



## Synthèse de l'article

Artificial light at night as a new threat to pollination

### L'éclairage artificiel nocturne, une nouvelle menace pour la pollinisation

#### Référence :

Eva Knop, Leana Zoller, Remo Ryser, Christopher Gerpe, Maurin Hörler & Colin Fontaine. 2017.

DOI:10.1038/nature23288

<http://www.nature.com/nature/journal/v548/n7666/full/nature23288.html>

#### Etat des connaissances sur l'impact de l'éclairage de nuit sur les pollinisateurs nocturnes et diurnes

L'éclairage artificiel nocturne s'accroît d'environ 6% par an au niveau mondial.

Des études antérieures ont mis en évidence qu'il affectait la physiologie et le comportement de divers organismes, avec des conséquences sur les communautés d'espèces et sur la dynamique des populations. Ces changements dans les communautés d'espèces dus à l'éclairage artificiel nocturne peuvent à leur tour affecter les fonctions et les processus écosystémiques, comme cela a été récemment démontré pour les communautés microbiennes aquatiques.

Par contre, pour les systèmes terrestres, les effets de l'éclairage artificiel nocturne sur le fonctionnement des communautés, telles que les pollinisateurs et la pollinisation, n'avait pas encore été démontré, même s'il avait été suggéré récemment que l'éclairage artificiel de nuit pourrait être un facteur affectant de plus en plus les pollinisateurs nocturnes.

Il a été démontré par ailleurs, que les plantes et leurs pollinisateurs sont intégrés dans des réseaux d'interactions complexes, où les perturbations peuvent se propager en cascade d'espèces en espèces en fonction de l'architecture du réseau. De tels effets en cascade ont récemment été mis en évidence dans le cas du pâturage vis-à-vis des réseaux de visiteurs de fleurs. Cependant, à la connaissance des auteurs, les réponses séparées et combinées des réseaux de pollinisateurs nocturnes et diurnes aux changements environnementaux n'avaient pas été étudiées.

De la même manière, l'impact négatif de l'éclairage artificiel nocturne pourrait donc ne pas être limité aux pollinisateurs nocturnes et aux plantes qu'ils pollinisent, mais pourrait se propager à la communauté diurne de pollinisateurs, ce qui augmenterait la pression environnementale globale sur cette communauté.

Si l'éclairage artificiel de nuit affecte les pollinisateurs nocturnes au point d'entraîner une production de fruits plus faible des plantes qu'ils pollinisent, ceci pourrait affecter en retour les pollinisateurs diurnes, étant donné que ces plantes représentent une source alimentaire importante pour eux.

#### Questions de recherche posées par les auteurs de l'étude

Les auteurs ont donc tenté de répondre aux questions suivantes :

- Est-ce que l'éclairage artificiel de nuit a des effets sur les pollinisateurs nocturnes ?

- Est-ce que l'architecture des réseaux de pollinisation facilite ou empêche les interactions indirectes par l'intermédiaire des plantes entre les communautés de pollinisateurs diurnes et nocturnes ?
- Par conséquent, est-ce que les effets négatifs de l'éclairage artificiel nocturne peuvent se propager de la communauté des pollinisateurs nocturnes à celle des diurnes, avec des effets potentiels sur les taux de pollinisation ?

### **Protocole d'étude**

Des lampadaires mobiles ont été mis en place sur sept prairies (parmi 14 prairies rudérales indépendantes), qui n'avaient jamais été exposées à l'éclairage artificiel précédemment (ils sont qualifiés de « sites éclairés ». Les sept autres prairies ont été utilisées comme témoin (ils sont qualifiés de « sites sombres »).

Les interactions nocturnes entre les plantes et les visiteurs de fleurs ont été échantillonnées et la manière dont l'éclairage artificiel nocturne affecte la structure des réseaux d'interaction a été analysée.

En particulier, les auteurs ont analysé le nombre d'interactions et le nombre d'espèces ainsi que deux métriques de réseau connues pour affecter la stabilité des communautés de plantes-pollinisateurs : (1) le comportement généraliste des espèces et (2) le degré d'imbrication des réseaux.

