

**Caractérisation des paramètres écologiques déterminant les sites favorables à
la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) au sein du Parc Naturel
Régional Comminges Barousse Pyrénées**



Master 1 Risques et Environnement parcours Ecosystème et Biodiversité

Association pour la Création du PNR Comminges Barousse Pyrénées

Stage de M1 réalisé du 3 mars au 31 avril 2025

Responsable de stage : Logan LEFEBVRE

Professeur référent : Christine RAMPON

Rapportrice : Lucie SCHURR

Université Paris Cité

Déposé le 10 Juin 2025

Réalisé par Quentin PARET

Remerciements:	1
Résumé:	2
Introduction:	3
Matériel et méthodes:	6
I - Protocole de prospection:.....	6
I - Analyse des données:.....	7
A - Analyses statistiques:.....	7
B - Cartographie:.....	8
III - Domaine d'étude:.....	8
Résultats:	11
I - Prospections 2025 du PNR:.....	11
II - Caractérisation des paramètres favorables à la présence:.....	11
III - Sites favorables au sein du PNR:.....	16
Discussion:	19
I - Effort de prospection 2025:.....	19
II - Paramètres écologiques:.....	19
III - Sites favorables:.....	22
IV - Perspectives :.....	23
Conclusion:	25
Bibliographie:	26
Sitographie:	28
ANNEXE:	29

Remerciements:

Merci tout d'abord à Logan Lefebvre de m'avoir permis de rejoindre ce beau projet qu'est le Parc Naturel régional Comminges Barousse Pyrénées. Merci également pour sa disponibilité et sa bienveillance durant toute la durée du stage et son dévouement lors des prospections.

Merci à Antonin Jung, Jean-Charles Auria et Etienne Bourdens de m'avoir accompagné lors de ces soirées de prospection. Merci également pour les échanges partagés en haut de ces montagnes.

Merci à Severine Delga, Estelle Doutreleau et Philippe Terrance pour leur accueil toujours bienveillant au sein du PNR.

Un très grand merci à Patrice Abeille pour son partage de savoir si précieux. Merci également à lui pour les prospections de loges et pour les échanges toujours très riches que nous avons eu.

Merci à Pauline Billaud avec qui j'ai pu effectuer des protocoles nationaux de recherche de Chouette de Tengmalm.

Merci à Hugo Barré et Marion Courtois pour le partage de leur travail de l'an passé.

Merci à Florence Loustalot-Forest et à l'Office National des Forêts pour le partage des données de présence de la Chouette de Tengmalm des années précédentes.

Remerciement également à Yann Nunney pour son aide quant aux réflexions techniques sur ce mémoire ainsi que pour nos week-ends fructueux en observations ornithologiques durant ce stage.

Enfin, je tiens à remercier tous les acteurs permettant la création de ce nouveau Parc Naturel Régional porteur d'espoir dans la gestion des territoires singuliers tels que le sont ceux intégrés au PNR.

Résumé (Français/ French/ Francés/ Francés)

Cette étude vise à caractériser les paramètres écologiques déterminant les sites favorables à la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) dans le Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées. Les résultats confirment que l'orientation Nord-Est des versants ainsi que la présence de forêts fermées en futaie, composées majoritairement de sapins et de hêtres, favorisent nettement la présence de l'espèce. L'altitude, bien que non significative statistiquement, reste un facteur structurant en lien avec les conditions climatiques et saisonnières. La forte affinité entre la Chouette de Tengmalm et le Pic noir (*Dryocopus martius*), en particulier pour les sites de nidification, souligne l'importance d'une gestion forestière conservant les futaies âgées et le bois mort. L'analyse des habitats montre que le territoire du parc présente de nombreuses zones écologiquement favorables, renforçant l'intérêt d'y promouvoir une gestion durable en faveur de cette espèce indicatrice des écosystèmes montagnards.

Abstract (Anglais/ English/ Inglés/ Inglés)

This study aims to characterize the ecological parameters that determine the sites favorable to Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*) in the Comminges Barousse Pyrénées Regional Nature Park. The results confirm that the northeast orientation of the slopes and the presence of closed forests, mainly composed of fir and beech trees, clearly favor the presence of the species. Altitude, although not statistically significant, remains a structuring factor linked to climatic and seasonal conditions. The strong affinity between Tengmalm's Owl and the Black Woodpecker (*Dryocopus martius*), particularly for nesting sites, highlights the importance of forest management that preserves old-growth forests and dead wood. Habitat analysis shows that the park's territory has many ecologically favorable areas, reinforcing the importance of promoting sustainable management for this species, which is an indicator of mountain ecosystems.

