

LA POLLUTION LUMINEUSE MENACE LES ESPÈCES LUMINOPHOBES, L'EXEMPLE DU GRAND PAON DE NUIT *SATURNIA PYRI* (LÉPIDOPTÈRES)

ANTOINE SIERRO¹, HERMANN GERBER² & JEAN-CHRISTOPHE LOUBIER³

Bull. Murithienne 141 / 2023 : 30 - 39

Mots clés:

pollution lumineuse, *Saturnia pyri*,
phénologie du vol, conservation,
mitigation de la lumière artificielle,
modèle à échelle fine, Parc de
Finges, Valais

Schlüsselwörter:

Lichtverschmutzung, *Saturnia
pyri*, Flugphänologie, Artenschutz,
Milderung der Lichtemissionen,
Feinskalenmodell, Naturpark
Pfyn, Wallis

En Suisse, l'impact de la pollution lumineuse sur les organismes a été peu étudié et est resté largement sous-estimé jusqu'à présent. La distribution du grand paon de nuit, luminophobe par excellence, a été étudiée dans le périmètre du Parc régional de Finges. Des femelles vierges élevées dans la région d'étude ont été placées dans les habitats favorables (n=39) entre 620 et 1440 m d'altitude d'avril à mai 2019-2023. Chaque site a été visité deux fois à la bonne période avant de déclarer l'espèce absente. Parallèlement, des mesures de pollution lumineuses ont été effectuées à l'aide d'un luxmètre. Les images satellitaires précises de pollution lumineuse étant trop onéreuses, nous avons considéré la densité d'habitants comme mesure indirecte de la pollution lumineuse; à l'échelon local (~50 ha), une carte à échelle fine de détection de lumière à partir de mesures prises au sol a été mise au point. Neuf sites (23 %) abritent encore *Saturnia pyri* à l'écart des localités dans le Parc régional de Finges. L'espèce a été trouvée en limite est du vignoble de Varen, où plus de cinq cents arbres fruitiers ont été replantés depuis 1990. Les environs de Guttet et d'Albinen, riches en arbres fruitiers, mais baignés par la lumière artificielle, ne semblent pas être habités.

Lichtverschmutzung bedroht lichtscheue Arten, das Beispiel des Grossen Nachtpfauenauges *Saturnia pyri* (Lepidoptera). In der Schweiz wurden die Auswirkungen der Lichtverschmutzung auf die Organismen noch wenig erforscht und wird bis heute unterschätzt. Die Verbreitung und das Verhalten des Grossen Nachtpfauenauges, welche Art stark vom Licht in der Nacht angezogen wird, wurde im Regionalparkperimeter Pfyn studiert. Gezüchtete und unbefruchtete Weibchen, die in der Nacht ihre Duftstoffe (Pheromone) aussenden, wurden an geeigneten Stellen (n=39) während ihrer Flugzeit zwischen 620 und 1440 Höhenmetern von April bis Mai in den Jahren 2019 bis 2023 ausgesetzt. Jeder Standort wurde zweimal zu entsprechenden Zeiten besucht, bevor die Art als nicht mehr vorhanden erklärt wurde. Gleichzeitig wurde mit Luxmeter die Lichtverschmutzung gemessen. Da exakte Satellitenbilder für diese Untersuchungen zu teuer sind, wurde die Einwohnerdichte als indirekte Messung der Lichtverschmutzung herangezogen. Auf lokaler Ebene (ungefähr 50 Hektaren), wurde eine feinskalige Karte für die Erkennung von Lichtquellen anhand von Bodenmessungen ausgearbeitet. An neun Orten (23 %) kommt das Grosse Nachtpfauenaug im Regionalpark Pfyn, abseits der Ortschaften, noch vor. Die Art wurde am östlichen Rand der Rebberge von Varen gefunden, wo seit 1990 mehr als 500 Fruchtbäume angepflanzt wurden. Die Umgebung von Guttet und Albinen, die reich an Obstbäumen ist, aber von künstlichem Licht durchflutet wird, scheint nicht bewohnt zu sein.

¹ naturarks
Technopôle 10
3960 Sierre
antoine@naturarks.ch

² Route des Carles 11
3973 Venthône
hermann.gerber@bluewin.ch

³ HES-SO, Institut de Tourisme, GIS-Lab
Technopôle 3
3960 Sierre
jchristophe.loubier@hevs.ch

