

Tendances des populations de Minioptère de Schreibers en France métropolitaine : analyse de 30 années comptage (1995–2024)

Alexandre Langlais ¹

¹ AL analytics (alanglais.analytics@gmail.com)

Résumé

Le Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*), espèce cavernicole grégaire menacée, fait l'objet en France d'une surveillance nationale structurée depuis son effondrement démographique consécutive de l'épizootie de 2002. À partir de trente années de données standardisées (1995–2024), les tendances estivales et hivernales ont été estimées séparément à l'aide de modèles bayésiens hiérarchiques de comptage intégrant la structure site-région et les effets de protocole. La Corse a été analysée comme une unité démographique distincte.

Les analyses, basées sur 62 sites estivaux et 60 sites hivernaux, mettent en évidence une tendance nationale nette au déclin, plus marquée et plus stable en été qu'en hiver, où l'incertitude reste plus élevée. Malgré une augmentation apparente des effectifs bruts liée à l'élargissement du réseau de sites suivis, la modélisation révèle un déclin robuste à l'échelle intra-site, soulignant l'intérêt de la coordination nationale et des protocoles standardisés tout en ouvrant des perspectives d'analyses ciblées sur les dynamiques récentes.

Mots-clés : Minioptère de Schreibers - Tendance de population - Modélisation hiérarchique - Suivi à long terme - Conservation

Introduction

Le Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*) est une espèce de chauve-souris grégaire et cavernicole présente en partie sur la moitié sud de la France métropolitaine. Liée au milieu souterrain, cette espèce est très sensible aux dérangements anthropiques et aux conditions thermiques et hygrométriques internes de leurs gîtes.

Il s'agit d'une espèce d'intérêt communautaire et classée comme "Vulnérable" sur la liste rouge de l'UICN. Elle est ciblée spécifiquement dans le troisième Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères, intégralement protégée par la loi en France métropolitaine, au même titre que toutes les autres espèces de Chiroptères.

Cette espèce a subi une épizootie fracassante en 2002, ayant entraîné une perte colossale de ses populations au niveau national. D'après une première évaluation de

ses populations hivernantes en 2018, la tendance était décrite à la diminution. Suite à cet événement, dans le cadre de la surveillance populationnelle de l'espèce, la Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères (SFEPM) porte un projet multi-partenarial d'envergure nationale qui propose deux actions principales permettant d'acquérir des connaissances sur les effectifs et les tendances des populations, tout en structurant et consolidant le réseau d'acteurs agissant en faveur de cette espèce à l'échelle nationale.

Cette surveillance nationale propose à la fois d'améliorer, homogénéiser et standardiser les méthodes existantes d'une part, et également d'élaborer, tester et éprouver des nouvelles techniques de surveillance d'autre part.

Ainsi, après 30 années de collecte de données au travers de nombreuses sessions de comptages standardisées par les acteurs locaux, il est proposé aujourd'hui

une analyse approfondie des tendances en se basant sur les données collectées entre 1995 et 2024.

Cette note technique a été réalisée hors cadre de la prestation initiale, à la suite de la transmission a posteriori des données complémentaires de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Matériel et Méthodes

Sélection des données

Les analyses de tendance ont été réalisées séparément pour les périodes estivale et hivernale afin de respecter les différences biologiques et méthodologiques associées aux colonies de reproduction et aux sites d'hibernation. Cette séparation permet de modéliser des processus démographiques distincts et de limiter l'hétérogénéité liée aux protocoles et aux conditions de suivi.

Le filtrage des sites repose sur des seuils distincts selon la période considérée afin d'adapter la sélection aux dynamiques saisonnières. En été, sont conservés les sites ayant atteint au moins 10 individus, présentant une moyenne d'effectif ≥ 25 individus, et disposant d'au moins 5 années de comptage sur la période étudiée. En hiver, le filtrage est plus permissif sur l'abondance moyenne mais plus restrictif sur l'effectif maximal, avec un effectif minimal fixé à 50 individus, une moyenne ≥ 5 individus, et un minimum de 5 années de suivi, afin de retenir les gîtes régulièrement utilisés tout en limitant l'inclusion de sites trop sporadiques.

Modélisation des tendances

Les tendances d'abondance ont été estimées à l'aide d'un modèle bayésien hiérarchique de comptage (loi négative binomiale, lien log), afin de prendre en compte la structure emboîtée des données (sites au sein des régions), l'hétérogénéité spatiale des trajectoires et l'irrégularité des séries temporelles.

