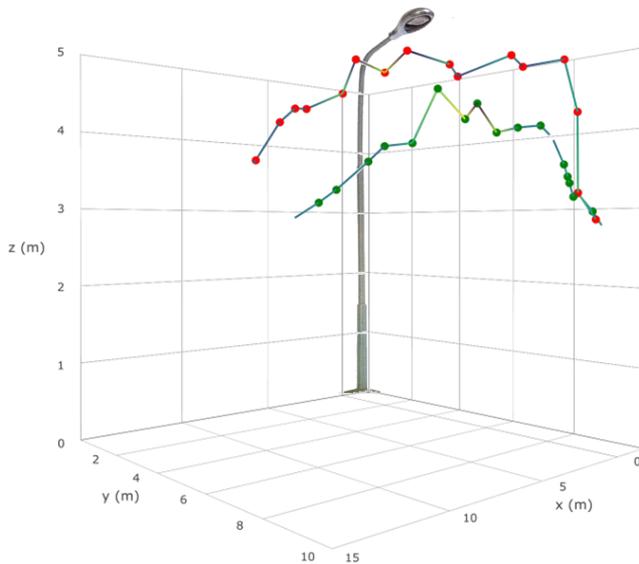
- ✓ Indifférents à la présence d'individus d'autres espèces en conditions nocturnes
- ✓ La présence d'individus d'autres espèces devient rapidement limitante en présence de lumière rouge

Perspectives

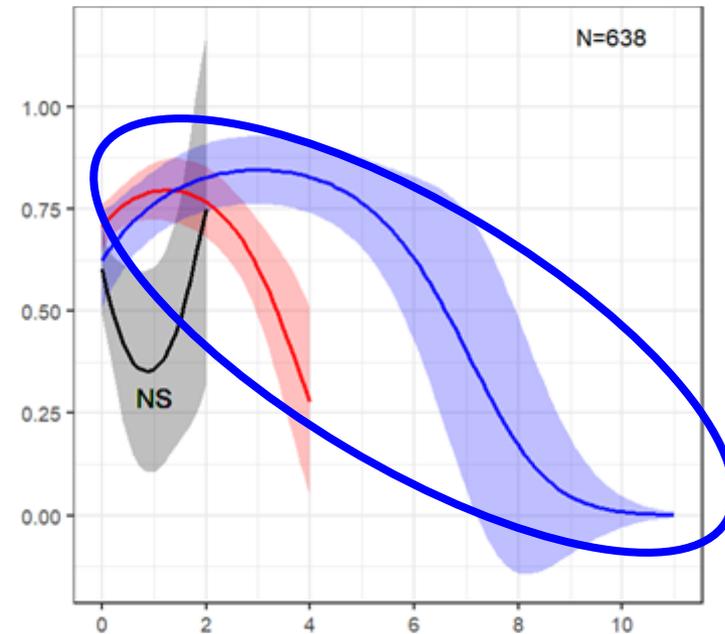
La compétition pour l'espace peut-elle nous aider à comprendre les mécanismes?

Analyse préliminaire de compétition sur les sites aux Pays-Bas

Comment réagissent les individus à la présence de congénères selon le type d'éclairage ?