Cadre général

Les effets négatifs de la pollution lumineuse sur la nature n'ont reçu de l'attention que tardivement (LONGCORE & RICH 2004, RICH & LONGCORE 2005), alors que les astronomes ont révélé la problématique au début des années 1970 déjà (RIEGEL 1973). En Suisse, depuis les premières mesures en 1994, les émissions lumineuses ont plus que doublé jusqu'en 2023 et seules les Alpes offrent encore des surfaces non éclairées (OFEV 2024). Malgré cette situation alarmante, peu d'études scientifiques suisses ont démasqué les effets pervers de la lumière artificielle et proposé des mesures de mitigation jusqu'à présent (KNOP & al. 2017, RANZONI & al. 2019, SIERRO & ERHARDT 2019). La pollution lumineuse s'avère la principale responsable du déclin des insectes nocturnes, des papillons en particulier (BOYES & al. 2021, CALLUM & al. 2017, VAN GRUNSVEN & al. 2020). Les insectes nocturnes s'orientant grâce à la lumière du ciel sont totalement perturbés quand ils rencontrent la lumière artificielle: à ce moment, ils inclinent leur abdomen vers la lumière ce qui entraîne ce vol tourbillonnant qui les maintient prisonniers du faisceau lumineux; ils finissent par heurter un obstacle et se poser ou par tomber à terre (FABIAN & al. 2024). La lumière artificielle nocturne ne perturbe pas seulement l'activité des insectes volant de nuit, mais elle exerce aussi une influence sur les plantes qui se font polliniser durant la nuit (KNOP & al. 2017) et peut modifier le fonctionnement de l'écosystème bien au-delà de la zone éclairée (GIAVI & al. 2020).

En Valais, la pollution lumineuse touche actuellement toutes les altitudes (Fig. 1), car la forme en auge de la vallée du Rhône contribue à propager la lumière en provenance de la plaine sur les coteaux et inversement. La généralisation des LED dès 2015 a montré ses limites: s'ils permettent d'économiser 90% d'énergie, ils sont riches en lumière blanche et bleue, ce qui attire et décime la plupart des insectes (PAWSON & al. 2014).

Méthodes d'étude

Statut et biologie du grand paon de nuit

Le grand paon de nuit *Saturnia pyri* (Saturnidae), plus grande espèce de papillons européens, est un papillon strictement nocturne. En Suisse, sa distribution actuelle se confine au Valais, au Tessin, au val Bregaglia dans les Grisons et à moins de sept observations allochtones (population non établie, en provenance d'élevages, etc.) au nord des Alpes (CSCF 2022). C'est un saturnide menacé en Suisse, mais notre pays n'a qu'une responsabilité limitée pour sa conservation (OFEV 2019),

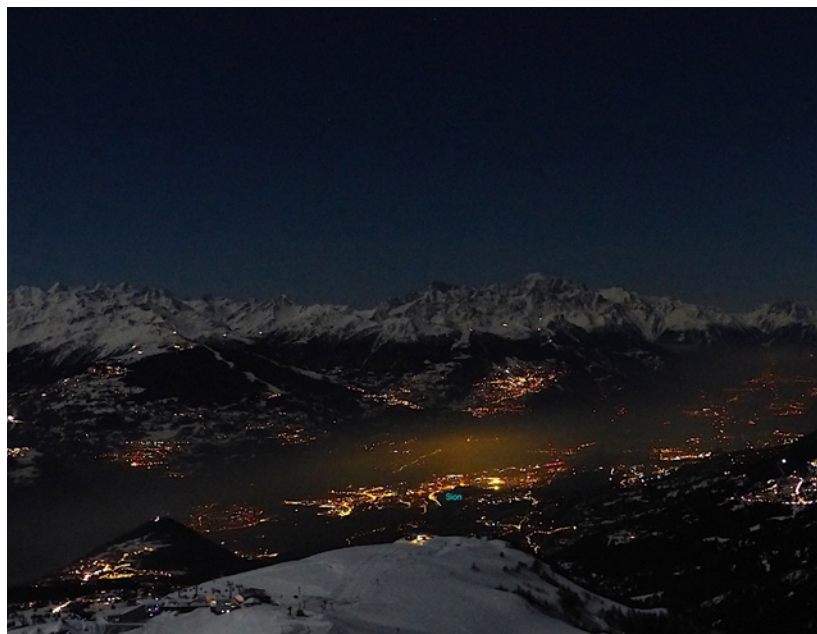


Fig. 1 - En Valais, la pollution lumineuse touche autant la plaine que la montagne; le halo est bien visible au-dessus de la ville de Sion (cliché depuis Bella Lui sur Lens). Photo Catherine Antille

l'espèce étant plus fréquente sur le pourtour méditerranéen (DE FREINA & WITT 1987, LERAUT 2006). Thermophile, il évite toutefois les endroits extrêmement secs. En Valais, il vivait autrefois dans la ceinture de vergers autour des villes et des villages (RAPPAZ 1979, coll. Musée de la nature Sion). Il est même décrit comme anthropophile, suivant les cultures (Kulturfolger) par DE FREINA & WITT (1987), ce qui le rend vulnérable aux changements rapides imposés par notre société. Selon les années, sa période de vol s'étend de la fin avril à la mi-mai, voire mi-juin en altitude ou en ubac. L'espèce se reproduit sur les arbres fruitiers, du genre *Prunus* en particulier, plus rarement sur le noyer et le frêne, voire sur d'autres arbustes comme l'amélanchier (PRO NATURA 2005). Les cerisiers sauvages *Prunus avium* et domestiques *Prunus cerasus*, de par leurs exigences thermophiles, s'avèrent les espèces sur lesquelles le grand paon de nuit (imago, chenille, crottes, chrysalide) a été le plus souvent observé en Valais d'après de nombreux auteurs. Les amandiers sont volontiers utilisés dans le sud de la France et en Espagne (LERAUT 2006). Les épandages d'insecticides contre les hannetons jusque dans les années 1980 et la suppression des arbres fruitiers haute tige, freinant la mécanisation agricole, ont largement contribué à la disparition du grand paon de nuit. Il reste toutefois de nombreux habitats favorables à l'espèce, mais qui semblent désertés. Le grand paon de nuit est hyper-attiré par la lumière artificielle nocturne, comportement largement rapporté par

