



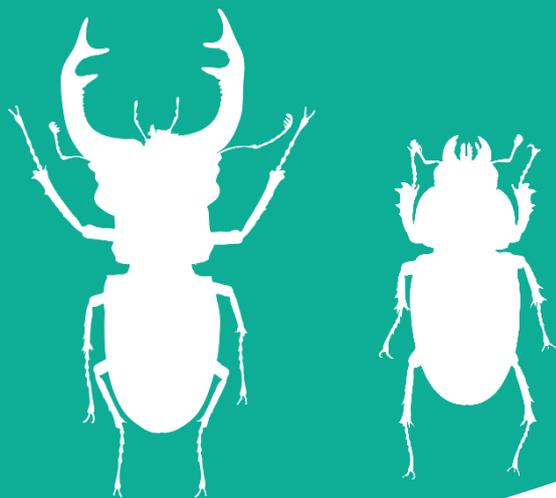
OPIE

OFFICE POUR
LES INSECTES ET
LEUR ENVIRONNEMENT



En quête d'insectes : Le Lucane cerf-volant

Bilan 2011-2023 et perspectives



Résumé

Le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) est le plus gros coléoptère d'Europe : c'est un insecte emblématique bien connu. Il est cependant considéré comme « quasiment menacé » (NT) à l'échelle européenne (Nieto & Alexander, 2010). Il est visé par la Directive européenne « habitats-faune-flore » (Conseil des communautés européennes, 1992) qui oblige les États membres, dont la France, à évaluer l'état de conservation de ses populations tous les 6 ans (UMS « Patrinat » et Opie, 2019). L'espèce étant relativement commune sur notre territoire, jusqu'en 2011, peu d'entomologistes notaient sa présence et peu d'observations étaient recensées ! L'Office pour les insectes et leur environnement (Opie) avait dès lors lancé une enquête participative afin de compiler assez de données permettant de fournir ces évaluations régulières. Un premier bilan avait été réalisé en 2012 afin de pointer différences perspectives de l'enquêtes (Mériguet et al. 2012). Depuis, des bilans réguliers ont été publiés dans la revue *Insectes* et intégrés les différents exercices de rapportage destinés à l'Union européenne. Après ces douze années, nous synthétisons ici quelques résultats et dressons de nouvelles perspectives pour la suite de l'enquête.

Summary

The Stag beetle (*Lucanus cervus*) is Europe's largest beetle and a well-known emblematic insect. However, it is considered "Near Threatened" (NT) at European level (Nieto & Alexander, 2010). It is covered by the European Habitats Directive (Council of the European Communities, 1992), which requires member states, including France, to assess the conservation status of its populations every 6 years (UMS Patrinat and Opie, 2019). As the species is relatively common on our territory, until 2011, few entomologists noted its presence and only few sightings were recorded ! The *Office pour les insectes et leur environnement* (Opie) therefore launched a participatory survey to compile enough data to provide these regular assessments. An initial assessment was carried out in 2012 to identify differences in the survey's outlook (Mériguet et al. 2012). Since then, regular assessments have been published in the journal *Insectes* and integrated into various reporting exercises for the European Union. After twelve years, we summarize some of the results here, and draw up a new outlook for the future of the survey.

Remerciements

L'Opie remercie l'ensemble des contributeurs et tous les relayeurs de l'enquête et de la quête *INPN Espèces* sur le Lucane cerf-volant. Nous remercions aussi les équipes de PatriNat pour nous avoir fourni les données issues de la quête, et de Noé pour l'animation de l'application *INPN Espèces*, ainsi que Pierre Zagatti, Eric Jiroux et Philippe Vaudois pour leurs photographies.

Rédaction et mise en page : Hugo JOSSE

Relectures et encadrement : Xavier HOUARD, Mathieu DE FLORES, Bruno MÉRIGUET, Alexia MONSAVOIR

Illustration page de couverture : *Lucanus cervus* mâle, crédit : Philippe Vaudois

Citation de la publication : JOSSE H., DE FLORES M., MERIGUET B., MONSAVOIR A. & HOUARD X. (2023) - En quête d'insectes : Le Lucane cerf-volant. Bilan 2011-2023 et perspectives. Rapport d'étude Opie-OFB, 32 p.

Table des Matières

Une enquête sur le lucane cerf-volant ! Mais pourquoi ?	4
Le Lucane cerf-volant : qui est-il ?	5
Comment l'identifier ?	5
Quel est son mode de vie ?	6
Confusions possibles avec d'autres espèces	6
La Petite biche (<i>Dorcus parallelipedus</i>)	7
Le Scarabée rhinocéros (<i>Oryctes nasicornis</i>)	8
Autres confusions	8
Comment l'enquête fonctionne-t-elle ?	8
Quelle a été la participation à l'enquête ?	9
Comment la participation a-t-elle évolué au cours de l'enquête ?	9
Quelle complémentarité existe-t-il entre le site enquête de l'Opie et la quête INPN Espèces ?	10
Qu'est-ce que l'enquête a permis d'apprendre sur l'espèce ?	11
Comment les observations sont-elles réparties sur le territoire ?	11
Avec quelle régularité les observations sont-elles transmises à l'échelle locale ?	13
Le Lucane, est-il rare ou commun ?	15
Dans quels milieux le Lucane est-il observé ?	16
Quand le Lucane est-il observé ?	17
Phénologie du Lucane cerf-volant	17
Phénologie en fonction du sexe	19
Phénologie et géographie	20
Heure d'observation	24
Quelles pressions pèsent sur le Lucane ?	24
Lucane et fréquentation/tourisme	25
Lucane et urbanisation	26
Lucane et agriculture intensive	27
Lucane et sylviculture	28
Où le Lucane risque-t-il de subir le plus de pressions ?	28
Quelles sont les perspectives pour la suite de l'enquête ?	30
Matériels et méthodes	30
Bibliographie	31

Une enquête sur le lucane cerf-volant ! Mais pourquoi ?

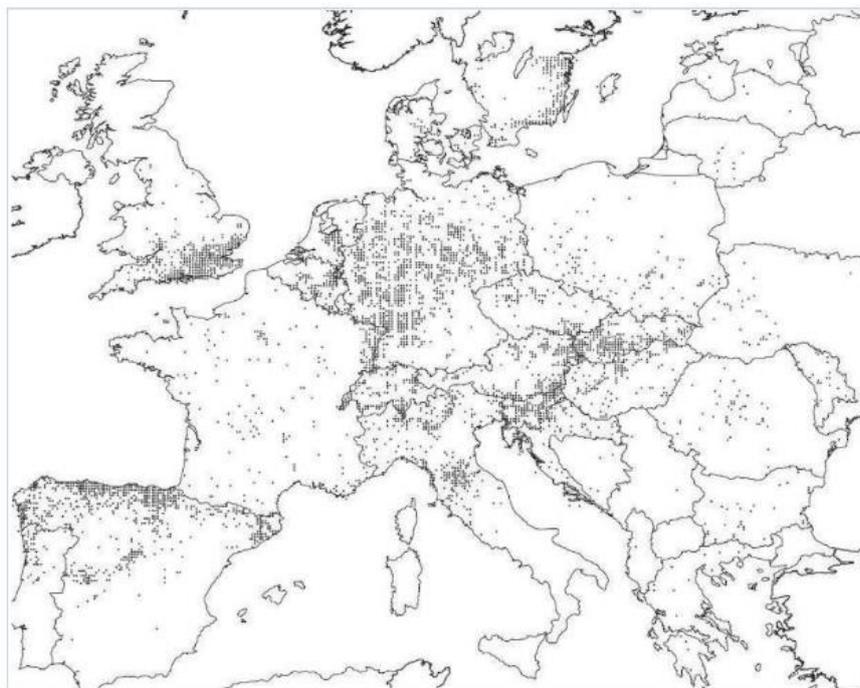
Cet insecte emblématique des forêts d'Europe est assez banal en France. Cette relative banalité a fait que pendant des années, les entomologistes (amateurs ou professionnels) ne mentionnaient même pas le fait qu'ils l'avaient vu !

Or, les populations de Lucane cerf-volant sont en régression dans les pays d'Europe du Nord depuis la seconde moitié du XXe siècle (Harvey *et al.*, 2010). D'après la liste rouge européenne l'espèce est considérée comme « quasiment menacé » (NT) à l'échelle du continent (Nieto & Alexander, 2010). Elle est aussi inscrite en annexe de la convention de Berne (Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, 1979), ratifié par la France.

Le Lucane cerf-volant est considéré comme espèce « d'intérêt communautaire ». Cette directive engage donc les pays européens à préserver les habitats et espèces d'intérêt communautaire grâce à la mise en place de sites à haute valeur patrimoniale (Natura 2000). Tous les 6 ans, ces états doivent aussi réaliser un bilan de l'état de conservation de ces habitats et espèces, dont le Lucane cerf-volant fait partie.

En 2011, l'Opie a été mandaté aux côtés du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) pour effectuer un rapportage sur l'espèce tous les 6 ans dans le cadre de la Directive européenne « Habitat Faune Flore » (DHFF) mise en place en 1992 (PATRINAT et OPIE, 2019).

Une synthèse bibliographique avait permis de rassembler environ 300 données en France, ce qui est très en dessous de la réalité de la présence de l'espèce sur le territoire.



Répartition européenne du Lucane cerf-volant d'après Harvey *et al.* (2011)

L'espèce étant simple à identifier et les confusions possibles étant peu nombreuses, il a été décidé en 2011 de lancer une enquête participative faisant appel au plus grand nombre : « Je

crois que j'ai vu un Lucane cerf-volant ». En 2021, une quête a ensuite été développée sur l'application *INPN Espèces*.

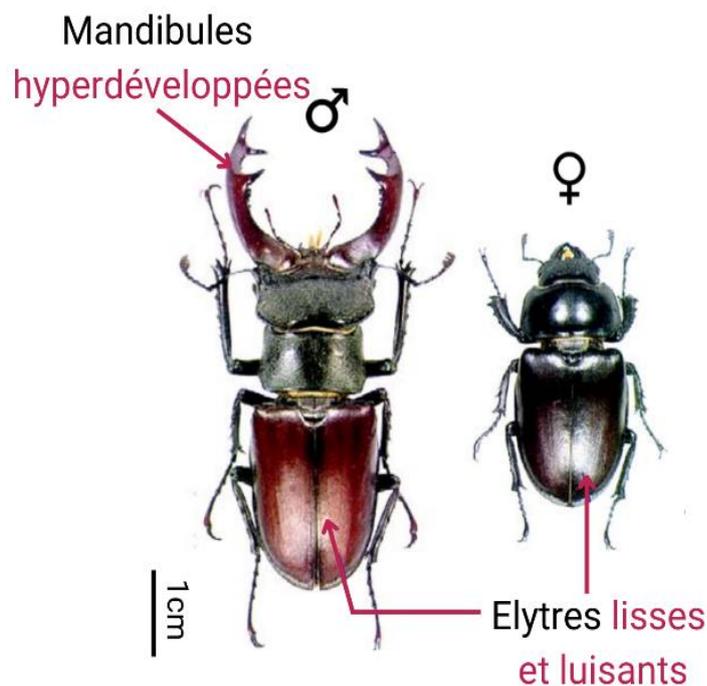


Premier visuel de l'enquête « Je crois que j'ai vu un ... Lucane cerf-volant »

Le Lucane cerf-volant : qui est-il ?

Comment l'identifier ?

Le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) est le plus gros coléoptère d'Europe. Cet insecte est très emblématique du fait de sa grande taille et des imposantes mandibules du mâle rappelant des bois de cerf. La femelle est plus petite que le mâle et possède des mandibules nettement plus courtes. Les élytres peuvent varier du marron au brun mais ont toujours un aspect luisant.



Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*)
Mâle : 60mm / femelle : 50 mm
Crédit photos : Pierre Zagatti



Macro-restes de Lucane cerf-volant mâle.
Crédit photo : Xavier Houard

Tout comme les individus vivants, les observations de « macro-restes » (photo ci-contre) sont tout aussi importants pour l'enquête. Ils ne sont pas rares : les oiseaux qui prédatent ces insectes délaissent les parties dures (têtes, mandibules ou élytres). La détermination du sexe à partir d'une tête ou de morceaux de mandibules se fait facilement. Dans le cas d'élytres isolés, il existe un moyen de déterminer le sexe : chez les mâles, l'élytre présente une petite pointe sur l'épaule, détectable au toucher. Chez les femelles, l'épaule est plus arrondie.

Quel est son mode de vie ?

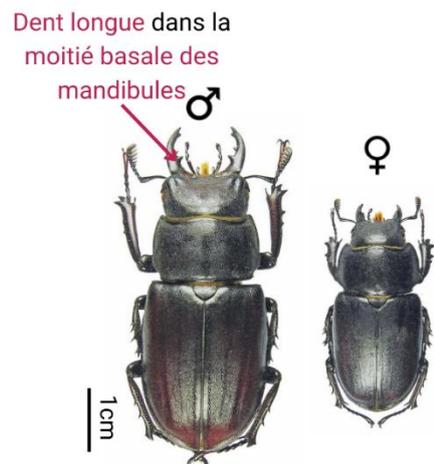
C'est un insecte saproxylique¹ : les bois morts et enterrés (souches, grosse branches...) servent d'abri et de nourriture aux larves. La croissance de ces dernières peut durer plus de 5 ans. Il a été montré que les bois morts peuvent être ensemencés avec des spores de champignons lors de la ponte par la femelle (Tanahashi et al., 2010, Fremlin, 2023). La métamorphose débute à l'automne : la larve forme une coque dans laquelle elle se transformera en nymphe. Vers la fin du printemps suivant, les nymphes termineront leur développement, et les adultes émergent puis partent à la recherche de partenaires pour se reproduire (principalement en juin et juillet). Ces derniers sont plutôt crépusculaires et nocturnes (Paulian, 1941). À la suite de l'accouplement, la femelle va pondre ses œufs dans du bois mort enterré dans le sol. Les adultes meurent ensuite à la fin de l'été.

Confusions possibles avec d'autres espèces

Dans le département du Var et en Corse, le Lucane tétraodon (*Lucanus tetraodon*) est présent et ressemble beaucoup au Lucane cerf-volant. Les individus doivent donc être observés attentivement : la présence d'une dent longue sur la moitié basale des mandibules indique un mâle de Lucane tétraodon. Dans le Var, seules les observations accompagnées de photos montrant clairement ce critère peuvent donc être validées.