Resumen (Espagnol/ Spanish/ español/ Espanhòl)

Este estudio tiene como objetivo caracterizar los parámetros ecológicos que determinan los sitios favorables para el mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) en el Parque Natural Regional Comminges Barousse Pirineos. Los resultados confirman que la orientación noreste de las laderas y la presencia de bosques cerrados de árboles altos, compuestos principalmente por abetos y hayas, favorecen claramente la presencia de la especie. La altitud, aunque no es estadísticamente significativa, sigue siendo un factor estructurante relacionado con las condiciones climáticas y estacionales. La gran afinidad entre el mochuelo boreal y el pico negro (*Dryocopus martius*), en particular en lo que respecta a los lugares de nidificación, subraya la importancia de una gestión forestal que conserve los bosques maduros y la madera muerta. El análisis de los hábitats muestra que el territorio del parque presenta numerosas zonas ecológicamente favorables, lo que refuerza el interés de promover una gestión sostenible en favor de esta especie indicadora de los ecosistemas montañosos.

Resumit (Occitan/ Occitan/ Occitano/ Occitan)

Aqueste estudi a l'objectiu de caracterizar los paramètres ecologics que determinan las condicions favorablas pel mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) dins los Parque Natural Regional Comminges Barousse Pirineos. Los resultats confirmèron que l'orientacion nòrd dels arbres e la preséncia de bòsques nauts bordats d'arbres, subretot a causa dels arbres e de las setas, favorizèron clarament la preséncia de l'espècia. L'altitud, qu'es pas estatisticament significativa, es un factor estructural ligat a las condicions climaticas e sasonièras. La granda afinitat entre lo mochuelo boreal e lo rossinhòl negre (*Dryocopus martius*), en particular ont respècta los luòcs de nidificacion, subraya l'importància d'una gestion forestala que consèrva los bosques salvatges e las fustas mòrtas. L'analisi dels abitats mòstra que lo territòri del pargue presenta un nombre de zònas ecologicament favorablas, çò que refusa los interèsses de promòure una gestion sostenibla en favor d'aquel indicador d'espècia dels ecosistèmas de montanha.

Introduction:

Les enjeux actuels face aux changements climatiques demandent des réponses à de nombreuses questions portant sur l'état actuel de la santé des écosystèmes afin de faire face, au mieux, aux futures adaptations de la biodiversité et des activités anthropiques dans ce nouveau contexte.

Les activités liées à l'exploitation de bois sont une source économique importante. L'Office National des Forêts (ONF) en est le principal gestionnaire et doit prendre en compte les changements actuels dans la gestion des forêts afin d'équilibrer sa balance entre rentabilité et bénéfices pour la biodiversité. L'Occitanie, dont les forêts sont souvent montagneuses, est fortement dépendante de la sylviculture. En effet, 68% du bois exploité dans la région provient d'exploitations forestières locales en 2021 (DRAAF Occitanie, 2023). Cette exploitation provient pour 44% de sapins et d'épicéas ou encore de 22% des Sapins de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) (DRAAF Occitanie, 2023). Cela démontre que les espèces des montagnes occitanes ont une importance toute particulière pour la région. Cependant, les changements climatiques vont entraîner des modifications des forêts d'altitude de manière directe et locale par leurs influences déterminantes sur la composition et le fonctionnement de ce type d'écosystème. Ceci se traduisant par des changements dans l'étagement de la végétation avec l'altitude. En effet, les changements de températures et de précipitations viennent modifier les cycles de vie des espèces, entraînant le déplacement des aires bioclimatiques (Labonne, 2019). Ces conséquences directes viennent bousculer nos connaissances sur les essences d'arbres actuels et nous mènent à une réflexion nouvelle quant à la résilience de ces dernières dans les années à venir. Ces effets s'illustreront également de manière indirecte à travers les évolutions du contexte socio-économique et de la demande de services forestiers (Courbaud *et al.*, 2010). Concernant la question de l'équilibre entre profit économique et bénéfices pour la biodiversité, il est aujourd'hui impératif de mieux comprendre nos écosystèmes forestiers de montagne afin de pouvoir analyser les modifications dans les cortèges d'espèces futures, qu'elles soient végétales ou animales.