les entomologistes chassant à l'aide d'une ampoule puissante. Il se pose facilement à proximité des sources lumineuses et ne s'envole plus durant toute la nuit sans s'accoupler; il devient ainsi la proie facile des prédateurs.

Elevage et prospection

Des grands paons de nuit ont été élevés en cage par H. Gerber en conditions extérieures à Darnona/Venthône (820 m, **Fig. 2**) et les chrysalides placées en février sur des sites à des altitudes différentes (820 m, 1000 m, 1250 m et 1600 m), afin d'avoir un étalement des éclosions au printemps. C'est surtout les chrysalides âgées de deux ou trois ans qui éclosent. Dès l'éclosion qui a lieu en fin d'après-midi, les femelles vierges ont été placées dans des habitats favorables (arbres fruitiers, lisières ensoleillées), afin de révéler la présence de l'espèce via des mâles attirés par les phéromones. Les mâles fécondent les femelles avant minuit (obs. pers. H. Gerber; LERAUT 2006). Les éventuels accouplements sont contrôlés le lendemain matin (**Fig. 3**); la plupart des femelles vierges sont restées immobiles durant deux à trois nuits sans être attachées à un support. Les femelles sont généralement attractives pendant les deux premières nuits seulement; ensuite, elles n'attirent plus les mâles. L'accouplement dure environ 24 h, puis la femelle s'envole et pond entre 200-300 œufs (obs. pers. élevage H. Gerber). Des capsules (septa) contenant des hormones de synthèse ont aussi été testées pour attirer les femelles mais il faut laisser une lampe de poche allumée à proximité, sinon les mâles ne se posent pas et repartent.

Les prospections se sont concentrées dans les habitats favorables du Parc naturel régional de Finges (276 km²), ainsi que sur trois sites proches de Sierre. Sur des sites trop éloignés de notre domicile (Albinen, Guttet, Erschmatt), où il est impossible d'assurer quotidiennement les contrôles, nous avons placé en février-mars, avant le réchauffement saisonnier, 4-6 chrysalides femelles dans une cage ajourée (**Fig. 4**). Ce système permet l'entrée des mâles pour l'accouplement, mais pas l'envol éventuel des femelles fraîchement écloses. Une partie des œufs pondus dans la cage sont conservés pour l'élevage, afin d'obtenir des femelles pour l'année suivante. Le matériel de base de notre élevage provient d'œufs du Tessin et du Valais. Les chrysalides peuvent attendre jusqu'à 5 ans avant d'éclore (obs. pers. élevage H. Gerber).

Nous considérons que, dans la plupart des cas, les mâles sont attirés jusqu'à une distance de 300 m à la ronde. Nous avons conclu à l'absence du grand paon de nuit dans un secteur quand les femelles n'ont pas attiré de mâles après deux tentatives étalées sur deux années différentes durant la période d'étude (2019-2023).



Fig. 2 - Chenille du grand paon de nuit dans l'élevage à Venthône avec ses excroissances bleues caractéristiques. Photo Hermann Gerber