Probabilité que les Myotis/Plecotus se dirigent vers la lampe



Nombre de Pipistrelles/Noctules/Sérotines en simultané

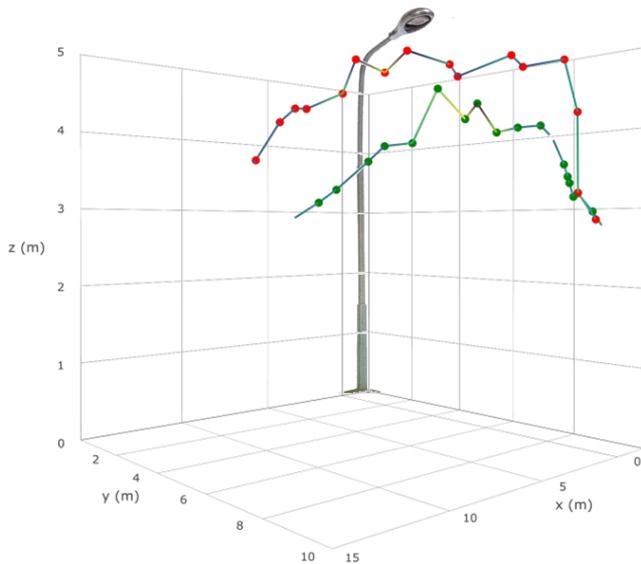
- ✓ Indifférents à la présence d'individus d'autres espèces en conditions nocturnes
- ✓ La présence d'individus d'autres espèces devient rapidement limitante en présence de lumière rouge
- ✓ Et encore plus en présence de lumière blanche

Perspectives

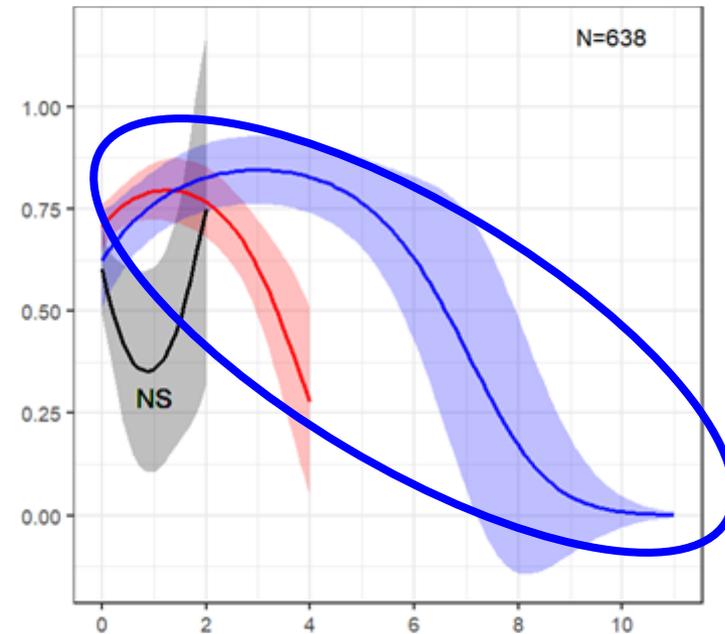
La compétition pour l'espace peut-elle nous aider à comprendre les mécanismes?

Analyse préliminaire de compétition sur les sites aux Pays-Bas

Comment réagissent les individus à la présence de congénères selon le type d'éclairage ?



Probabilité que les Myotis/Plecotus se dirigent vers la lampe



Nombre de Pipistrelles/Noctules/Sérotines en simultanément

→ Serait-ce un des facteurs expliquant que des espèces soient systématiquement lucifuges dès une échelle locale ? A cause de la compétition avec des espèces plus abondantes mieux adaptées à la lumière grâce à un vol plus rapide permettant de limiter le risque de prédation ?