Étant donné les grandes différences de taille des réseaux d'interactions entre les sites sombres et les sites éclairés, le degré d'imbrication des réseaux a été normalisé. Par ailleurs, comme tous les visiteurs de fleurs ne sont pas nécessairement des pollinisateurs fonctionnels et que tous les spécimens figurant dans le jeu de données n'ont pas été identifiés à une résolution taxonomique élevée, toutes les analyses ont été répétées avec deux sous-ensembles différents dans lesquels les spécimens ont été identifiés avec une précision taxonomique élevée et considérés ou non comme des pollinisateurs fonctionnels sur la base des connaissances disponibles et notamment de leur capacité à transporter du pollen. Ces analyses ont donné des résultats cohérents.

Pour tester si l'impact négatif de l'éclairage artificiel de nuit sur les pollinisateurs nocturnes se traduisait par une fonction de pollinisation plus faible, les auteurs ont réalisé une expérience portant sur la production de fruits en utilisant la plante modèle *Cirsium oleraceum*. Cette plante était commune à tous les sites et était l'une des espèces les plus visitées par les pollinisateurs.

Dans l'année précédant la mise en place de l'éclairage artificiel, *Cirsium oleraceum* avait reçu le plus grand nombre de visites de fleurs pendant la journée et pendant la nuit (11% de toutes les visites diurnes, 56% de toutes les visites nocturnes) et le nombre moyen de ces visites étaient similaires pendant le jour et la nuit. Cela était cohérent pour les deux sous-groupes de visiteurs de fleurs.

L'impact de l'éclairage artificiel nocturne sur la fonction de pollinisation a été évalué en analysant la production de fruits d'un total de 100 pieds expérimentaux de *C. oleraceum* répartis de manière équivalente sur 5 sites éclairés et 5 sombres. Sur chaque site, les 10 plantes ont été appariées et une plante de chaque paire a été ensachée pour exclure les visiteurs des fleurs.

Pour étudier si la structure des réseaux nocturnes et diurnes interdépendants tend à propager ou à amortir les effets de l'éclairage de nuit, le potentiel d'effets indirects des visiteurs nocturnes en direction des diurnes a été quantifié. Le potentiel d'effets indirects observé a ensuite été comparé à l'effet de réseaux dans lesquels les plantes connectent les sous-réseaux nocturnes et diurnes de manière aléatoire.

### **Résultats**

Les résultats montrent que le service de pollinisation fourni par les visiteurs de fleurs nocturnes est perturbé à proximité des lampadaires et que cela entraîne une réduction de la capacité reproductive de la plante, qui ne peut être compensée par les pollinisateurs diurnes. Cela confirme que les

pollinisateurs nocturnes et diurnes ont des actions complémentaires, ce qui a déjà été démontré pour différents groupes fonctionnels de pollinisateurs diurnes.

1/ Les auteurs ont ainsi constaté **un nombre significativement plus faible de visites de fleurs la nuit** :

- 62% de visites en moins sur les sites éclairés
- 29% d'espèces de visiteurs de fleurs en moins sur les sites éclairés

La plus faible richesse en insectes en cas d'éclairage nocturne s'explique principalement par le plus petit nombre d'interactions observées, ce qui suggère que la lumière artificielle affecte de manière similaire les espèces. Cet effet négatif de l'éclairage artificiel nocturne sur la visite des insectes est très probablement liée à une perturbation du comportement des visiteurs de fleurs nocturnes, telle que leur attraction par une source de lumière artificielle pendant la nuit, comme cela est bien connu pour de nombreuses espèces de papillons nocturnes, ou à une réaction physiologique, bien que cela ait été rarement étudiés. Alternativement, les changements dans la physiologie des plantes pourraient avoir modifié leur attractivité pour les visiteurs de fleurs, mais ces mécanismes restent largement inexplorés.

2/ **L'effet sur le comportement généraliste des plantes n'a pas été mis en évidence** :

- le nombre d'espèces de plantes visitées était similaire entre les sites éclairés et les sites de contrôle non éclairés
- cependant, le comportement généraliste des espèces végétales, (calculé comme le nombre effectif moyen pondéré d'espèces de pollinisateurs par espèce végétale), était significativement plus faible pour les sites éclairés.

La réduction apparente du comportement généraliste des plantes a été expliquée par le nombre d'interactions moins élevé en conditions d'éclairage et ne reflète pas une variation réelle du caractère généraliste des plantes. En particulier, le comportement généraliste des visiteurs de fleurs (c'est-à-dire le nombre moyen pondéré d'espèces végétales par espèce pollinisatrice) n'a pas été affecté par l'éclairage, ce qui suggère que les espèces qui visitent les fleurs éclairées ne sont pas plus sélectives que celles qui visitent les fleurs des sites sombres.