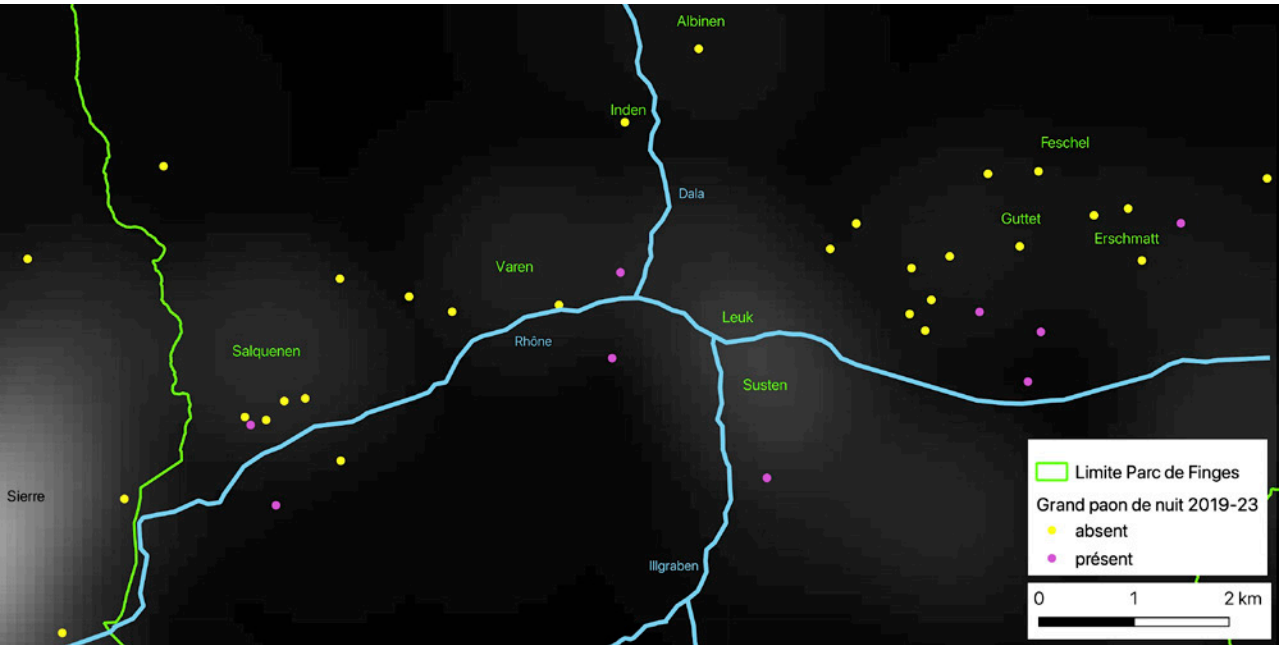


Fig. 3 - Accouplement de *Saturnia pyri* au petit matin à Finges (20.5.2021); la femelle vierge a été déposée la veille. Photo Antoine Sierro



Fig. 4 - Une cage contenant des chrysalides femelles est parfois utilisée sur des sites trop éloignés pour un contrôle quotidien (Erschmatt 18.4.2021). Photo Antoine Sierro

Bilan élevage	2019	2020	2021	2022	2023
Chrysalides disponibles	80	150	150	80	80
Mâles et femelles éclos	2	20	62	14	56
Femelles utilisées	1	8	29	7	35
Mâles attirés	0	0	7	1	2
Période de vol (800 - 1000 m alt.)	23.4 (~1 jour)	21.4 - 8.5 (18 jours)	1.5 - 11.6 (42 jours)	26.4 - 14.5 (19 jours)	5.5 - 5.6 (31 jours)
Conditions météo (avril-mai)	Froid dès le 25 avril	Doux, peu humide	Doux, peu humide	Grande sécheresse	Mai humide



Modélisation de la pollution lumineuse

Les images satellitaires chinoises (JILIN, haute résolution 0,4 m) permettent de cartographier la pollution lumineuse, mais elles se sont avérées trop onéreuses. Les images du satellite SUOMI embarquant un capteur VIIRS et fournissant une résolution de seulement 750 m sont inutilisables pour notre étude, la topographie du Valais étant trop variée. Face à cette impasse, nous avons dû opter pour une mesure indirecte de la pollution lumineuse: cette dernière est proportionnelle à la densité d'habitants sous nos latitudes (FALCHI & al. 2016). Dans le périmètre du Parc de Finges, cette approche est complétée par plusieurs mesures à 1,80 m du sol à l'aide d'un luxmètre (MalvoluxTM 5032 B USB, Gossen Metrawatt, Germany, résolution de 0.01 lux) dans chaque secteur où les femelles vierges ont été

Tab. 1 - Bilan des éclosions de grands paons de nuit en provenance de nos élevages à Venthône (800 m) et à Loèche (1000 m) de 2019 à 2023.

Fig. 5 - Distribution du grand paon de nuit dans le périmètre du Parc de Finges (2019-2023). En noir, les zones sans pollution lumineuse, en blanc (nuages) les zones touchées par la pollution lumineuse. Les émissions lumineuses d'Albinen et d'Inden sont sous-estimées à cause du faible nombre actuel d'habitants.



Fig. 6 - Les cerisiers sauvages abritent le grand paon de nuit à Erschmatt. Photo Antoine Sierro



Fig. 7 - Les pommiers à haute tige à Finges. Ce site abrite aussi le grand paon de nuit et s'avère à l'abri de la pollution lumineuse. Photo Antoine Sierro



Fig. 8 - La colline est encore habitée par le grand paon de nuit à l'est de Varen (en arrière plan au centre). Les amandiers, en fleurs sur l'image, y sont nombreux. Photo Antoine Sierro



Fig. 9 - Le vignoble à l'ouest de Varen avec de nombreux arbres fruitiers matures (ici des amandiers) n'est pas habité par *S. pyri*, la pollution lumineuse y est de ≥ 0.02 lux. Photo Antoine Sierro