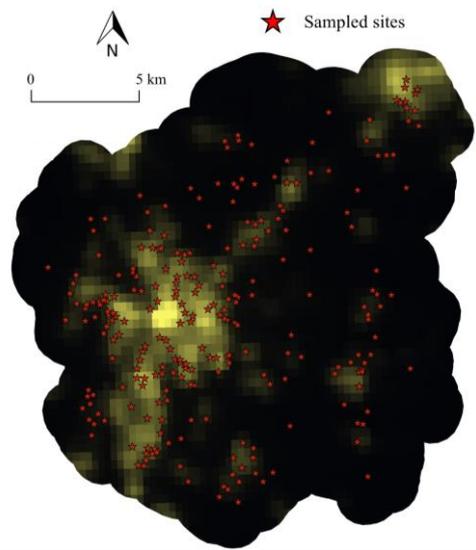
Perspectives

Intégrer une dimension paysagère dans les efforts de réduction des impacts

Perspectives

Intégrer une dimension paysagère dans les efforts de réduction des impacts

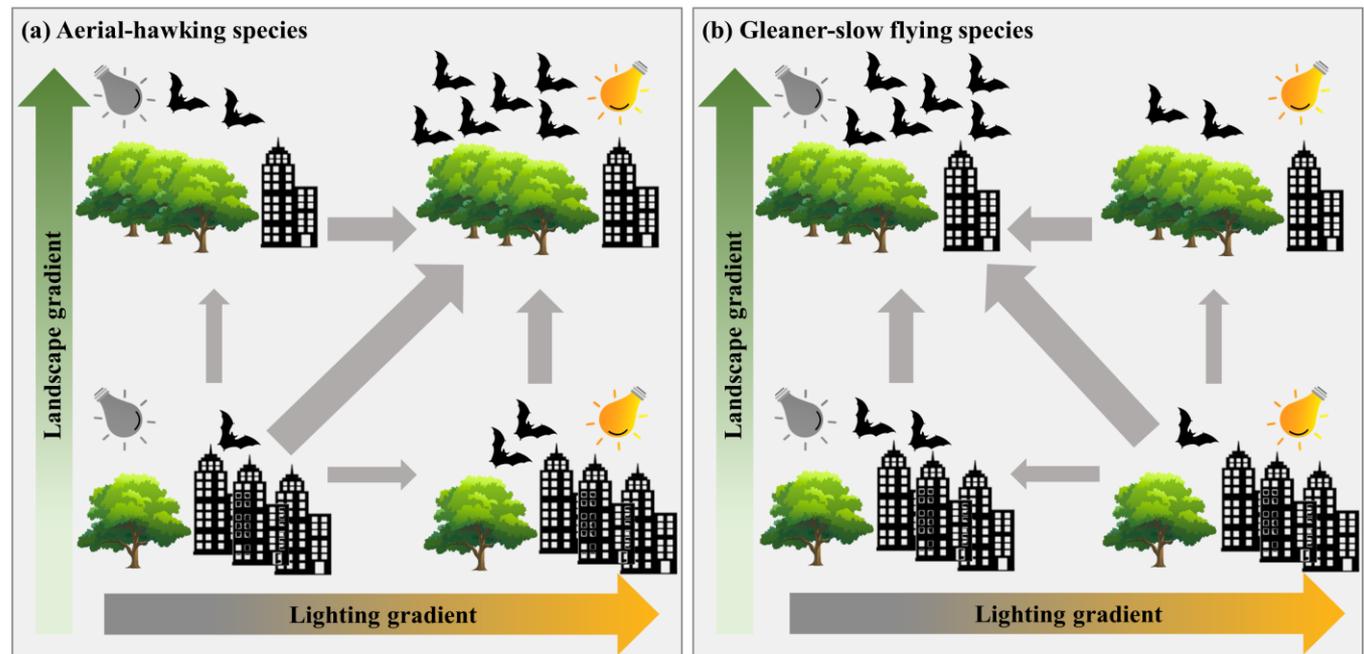
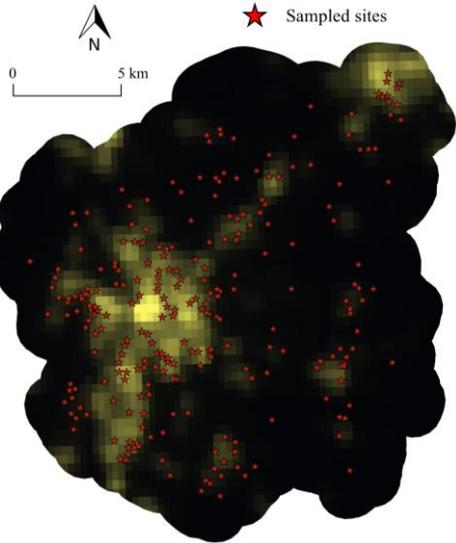
Exemple d'une étude dans la plaine de Valence (Drôme)



Perspectives

Intégrer une dimension paysagère dans les efforts de réduction des impacts

Exemple d'une étude dans la plaine de Valence (Drôme)