En dehors de cette exception les Lucanes présents sur les autres départements sont considérés comme appartenant à l'espèce *Lucanus cervus*.

Dans les populations de *L. cervus* du Midi de la France, des formes particulières aux mandibules réduites (y compris chez les mâles), et avec généralement 5 articles sur le peigne antennaire, sont reconnus par les



Lucane tétraodon (*Lucanus tetraodon*)
Crédit photo : Eric Jiroux / Magellanes

¹ Se nourrit et se développe dans le bois mort

spécialistes comme appartenant à un taxon distinct (*Lucanus pontbrianti* Mulsant, 1839, *Lucanus cervus pontbrianti* Mulsant 1839 ou *Lucanus cervus var. pontbrianti* Mulsant, 1839). Ce taxon est inscrit comme espèce à part entière dans le catalogue des coléoptères de France (Tronquet, 2015). Cependant, la publication qui aurait dû soutenir la validité taxonomique et la présence de cette espèce dans la faune de France, n'a jamais été publiée. Les observations de ce taxon sont donc incluses dans celles de *L. cervus* au sens strict.

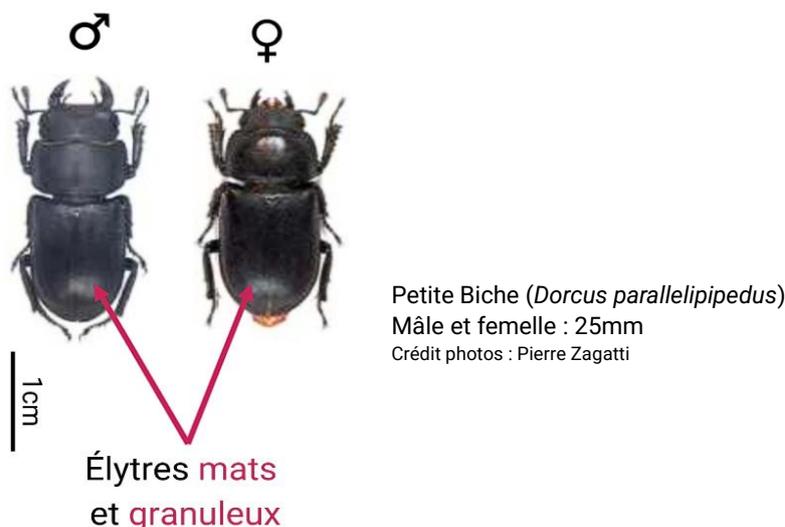
Malgré le fait que le Lucane cerf-volant soit une espèce très caractéristique, dans le cadre de l'enquête, quelques confusions avec des espèces assez différentes ont été recensées. En 2020, le taux d'erreurs a été estimé à 5,5% pour les données avec photographie. Nous considérons donc que ce taux peut être appliqué à toutes les autres données (Klimkczak et Mériquet, 2021). Les commentaires associés aux observations permettent aussi d'identifier et d'écartier des erreurs d'identification. Les deux espèces les plus couramment confondues avec le Lucane cerf-volant sont la Petite biche (*Dorcus parallelipedus*) et le Scarabée rhinocéros (*Oryctes nasicornis*).

Voici donc ici quelques critères permettant de les différencier du Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*).

La Petite biche (*Dorcus parallelipedus*)

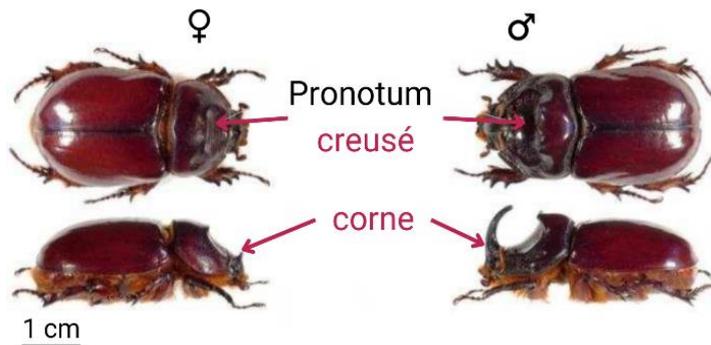
Comme le Lucane cerf-volant, la Petite biche appartient à la famille des Lucanidae. À première vue, elle peut être confondue avec la femelle du Lucane cerf-volant. Le mâle de la Petite biche ne possède pas de mandibules aussi développées que celles du mâle Lucane cerf-volant. Les Petites Biches mâles ou femelles ont donc une silhouette similaire à celle de la femelle Lucane cerf-volant.

Plusieurs critères permettent pourtant de les différencier assez facilement. Premièrement, la Petite biche est nettement plus petite que le Lucane cerf-volant (taille toujours inférieure à 35mm). Ensuite, sa couleur est toujours noire et la texture de ses élytres est plutôt mat et rugueuse, contrairement au Lucane cerf-volant qui a des élytres plus marrons et toujours brillantes et lisses. Enfin, un dernier critère permet aussi de confirmer s'il s'agit d'une Petite biche : cette dernière possède une seule épine sur le bord postérieur de la petite postérieur contre 2 à 3 épines chez le Lucane cerf-volant.



Le Scarabée rhinocéros (*Oryctes nasicornis*)

Ce coléoptère appartient à la famille des Scarabaeidae. Il est fréquemment observé dans le sud de la France mais reste discret et rare dans le nord. C'est un gros coléoptère, il est confondu avec le Lucane cerf-volant à cause de sa taille. Il est cependant discernable de ce dernier par sa couleur marron « caramel » uniforme. Le mâle possède une grande corne frontale (qui lui a valu le même nom qu'un gros mammifère des plaines africaines) mais ne porte pas de grandes mandibules. La femelle ne présente qu'une petite corne frontale. Le mâle et la femelle possèdent aussi un pronotum (premier segment du thorax, visible par-dessus) creusé.



Scarabée rhinocéros (*Oryctes nasicornis*).
Crédit photos : Pierre Zagatti

Autres confusions

Beaucoup plus rarement les Lucanes cerf-volant sont parfois confondus avec d'autres espèces de gros coléoptères.

Quelques observations de longicornes ont notamment été transmises sur l'enquête. Ces coléoptères de la famille des Cerambycidae possèdent de très longues antennes, généralement plus longues que leur corps contrairement aux petites antennes coudées des Lucane Cerf-volant. Des confusions avec des carabes (Carabidae) nous ont aussi été rapportées. Ce sont des coléoptères prédateurs, beaucoup plus rapides à la course que les Lucanes cerf-volant. Ils ont une silhouette plus allongée et leur tête est nettement plus petite que le pronotum.

Les confusions avec les autres groupes de coléoptères sont beaucoup plus rares. Le plus souvent la manière de les différencier est la taille, peu de coléoptères sont aussi gros que le Lucane cerf-volant.

Comment l'enquête fonctionne-t-elle ?

Cette enquête est basée sur la transmission d'observations opportunistes et ne répond donc à aucun protocole proprement dit. Toute personne ayant croisé un ou des Lucanes cerf-volant peut donc les signaler à l'enquête en y précisant la date et le lieu, peu importe le contexte de l'observation.

Les observations sont enregistrées via un formulaire simple sur le site des enquêtes de l'Opie (enquetes.insectes.org). La participation à l'enquête via ce site ne nécessite pas de création de compte, seulement de renseigner une adresse mail, son nom et son prénom. L'ajout d'une photographie du spécimen observé reste optionnel.

En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

Depuis 2021, la participation à l'enquête peut aussi se faire via les « quêtes » de l'application *INPN Espèces*² (PatriNat). Les observations peuvent y être transmises directement sur smartphone après création d'un compte INPN. Une photographie du spécimen est cependant obligatoire. Il s'agit bien du même programme et de la même démarche. Il n'est pas recommandé de faire des saisies dans les deux systèmes de participation pour éviter les doublons de données !

La communication régulière sur les enquêtes est importante pour maintenir une participation satisfaisante. À chaque saison, l'Opie communique régulièrement sur l'enquête à travers ses réseaux sociaux, lettres d'informations, bénévoles, etc.

Cependant, les animations locales autour de l'enquête sont aussi essentielles à son bon fonctionnement. Le relais du programme est notamment réalisé par de nombreuses structures et dispositifs (associations, collectivités, Parcs naturels régionaux, etc.) qui peuvent s'appuyer sur les outils de communication que l'Opie leur met à disposition : plaquettes informatives et une affiche réactualisée cette année. Des ressources et informations actualisées en temps réel sur les données sont aussi présentes sur le site internet dédié aux enquêtes de l'Opie (enquetes.insectes.org). Afin de relancer la participation au programme pour la saison 2023, nous avons repris cette année la prospection auprès des structures partenaires.

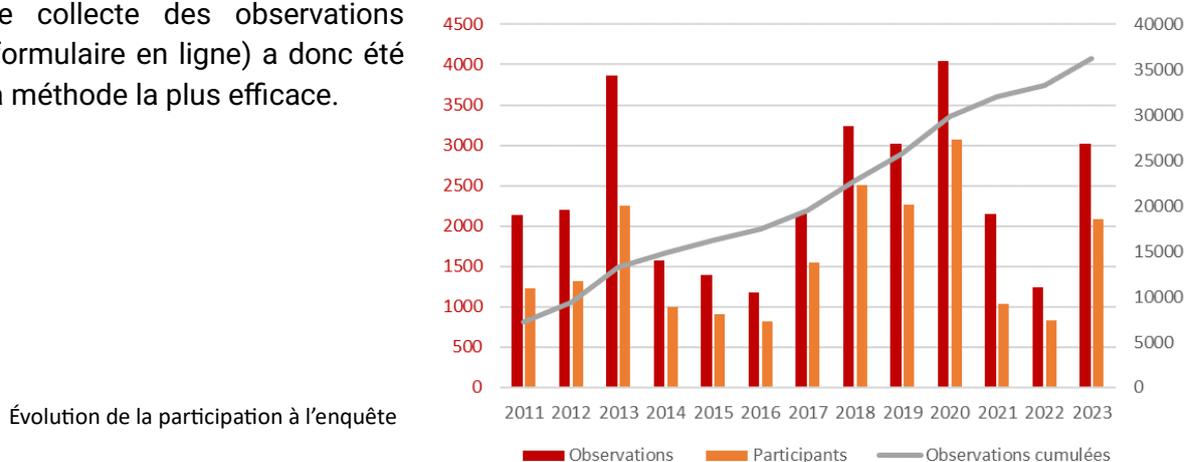


Affiche « en quête d'insectes » réactualisée en 2023

Quelle a été la participation à l'enquête ?

Comment la participation a-t-elle évolué au cours de l'enquête ?

Pour constituer une base de données satisfaisantes sur le Lucane cerf-volant, il avait été estimé que ce travail aurait nécessité l'emploi saisonnier de plusieurs dizaines d'entomologistes visitant chacun plus de 45 communes (Mériguet et *al.*, 2012). Ce genre de projet n'aurait donc jamais pu être mis en place. Or, le Lucane cerf-volant est bien connu, il est assez facile à reconnaître. La participation d'un très large public grâce à un dispositif simple de collecte des observations (formulaire en ligne) a donc été la méthode la plus efficace.



² Application disponible sur [Apple Store](https://applestore.com) et [Android](https://play.google.com/store/apps/details?id=fr.opie.inpn). Observations visionnables sur le site [Détermin'Obs](https://determinobs.fr).

L'enquête a très vite récolté de nombreuses données. Jusqu'en 2023, l'enquête a cumulé plus de 36 000 données grâce à environ 15 000 participants. Le réseau naturaliste s'est aussi vite impliqué et de nombreuses observations antérieures à 2011 ont aussi pu être ajoutées au jeu de données. En plus des associations et structures naturalistes, l'enquête s'est aussi très bien répandue auprès du grand public, grâce aux relais de la communication par de nombreuses structures partenaires (voir partie « comment l'enquête est-elle animée ? »).

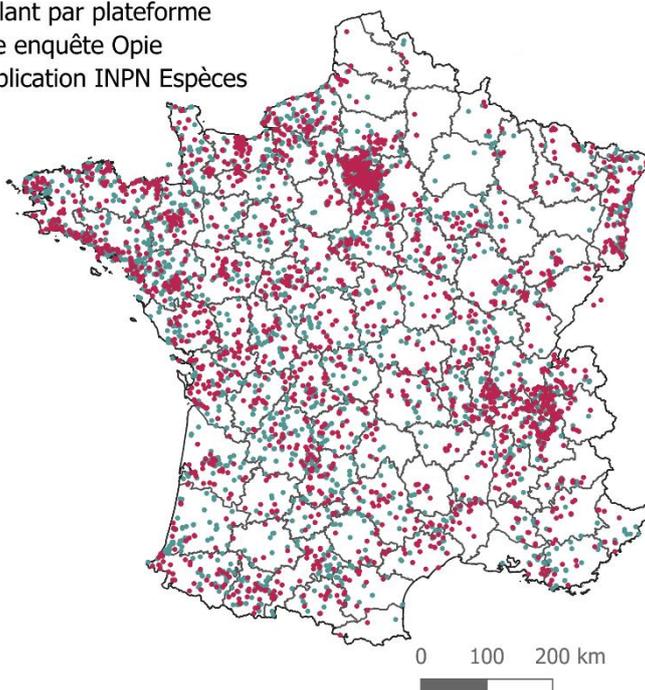
Sur les 13 dernières années d'enquête, nous avons observé une forte variation de la participation annuelle. Le minimum d'observations enregistrées étant d'environ 1172 en 2016 pour un maximum de 4040 observations en 2020. Les autres pics de participation de 2013 puis 2018, 2019 et 2020 coïncident avec les années où l'effort de communication sur les enquêtes a été plus important. De même, la baisse de la participation entre 2020 et 2021 puis 2022 est surtout attribuée à une communication moins forte. Grâce à la relance de l'animation, plus de 3000 nouvelles observations ont été transmises en 2023.

Quelle complémentarité existe-t-il entre le site enquête de l'Opie et la quête INPN Espèces ?