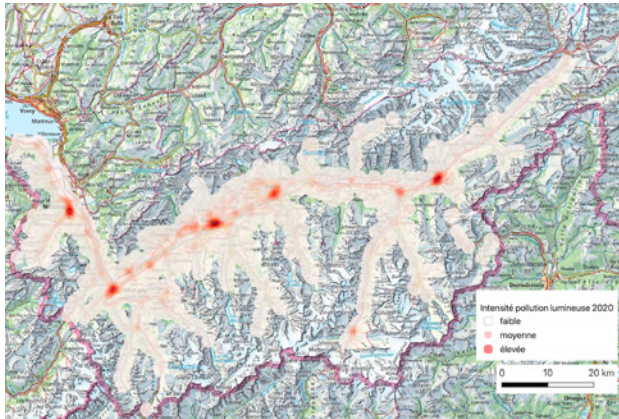


Fig. 10 - Densité de population en Valais pour l'année 2020. Elle nous permet de déduire la distribution et l'intensité de la pollution lumineuse à travers le canton. La résolution n'est toutefois pas suffisante pour travailler localement.



Fig. 11 - L'interpolation de pondération par l'inverse de la distance montre des structures spatiales (en bas à gauche et en haut à droite).

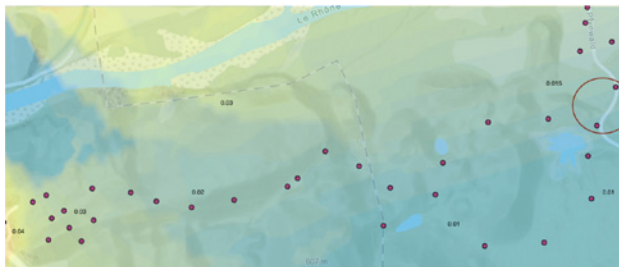


Fig. 12 - Distribution de la pollution lumineuse sur la zone du parcours Vita à Finges. En jaune, les zones avec des valeurs élevées d'éclairage, en bleu les secteurs partiellement épargnés. Le grand paon de nuit habite encore la partie est du secteur en 2023 (cercle brun). Les principales valeurs de pollution lumineuse sont mentionnées en lux.

déposées. Grâce à la densité de population, mais sans mesures au sol, nous avons aussi dessiné une carte de la pollution lumineuse à l'échelle du Valais, afin de mettre en évidence les régions prioritaires, où il faut gérer les effets néfastes de la lumière artificielle.

De surcroît, une carte à échelle fine de la pollution lumineuse a été produite sur la partie ouest du Bois de Finges (parcours Vita), afin de pouvoir établir un diagnostic de pollution lumineuse à une échelle sectorielle (30-50 ha). La méthode combine une localisation GPS haute résolution multi-système (Navstar USA, Glonass Russie, Galileo Europe). Le chip est connecté en temps réel à un port com de l'ordinateur. De cette façon, il est possible de suivre une position sur une carte, d'enregistrer la position en XY ainsi que les paramètres de qualité de celle-ci (PDOG, GDOP). Nos analyses ont montré que la fluctuation du signal GPS est de ± 8 m dans le cas le moins favorable. Dans l'ensemble, les positionnements saisis présentent une erreur inférieure à 1 m et sont couplés à des mesures de la lumière grâce au luxmètre MalvoluxTM. Les mesures ont été effectuées dans les trouées de la canopée quand on voit le ciel. Un modèle d'interpolation géostatistique par krigeage bayésien empirique (EBK) a été appliqué (BAILLARGEON 2005).

Résultats

De 2019 à 2023, le nombre d'éclosions a varié annuellement de 2 à 62 individus, dont 80 femelles ont pu être utilisées. Selon les conditions météorologiques, la période d'éclosion s'est étalée du 21 avril au 11 juin en regroupant les sites d'élevage de Venthône (820 m) et de Loèche (1000 m) (Tab. 1). En 2019, une seule femelle a éclos à Venthône le 23 avril avant l'arrivée brutale du froid à fin avril qui a bloqué toutes les éclosions durant une année.

Trente-neuf sites ont été testés sur un peu moins d'un quart (~ 60 km²) de la surface du Parc régional de Finges à l'aide de femelles vierges de 2019 à 2023. Neuf sites (23%) abritent le grand paon de nuit et tous les sites habités offrent des valeurs de pollution lumineuse quasi nulles (≤ 0.01 lux; Fig. 5).

Erschmatt, en train de se bâtir, et le bois de Finges, en plaine, abritent encore l'espèce (Fig. 6 et 7), alors qu'aux environs de Guttet, *S. pyri* n'a pas été trouvé, la lumière artificielle étant largement répandue (≥ 0.02 lux). A Varen, le vignoble n'abrite le grand paon de nuit que dans sa bordure est à proximité de la Dala (Fig. 8), alors que de nombreux arbres fruitiers ont été replantés (> 500 arbres) dans le vignoble depuis 1990 (Fig. 9). A l'ouest de Varen, le vignoble est

touché par la pollution lumineuse (≥ 0.02 lux) et n'est pas habité malgré de nombreux arbres fruitiers (**Fig. 9**).

