

ÉVALUATION ÉCOLOGIQUE DES PROPRIÉTÉS DES LED

Un éclairage LED focalisé, dirigé vers le bas et d'intensité réduite de moitié attire nettement moins les insectes. Les approches combinant focalisation et atténuation de la lumière se révèlent donc efficaces pour réaliser un éclairage extérieur plus respectueux de l'environnement, tandis que la question de couleur de la lumière doit encore être mieux explorée.

JANINE BOLLIGER, FEDERICO FERRARI, MARTIN GOSSNER, MICHAEL EISENRING, JÖRG HALLER ET NICOLA VAN KOPPENHAGEN

La pollution par la lumière artificielle nocturne est l'une des principales causes de déclin de nombreux insectes (Owens et al. 2020). Plus de 60 pour cent des invertébrés, dont beaucoup d'insectes, sont nocturnes et parfaitement adaptés à l'obscurité (Warrant 2017). Ces insectes sont attirés par la lumière artificielle et tournent autour des lampes jusqu'à ce qu'ils soient happés par des prédateurs profitant de l'aubaine ou meurent d'épuisement. La lumière de nuit crée une barrière pour les insectes (Bolliger et al. 2022). Ces modifications locales affectent la physiologie des individus (Desouhant et al. 2019) et les fonctions écosystémiques (Glavi et al. 2021) en passant par les communautés (Grubisic et Grunsven 2021, van Koppenhagen et al. 2025).



Fig. 1 : Relevé des traces de morsure et autres dommages occasionnés aux feuilles par les insectes. Photo : Julia Kappeler/WSL

ÉVALUATION ÉCOLOGIQUE DES PROPRIÉTÉS DES LED

Les avancées technologiques en matière d'éclairage ont donné naissance aux LED, des systèmes ciblés, durables et économes en énergie. Cette nouvelle technologie permet un usage de la lumière à la fois ciblé et modulable en fonction des besoins avec un rendement très élevé. L'éclairage peut être contrôlé avec précision grâce à une ouverture flexible du faisceau lumineux, une fonction de gradation et différentes températures de couleur. En combinant ces propriétés de différentes manières, il est possible d'optimiser l'éclairage de façon à limiter les effets délétères de la pollution lumineuse nocturne sur l'environnement tout en conservant les avantages en matière de sécurité et de confort visuel.

Dans le projet ALANeX du WSL, les effets de trois propriétés des LED (puissance, forme des luminaires et température de couleur) sur l'abondance et la composition des communautés d'insectes nocturnes ont été étudiés. Pour l'évaluation écologique de l'éclairage nocturne, les indicateurs choisis étaient des insectes volants et des arthropodes rampants.

Outre les effets directs de la pollution lumineuse liée aux différentes propriétés des LED, le projet s'est aussi intéressé aux effets indirects potentiels. Il est ainsi imaginable que la lumière artificielle influe sur la composition chimique des feuilles, ce qui aurait une incidence sur les insectes herbivores et leur comportement alimentaire. Pour étudier ces effets indirects de la lumière, de jeunes plants de hêtre ont été exposés pendant 43 nuits à différentes intensités lumineuses. Les feuilles ont ensuite été analysées et les dommages foliaires dus aux insectes enregistrés (voir fig. 1).

LES EFFETS PEUVENT ÊTRE MINIMISÉS

La méthode la plus efficace pour minimiser les effets écologiques de la lumière consiste à ne pas l'allumer : très peu d'insectes étaient ainsi piégés dans les essais sans éclairage artificiel. Mais certaines améliorations techniques ciblées ont également fait preuve d'efficacité : une réduction de l'intensité de 50 pour cent a permis de réduire de près d'un quart le nombre d'insectes piégés par rapport à l'emploi de lumière non réduite (voir fig. 2).