L'amélioration des connaissances sur des espèces indicatrices est un point majeur du tournant que nous connaissons. Par définition, ce sont des espèces dont la présence ou la densité de population fournit des informations sur l'état d'un écosystème (Wikhydro, 2023). C'est parfaitement le cas de la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*), qui par sa présence et la taille de ses populations dans les forêts de montagne, illustre la conservation de ce compartiment écologique du territoire français (Sordello, 2012). Pourtant, les mœurs

et l'écologie de cette espèce sont longtemps restées méconnues. En 1987, sa répartition dans les secteurs méridionaux et particulièrement en France était encore ignorée (Joveniaux et Durand, 1987). Ce n'est qu'en 2017 à l'initiative de l'ONF qu'un suivi national est mis en place afin de comprendre la répartition de l'espèce dans l'hexagone. Un protocole national permettant un suivi annuel mais aussi un protocole local offrant une plus large possibilité d'acquisition de données sont mis à disposition des organismes et particuliers souhaitant participer à l'agrandissement des connaissances sur la répartition d'*Aegolius funereus* et de la seconde espèce de "Petite Chouette de Montagne" (PCM), la Chevêchette d'Europe (*Glaucidium passerinum*). Cette dernière montre de nombreuses similarités avec notre Chouette aux yeux d'or de par son rôle indicateur ainsi que par le manque de données récoltées sur son espèce sur le territoire métropolitain.

Dans cette étude, nous nous focaliserons sur la Chouette de Tengmalm car la Chevêchette d'Europe est trop peu présente sur le territoire analysé. Ce périmètre est celui du Parc Naturel Régional (PNR) Comminges Barousse Pyrénées. La création de ce territoire permettant la conservation et le développement de la culture régionale mais aussi de la biodiversité et des activités économiques vient pondérer un peu plus l'importance des réponses aux questions concernant la santé des écosystèmes dans le contexte des changements climatiques actuels en lien avec l'ajustement des activités anthropiques que nous citons plus tôt. C'est dans ce cadre que le Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées a souhaité mettre en place le suivi et l'analyse de la population de la Chouette de Tengmalm au sein de son périmètre.

En ce qui concerne l'espèce cible de notre étude, la Chouette de Tengmalm, elle est facilement identifiable grâce à son apparence unique. Elle possède une large tête ornée de petites taches blanches sur le front, formant un motif perlé très caractéristique. Son disque facial pâle bordé de noir contraste fortement avec ses yeux jaunes perçants, soulignés par deux sourcils blanchâtres qui lui donnent une expression perpétuellement étonnée. Son bec clair et ses pattes jaunes complètent cet aspect très distinctif. Espèce au caractère boréal, la Chouette de Tengmalm niche en Europe, en Asie et en Amérique du Nord. Son aire de répartition mondiale forme une large ceinture de 2 000 à 3 000 kilomètres, recouvrant les zones forestières froides de l'hémisphère Nord.

En France, elle est présente principalement dans les régions montagneuses (Vosges, Jura, Massif central, Préalpes, Alpes, Pyrénées) ainsi que sur les grands plateaux de l'Est : Ardennes, plateaux lorrains, champenois, bourguignons et le Morvan (INPN, 2012). Avec ses 2000 couples estimés sur le territoire français, ce qui représente 10% de la population nicheuse européenne (INPN. 2012), l'espèce est classée comme préoccupation mineure par

l'Union internationale pour la conservation de la nature, son caractère boréal en fait tout de même une espèce potentiellement encline à de fortes modifications biogéographiques dans les prochaines années.

C'est pourquoi, dans le but de mieux intégrer l'espèce dans les gestions forestières futures tout en améliorant les connaissances actuelles, nous tenterons à travers cette étude de caractériser les paramètres écologiques déterminant les sites favorables à la présence de la Chouette de Tengmalm au sein du Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées.

Afin de percevoir quelles sont les caractéristiques de ces forêts pyrénéennes permettant l'installation de notre rapace nocturne, trois sites seront prospectés à l'aide du protocole local au sein du PNR. Le but étant d'inventorier des lieux qui ne l'avaient pas été auparavant afin de déceler ou non la présence de notre espèce. Dans un second temps, les données de l'ONF nous serviront de base solide afin d'analyser les caractéristiques des sites où des contacts ont été effectués les années précédentes. La détermination de ces paramètres écologiques favorables permettra par la suite de mettre en avant les sites propices à la présence de la Chouette de Tengmalm au sein du PNR.

Aegolius funereus est une espèce aux besoins aussi nombreux que complexes. Ceci peut nous mener à de nombreuses hypothèses quant aux paramètres favorisant sa présence. C'est pourquoi nous tenterons en plus de l'étude des facteurs environnementaux obtenus jusqu'à présent, de discuter des paramètres à prendre en compte dans les prospections futures au travers de diverses bibliographies. Nous tenterons d'étayer les possibles paramètres favorables qui seraient exploitables pour la recherche de sites favorables à la présence de la Chouette de Tengmalm et aux enjeux à prendre en compte dans la gestion forestière des lieux propices.