L'existence de ces deux plateformes laisse la liberté aux contributeurs de participer à l'enquête selon leurs préférences, cela permettant d'impliquer un maximum de personnes dans la recherche du Lucane cerf-volant. Sur la période 2021-2023, les observations transmises ont été équitablement réparties entre le site et l'application, montrant bien la complémentarité quantitative de ces deux plateformes. Sur la carte de répartition de ces données, on remarque qu'il existe aussi une complémentarité géographique de ces deux plateformes. Sur la période 2021-2023, certaines zones n'ont été couvertes que par des observations déposées sur l'application, d'autres, seulement par des données du site des enquêtes. De manière générale, les deux plateformes sont plutôt équivalentes en termes de nombre d'observations sur l'ensemble des hot spots connus (voir partie « comment les observations sont-elles réparties sur le territoire ? »).

Observations de Lucanes cerf-volant par plateforme

- site enquête Opie
- application INPN Espèces



Répartition des observations transmises par plateforme sur la période 2021-2023

Qu'est-ce que l'enquête a permis d'apprendre sur l'espèce ?

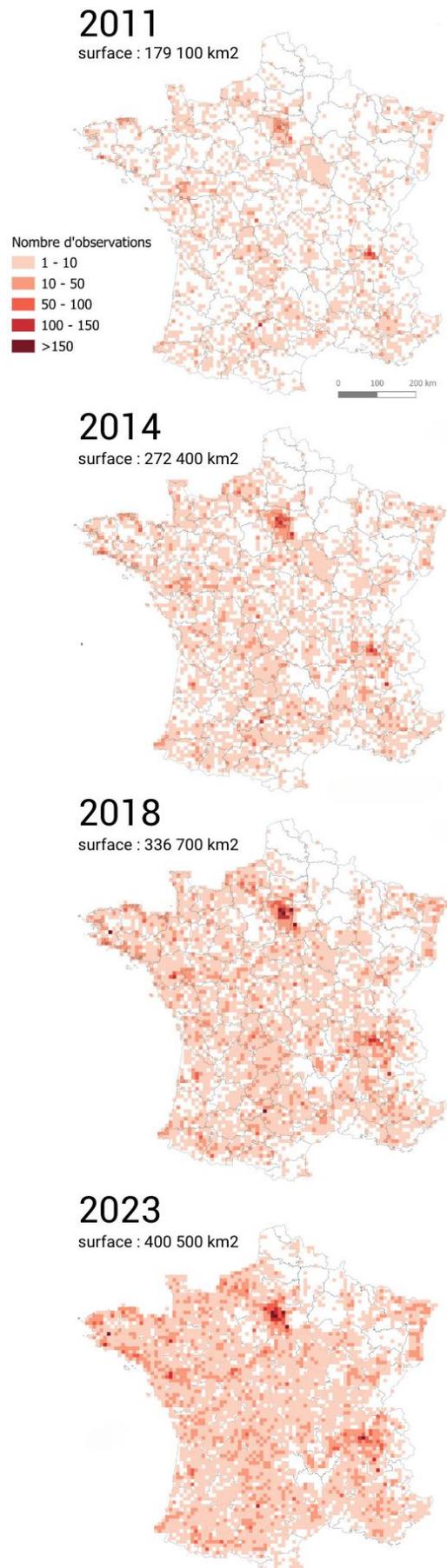
Comment les observations sont-elles réparties sur le territoire ?

Les cartes ci-contre représentent la répartition des observations par mailles (10x10km) accumulées à différents moments de l'enquête.

L'objectif principale de cette enquête était de préciser la répartition du Lucane cerf-volant en France. Dès 2011, l'accumulation des observations de l'année avec les données « anciennes » (observations antérieures à 2011 transmises au lancement de l'enquête) permettait de couvrir 33% de la surface des mailles (10x10km) de France métropolitaine, soit 179 100 km². En 2014, les mailles d'observations du Lucane couvraient déjà 50% du territoire de France métropolitaine, puis 62% en 2018. Aujourd'hui, la totalité des données de l'enquête accumulées jusqu'en 2023 nous permet d'attester la présence du Lucane sur environ 73% du territoire de France métropolitaine.

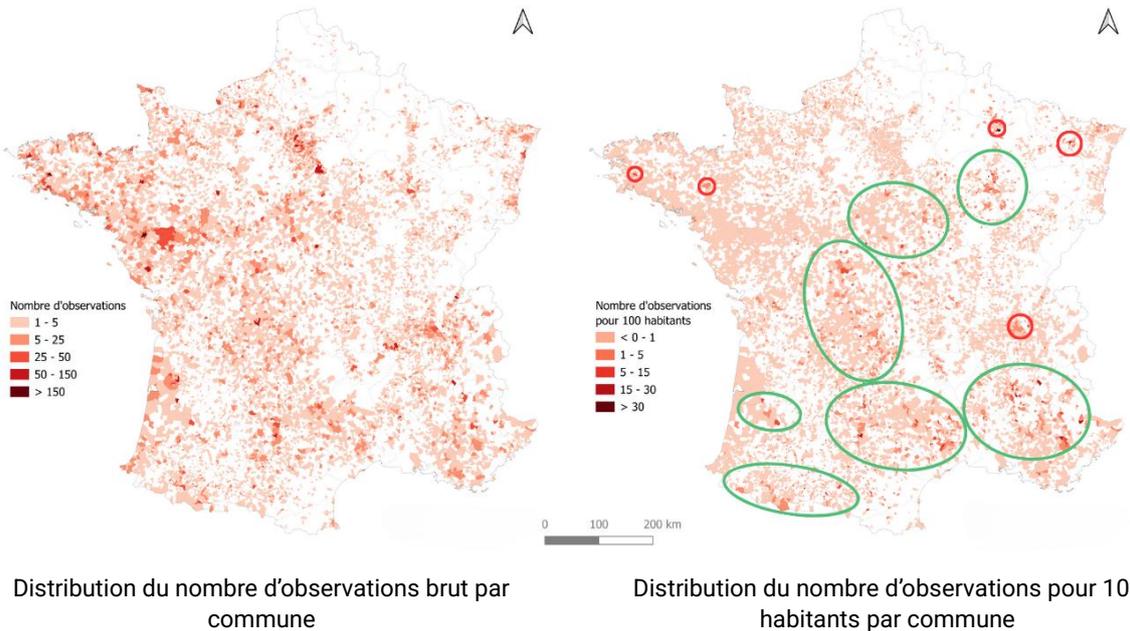
Les premières observations sont principalement réparties dans des régions à plus forte densité d'observateurs (Ile de France, Pays de la Loire) ou à proximité d'associations très impliquées au lancement de l'enquête (association Lo Parvi dans le nord de l'Isère). La surface d'observation du Lucane s'est ensuite élargie progressivement au long de l'enquête, en comblant progressivement les lacunes entre ces noyaux durs. Ces cartes démontrent aussi la présence d'un fort biais lié à la densité d'observateurs, elles ne représentent en aucun cas les abondances locales du Lucane cerf-volant.

Répartition des observations cumulées de Lucane cerf-volant par maille de 10km



En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

Dans un précédent bilan de l'enquête publié dans la revue insecte (Klimczak et Mériguet, 2021), ce biais avait été diminué en divisant le nombre d'observations de Lucane pour chaque commune par son nombre d'habitants. Nous avons donc reproduit cette même méthode sur les cartes ci-dessous, en y ajoutant les données des années 2021 à 2023 de l'enquête et des quêtes INPN.



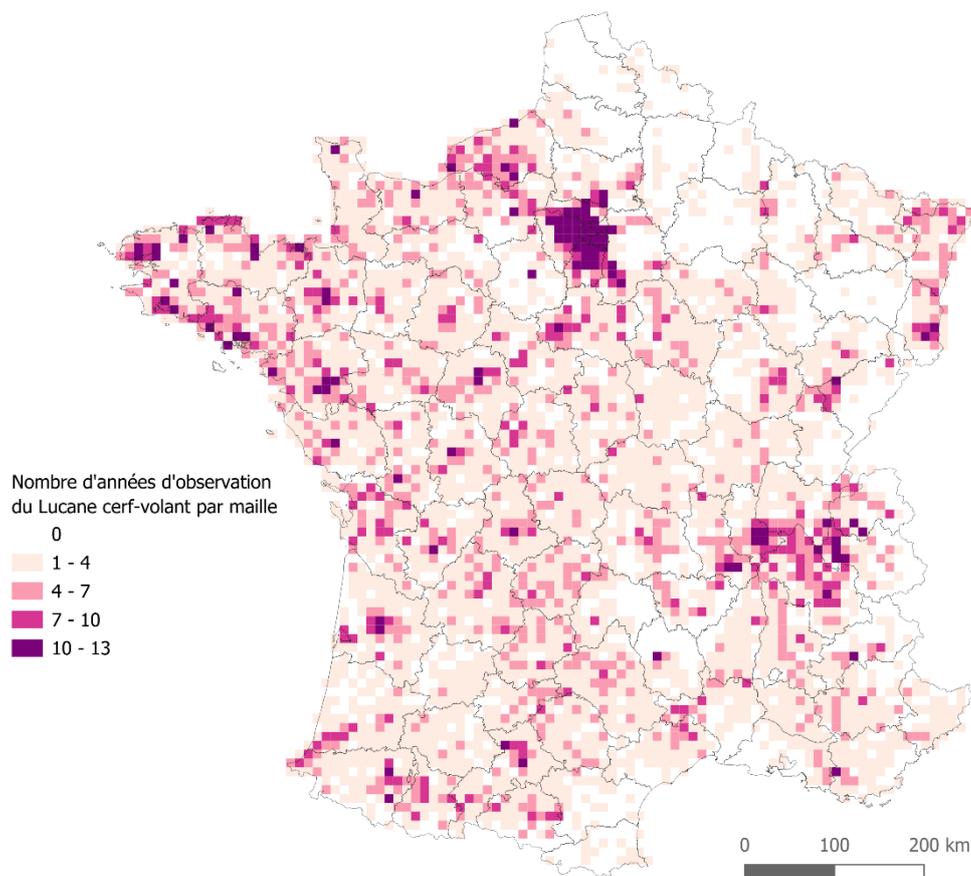
Cette méthode semble bien lisser les biais liés à la forte concentration d'observation. On observe notamment que les abondances d'observations autour des grandes villes telles que Nantes, Angers, Bordeaux ou encore en Île-de-France, sont bien lissées par la méthode. Les nombreuses observations sur les communes de ces régions sont donc dû à une forte concentration d'habitants et donc d'observateurs potentiels. Cette méthode permet donc d'obtenir une carte plus objective, indépendante de la densité d'observateurs. Cependant, la méthode n'efface pas tous les biais d'observations. Certains observateurs très impliqués dans l'enquête ont rapporté des centaines de données sur leur commune. Ce biais se remarque très bien par la présence de communes apparaissant rouge sombre mais isolées sur la carte : par exemple, plus de 400 observations ont été rapportées par un seul observateur sur une même commune du Finistère. De plus, la variation de l'animation locale peut aussi entraîner des abondances d'observations par habitants et par communes. Quelques-unes de ces communes ou groupe de communes ont été identifiées et sont entourées en rouge sur la carte.

L'étude à l'échelle communale permet tout de même de mettre en évidence que la répartition du Lucane cerf-volant n'est pas totalement homogène. Il est notamment moins observé sur les différents reliefs (Massif central et Alpes), mais reste présent dans les vallées. Les communes d'observations du Lucane sont aussi très rares et dispersées dans les Départements du nord et nord-Est de la France. Dans d'autres régions, on remarque tout de même des continuités relatives de communes à fort nombre d'observations par habitant. En effet, quelques zones où le Lucane est potentiellement plus abondant semblent se démarquer dans l'Est de la région Nouvelle-Aquitaine jusqu'au nord de l'Occitanie, au sud du Massif central et des Alpes et dans le sud de la vallée du Rhône. On remarque aussi quelques regroupements de communes à fort nombre d'observations par habitant dans la vallée de la Marne, au sud du Bassin parisien, dans le nord des Landes, et le long des Pyrénées de l'ouest. Ces zones

entourées en vert sur la carte ne sont cependant que des régions à potentiellement forte abondance de Lucanes, et leur interprétation est à prendre avec précaution du fait des variations géographiques de participations. Elles semblent cependant bien se superposer aux zones à fortes abondances potentielles de l'espèce identifiées par les modèles de distribution (Léandro, 2020 ; Léandro et al., 2020).

Avec quelle régularité les observations sont-elles transmises à l'échelle locale ?

De même qu'il existe des différences de nombre d'observations en fonction des localités, il existe aussi des variations au niveau de la régularité des observations du Lucane. Pour les mettre en évidence, nous avons calculé pour chaque maille le nombre d'années où le lucane a été observé au moins une fois.



Régularité des observations de Lucane cerf-volant par mailles

Cette carte met en évidence de fortes différences entre les régions au niveau de la régularité des observations par mailles. En effet, les mailles avec la plus forte régularité d'observations restent principalement situées au niveau des noyaux durs connus de l'enquête et semblent donc principalement liés aux groupes d'observateurs très investis ou aux fortes densités de populations d'observateurs (notamment en Île-de-France, dans la Vallée de la Seine, en Bretagne ou au nord de la vallée du Rhône). Il est donc difficile d'en déduire des résultats sur la stabilité des populations locales de Lucanes cerf-volant, en dehors de ces régions où les observations sont très régulières.