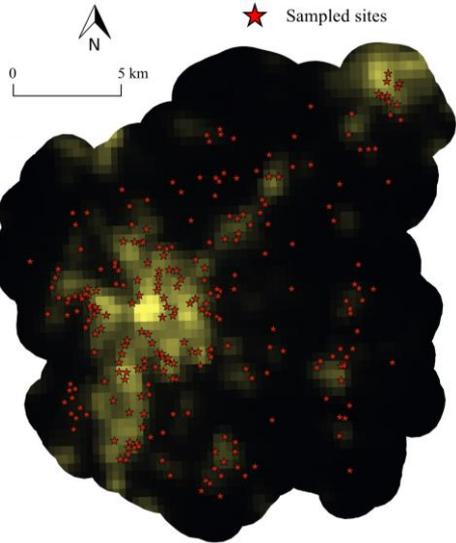


(Article en révision)

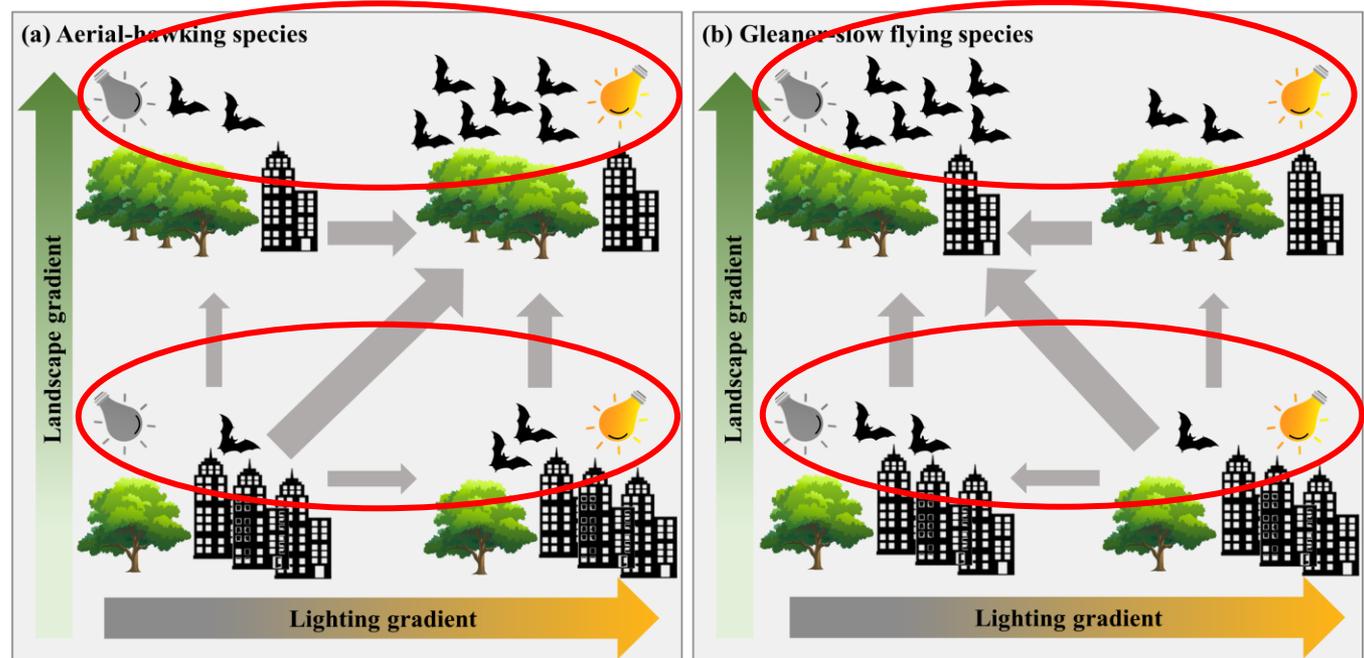
Perspectives

Intégrer une dimension paysagère dans les efforts de réduction des impacts

Exemple d'une étude dans la plaine de Valence (Drôme)