A l'échelle cantonale, de nombreuses régions situées en plaine valaisanne, à proximité des grandes villes notamment, sont inondées par la lumière artificielle (**Fig. 10**); cette lumière ne se concentre pas uniquement en plaine mais diffuse aussi sur les coteaux.

Carte à échelle fine

38 mesures ont été effectuées sur le site du parcours Vita à Finges lors de la nuit du 11 novembre 2023. Une première approche par la méthode d'interpolation dite «inverse distance pondérée» montre déjà des structures spatiales évidentes sur les coins (tons jaunes et oranges en bas à gauche et en haut à droite, **Fig. 11**) trahissant la pénétration de la pollution lumineuse.

On observe également un gradient de pénétration grossièrement diagonal du haut à gauche (ville de Sierre, village du coteau) vers le bas à droite qui montre que la pollution lumineuse se réduit à mesure qu'on pénètre dans le bois (**Fig. 12**). La validation croisée (test de robustesse du modèle d'interpolation) montre également qu'il n'existe pas de surajustement. Finalement, l'erreur standard entre les prévisions et les observations est de 0.01 lux en moyenne.

Ce modèle nous renseigne sur la manière dont le phénomène se déploie. On observe également qu'il est régionalisé (au sens géostatistique) puisqu'il y a des structures spatiales.

Dans le contexte d'un Parc régional comme Finges, abritant de nombreuses espèces Liste rouge nocturnes très menacées (grand paon de nuit, engoulevent, bécasse des bois, plusieurs papillons nocturnes de la famille des écailles Arctiidae et des Lasiocampidae...), il faudrait réaliser une analyse locale plus fine. Il faudrait évaluer l'éclairement tous les 50 ha environ, afin de pouvoir réduire de manière ciblée les sources de la pollution lumineuse. N'oublions pas que les espèces ne sont pas seulement menacées pour elles-mêmes, mais que c'est toute la chaîne alimentaire qui est perturbée (DAVIES & al. 2012, GIAVI & al. 2020).

Discussion

Contraintes de l'élevage

La synchronisation entre les éclosions des femelles en élevage et des mâles dans la nature n'est pas évidente:

on ne peut guère confronter des individus en provenance d'altitudes trop différentes (± 100 m), bien qu'il y ait parfois des éclosions asynchrones tardives. Malgré l'hivernage des chrysalides à l'extérieur, la complexité de l'environnement offre une grande variété de micro-habitats plus ou moins chauds et précoces aux chenilles pour se chrysalider, ce qui entraîne un étalement des émergences sur trois à six semaines pour une tranche d'altitude de 200 m (**Tab. 1**). C'est aussi cette diversité de structures qui permet à l'espèce de survivre aux événements météorologiques extrêmes. L'arrivée d'une vague de froid en 2019 a bloqué toutes les éclosions à Venthône (820 m) et, a fortiori, notre expérience jusqu'au printemps 2020; il n'y a même pas eu d'éclosions à Loèche (1000 m) en 2019. Ces observations traduisent la difficulté de mener une expérience in natura et de révéler la présence du grand paon de nuit dans un habitat en fonction des conditions météorologiques du printemps (température, sécheresse) et des stratégies adaptatives de l'espèce. L'absence d'observation une année ne signifie donc pas que l'espèce a disparu. Finalement, il faudrait équiper ces papillons de microémetteurs, afin de mieux évaluer leur rayon d'action et de mesurer leurs déplacements effectifs.

Influence de la pollution lumineuse

Hormis un individu observé dans un garage à Conthey en 2001, où le transport par un véhicule n'est pas exclu (obs. pers. Y. Chittaro), les dernières observations de grand paon de nuit en plaine du Rhône en aval de Sierre datent de 1991. C'est la dernière année où les enfants ont encore apporté à l'école des chrysalides en provenance de la Bâtiaz / Martigny (comm. pers. C. Keim). Depuis lors, toutes les observations de *S. pyri* proviennent du Haut-Valais, autant en plaine que sur le coteau (CSCF 2022). Toutefois, il est vraisemblable que l'espèce survive dans certaines vallées latérales du Bas-Valais (Val d'Hérens, Val de Nendaz, Isérables, Val de Bagnes et d'Entremont, etc.), à l'instar du mâle attiré le 19 juin 2021 à Chandolin, dans le val d'Anniviers, à 1600 m (obs. pers. A. Sierro). En amont de Sierre, le grand paon de nuit se maintient dans des habitats devenus rares, soit des reliques de vergers à haute tige ou des bocages avec quelques arbres fruitiers, en particulier des cerisiers, à l'abri de la phénoménale extension des éclairages nocturnes liés au développement des infrastructures routières et des zones construites.