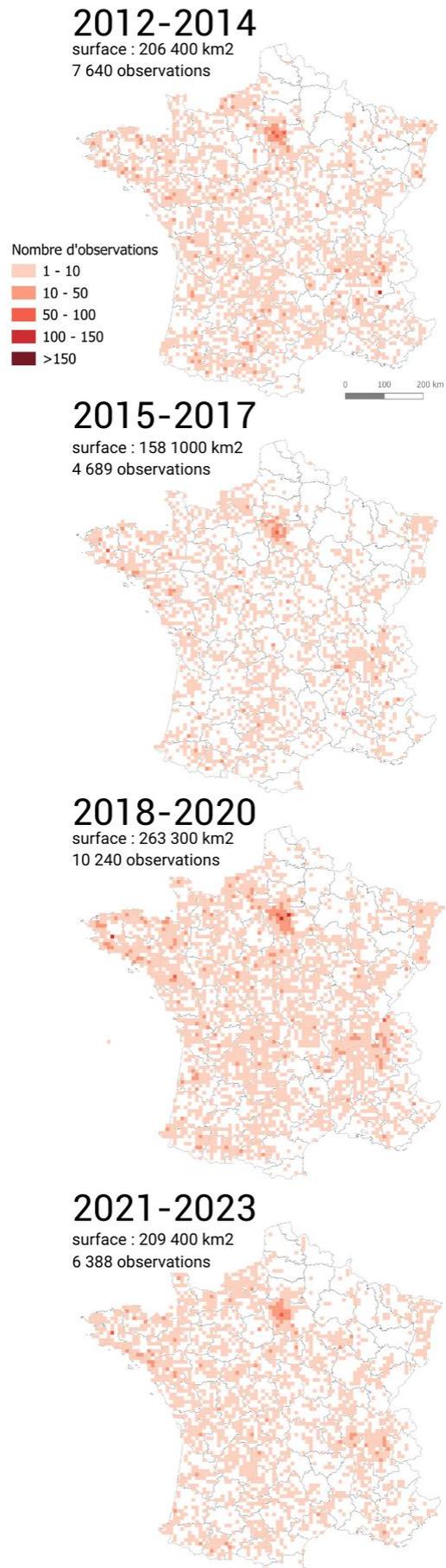
En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

Les données d'observation du Lucane ont ensuite été discrétisées en quatre périodes de trois ans, afin d'avoir assez de données pour permettre des comparaisons des grandes tendances la répartition des observations à différents moments de l'enquête. Sur chacune de ces périodes, les observations sont réparties de façon assez homogènes sur le territoire et les surfaces d'observations sont quasiment équivalentes (sauf entre 2018 et 2020 avec une plus forte participation).

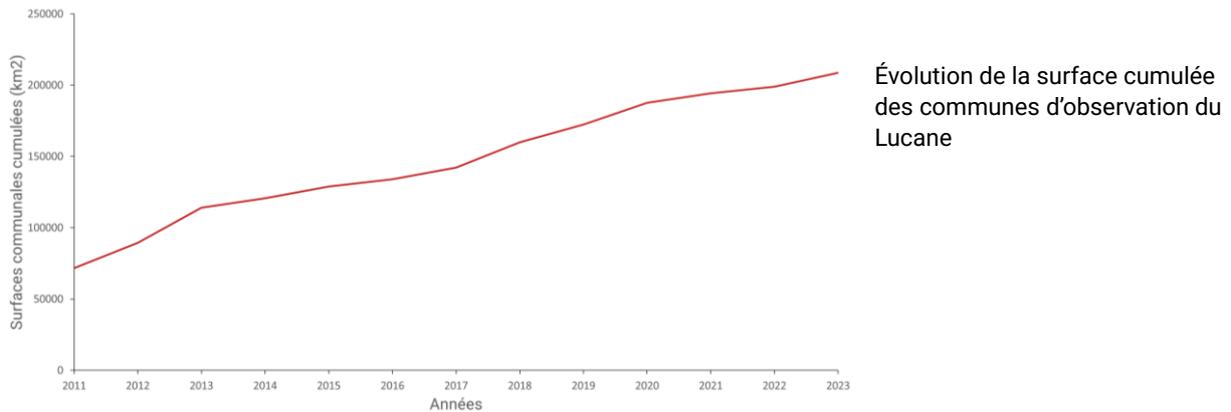
Nous pouvons cependant noter une évolution des mailles d'observations dans certains départements. C'est notamment le cas des départements des Hauts-de-France ou du Grand Est. Par exemple, le Pas-de-Calais, le nord ou encore les Ardennes ne possédaient aucune maille en 2012-2014. Depuis, les Lucanes ont été observés dans ces départements, dans plusieurs mailles à chacune de ces périodes. Le nombre de maille d'observations du Lucane a aussi légèrement augmenté dans l'Aisne ou la Marne. À l'inverse, certaines mailles d'observations de certains départements (par exemple dans le Tarn) entre 2021 et 2023, alors que l'espèce était régulièrement observée lors des périodes antérieures.

Ces observations peuvent il être les résultats de modifications de la répartition du Lucane cerf-volant en France ? Le Lucane colonise-t-il les départements du nord de la France ? Le lucane régresse-t-il dans certains départements ? Ces questions restent assez difficiles à élucider à partir des données brutes de l'enquête tant les efforts de recherche du Lucane peuvent varier entre différentes localités. Cela montre néanmoins l'importance de tendre à homogénéiser à l'échelle de la France une communication régulière autour de l'enquête. Les réponses à ces questions pourront peut-être s'éclaircir avec la suite de l'enquête et grâce à l'utilisation de modèle de distribution.

Répartition des nouvelles observations par maille de 10km
par période de 3 ans.



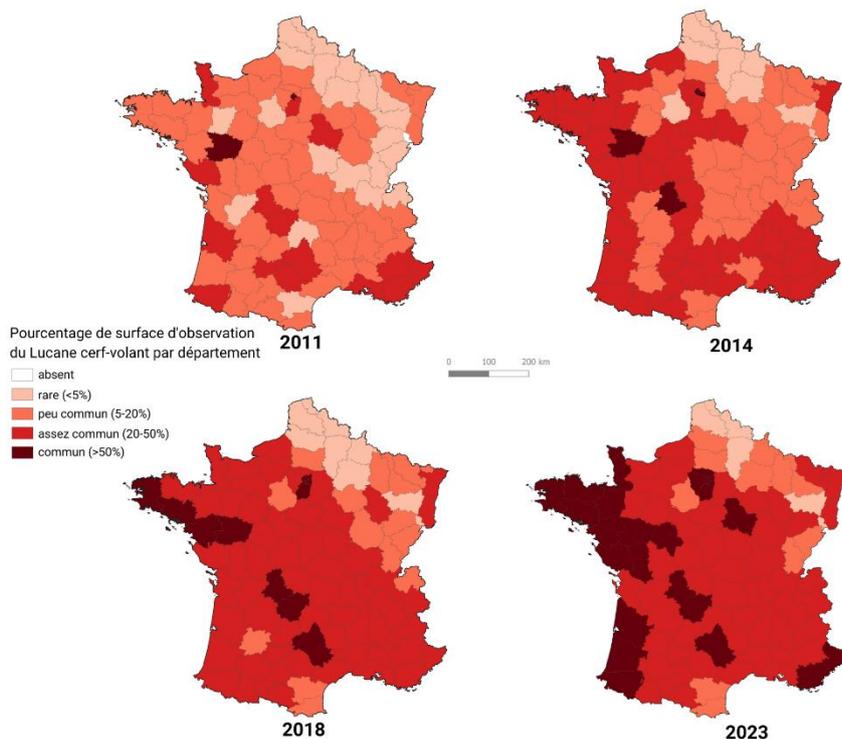
Le Lucane, est-il rare ou commun ?



L'enquête étant basée sur des données opportunistes, il est donc assez difficile d'estimer la rareté relative réelle de l'espèce en fonction des localités.

Nous pouvons cependant estimer la perception de la rareté du Lucane cerf-volant en nous basant sur ses communes d'observation. Le graphique ci-dessous représente l'évolution du pourcentage de surface des communes d'observations du Lucane (avec au moins une observation) par rapport à la surface de la France métropolitaine. Chaque année, de nouvelles observations de Lucane sont enregistrées dans des communes pour lesquelles cette espèce n'avaient pas encore été observées. Cette courbe ne formant toujours pas de plateau, cela montre bien que les limites géographiques de l'enquête ne sont pas encore atteintes.

L'accumulation de données nous a donc permis de revoir notre perception des raretés départementales du Lucane, avec la même méthode que dans un des bilans précédents (Houard et al., 2013). Il s'agit bien ici d'un indice de perception de la rareté et non de rareté réelle du Lucane. Ce pourcentage de surface d'observation par département est obtenu en divisant la somme des surfaces des communes où les Lucanes ont été observés au moins



une fois par la surface totale du département. Elle nous permet ainsi d'estimer les pourcentages de surfaces prospectées où les espèces ont déjà été observées pour chaque département.

Proportion des surfaces des communes où le Lucane a été observé au moins une fois rapportée à la surface du département

En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

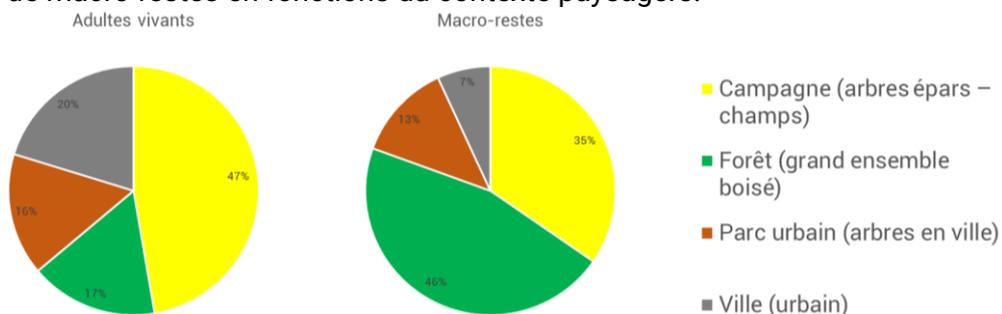
Durant les douze années de l'enquête, le pourcentage de surface de chaque département où le lucane a été observé a nettement augmenté et il est maintenant considéré comme commun dans 19 départements (hors ceux d'Île-de-France, non comparables du fait d'un nombre de communes et une surface plus faible que pour les autres départements) contre seulement un en 2011. Ces départements sont principalement situés le long de la façade atlantique. Il est aussi perçu comme commun en Haute-Vienne, Corrèze, Yonne, Aveyron, Alpes-Maritimes et dans le Var (dans ce dernier, il peut être confondu avec le Lucane tétraodon : *Lucanus tetraodon*). Il ne reste que 5 départements pour lesquels le Lucane est considéré comme rare selon les observations de l'enquête, tous situés dans le nord-est du pays : Nord, Pas-de-Calais, Aisne, Vosges et Territoire de Belfort. Les observations de Lucane ont été peu communes dans la plupart des autres départements du nord-est, mais aussi dans l'Eure-et-Loir, l'Aude et les Pyrénées-Orientales. Pour la très grande majorité du territoire, il apparaît comme assez commun. L'espèce est totalement absente de Corse (occupée par *Lucanus tetraodon*).

Il n'est cependant pas exclu que les résultats obtenus dans l'ouest soient liés à une plus forte concentration d'observateurs plutôt qu'à une forte présence du Lucane. Enfin, on remarque que la surface d'observation du Lucane par département continue d'augmenter. Ceci est notamment bien visible entre 2018 et 2023 dans les départements du nord, dans lesquelles le Lucane était plutôt considéré comme plus rare voire absent. Cette hausse de la surface d'observation perçue par l'enquête dans ces départements s'explique surtout par une augmentation de l'effort de prospection dans des communes non prospectées jusqu'alors. Les prochaines années nous aideront probablement à améliorer nos connaissances sur la présence du Lucane dans cette région.

Dans quels milieux le Lucane est-il observé ?

Dans le formulaire du site des enquêtes, il est possible de préciser le contexte paysager de votre observation du Lucane cerf-volant. Les quatre paysages de référence sont : Forêt (grands ensembles boisés et alentours), Campagne (arbres épars, bosquets, haies de bocage), Parc urbain (espaces verts en ville), Ville (jardins particuliers, alignements d'arbres).

Plus de 25 000 observations ont un contexte paysager clairement défini. Sur les graphiques ci-dessous, nous avons donc représenté la répartition des observations de Lucanes adultes vivants et de macro-restes en fonctions du contexte paysager.



Répartition des observations en fonctions du contexte paysager

Au niveau des observations d'adultes vivants, la campagne (47%) est le contexte paysager qui compte le plus d'observations. En deuxième position, ils sont observés en ville dans 20% des cas, puis en forêt (17%) et en parc urbain (16%). Les macro-restes sont eux principalement

En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

observés en forêt pour 46% d'entre eux et en campagne pour 35%. En ville et en parc urbain les observations de macro-restes sont plus rares, avec respectivement 7% et 13%.

Comment expliquer ces différences ? Pourquoi les Lucanes vivants sont-ils plus observés en ville qu'en forêt alors que cette dernière constitue leur principal habitat ? Ce résultat est probablement lié au comportement des observateurs. En effet, le Lucane est crépusculaire, il est donc beaucoup plus observable lors des belles soirées d'été, au moment où les observateurs sont justement proches de leur habitation (villes, parcs urbains ou habitations à la campagne), plutôt qu'en forêt. Ainsi, ce graphique nous informe plus sur la répartition des observateurs lors des périodes d'activités du Lucane que sur sa propre répartition.

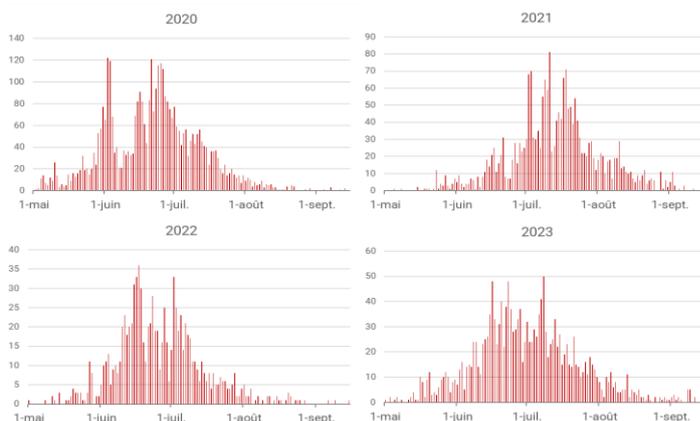
Grâce aux observations de macro-restes, nous pouvons donc nous rapprocher de la répartition réelle des Lucanes en fonction du contexte paysager. Les macro-restes sont surtout issus de la prédation d'oiseaux ou de chauves-souris sur les Lucanes. Ceux-ci restent donc sur place dans les habitats où les lucanes sont plus abondants et peuvent donc être trouvés à tout moment de la journée.