✓ Les impacts (positifs ou négatifs) sur l'abondance

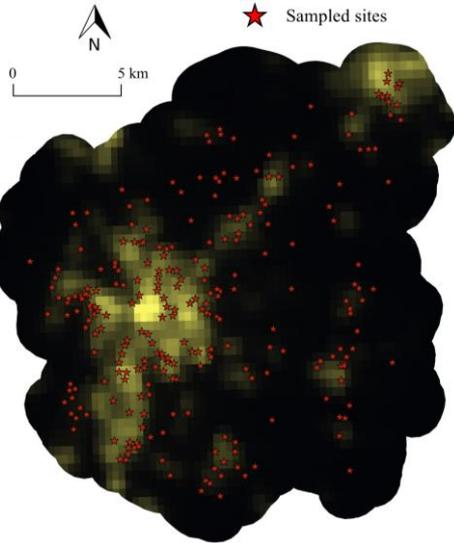


(Article en révision)

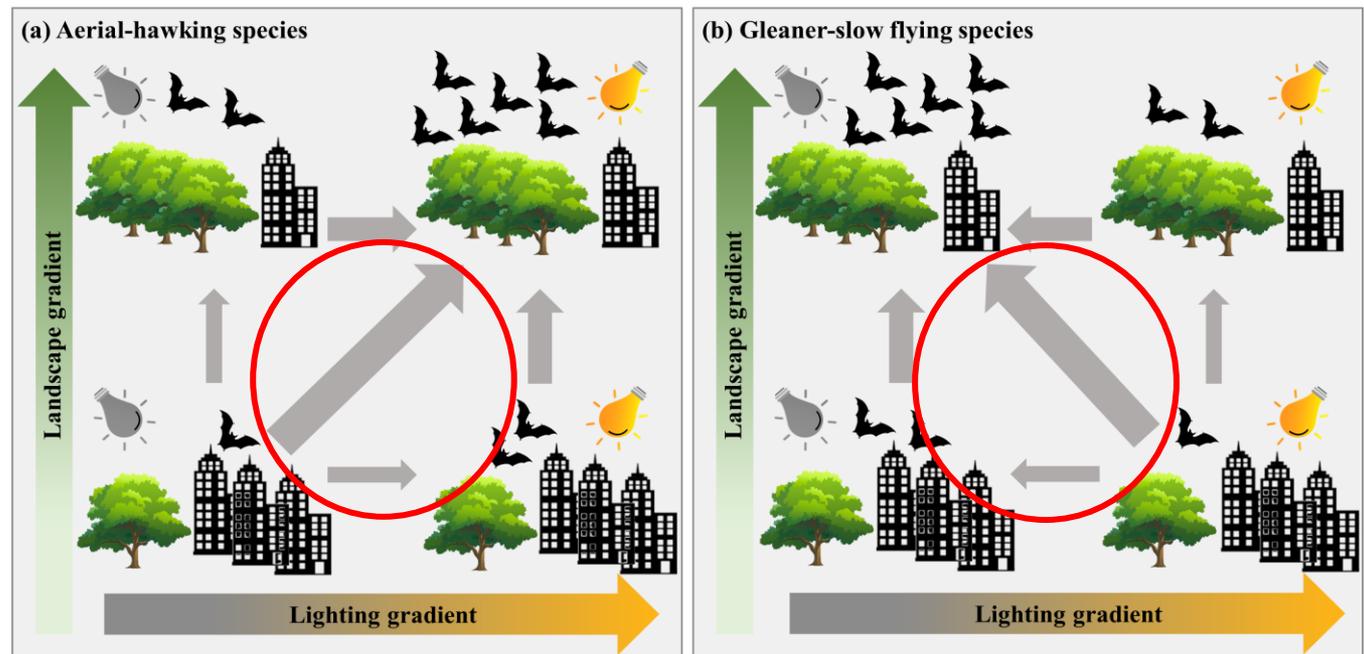
Perspectives

Intégrer une dimension paysagère dans les efforts de réduction des impacts

Exemple d'une étude dans la plaine de Valence (Drôme)