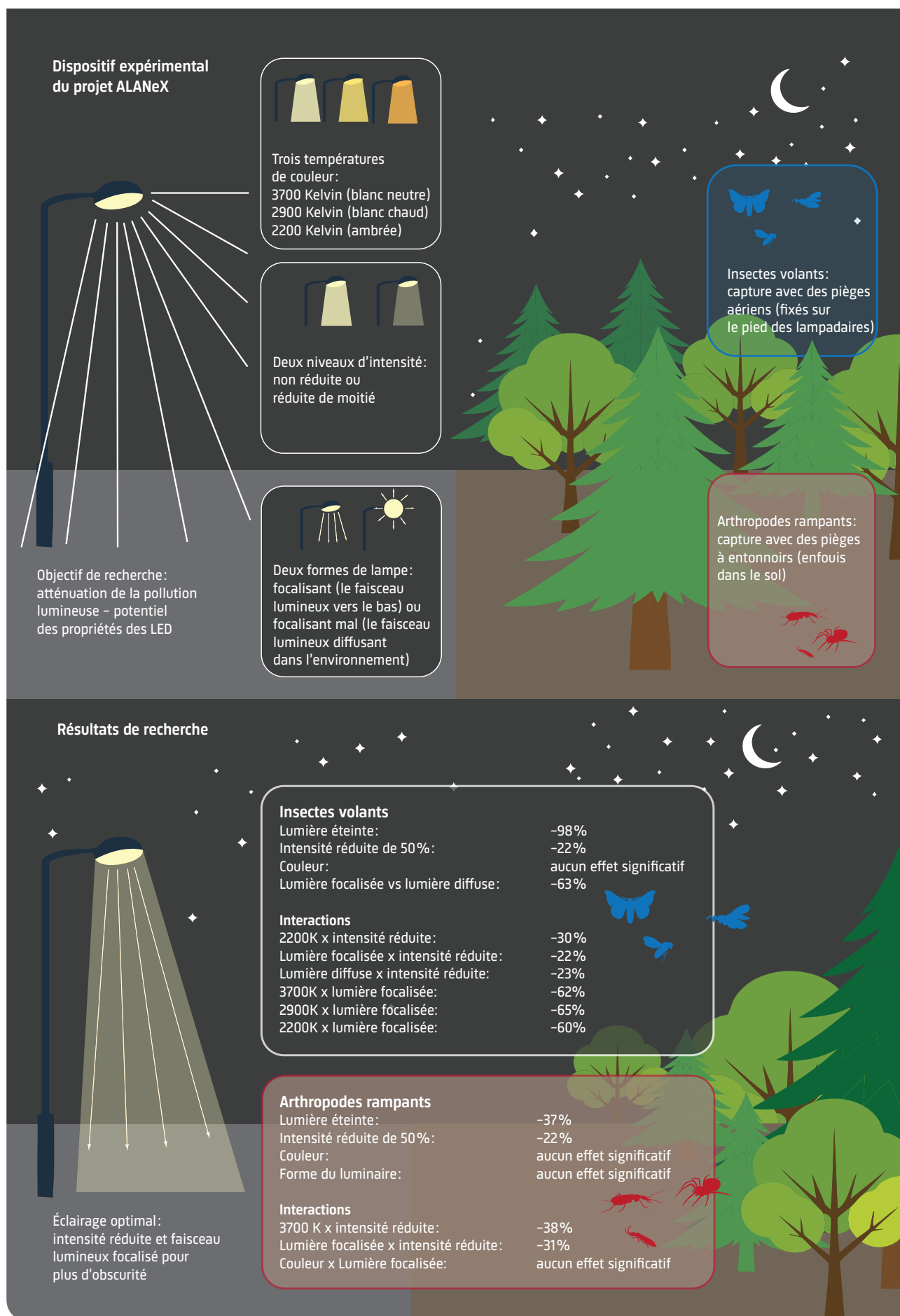


Fig. 2 : Dispositif expérimental et principaux résultats du projet ALANeX du WSL. Source : van Koppenhagen et al. 2025