Enfin, on peut en déduire que les forêts et les haies bocagères ou arbres épars de la campagne constituent les habitats où le Lucane est plus abondant (car plus « concentré »). La larve se nourrissant de bois mort sous terre, le maintien des souches mortes et arbres morts en forêt, bosquet ou dans les haies bocagères est donc essentiel pour la conservation de cette espèce. Même s'ils sont plus rares, les macro-restes sont aussi observés en ville et parc urbains, et démontrent la présence de population dans ces milieux. Il est donc aussi important de conserver les vieux arbres dans les milieux urbains (ceci tant du point de vue de la préservation de la biodiversité que de l'adaptation au changement climatique).

Quand le Lucane est-il observé ?

Phénologie du Lucane cerf-volant

La phénologie est l'étude des variations d'un phénomène périodique dans le monde vivant en fonction du temps. Les observations de Lucane sont précisément datées et nous permettent donc d'étudier la phénologie de ces dernières. Nous essayons ici d'estimer au mieux la phénologie réelle de l'activité des Lucanes adultes, nous nous baserons donc juste sur les observations d'individus vivants, les individus morts et macro-restes sont donc exclus de ces analyses. Les données antérieures au lancement de l'enquête (avant 2011) ont aussi été retirées, celles-ci n'ayant pas eu d'effort d'observation aussi constant sur l'année que celles de l'enquête. Ces analyses sont donc basées sur un jeu d'environ 26 000 données.



Nombre d'observations par jour

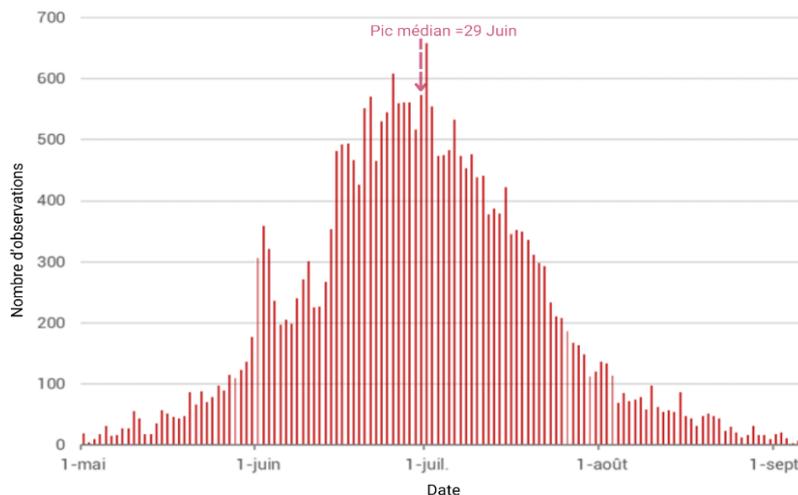
Le nombre d'observations par année varie fortement en fonction de la participation et de l'animation nationale. Les abondances ne seront donc pas interprétées. Nous pouvons seulement comparer les

En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

différents pics d'observations et la distribution temporelles des observations pour chaque année. Les graphiques ci-contre représentent donc l'évolution du nombre d'observations journalières pour les années 2020, 2021, 2022 et 2023.

La forte variabilité de la période d'activité des Lucanes suivant les années est documentée depuis longtemps (voir références dans Mendez et Thomaes, 2020). Ces variations se retrouvent donc aussi au niveau de la phénologie des observations de Lucane dans le cadre de l'enquête. Cependant, l'interprétation de ces variations reste compliquée, tant le nombre de facteurs pouvant influencer sur les Lucanes et/ou sur les observateurs est important. La phénologie des observations de certaines années montre parfois des doubles pics, mais leur interprétation reste compliquée à partir de ces données brutes. Par exemple, le phénomène de double pic de l'année 2020 pourrait être attribuable à l'anomalie de pluviométrie de plus de 35% sur le début de juin 2020 (Météofrance.fr), traduisant probablement plutôt une baisse d'observateurs sur le terrain qu'une baisse du nombre de Lucanes présents à cette période.

Nous pouvons tout de même estimer la phénologie moyenne nationale des observations de Lucane. Le graphique ci-dessous représente donc les nombres d'observations pour chaque jour de l'année, pour toutes les années d'enquêtes confondues. En supposant que la phénologie des Lucanes suit une loi normale (ou « courbe en cloche »), nous estimons ainsi le pic d'observation moyen en calculant la date médiane des observations. Ainsi, ce pic médian représente la date pour laquelle 50% des observations ont une date répartie de part et d'autre de cette valeur.



Phénologie moyenne des observations de Lucane cerf-volant

Les Lucanes cerf-volant sont observés à partir du début du mois de mai, avec une augmentation plus forte des observations journalières à partir de début juin. La majorité des observations sont faites sur les mois de

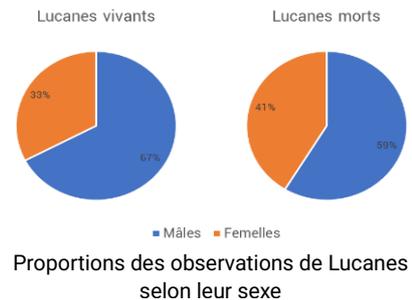
juin et juillet et le pic médian apparaît le 29 juin. Ensuite, les Lucanes adultes sont observés jusqu'au début du mois de septembre. Le petit pic observé au début de juin est probablement un artefact dû au premier pic du double pic d'observation enregistré en juin 2020, et ne reflète probablement pas la présence d'un pic plus précoce d'activité du lucane.

Quelques observations sont datées en dehors de cette période et peuvent être dues à des erreurs de saisie (mauvaise date, saisie de « individus vivants » pour des macro-restes ou des individus retrouvés morts) ou à des émergences intempestives de Lucanes, ce phénomène étant documenté depuis longtemps (Marie, 1959). Ces observations restent cependant très minoritaires dans le jeu de données.

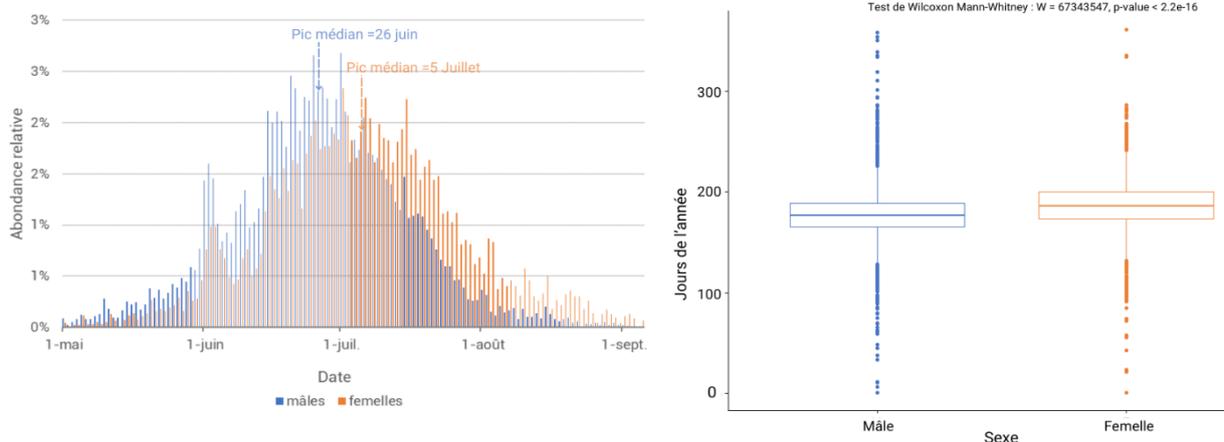
Phénologie en fonction du sexe

Le formulaire de l'enquête permet aussi de renseigner le sexe des individus observés. Grâce à ces données nous pouvons aussi tracer les phénologies d'observations de chacun des sexes.

Les observations de femelles sont nettement moins nombreuses, elles ne représentent qu'un tiers des observations de Lucanes vivants. Cependant, ce ratio ne reflète pas une réalité, il existe probablement ici un biais lié à la morphologie plus imposante des mâles les rendant bien plus visibles que les femelles, qui sont plus petites et plus discrètes. En calculant le ratio des sexes chez les observations de Lucanes morts, on obtient un ratio probablement plus proche de la réalité.



L'histogramme à gauche ci-dessous représente donc les abondances relatives (pourcentage) d'observations de Lucanes mâles et femelles par jours de l'année (toutes années confondues). Le graphique en boîte à droite permet de visualiser la distribution des observations de Lucanes pour chacun des sexes en fonction du temps (quantièmes). Le rectangle représente les 50% de données comprises entre le premier et troisième quartiles (limites supérieures et inférieures du rectangle). Le trait horizontal au centre indique la médiane (pic médian). Un test statistique de Wilcoxon-Mann-Whitney a ensuite été réalisé pour vérifier si les distributions temporelles des observations de mâles et de femelles étaient significativement différentes.



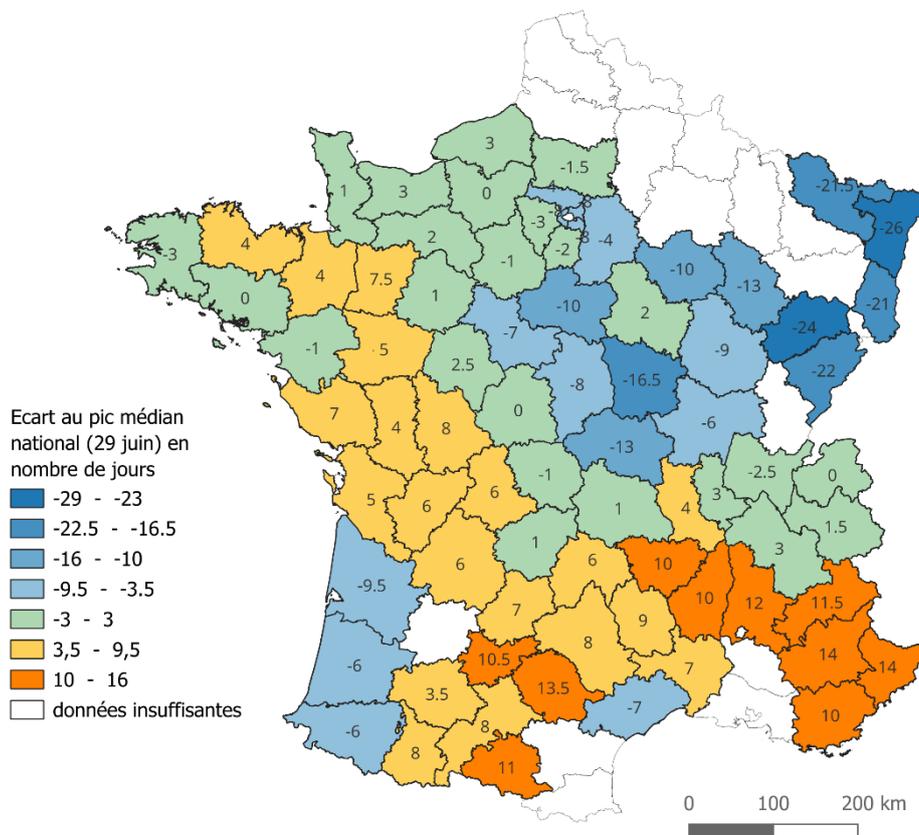
Les deux sexes ont des phénologies d'observations significativement différentes. Ils sont tous deux observés de mai à fin août, mais avec un décalage du pic médian d'observation de 9 jours. Le pic médian des observations de mâles est atteint le 26 juin, alors que celui des femelles est le 5 juillet.

La phénologie plus précoce des mâles par rapport aux femelles est documentée depuis longtemps (Clark, 1964). L'évolution du sexe-ratio, en faveur des mâles sur la première moitié de la période d'activité puis des femelles dans la deuxième moitié a aussi été démontré (Fremlin, 2009). Ce décalage de phénologie en fonction du sexe se manifesterait notamment par la position de la loge de métamorphose qui est plus profonde, pour les nymphes de

femelles par rapport à celles des mâles (Tochtermann, 1992). Les observations transmises pour l'enquête Lucane viennent donc de confirmer ces tendances à l'échelle de la France.

Phénologie et géographie

Grâce à la bonne répartition des données de l'enquête, nous pouvons aussi étudier les variations géographiques de la phénologie des observations. Les pics d'observations départementaux sont estimés en calculant les dates médianes (pic médian) des observations de chaque département ayant au moins 80 observations. La carte ci-dessous représente les écarts en nombre de jours des pics médians départementaux par rapport au pic médian national. Ils sont calculés en soustrayant la date du pic médian national à celle de chaque pic médian départementaux.



Écarts des pics médians d'observations départementaux au pic médian d'observation national (29 juin)

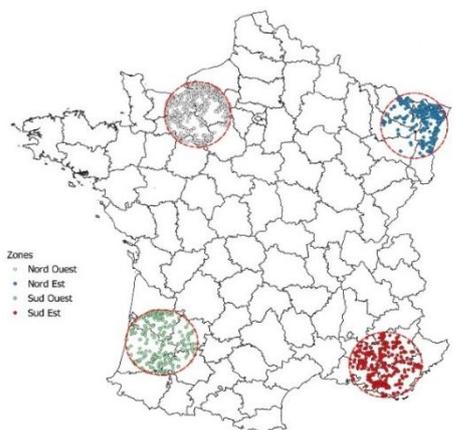
La phénologie des observations de Lucanes varie fortement entre les départements. La plus grande différence de pic médian est entre le Bas-Rhin et des Alpes maritimes, ce dernier ayant un pic d'observation 41 jours plus tard que le premier.