- ✓ Les impacts (positifs ou négatifs) sur l'abondance se produisent principalement **en marge des zones urbanisées dans les zones à habitat plus favorables**

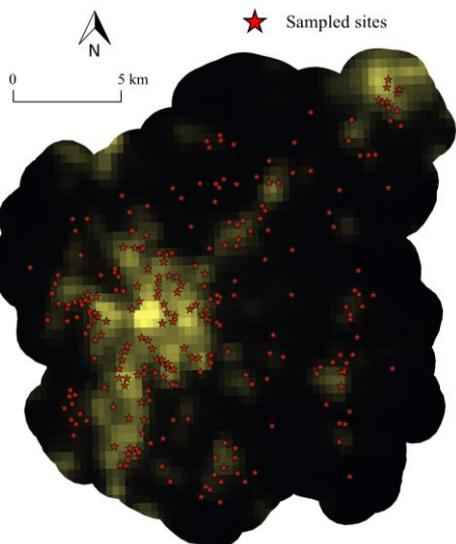


(Article en révision)

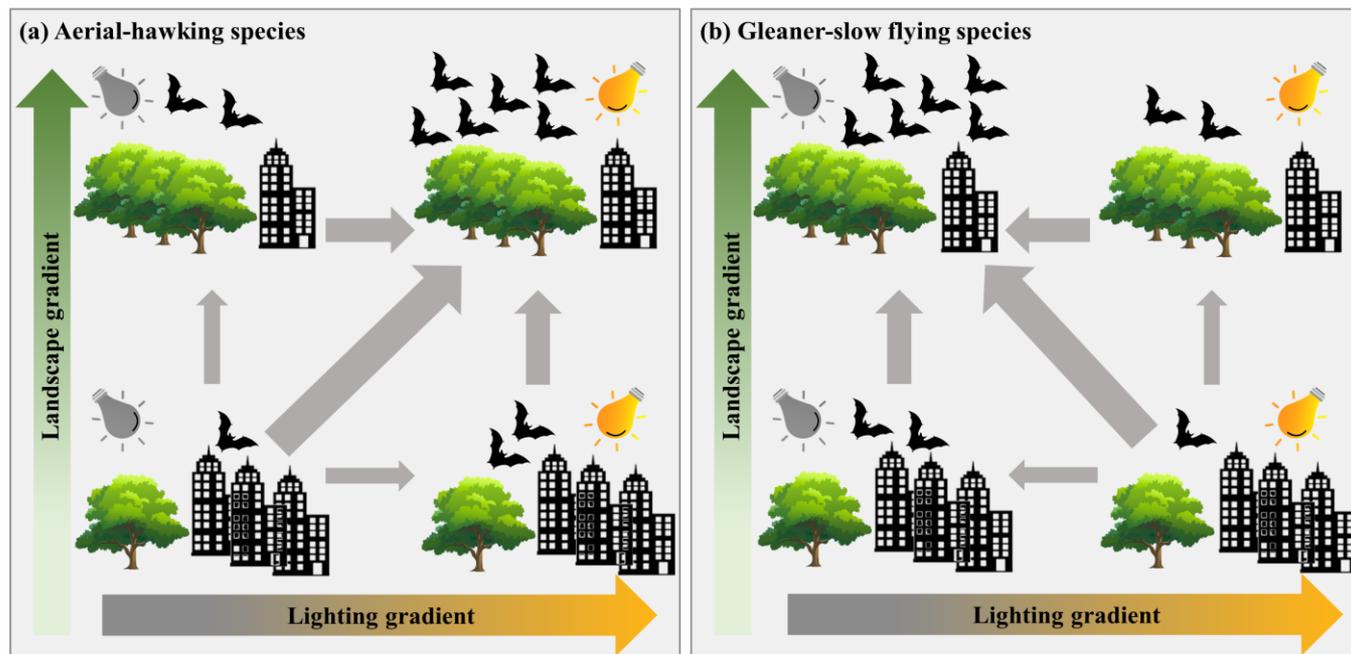
Perspectives

Intégrer une dimension paysagère dans les efforts de réduction des impacts

Exemple d'une étude dans la plaine de Valence (Drôme)