Le modèle retenu permet d'estimer une tendance temporelle globale tout en autorisant des déviations spécifiques à chaque région et à chaque site, reflétant des dynamiques locales contrastées. L'intégration d'un effet aléatoire de protocole vise à corriger les biais potentiels liés aux différences de méthodes de suivi. Le centrage de la variable temporelle améliore la stabilité et l'identifiabilité des paramètres. Le choix de cette structure a été validé par des critères de performance prédictive (LOO-CV, WAIC), indiquant un compromis optimal entre complexité du modèle, robustesse des estimations et capacité de généralisation pour les régions disposant d'un volume de données suffisant.

Afin de faciliter l'interprétation écologique des résultats, les pentes temporelles estimées par les modèles ont été converties en variation relative cumulée sur 30 ans, exprimée en pourcentage. Cette transformation repose sur la relation $e^{\beta \cdot p} - 1$, ce qui permet de traduire les coefficients du modèle (estimés sur l'échelle logarithmique) en un changement proportionnel de l'abondance relative sur la période étudiée.

Cas de la Corse

La Corse a été traitée séparément de la France métropolitaine dans les analyses de tendance en raison de son isolement géographique et de l'absence d'échanges d'individus avec les populations continentales, ce qui en fait une unité démographique distincte. Cette singularité biologique implique que les dynamiques observées en Corse ne peuvent être interprétées comme des variations régionales d'une même méta-population continentale.

Résultats

Selon les critères de sélection des sites, 62 sites estivaux et 60 sites hivernaux ont été sélectionnés pour les analyses. La Figure 1 illustre l'hétérogénéité du nombre de sites suivis régulièrement par région et par période.

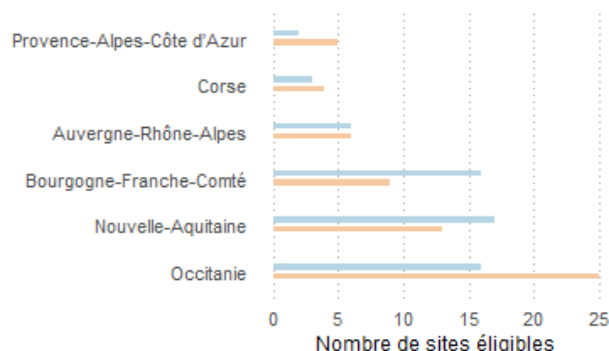


Figure 1: Nombre de sites sélectionnés par région et par période (bleu = hiver ; orange = été).

Le modèle final retenu repose sur une loi négative binomiale avec un effet fixe du temps, des effets aléatoires imbriqués de pente et d'interception par site au sein des régions, ainsi qu'un effet aléatoire d'interception associé au protocole de comptage, afin de tenir compte de l'hétérogénéité spatiale et méthodologique du suivi.

À l'échelle nationale, la modélisation met en évidence une tendance négative marquée en période estivale, avec une pente moyenne estimée à $\beta = -0,038$ (-68.2% sur 30 ans) et une probabilité élevée d'un déclin $P(\beta < 0) = 0,966$, bien que l'intervalle de crédibilité à 95% frôle zéro. En hiver, la tendance nationale apparaît plus modérée ($\beta = -0,016$; -37.6% sur 30 ans) et associée à une incertitude plus importante, la probabilité

Période	Région	$P(\beta < 0)$	β (log)	IC95 bas	IC95 haut	β (%)	IC95 bas (%)	IC95 haut (%)
ETE	Auvergne-Rhône-Alpes	0.9360	-0.0356	-0.0814	0.0144	-65.6	-91.3	53.9
HIVER	Auvergne-Rhône-Alpes	0.7294	-0.0105	-0.0506	0.0423	-27.1	-78.1	256.2
ETE	Bourgogne-Franche-Comté	0.9935	-0.0503	-0.1011	-0.0107	-77.9	-95.2	-27.5
HIVER	Bourgogne-Franche-Comté	0.8991	-0.0234	-0.0635	0.0132	-50.5	-85.1	48.8
ETE	Corse	0.9953	-0.0624	-0.1062	-0.0181	-84.6	-95.9	-41.9
HIVER	Corse	0.9573	-0.0295	-0.0637	0.0041	-58.7	-85.2	13.0
ETE	Nouvelle-Aquitaine	0.9475	-0.0321	-0.0669	0.0091	-61.9	-86.6	31.6
HIVER	Nouvelle-Aquitaine	0.8350	-0.0164	-0.0523	0.0184	-38.8	-79.2	73.9
ETE	Occitanie	0.9878	-0.0370	-0.0688	-0.0052	-67.1	-87.3	-14.5
HIVER	Occitanie	0.7793	-0.0139	-0.0515	0.0260	-34.0	-78.6	118.3
ETE	Provence-Alpes-Côte d'Azur	0.9205	-0.0347	-0.0829	0.0233	-64.7	-91.7	101.4
HIVER	Provence-Alpes-Côte d'Azur	0.7441	-0.0125	-0.0646	0.0475	-31.2	-85.6	315.5