Nous pouvons d'abord observer une certaine continuité géographique des écarts de phénologies entre certaines départements voisins. Quelques regroupements de départements ayant des phénologies d'observations assez proches peuvent être identifiés. Dans le nord-est de la France, on remarque tout d'abord une grande région où les pics médians d'observations Lucanes sont les plus précoces. Cette région regroupe les départements d'Île-de-France, du Grand-Est, de la Bourgogne-Franche-Comté et de l'est du Centre-Val-de-Loire. Une autre région à phénologie plutôt tardive se dessine dans le sud de la France. Celle-ci comprend les départements des régions Provence-Alpes-Côte-D'azur, d'Occitanie, et du sud de l'Auvergne-

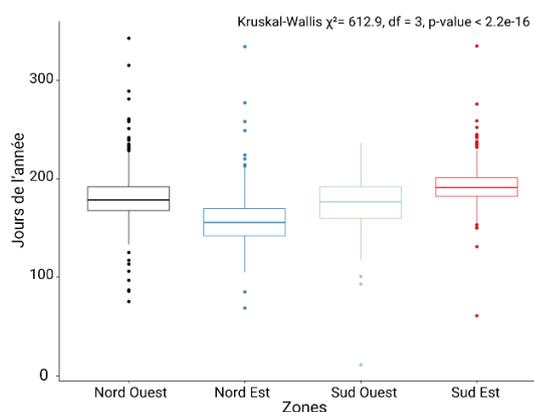
En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

Rhône-Alpes. Certains départements du nord de la Nouvelle-Aquitaine, du sud des Pays de la Loire et du nord de la Bretagne ont aussi une phénologie légèrement tardive. Un petit regroupement de département du sud-ouest de la France, des Pyrénées-Atlantiques à la Gironde ont cependant des phénologies légèrement précoces par rapport aux pic médian national. Enfin, on remarque aussi des départements ayant des pics médians d'observations proches du pic médian national, c'est le cas des départements du sud de la Bretagne, du Lot-et-Garonne, du Gers, des départements la Normandie, de l'Eure-et-Loir, de l'Indre-et-Loire, de l'Indre et des départements du nord de la régions Auvergne-Rhône-Alpes (sauf l'Allier). Certains de ces départements semblent dessiner une ligne de séparations entre la zone du nord-Est, à phénologie précoce, avec les autres départements de l'ouest et du sud ayant globalement des phénologies plus ou moins tardives (sauf sud Bretagne et sud-ouest de nouvelle aquitaine). Des départements ont des phénologies d'observations assez différentes de leurs voisins, comme par exemple, pour l'Hérault dont le pic médian est légèrement précoce alors que les autres départements du pourtour méditerranéen ont des pics plus tardifs. Ces départements montrent qu'il reste tout de même de potentiels biais pouvant interférer dans les résultats.

Afin de tester la significativité des différences de phénologie, nous avons sélectionnés quatre zones d'échantillonnage où le Lucane a été observé. Ces zones ont un diamètre de 150 kilomètres, et contiennent des efforts d'observations relativement proches (sauf pour la zone nord-ouest qui enregistre un nombre plus important d'observations mais sert d'échantillon pour les régions à phénologie « moyenne »). Les quatre zones sont représentées sur la carte ci-dessous et les diagrammes en boîte représentent leur phénologie des observations respectives. Le test statistique de Kruskal-Wallis nous permet de tester si les quatre échantillons ont des répartitions des observations significativement différentes et le test de Wilcoxon-Mann-Whitney compare les échantillons deux à deux. Les différences sont considérées significatives si la p-value est inférieure à 0.05.



	Nord Ouest	Nord Est	Sud Ouest	Sud Est
Nombre d'observations	1089	557	620	564
Pic médian	27 juin	04 juin	25 juin	10 juillet



Test de Wilcoxon-Mann-Whitney

	Nord Ouest	Nord Est	Sud Ouest
Nord Est	<2e-16		
Sud Ouest	0.0029	<2e-16	
Sud Est	<2e-16	<2e-16	<2e-16

Méthode d'ajustement des p-value : holm

Phénologie des Lucanes cerf-volant en fonction de la localité

Les phénologies d'observations de Lucanes cerf-volant dans les quatre zones d'échantillonnage choisies sont significativement différentes. La zone du nord-est a les observations les plus précoces alors que celles du Sud-Est sont nettement plus tardives. Le Nord-Ouest et le Sud-Ouest ont des phénologies plus proches, mais les différences restent

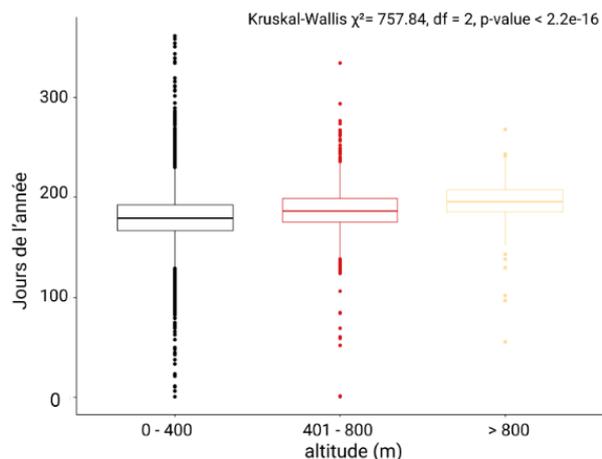
tout de même significatives. Le Sud-Ouest a des observations légèrement plus précoces que le Nord-Ouest.

Comment expliquer ces résultats contre-intuitifs ? Pourquoi les observations du Nord-Est sont-elles aussi précoces ? Pourquoi celles au sud sont-elles tardives ?

La période d'activité des Lucanes peut varier géographiquement. Cela a déjà été démontré à l'échelle de l'Europe de l'Ouest par une étude menée à partir des données du programme européen sur le Lucane cerf-volant *European Stag Beetle Monitoring Network* (Thomaes et al., 2021). Ce programme de sciences participatives se base sur des transects. Les auteurs de cette dernière étude ont mis en évidence une phénologie plus précoce chez les Lucanes du Nord de l'Europe (Grande-Bretagne, Belgique, Pays-Bas, Allemagne et Pologne) par rapport à ceux du Sud-Est (Suisse, Italie, Slovénie et Croatie). Les Lucanes ont aussi été comparés avec ceux du Sud-Ouest (Portugal, Espagne et quelques transects du Sud-Ouest de la France), qui enregistre une phénologie légèrement moins précoce que ceux du nord. À l'échelle de l'Italie, une étude a aussi montré que les Lucanes des plus hautes latitudes avaient des phénologies plus précoces que ceux à des latitudes plus basses (Romiti et al., 2017).

Une autre étude italienne menée à partir d'observations de sciences participatives a démontré l'existence de variations de la phénologie des Lucanes cerf-volant en fonction de l'altitude (Campanaro et al, 2017). D'après ces auteurs, la phénologie des Lucanes cerf-volant serait plus tardive en altitude. Selon Thomaes et al. (2021), toujours d'après les données du programme européen sur le Lucane cerf-volant, la phénologie plus précoce des Lucanes du nord de l'Europe par rapport au Sud-Est s'expliquerait par le fait que certains transects du Sud-Est avaient été réalisés sur les reliefs alors que tout ceux du nord avait été réalisés dans des plaines.

Les données de l'enquête Lucane sont précisément localisées, grâce à cela, nous avons pu obtenir l'altitude de chacune d'entre elles. Le graphique ci-contre représente les phénologies des observations de Lucanes cerf-volant à différents intervalles d'altitude (entre 0 et 400m, de 401 à 800m et au-delà de 800m). Un test de Kruskal-Wallis a été réalisé pour vérifier la significativité des différences de phénologie en fonction de l'altitude.



Phénologie des observations de Lucanes en fonction de l'altitude

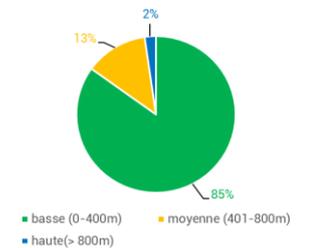
La phénologie des observations est significativement plus tardive avec l'augmentation de l'altitude. Les observations réalisées à plus de 800m sont les plus tardives, celles réalisées entre 401 et 800m sont plus tardives que celles réalisées entre 0 et 400m.

En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

Ainsi, les phénologies des observations des départements du sud pourraient en partie s'expliquer par les nombreux reliefs présents sur ces départements (Massif central et Alpes), Alors que les départements du Nord-Est sont principalement constitués de plaines, bien qu'ils possèdent aussi quelques reliefs (Jura et Vosges) toutefois moins propice au Lucane.

Cependant, l'altitude ne peut totalement expliquer ces différences. En effet, les observations de Lucanes sont minoritaires (voir graphique ci-contre). Comme vu précédemment, si le Lucane est bien présent dans les vallées et en bordure de reliefs, celui-ci semble éviter les plus hauts reliefs du Massif central et des Alpes.

Les facteurs déclenchant l'émergence des Lucanes adultes sont assez mal connus. Néanmoins, les phénologies les plus précoces semblent coïncider avec les régions à climat plutôt continental alors que les phénologies les plus tardives coïncide plutôt avec les régions à climat méditerranéen. Les observations de l'ouest de la France, dont les écarts de phénologie sont moins marqués, coïncident avec un climat plutôt océanique. Il n'est donc pas impossible que ces phénologies soient en partie influencées par ces climats.



Proportions d'observations par intervalle d'altitude

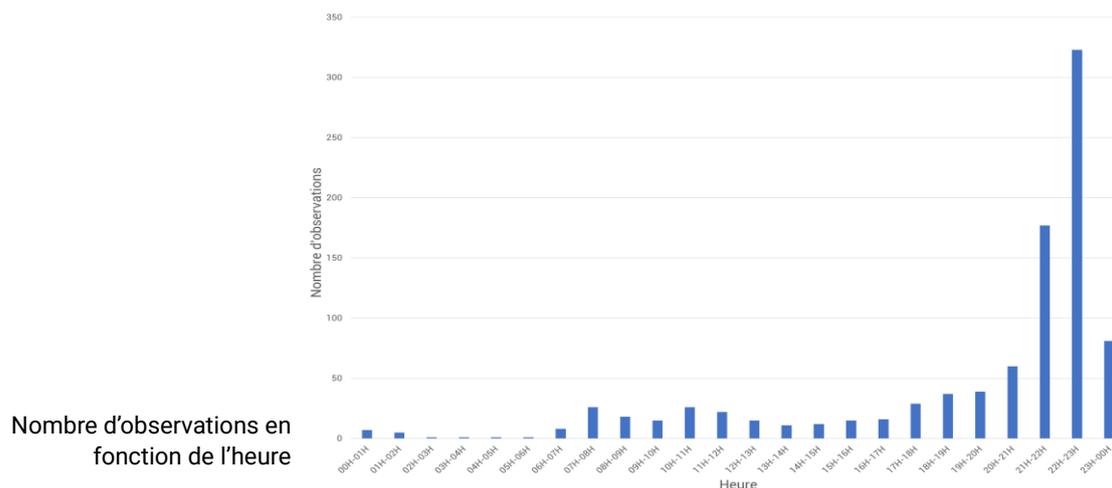
D'autres paramètres ont aussi été étudiée par Thomaes et *al.* (2021), tels que la réponse à la température et l'heure d'activité des Lucanes. Ils ont notamment montré que les Lucanes du Sud-Est de l'Europe étaient plus actifs que ceux du nord pour des températures en dessous de 25°C, alors qu'au-delà de 25°C, ils ont observé une chute d'activité des Lucanes du sud-est alors que les Lucanes du nord reste actifs. Ces derniers ont aussi un pic d'observation après le coucher du Soleil, alors que le pic des Lucanes du Sud-Est arrive 20 minutes avant le coucher du soleil.

Les variations géographiques de ces paramètres sont probablement liées aux différences de climats et particularités régionales comme l'altitude. Ils pourraient aussi s'expliquer par la présence de populations de Lucanes ayant des écologies différentes.

Par exemple, la présence du taxon *pontbrianti* dans la moitié sud de la France pourrait aussi expliquer certaines de différences. L'une des pistes explorées est la présence en mélange de *L. pontbrianti* en plus de *L. cervus* au sens strict dans le sud de la France, alors que seul *L. cervus* serait présent dans le nord. Divers témoignages naturalistes pointent notamment des différences morphologiques et comportementales (phénologie horaire) entre les populations de *Lucanus* septentrionales et méridionales (De Miré, 2022) mais nous n'avons cependant trouvé aucune étude ou témoignage de naturaliste traitant de leurs phénologies respectives.

Heure d'observation

Dans le formulaire de l'enquête, il n'existe pas encore de case spécifiée pour renseigner l'heure des observations. Cependant, 946 observations ont été accompagnées d'une heure (ou intervalle d'heures) plus ou moins précises (par exemple « observé en vol à 21h15 » ou encore « mâles observés entre 21h et 21h30 »). Nous avons donc pu récupérer ces dernières afin de les discrétiser en intervalle d'une heure. Le graphique ci-dessous met donc en évidence un nombre d'observations réalisées par heure.



Ce graphique met bien en avant l'activité crépusculaire et nocturne du Lucane cerf-volant. La majorité des observations sont réalisées le soir, principalement entre 21h et 23h. Ces deux heures sont aussi celles où les rencontres entre observateurs et Lucanes sont les plus probables. En effet, à cette heure-ci, les observateurs potentiels sont souvent chez eux, et les Lucanes commencent à s'activer. Il n'est donc pas rare de croiser des mâles en plein vol près des habitations, dans son jardin, terrasse ou son balcon.

Des variations géographiques des heures d'activité des Lucanes ont été mises en évidence par Thomaes et *al.* (2021). Nous ne disposons cependant ici de trop peu d'observations avec heures d'observations pour vérifier correctement ce phénomène à l'échelle de la France. Afin de permettre ce genre d'analyses, nous ajouterons donc prochainement une case dédiée à l'heure d'observation dans le formulaire du site des enquêtes de l'Opie. Cela ne concernera que les observations de Lucanes cerf-volant vivants, vous pourrez aussi y cocher une case précisant s'ils ont été observés en vol ou posés.

L'analyse horaire des observations permettront aussi d'apporter des éléments dans la différenciation du taxon *pontbrianti* avec *L. cervus*. *L. pontbrianti* serait notamment plus diurne alors que *L. cervus* est plutôt crépusculaire ou nocturne (Tronquet et *al.* 2015, De Mirée, 2022).

Quelles pressions pèsent sur le Lucane ?

Le déclin du Lucane dans les pays d'Europe du Nord est principalement dû à la destruction de ses habitats par les activités humaines (Harvey et *al.*, 2011). Le Lucane étant inféodé aux milieux boisés et surtout au bois mort, la sylviculture et l'agriculture intensive sont identifiées comme les principales causes (« nettoyage » des sous-bois, arrachage des souches mortes, destruction des haies dans les campagnes).