Les environs d'Albinen et de Feschel ne sont pas habités par l'espèce, malgré la présence de nombreux arbres fruitiers. La carte de pollution lumineuse (**Fig. 5**) sous-évalue la lumière artificielle car elle l'estime via le nombre

d'habitants, tandis que ces villages ont recommencé à se dépeupler depuis 1995 (Etat du Valais 2024); par contre, les valeurs mesurées in situ dépassent la limite des 0.01 lux. Le versant de Blatte/Salquenen (0.02-0.03 lux) reçoit respectivement la lumière artificielle du village de Salquenen ainsi que de la route cantonale et de ses giratoires hyper-éclairés; le Rottensand/Varen (0.05 lux) est inondé par la lumière contournant le village de Varen par le bas; ces deux sites n'ont pas révélé la présence de *S. pyri* malgré un habitat favorable. Une diminution de cet hyper-éclairage (passage aux LED orangés, diminution de l'intensité) serait souhaitable. Comme la plupart des accouplements ont lieu avant minuit, une extinction après 23h00 ne règle que partiellement le problème; pour les espèces luminophobes crépusculaires, dont le vol principal chevauche l'activité humaine, il faut avoir un éclairage très modéré au crépuscule déjà et combiné avec des détecteurs de mouvements. La généralisation des éclairages LED dès 2015 a permis d'économiser 90% d'énergie, mais a encouragé l'installation de lampadaires à des endroits non essentiels (effet rebond), car pour une même puissance, les LED éclairent 18 fois plus. Des mesures de mitigation restent indispensables, afin de ménager une trame noire, un corridor biologique plongé dans l'obscurité, où les espèces nocturnes peuvent se nourrir, se reproduire et avoir des échanges avec leurs congénères (RANZONI & al. 2019, SORDELLO & al. 2022). Le grand paon de nuit pourrait devenir une espèce emblématique, témoin d'un environnement sans pollution lumineuse, dans le périmètre du Parc de Finges, par exemple. Les zones bâties pourraient accueillir des arbres fruitiers haute tige, des cerisiers en priorité, afin d'améliorer les conditions de vie de l'espèce et d'autres organismes ainsi que de l'être humain.

Mesures de mitigation

Contrairement au réchauffement climatique, la lumière artificielle s'avère un phénomène totalement nouveau pour la nature, les premières lampes ayant été installées il y a 150 ans environ. Ainsi, peu d'espèces ont réussi à s'adapter dans un laps de temps aussi court à l'échelle de l'évolution des espèces; des mesures de limitations des émissions lumineuses restent donc indispensables. Les nouvelles recommandations suivantes ont été publiées par l'OFEV en 2021. Les mesures de mitigation devraient être mises en place en priorité dans les zones protégées (Parc régional de Finges et du Binntal, zones de protection de la nature cantonales et communales, sites d'inventaires fédéraux):

- suppression des lampadaires inutiles en contact direct avec la nature (zones industrielles, zones sportives après entraînement) ou installation de détecteurs de mouvement;

- réduction de plus de 50% de l'éclairage sur les carrefours de routes cantonales hyper-éclairés, valeurs visées au sol 15 lux (OFEV 2021); hauteur des mâts ≤ 6 m avec lumière dirigée au sol;
- passage généralisé à des LED orangés (2400 K) à 6 W (BODENMANN 2020) dans les zones habitées;
- réduction permanente de l'éclairage dans les carrefours de routes cantonales hyper-éclairés pour atteindre des valeurs ≤ 0.01 lux sur les secteurs où des espèces luminophobes menacées se reproduisent encore.

Remerciements

Notre plus sincère reconnaissance va à Oriane Loubier qui a testé notre méthode de prise de mesures de lumière en grimant sur les arbres au Bois de Finges et au Dr Carlos Lopez Vaamonde (INRAe, Tours, France) qui nous a vendu deux septa contenant des phéromones de synthèse de *Saturnia pyri*. Ce travail n'aurait pas pu avoir lieu sans le soutien financier du Service des forêts, de la nature et du paysage (Yann Clavier); qu'il en soit vivement remercié. Nous remercions encore Dr Ralph Lugon et Dr Camille Pitteloud pour la relecture critique du manuscrit.

Bibliographie

- BAILLARGEON, S. 2005. *Le krigeage: revue de la théorie et application à l'interpolation spatiale de données de précipitations*. Dissertation Doctorale, Université de Laval.
- BODENMANN, R. 2020. LED avec 2000 Kelvin sur une route cantonale. Dark Sky Switzerland. *Le Papillon de Nuit* 2020: 3.
- BOYES, D. G., D. M. EVANS, R. FOX, M. S. PARSONS & M. J. O. POCKOCK 2021. Is light pollution driving moth population declines? A review of causal mechanisms across the life cycle. *Insect Conservation and Diversity* 14: 167-187.
- CALLUM, J. M., D. M. EVANS, R. FOX & M. J. O. POCKOCK 2017. The dark side of street lighting: impacts on moths and evidence for the disruption of nocturnal pollen transport. *Global Change Biology* 23: 697-707.
- CSCF 2022. *Données Saturnia pyri*. Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel.
- DAVIES, W., J. BENNIE & K. J. GASTON 2012. Street lighting changes the composition of invertebrate communities. *Biology Letters* 8: 764-767.
- ETAT DU VALAIS 2024. *Statistique de la population résidente 1850-2022*. www.vs.ch
- FABIAN, S. T., Y. SONDI, P. E. ALLEN, J. C. THEOBALD & H.-T. LIN 2024. Why flying insects gather at artificial light. *Nature Communications* 15: 689 doi.org/10.1038/s41467-024-44785-3