- ✓ Les impacts (positifs ou négatifs) sur l'abondance se produisent principalement en marge des zones urbanisées dans les zones à habitat plus favorables
- ✓ Certains impacts restent également invisibles si l'on ne va pas les démêler en relation avec la composition paysagère

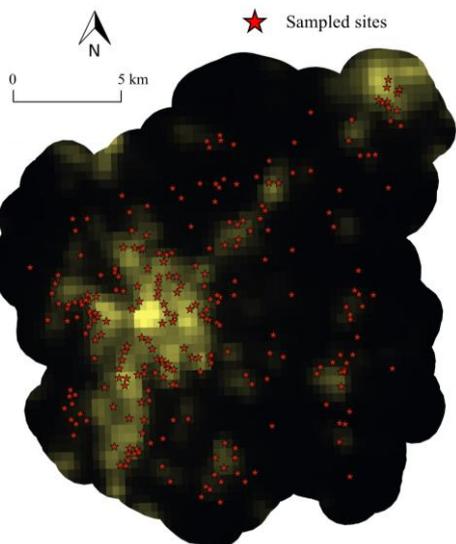


(Article en révision)

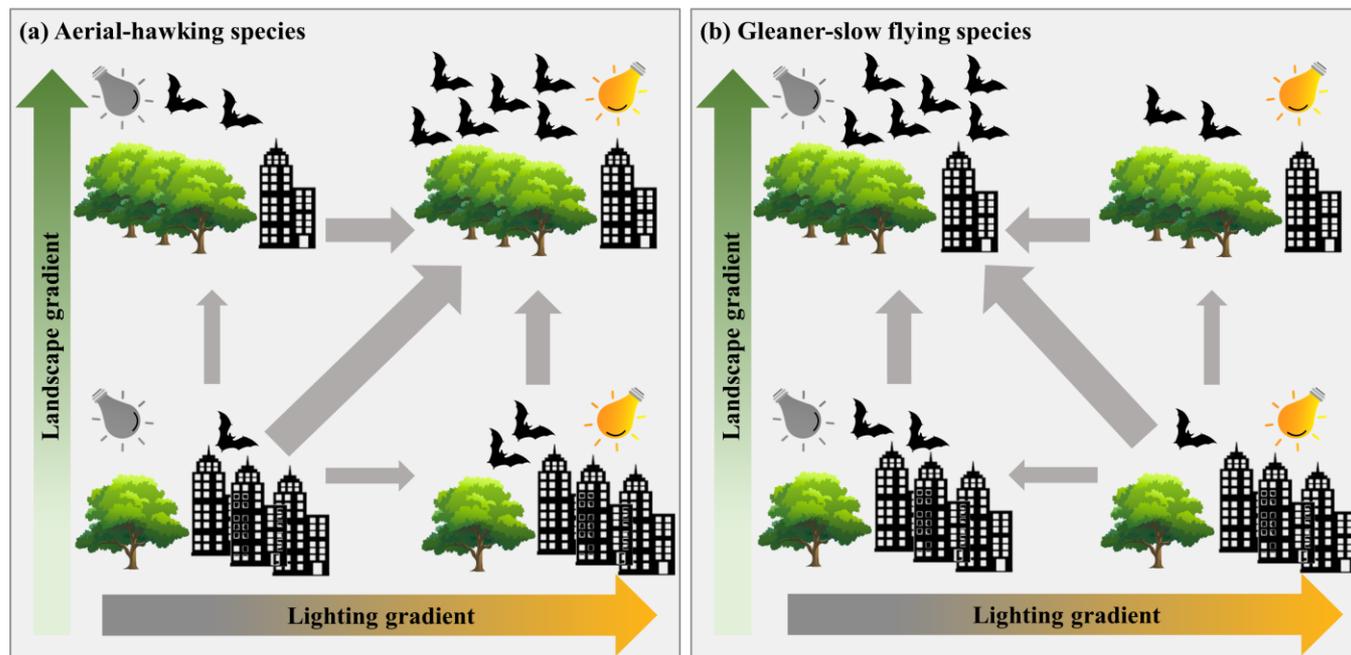
Perspectives

Intégrer une dimension paysagère dans les efforts de réduction des impacts

Exemple d'une étude dans la plaine de Valence (Drôme)