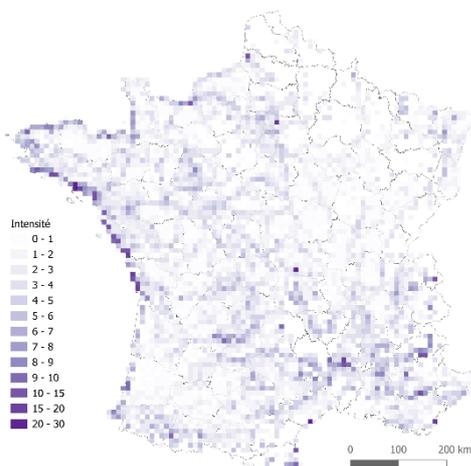
En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

Si à l'échelle de la France les populations de Lucane sont plutôt stables et florissantes, ceux-ci subissent tout de même localement différentes pressions anthropiques. Afin de maintenir ces populations, nous avons donc tout intérêt à identifier ces pressions et de surveiller leurs effets sur les Lucanes.

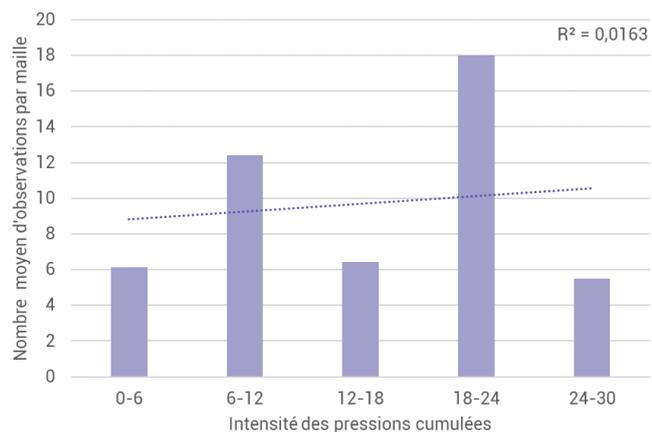
Récemment, les différentes pressions pesant sur la biodiversité terrestre en France métropolitaine ont été synthétisées par le Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel (PatriNat OFB/MNHN/CNRS/IRD) (Cherrier et *al.*, 2021 ; Suarez et *al.*, 2023). Celui-ci identifie les différents risques d'impact des pressions anthropiques sur la biodiversité en France en estimant et cartographiant les différents niveaux de plusieurs pressions. Grâce à leurs méthodes et leurs données, nous avons voulu visualiser la répartition des observations de Lucane en fonction de différentes pressions. Pour cela, nous avons utilisé les données cartographiées des intensités de pressions cumulées de quatre grands types d'activités humaines : la fréquentation/dérangement, l'agriculture intensive, l'urbanisation et la sylviculture.

Sur chaque carte, seules les mailles avec des observations de Lucane cerf-volant sont représentées. La couleur de la maille dépend de l'intensité des pressions cumulées pour chaque grand type de pressions. Pour chacune d'entre elle, un graphique représente aussi la répartition des observations en fonction de l'intensité de pression sur les mailles. Nous avons aussi testé la corrélation entre chaque intensité de cumul de pressions et le nombre d'observations en réalisant un test de détermination de Pearson. Une valeur de R^2 proche de zéro indique qu'il n'existe pas ou peu de corrélation entre les deux paramètres alors qu'un R^2 proche de 1 indique l'existence d'une corrélation.

Lucane et fréquentation/tourisme



Carte d'intensité des pressions sur les mailles d'observation du Lucane cerf-volant



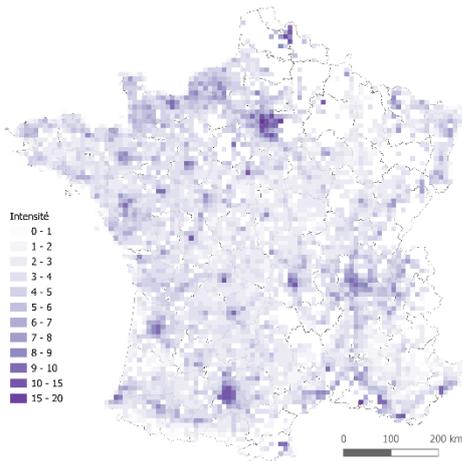
Nombre moyen d'observations par maille en fonction de l'intensité des pressions

Les pressions liées à la fréquentation se définissent ici comme étant des « perturbations comportementales d'espèces par la présence humaine, d'engins ou de constructions sur des zones fonctionnelles... ». Elles regroupent principalement des activités de tourisme, loisir ou de sport. Elles sont généralement difficiles à quantifier (Cherrier et *al.*, 2021).

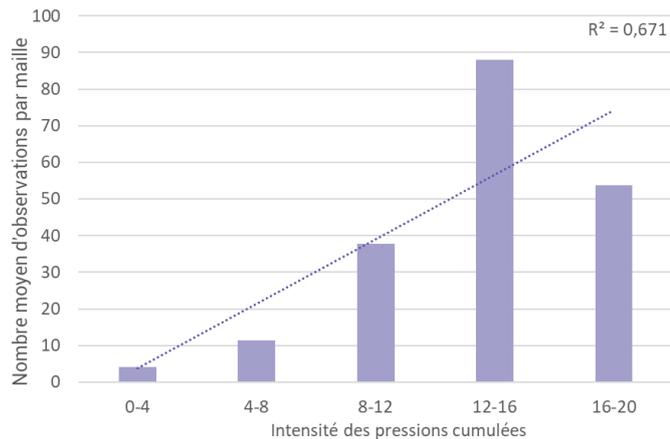
En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

D'après les données de l'enquête, aucune corrélation ne peut être démontrée entre les observations de Lucane par maille et l'intensité de pressions liées à la fréquentation et le tourisme. Les observations de Lucane sont même nombreuses dans des mailles à forte intensité de pression (18 observations en moyenne pour les mailles avec une intensité comprise entre 18 et 24). Ce résultat s'explique assez simplement par le fait qu'une forte fréquentation touristique entraîne aussi probablement un plus fort nombre d'observateurs potentiels et donc d'observations de Lucanes. L'effet de ces pressions sur les populations de Lucane reste donc assez difficile à estimer à partir des données de l'enquête.

Lucane et urbanisation



Carte d'intensité des pressions sur les mailles d'observation du Lucane cerf-volant

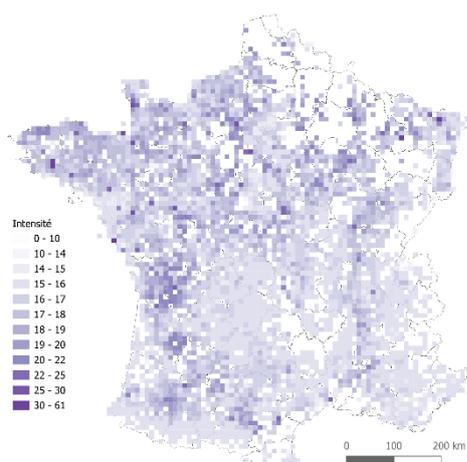


Nombre moyen d'observations par maille en fonction de l'intensité des pressions

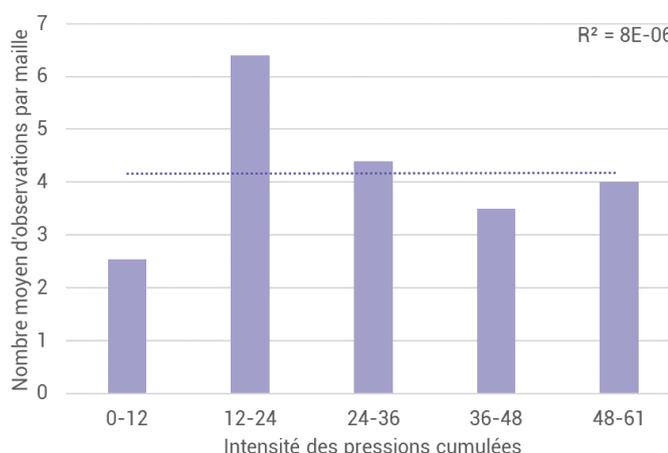
Les pressions cumulées liées à l'urbanisation sont ici définies par le niveau d'artificialisation des sols et les pressions liés aux réseaux de transports (routes et voies ferrées).

Le nombre moyen d'observations par maille est presque significativement corrélés à l'intensité des pressions liées à l'urbanisation. Sur le graphique ci-dessus, le nombre d'observations de Lucanes par maille augmentent avec l'intensité des pressions, sauf pour les mailles où l'intensité est maximale (entre 16 et 20). Ce résultat s'explique probablement par la répartition des observateurs, plus nombreux dans les zones urbaines, et ne reflète pas la répartition réelle des Lucanes sur les gradients d'urbanisation. Les conséquences de l'artificialisation des sols sont pourtant aujourd'hui bien connues. L'urbanisation, notamment par l'artificialisation des sols, a plutôt tendance à détruire les habitats potentiels de Lucanes et donc à avoir un effet négatif sur ses populations. Les données de l'enquête ne permettent cependant pas de mettre en avant les effets potentiels de l'urbanisation sur les Lucanes cerf-volant.

Lucane et agriculture intensive



Carte d'intensité des pressions sur les mailles d'observation du Lucane cerf-volant



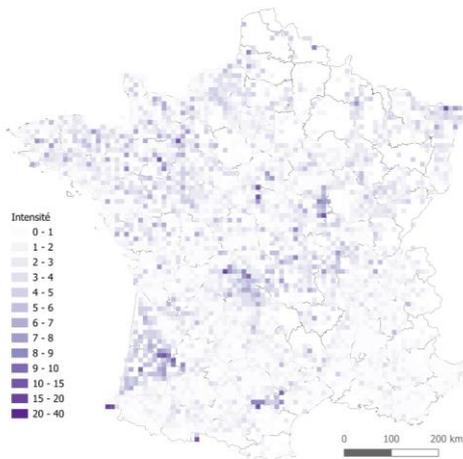
Nombre moyen d'observations par maille en fonction de l'intensité des pressions

Les pressions liées à l'agriculture intensive regroupent ici la pollution liée aux pesticides, la perte d'habitat et la pollution aux nitrates et phosphores dans les eaux de surface.

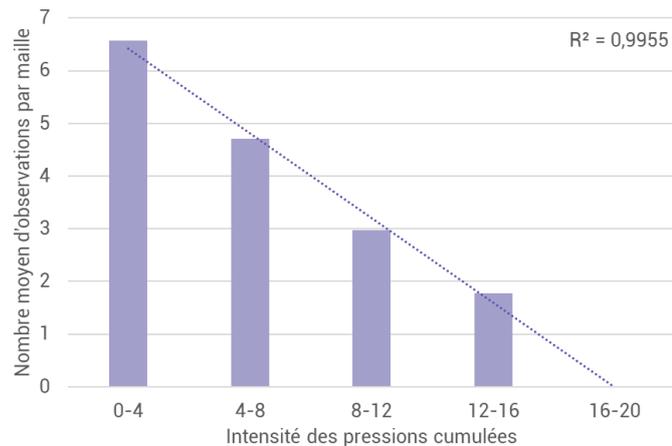
D'après les observations collectées par l'enquête, nous n'obtenons aucune corrélation significative entre l'intensité des pressions liées à l'agriculture intensive et le nombre d'observations de Lucane par maille. Le nombre de Lucanes observés par maille ne varie que très peu entre chaque intervalle d'intensité de pressions.

Pourtant, Harvey et *al.* (2011) avaient bien identifié les pressions liées à l'agriculture comme étant l'une des causes du déclin du Lucane en Europe du Nord. De plus, les effets dévastateurs de l'agriculture intensives sur les populations d'insectes, principalement par l'utilisation de pesticides et par la destruction des habitats, sont maintenant très bien identifiés (Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019 ; Seibold et *al.*, 2019 ; Jactel et *al.*, 2020 ; Jactel et Grandcolas, 2021).

Lucane et sylviculture



Carte d'intensité des pressions sur les mailles d'observation du Lucane cerf-volant



Nombre moyen d'observations par maille en fonction de l'intensité des pressions

Les pressions cumulées liées à la sylviculture comprennent ici les pressions liées aux plantations intensives, à l'enrésinement et aux coupes forestières.

La corrélation du nombre d'observations de Lucanes par mailles avec l'intensité des pressions liées à la Sylviculture intensive est nettement significative ($R^2=0.99$). Le nombre de Lucanes observé par mailles diminue avec l'augmentation de l'intensité des pressions liées à la sylviculture.

En effet, la sylviculture intensive est une des causes de la régression du Lucane qui a déjà été identifié (Harvey et al., 2011). Le Lucane a un développement larvaire assez long (3-4 ans) et nécessite la présence de bois morts.

L'enrésinement, c'est-à-dire le reboisement par des arbres résineux est aussi néfaste pour les populations de Lucanes, celui-ci étant plutôt inféodé aux bois de feuillus.