Table 1: Estimations des pentes temporelles régionales, par période et par région. Les pourcentages sont calculés sur la base de la variation cumulée sur 30 ans.

d'un déclin restant néanmoins majoritaire ($P(\beta < 0) = 0,83$).

À l'échelle régionale, les estimations estivales sont cohérentes avec le signal national, avec plusieurs régions présentant des pentes négatives bien supportées (notamment Bourgogne-Franche-Comté, Occitanie et Corse), tandis que d'autres montrent des déclins plus instables. En hiver, les pentes régionales sont plus faibles et systématiquement associées à des intervalles de crédibilité englobant zéro, traduisant une hétérogénéité spatiale et une absence de signal régional net, la Table 1 présentent les détails régionaux.

Discussion

La mise en place progressive d'une coordination à l'échelle nationale a contribué à consolider les suivis, en améliorant la régularité temporelle des comptages et la couverture spatiale des sites. La standardisation des protocoles associée à la coopération des acteurs locaux a permis une meilleure homogénéisation de la qualité des données collectées, limitant les biais méthodologiques et renforçant la comparabilité des comptages réguliers.

À l'issue de la modélisation, les résultats indiquent une tendance au déclin quasi certaine à l'échelle nationale, cohérente sur l'ensemble des régions et des périodes étudiées. Cette tendance globale masque toutefois une variabilité non négligeable, liée notamment au nombre encore limité de sites disposant de séries temporelles longues et régulièrement suivies, ce qui contribue à l'élargissement des intervalles de crédibilité à l'échelle régionale.

Les différences observées entre les périodes estivale et hivernale peuvent s'expliquer par des dynamiques biologiques distinctes et par une définition différente des unités de comptage (composition des colonies, comportements saisonniers, états physiologiques). Cette variabilité saisonnière n'implique pas une moindre précision des résultats, mais reflète des processus écologiques contrastés intégrés par le modèle.

Par ailleurs, l'augmentation visuelle des abondances observée dans les données brutes (e.g. sur la courbe hivernale de la région ARA) s'explique principalement par l'accroissement du nombre de sites suivis au cours du temps, conduisant à une inflation mécanique des effectifs cumulés. La modélisation hiérarchique, centrée sur les trajectoires individuelles des sites, met en évidence une tendance décroissante intra-site, révélant un signal de déclin masqué par l'effet d'échantillonnage.

Enfin, le modèle retenu constitue un compromis entre robustesse et capacité à capturer la variabilité spatiale et temporelle des données, mais reste contraint par la structure et la profondeur des séries disponibles. Une analyse complémentaire focalisée sur les dix dernières années permettrait d'évaluer plus finement l'impact réel de la mise en place de la coordination et des protocoles standardisés sur les dynamiques observées.

Conclusion

L'analyse repose sur des modèles hiérarchiques ajustés séparément par période, avec un traitement spécifique de la Corse en raison de son isolement biogéographique et de la structure de ses données. Les résultats mettent en évidence une tendance nationale

au déclin associée à une probabilité élevée, observable tant en période estivale qu'hivernale, bien que l'incertitude soit plus marquée en hiver du fait d'une variabilité plus importante des comptages.

La comparaison entre les données brutes et les résultats de la modélisation souligne la distinction entre une augmentation mécanique des effectifs liée à l'accroissement du nombre de sites suivis et une tendance négative révélée à l'échelle intra-site. Le modèle retenu constitue ainsi un compromis entre robustesse et prise en compte de la variabilité spatiale et temporelle, adapté aux contraintes des séries disponibles. Enfin, ces travaux n'auraient pu être menés sans l'implication des structures coordinatrices et l'engagement des bénévoles, dont la contribution est essentielle à la pérennité et à la qualité des suivis à long terme.