- ✓ Les impacts (positifs ou négatifs) sur l'abondance se produisent principalement en marge des zones urbanisées dans les zones à habitat plus favorables
 - ✓ Certains impacts restent également invisibles si l'on ne va pas les démêler en relation avec la composition paysagère
- Répercussions sur la planification spatiale des actions de réduction



(Article en révision)

Conclusions

Conclusions

- ✓ L'orientation et la réduction du halo vers les zones les moins fréquentées par les chiroptères et la diminution drastique de l'intensité peuvent constituer des mesures de réduction des impacts sur le comportement

Conclusions

- ✓ L'orientation et la réduction du halo vers les zones les moins fréquentées par les chiroptères et la diminution drastique de l'intensité peuvent constituer des mesures de réduction des impacts sur le comportement
- ✓ Cependant le choix du spectre lumineux ne semble pas être un moyen efficace pour enrayer les pertes de fonctionnalité des corridors écologiques

Conclusions

- ✓ L'orientation et la réduction du halo vers les zones les moins fréquentées par les chiroptères et la diminution drastique de l'intensité peuvent constituer des mesures de réduction des impacts sur le comportement
- ✓ Cependant le choix du spectre lumineux ne semble pas être un moyen efficace pour enrayer les pertes de fonctionnalité des corridors écologiques
- ✓ Le seul levier de suppression des impacts identifié reste d'éteindre totalement l'éclairage, ou *a minima* une extinction durant les pics d'activité des chiroptères (premières et dernières heures de la nuit). D'autres technologies telles que les éclairages intelligents restent à tester.

Conclusions

- ✓ L'orientation et la réduction du halo vers les zones les moins fréquentées par les chiroptères et la diminution drastique de l'intensité peuvent constituer des mesures de réduction des impacts sur le comportement
- ✓ Cependant le choix du spectre lumineux ne semble pas être un moyen efficace pour enrayer les pertes de fonctionnalité des corridors écologiques
- ✓ Le seul levier de suppression des impacts identifié reste d'éteindre totalement l'éclairage, ou *a minima* une extinction durant les pics d'activité des chiroptères (premières et dernières heures de la nuit). D'autres technologies telles que les éclairages intelligents restent à tester.
- ✓ Engager des recherches sur les modifications de la compétition inter/intra spécifique en présence de lumière pourrait permettre d'identifier de nouveaux leviers de réduction des impacts

Conclusions

- ✓ L'orientation et la réduction du halo vers les zones les moins fréquentées par les chiroptères et la diminution drastique de l'intensité peuvent constituer des mesures de réduction des impacts sur le comportement
- ✓ Cependant le choix du spectre lumineux ne semble pas être un moyen efficace pour enrayer les pertes de fonctionnalité des corridors écologiques
- ✓ Le seul levier de suppression des impacts identifié reste d'éteindre totalement l'éclairage, ou *a minima* une extinction durant les pics d'activité des chiroptères (premières et dernières heures de la nuit). D'autres technologies telles que les éclairages intelligents restent à tester.
- ✓ Engager des recherches sur les modifications de la compétition inter/intra spécifique en présence de lumière pourrait permettre d'identifier de nouveaux leviers de réduction des impacts
- ✓ En cas d'utilisation de ce type recherches pour des programmes d'action, la priorisation spatiale devrait se faire en considérant la structure et la composition du paysage pour prioriser les zones à plus fort enjeu.

Merci de votre attention