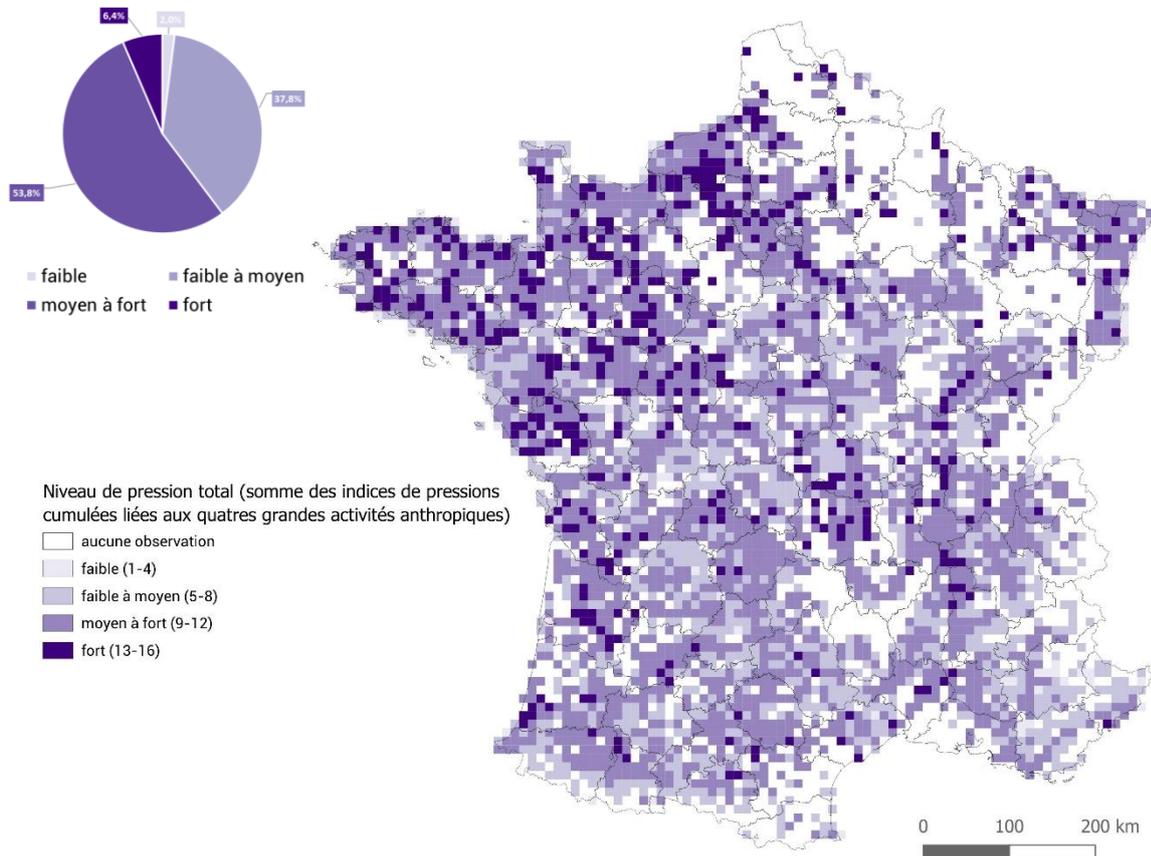
Où le Lucane risque-t-il de subir le plus de pressions ?

Pour répondre à cette question, toutes les pressions liées à ces quatre grands types d'activités anthropiques ont été regroupées en une seule carte.

Pour chacun des quatre grands types d'activité humaine, chaque maille d'observation du Lucane cerf-volant s'est vu attribuer un indice (0, 1, 2, 3 ou 4) en fonction de l'intensité des pressions cumulées liés au type d'activité humaine. L'indice 0 est donné aux mailles à intensité de pressions nulle, l'indice 1 (pressions faibles) a été attribué pour les mailles à valeur d'intensité comprise entre 0% et 25% de la valeur d'intensité maximale, l'indice 2 (pressions faibles à moyennes) a été attribué pour les mailles à valeur comprise entre 25% et 50%, l'indice 3 (pressions moyennes à fortes) entre 50% et 75% puis l'indice 4 (pressions fortes) entre 75% et 100%. Par exemple, l'intensité maximale des pressions cumulées liées à la sylviculture est 20, les intervalles des indices de niveau de pressions 1,2,3 et 4 correspondent donc respectivement aux intervalles d'intensité suivants : 0 à 5, 5 à 10, 10 à 15 et 15 à 20. Les mailles dont l'intensité des pressions cumulées liées à la sylviculture est nulle ont donc un indice de niveau de pression de 0.

En quête d'insectes : le Lucane cerf-volant

Chaque maille a donc obtenu quatre indices différents correspondant chacun à un niveau de pressions pour chaque grand type d'activités humaines. Les niveaux de pressions cumulées indiqués sur la carte ci-dessous correspondent à la somme des quatre indices de niveaux de pression pour chaque maille. Les mailles à niveau de pressions cumulées « faible » ont une valeur comprise entre 1 et 4, celles à niveau « faible à moyen » ont une valeur comprise entre 5 et 8, celles à niveau « moyen à fort » ont une valeur comprise entre 9 et 12, puis celles à niveau « fort » ont une valeur comprise entre 13 et 16.



Niveau de pressions cumulées sur les mailles d'observation du Lucane cerf-volant

Seulement 2% des mailles d'observation du Lucane ont un niveau de pression considéré comme faible et 37,8% des mailles ont un niveau faible à moyen. Sur la majorité des mailles (53,8%), le Lucane subit un niveau de pression considéré comme moyen à fort. Sur les 6,4 % restants de cette surface, le niveau de pressions cumulées est fort. Les mailles à niveau de pression fort sont beaucoup plus concentrées dans le quart nord-ouest de la France, alors qu'elles sont nettement plus rares dans le quart sud-est. De même, les mailles à pressions faibles ou faible à moyen sont tout de même plus rares dans le nord-ouest de la France. Les mailles à niveau de pression moyen à fort semblent réparties de manière assez homogène sur tout le territoire, sauf dans le quart sud-est où elles sont tout de même moins nombreuses.

Toutes les pressions cumulées ici n'influent pas toute avec la même intensité sur les populations de Lucane, mais cette carte met tout de même en avant les zones à forte potentialité de pressions sur l'espèce. Elle permet donc de visualiser des zones à surveiller pour la suite de l'enquête, dans le cadre du rapportage DHFF et dans le schéma de surveillance terrestre de la biodiversité.

Quelles sont les perspectives pour la suite de l'enquête ?

L'enquête a permis de formaliser et de consolider nos connaissances sur la répartition nationale du Lucane cerf-volant et de se repositionner au niveau européen. Cette enquête a permis de démontrer un plutôt bon état de conservation des populations de l'espèce en France. L'amélioration des connaissances permet année après année d'affiner la répartition, l'enquête n'ayant toujours pas atteint une complétude spatiale et temporelle satisfaisante.

La poursuite de l'enquête est aussi essentielle pour réaliser l'état des lieux sur la conservation de l'espèce en France, évaluation qui a lieu tous les 7 ans dans le cadre de la Directive « Habitat-Faune-Flore ».

Les données des enquêtes de l'Opie sont aussi régulièrement mises à disposition de la collectivité au travers du SINP et sont donc disponibles pour tous.

Dans le cadre des investigations au niveau européen, ces données vont être prises en compte et utilisées pour mieux comprendre les caractéristiques de l'espèces et dont sa phénologie qui reste largement incomprise.

Les photographies devraient également être valorisées pour des études sur la morphologie des mâles et l'identification du taxon méridional dont l'ensemble des traits écologiques méritent d'être précisés.

Le formulaire de l'enquête permettra bientôt d'ajouter de manière optionnelle, l'heure d'observation qui s'avère être un élément important pour éclaircir la phénologie des différentes populations de Lucanes-

Ces données complètent aussi celles du programme participatif européen sur le Lucane cerf-volant, dont le protocole se base sur des transects de 500m à répéter en juin et juillet en fonction de certaines conditions météorologiques particulières. Pour plus d'informations ou pour vous enregistrer vous pouvez consulter le site suivant : <https://www.stagbeetlemonitoring.org/francais-fr/>

L'animation nationale de l'enquête par l'Opie et la prospection de structures locales partenaires va donc se poursuivre dans les années à venir, afin de maintenir un suivi régulier des Lucanes cerf-volant de France.

Matériels et méthodes

Le jeu de données contient :

Les observations de Lucanes récoltées par l'Opie (enquête Lucane) ;

Les données anciennes issue de la base de données de l'Opie et agrégées en parallèle de l'enquête ;

Les observations de Lucanes issues de l'application INPN espèces

Ces différents jeux de données ont été fusionnés dans une table unique et exploitée à l'aide du Logiciel R (version 4.2.2). Un traitement des données a ensuite été réalisé afin d'identifier et supprimer les doublons.

Les cartes ont été réalisées sur Qgis (version 3.30.0). Les graphiques ont été réalisés sur Microsoft Excel et sur le logiciel R.

Bibliographie

- CAMPANARO, A., HARDERSEN, S., REDOLFI DE ZAN, L., ANTONINI, G., BARDIANI, M., MAURA, M., MAURIZI, E., MOSCONI, F., ZAULI, A., BOLOGNA, M.A., ROVERSI, P.F., SABBATINI PEVERIERI, G., MASON, F. (2017) - Analyses of occurrence data of protected insect species collected by citizens in Italy. In : CARPANETO, G.M., AUDISIO, P., BOLOGNA, M.A., ROVERSI, P.F., MASON, F. (Eds) Guidelines for the Monitoring of the Saproxylic Beetles protected in Europe. *Nature Conservation* 20: 265-297.
- CHERRIER, O., PRIMA, M-C., ROUYEYROL, P. (2021) - Cartographie des pressions anthropiques en France continentale métropolitaine - Catalogue pour un diagnostic du réseau d'espaces protégés, UMS PatriNat (OFB/CNRS/MNHN), Paris, 110p.
- CLARK, J.T. (1964) The stag beetle in North-East Essex. *The Essex Naturalist*, 31 : 167–17.
- Conseil des communautés européennes (1992) - Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 Mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. *Journal Officiel de l'Union Européenne*, L206, 27 juillet 1992.
- BRUNEAU DE MIRÉ P. (2022). L'envol du Lucane. *Le Coléoptériste*, 25 (3) : 164-165. (OCR, relecture et annotations : MEUNIER J.-Y. & ABERLENC H.-P.)
- FREMLIN, M. (2009) Stag beetle (*Lucanus cervus* (L., 1758), Lucanidae) urban behaviour. Proceedings of the 5th Symposium and Workshop on the Conservation of Saproxylic beetles (ed. by J. Buse, K.N.A. Alexander, T. Ranius and T. Assmann), pp. 161–176. Pensoft, Sofia, Bulgaria.
- FREMLIN, M. (2023) The sexual maturity of female Stag Beetles *Lucanus cervus* (Col: Scarabaeoidea: Lucanidae) during the reproductive season. *Bulletin of the Amateur Entomologists' Society* : 82, pp 77-87.
- HARVEY D.J., GANGE A. C., HAWES C.J., RINK M., (2011) - Bionomics and distribution of the stag beetle, *Lucanus cervus* (L.) across Europe. *Insect Conservation and Diversity* 4 : 23-38.
- HOUARD X., MÉRIGUET B. et MERLET F. (2012) – Le Lucane cerf-volant : premiers résultats de cette opération participatives. *Insectes*, 165 (2), pp. 13-16.
- HOUARD X., MÉRIGUET B. et MERLET F. (2013) - Enquête Lucane : jamais deux sans trois. *Insectes*, 169 (2), pp. 33-34.
- JACTEL & al. (2020). Insect decline : immediate action is needed. Comptes rendus. Biologie, Tome 343. Académie des sciences.
- JACTEL & GRANDCOLAS (2021). L'avenir des insectes est entre nos mains. La Recherche. N°567.
- KLIMCZAK, É., MÉRIGUET, B., (2021) – Lucane : bientôt 10 ans d'enquête. *Insectes* 201 pp. 27-30.
- LÉANDRO, C., Lucane cerf-volant : enquête et modèle de distribution (2020). *Insectes* 199, pp. 29-31.
- LÉANDRO C., JAY-ROBERT P., MÉRIGUET B., HOUARD X. & RENNER I. W. (2020). Is my SDM good enough ? Insights from a citizen science dataset in a point process modeling framework. *Ecological modeling*, 438.
- LE GUYADER P., FOSSIER C., MÉRIGUET B. & HOUARD X. (2014) - Enquête Lucane : Bilan 2011-2013. *Insectes*, 174 (3), pp. 35-36.
- MÉRIGUET B., MERLET F. & HOUARD X., (2012) - Enquête d'insecte : le Lucane cerf-volant - Bilan 2011 et perspectives 2012. Office pour les insectes et leur environnement – 24 p.
- MENDEZ, M. & THOMAES, Arno. (2020). Biology and conservation of the European stag beetle: recent advances and lessons learned. *Insect Conservation and Diversity*. 14.
- NIETO A. & ALEXANDER K.N.A., (2010) - European Red List of Saproxylic Beetles. Luxembourg : publication office of the European Union -56 p.

PAULIAN R., (1941) - Coléoptères Scarabéidés. *Collection Faune de France*, Volume 38. Lechevalier (ed.) - 240 p., 445 fig.

RABINOVITCH, A., DE FLORES, M., HOUARD, X. (2017) – Lucane et Rosalie : l'enquête avance. *Insectes*, 185 (2), pp. 29-30.

ROMITI, F., REDOLFI DE ZAN, L., ROSSI DE GASPERIS, S., TINI, M., SCACCINI, D., ANACLERIO, M. & CARPANETO, G.M. (2017) Latitudinal cline in weapon allometry and phenology of the European stag beetle. *Nature Conservation*, 19, 57–80.

MARIE, P. (1959) Hivernage anormal d'un *Lucanus cervus* L. (Coléopt.Scarab.). *L'Entomologiste*, 15, 125–127.

SÁNCHEZ-BAYO & WYCKHUYS (2019). Worldwide decline of the entomofauna : a review of its drivers. *Biological Conservation*, Vol 232.

SEIBOLD & al. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*. Vol 574.

SUAREZ, L., PRIMA, M-C., ROUYEYROL, P. (2023) - Croisement des enjeux de biodiversité et des pressions pour l'évaluation du réseau d'aires protégées métropolitain terrestre, PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD), Paris, 78p

TANAHASHI M., KUBOTA K., MATSUSHITA N. & TOGASHI K., (2010) - Discovery of mycangia and associated xylose-fermenting yeasts in stag beetles (Coleoptera: Lucanidae). *Naturwissenschaften* 97 : 311-317.

THOMAES, A.; BARBALAT, S.; BARDIANI, M.; BOWER, L.; CAMPANARO, A.; FANEGA SLEZIAK, N.; GONÇALO SOUTINHO, J.; GOVAERT, S.; HARVEY, D.; HAWES, C.; et al. (2021) The European Stag Beetle (*Lucanus cervus*) Monitoring Network : International Citizen Science Cooperation Reveals Regional Differences in Phenology and Temperature Response. *Insects*, 12, 813.

TOCHTERMANN, E. (1992) Neue biologische fakten und probematik der Hirschkäferförderung. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 47, 308–311.

TRONQUET M., 2015. *Catalogue des Coléoptères de France. Index, errata, données nouvelles. Supplément au tome XXVI*. (Association Roussillonnaise d'Entomologie, Éd.) Quarto d'Alvino VE, Italia, Pixartprinting, 184 p.

UMS PATRINAT & OPIE (2019) - Résultats synthétiques -volet insectes DHFF - de l'état de conservation des habitats et des espèces, période 2013-2018. Rapportage article 17 envoyé à la Commission européenne, avril 2019.