- FALCHI, F., P. CINZANO, D. DURISCOE, C. C. M. KYBA, C. D. ELVIDGE, K. BAUGH, B. A. PORTNOV, N. A. RYBNIKOVA & R. FURGONI 2016. The new World Atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances* 2: e1600377
- DE FREINA, J. & T. J. WITT 1987. *Die Bombyces und Sphinges der Westpalaearktis (Insecta, Lepidoptera)*. Editions Forschung & Wissenschaft Verlag GmbH, München, 708 p.
- GIAMI, S., S. BLÖSCH, G. SCHUSTER & E. KNOP 2020. Artificial light at night can modify ecosystem functioning beyond the lit area. *Scientific reports* 10: 11870 doi.org/10.1038/s41598-020-68667-y
- KNOP, E., L. ZOLLER, R. RYSER, C. GERPE, M. HÖRLER & C. FONTAINE 2017. Artificial light at night as a new threat to pollination. *Nature* 548: 206-209. doi:10.1038/nature23288
- LERAUT, P. 2006. *Papillons de nuit d'Europe*. Volume 1. NAP Editions, Verrières le Buisson, 400 p.
- LONGCORE, T. & C. RICH 2004. Ecological light pollution. *Frontier in Ecology and the Environment* 2: 191-198.
- LONGCORE, T., H. L. ALDERN, J.F. EGGERS, S. FLORES, L. FRANCO, E. HIRSHFIELD-YAMANISHI, L. N. PETRINEC, W. A. YAN & A. M. BARROSO 2015. Tuning the white light spectrum of light emitting diode lamps to reduce attraction of nocturnal arthropods. *Philosophical Transaction Royal Society London B* 370: 20140125.
- OFEV 2019. Liste des espèces et des milieux prioritaires au niveau national. Espèces et milieux prioritaires pour la conservation en Suisse. *L'environnement pratique* no 1709. OFEV, Berne, 98 p.
- OFEV 2021. Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses. *L'environnement pratique* n° 2117: 174 p. Office fédéral de l'environnement, Berne (1ère éd. révisée 2021, 1ère éd. 2005).
- OFEV 2024. Effets de la lumière durant la nuit. Office fédéral de l'environnement, Berne. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/electrosmog/info-specialistes/emissions-lumineuses--pollution-lumineuse/auswirkungen-von-licht.html> Consulté le 20 octobre 2024
- PRO NATURA 2005. *Les papillons et leurs biotopes. Espèces, dangers qui les menacent, protection*. Tome 3. Fotorotar SA. Nouveaux médias, Egg, 911 p.
- PAWSON, S. M. & M. K.-F. BADER 2014. LED lighting increases the ecological impact of light pollution irrespective of color temperature. *Ecological Applications* 24: 1561-1568.
- RANZONI, J., G. GIULIANI, L. HUBERT & N. RAY 2019. Modelling the nocturnal ecological continuum of the State of Geneva, Switzerland, based on high-resolution nighttime imagery. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 16: 100268.
- RAPPAZ, R. 1979. *Les papillons du Valais. Macrolépidoptères*. Editions Pillet, Martigny, 380 p.
- RICH, C. & T. LONGCORE 2005. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press, Washington DC, 458 p.
- RIEGEL, K. W. 1973. Light pollution: Outdoor lighting is a growing threat to astronomy. *Science* 179: 1285-1291.
- SIERRO, A. & A. ERHARDT 2019. Light pollution hampers recolonization of revitalised European nightjar habitats in the Valais (Swiss Alps). *Journal of Ornithology*. DOI 10.1007/s10336-019-01659-6
- SORDELLO, R., S. BUSSON, J. H. CORNUAU, P. DEVERCHÈRE, B. FAURE, A. GUETTÉ, F. HÖLKER, C. KERBIRIOU, T. LENGAGNE, I. LE VIOL, T. LONGCORE, P. MOESCHLER, J. RANZONI, N. RAY, Y. REYJOL, Y. ROULET, S. SCHROER, J. SECONDI, N. VALET, S. VANPEENE & S. VAUCLAIR 2022. A plea for a worldwilde development of dark infrastructure for biodiversity – Practical examples and ways to go forward. *Landscape and Urban Planning* 219, 104332
- VAN GRUNSVEN, R., J. VAN DEIJK, M. DONNERS, F. BERENDSE, M. E. VISSER, E. VEENENDAAL & K. SPOELSTRA 2020. Experimental light at night has a negative long term impact on macro-moth populations. *Current Biology* 30: 694-695.