3/ **L'éclairage artificiel nocturne a un effet déstabilisant sur les communautés de pollinisateurs nocturnes** :

- le degré d'imbrication des réseaux était significativement plus élevé dans les sites sombres, par rapport aux sites éclairés
- le nombre de visites de fleurs à *C. oleraceum* a été considérablement réduit pour les sites éclairés, un résultat qui a été similaire pour les deux sous-groupes de visiteurs de fleurs analysés.

4/ **L'éclairage nocturne a aussi un effet sur la productivité des plantes (nombre de fruits)**:

- Le nombre de fruits produit par les plantes exposées aux visiteurs des fleurs a été considérablement réduit sur les sites éclairés par rapport aux sites sombres.
- Des résultats similaires ont été trouvés pour le pourcentage de fruits développés par capitule.

Cet effet n'a probablement pas été influencé par les effets potentiels d'accroissement de taille associés à une croissance perturbée des plantes, car la biomasse des plantes ne différait pas entre les sites éclairés et sombres, et le nombre de fruits développés par des plantes auto-pollinisées (c'est-à-dire les plantes ensachées) était similaire entre les deux traitements.

Un petit nombre de capitules (4%) a été infesté par des herbivores, ce qui a eu une incidence négative sur le nombre de fruits développés. L'effet des herbivores sur le nombre de fruits développés n'a cependant pas varié entre les sites éclairés et sombres. Aucune différence n'a été

trouvée dans le pourcentage de fruits développés par capitule entre les capitules attaqués par des herbivores et les capitules sans herbivores.

**5/ La perturbation de la fonction de pollinisation se produit déjà à de faibles intensités lumineuses :**

- Il n'y avait pas de relation entre l'intensité lumineuse mesurée sur les capitules des plantes et le nombre et le pourcentage de fruits développés.

**6/ L'éclairage nocturne a un impact sur les pollinisateurs diurnes par effet cascade,** notamment parce qu'il induit une baisse de la ressource alimentaire pour les pollinisateurs diurnes :

- le potentiel d'effets indirects observé (des visiteurs nocturnes en direction des diurnes) était significativement plus élevé que l'effet de réseaux interconnectés au hasard

Ces résultats indiquent que les plantes favorisent la propagation d'interactions indirectes entre les visiteurs de fleurs nocturnes et diurnes. Cela pourrait résulter du caractère généraliste de la plante dans les deux sous-réseaux. Même dans le cas de la plante utilisée dans l'étude, *C. oleraceum*, qui peut également se reproduire par voie clonale, la réduction du potentiel reproductif est encore susceptible d'avoir des effets négatifs sur la valeur sélective sur le long terme et donc sur la ressource alimentaire des pollinisateurs utilisant cette plante.

**Conclusion de l'étude**

Le déclin mondial des pollinisateurs a suscité beaucoup d'attention ces dernières années, en raison du service de pollinisation essentiel qu'ils fournissent à la fois aux cultures et aux plantes sauvages. Les auteurs de l'article démontrent ici pour la première fois que l'éclairage artificiel nocturne est une menace pour la pollinisation qui se propage rapidement dans le monde. Étant donné que les pollinisateurs nocturnes et diurnes agissent comme des groupes fonctionnels complémentaires et sont liés par des interactions indirectes médiées par les plantes, l'éclairage artificiel nocturne a le potentiel d'aggraver plus encore le déclin des pollinisateurs diurnes via des effets indirects des pollinisateurs nocturnes médiés par les plantes de la communauté, avec en plus des effets négatifs sur la pollinisation des plantes.

L'article fournit des perspectives nouvelles pour la compréhension des complémentarités fonctionnelles chez les pollinisateurs et montre comment les interactions entre les plantes et les pollinisateurs sont menacées par un facteur de changement global peu reconnu jusqu'à présent.

Par Jean-François Silvain, directeur de recherche à l'IRD et président de la FRB.<sup>1</sup>

*Relecteur : Hélène Soubelet, directrice de la FRB*

---

<sup>1</sup> Toute erreur de traduction ou d'interprétation du texte original est assumée par l'auteur de la transcription.