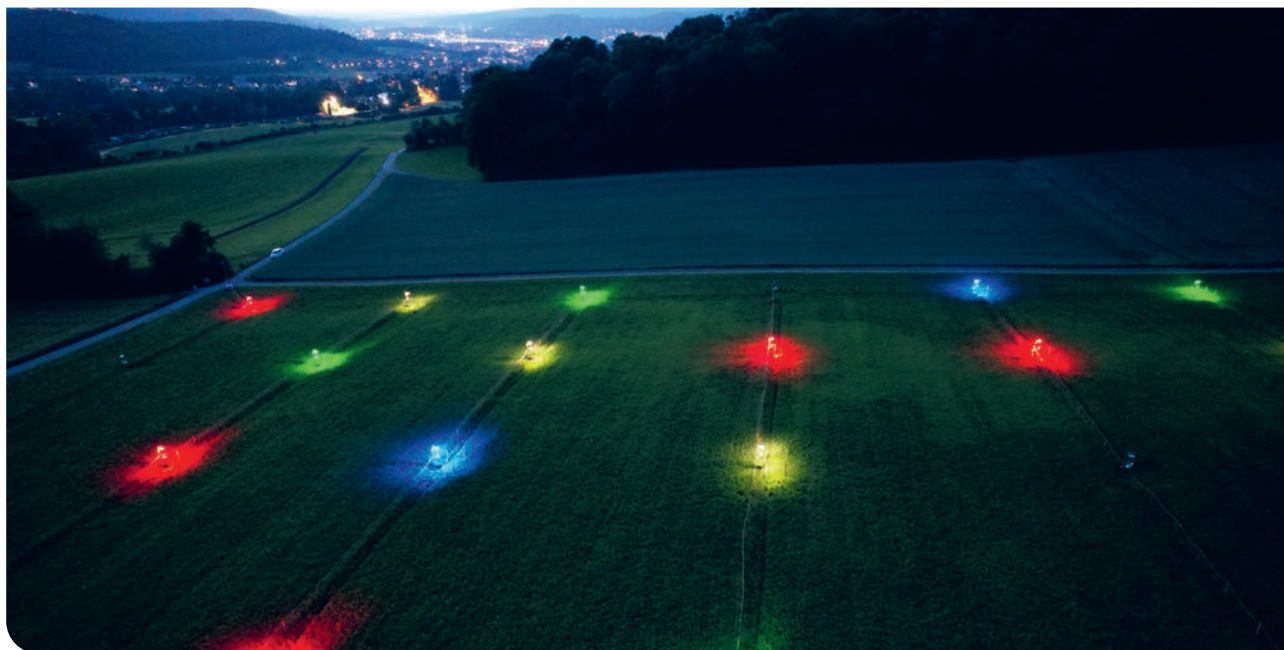


Fig. 3 : Le projet Spotlight étudie les effets de la lumière rouge, jaune et bleue et de la lumière blanche sur différents processus écologiques.
Photo : Valentin Queloz/WSL

La gradation de la lumière artificielle a également permis de réduire ses effets sur la composition chimique des feuilles et, par ricochet, sur les insectes herbivores. Il s'est toutefois avéré que beaucoup de substances foliaires étaient affectées même suite à une intensité lumineuse fortement réduite et présentaient des concentrations significativement plus élevées ou plus faibles que chez les hêtres non exposés à la lumière artificielle.

Avec les lampadaires émettant une lumière focalisée vers le bas (lampadaires standard), le nombre d'individus capturés était réduit de plus d'un quart par rapport aux lampadaires émettant une lumière non focalisée dans l'environnement (voir fig. 2). Cet effet était particulièrement fort avec les insectes volants, dont le nombre d'individus piégés était réduit de près des deux tiers avec les lampadaires à lumière bien focalisée. Chez les arthropodes rampants, la forme du luminaire n'avait en elle-même aucune influence, mais la combinaison d'une lumière focalisée et d'une réduction de moitié de l'intensité permettait de réduire de près d'un tiers le nombre d'individus piégés.

Dans nos essais, la température de couleur des LED n'avait, à elle seule, aucune influence sur les résultats. Nous avons toutefois observé une interaction entre la couleur et l'intensité : les lampes dont l'intensité était réduite de moitié attiraient nettement moins d'individus quand la température de couleur était de 3700 kelvins (blanc neutre) que quand elle était de 2200 kelvins (ambrée). Les interactions entre caractéristiques des LED jouent donc un rôle de tout premier ordre pour la définition de solutions d'éclairage extérieur durable.

Nous déduisons des résultats que l'utilisation de lampadaires à lumière bien focalisée vers le bas et à intensité réduite constitue une solution prometteuse pour un éclairage exté-

rieur aux LED durable. Les effets des différentes températures de couleur sont cependant encore mal cernés et demandent des études plus poussées sur la sensibilité aux différentes compositions spectrales de la lumière, notamment en combinaison avec l'intensité. Cette question fera l'objet du projet Spotlight qui prendra la suite d'ALANeX (voir fig. 3). ■

JANINE BOLLIGER, FEDERICO FERRARI, MARTIN GOSSNER, MICHAEL EISENRING et **NICOLA VAN KOPPENHAGEN** travaillent à l'Institut fédéral sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) où ils étudient, notamment dans le projet ALANeX, comment les effets négatifs de la lumière de nuit peuvent être atténués.

JÖRG HALLER de la compagnie d'électricité du canton de Zurich (EKZ) a participé au projet.



CONTACT

janine.bolliger@wsl.ch



INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES

Projet ALANeX

wsl.ch/de/projekte/artificial-light-at-night-mitigating-an-extreme-environmental-disturbance-for-humans-and-the-environment-alanex

Projet Spotlight

wsl.ch/de/projekte/spotlight



BIBLIOGRAPHIE

biodiversite.scnat.ch/hotspot