L'espèce présente un lien fort avec un autre oiseau présent sur son aire de répartition, le Pic noir (*Dryocopus martius*). En effet une étude antérieure démontre que près de 98% des nidifications réalisées hors nichoirs étaient effectuées dans d'anciennes cavités de Pic noir établies sur de gros hêtres (*Fagus sylvatica*) de futaie (Ravussin *et al.*, 1994). De ce fait, nous pouvons imaginer qu'une similarité des habitats favorables au Pic noir et à la Chouette de Tengmalm devrait se dessiner. Le Pic noir montre par exemple une affection particulière à certaines expositions des pans de montagnes sur lesquelles il crée sa loge. En effet, l'orientation prédominante semble être le quart nord-ouest (Grangé *et al.*, 2010). Nous nous attendons donc à retrouver plus de contacts positifs sur cette orientation. Nous pouvons

également prévoir d'observer une structure forestière en futaie ainsi qu'une présence de hêtre dans les sites présentant des contacts positifs d'*Aegolius funereus*.

Enfin, la Chouette étudiée est présente en montagne dans nos régions, en lien avec ses caractéristiques boréales, le climat offert en altitude lui est plus favorable. D'après une étude antérieure, la plage d'altitude de l'espèce se situe entre 700 et 2250 mètres. La moyenne d'altitude où les Chouette de Tengmalm sont contactées se trouvant entre 1700 et 1800 mètres (Prodon *et al.*, 1990). Nous pouvons donc nous attendre à trouver les données de présence dans cette plage d'altitude. Nous tenterons d'affiner celle-ci au sein du PNR.

Matériel et méthodes:

I - Protocole de prospection:

Le protocole de suivi de la Chouette de Tengmalm repose sur un dispositif d'écoutes nocturnes en milieu forestier, réalisé selon une méthode standardisée établie par l'Office National des Forêts (Laguet, 2020). Les prospections s'effectuent le long d'itinéraires prédéfinis prenant la forme d'un transect, généralement situés entre 900 et 2 000 mètres d'altitude, au sein d'habitats considérés comme favorables à l'espèce, notamment les forêts de sapinière et hêtraies-sapinières localisées sur les versants nord, nord-ouest et nord-est. Chaque itinéraire comporte plusieurs points d'écoute espacés d'environ 500 mètres, une distance pouvant être ajustée en fonction des contraintes du terrain. Le protocole prévoit deux passages par itinéraire : un premier réalisé avant le 15 mars, et un second quinze jours plus tard, dans une période allant du 1er février au 15 avril. Les prospections doivent être effectuées exclusivement par temps calme, sans vent ni pluie, et en évitant les zones bruyantes (proximité de cours d'eau, routes, etc.).

Le déroulement consiste à rejoindre le point culminant de l'itinéraire afin d'y débiter la première écoute au moment du passage entre crépuscule et nuit noire. L'observateur descend ensuite silencieusement l'itinéraire, s'arrêtant à chaque point d'écoute pour une écoute de 10 minutes, tout en restant attentif aux chants durant les déplacements. Aucun dispositif de repasse n'est utilisé afin de ne pas perturber l'espèce (différence avec le protocole national). En cas de détection d'un individu, une tentative de localisation plus précise peut être entreprise de manière discrète, et les coordonnées GPS du site sont relevées. Tous les contacts auditifs sont reportés sur une grille de relevé spécifique, en incluant également les éventuelles observations d'autres rapaces nocturnes. Le matériel requis pour chaque sortie comprend une carte, une grille de relevé, un GPS ou un

smartphone avec géolocalisation, une lampe frontale, des vêtements adaptés au froid et à la neige si besoin. Pour des raisons de sécurité, il est recommandé de ne pas effectuer les prospections seul. L'itinéraire faisant un total de 2,5 kilomètres au minimum doit être situé sur pistes ou sentiers bien identifiés afin d'être reproductible par d'autres personnes.

I - Analyse des données:

Les données de présence de la Chouette de Tengmalm dans le périmètre du PNR de 2004 à 2024 (25 données) proviennent du partage d'un export de données de l'Office National des Forêts. Dans un souci de confidentialité, les jeux de données ainsi que les grilles de relevé de prospection ne pourront être partagés dans cette étude. Ces données proviennent de nombreux observateurs (**Annexe.1**) et sont des données non protocolaires. Les protocoles de suivi de la Chouette de Tengmalm ayant débuté en 2017, aucun protocole à grande échelle ne permettait d'obtenir des données standardisées auparavant.

A - Analyses statistiques:

L'ensemble des analyses statistiques a été réalisé à l'aide du logiciel R (version 2024.09.0+375)(Posit, PBC, 2024). Les données ont pu être importées grâce au package "*readxl*". Pour effectuer des manipulations sur ces dernières, le package "*dplyr*" a été importé via le meta-package "*tidyverse*". Pour étudier les liens entre la présence de la Chouette de Tengmalm et différentes variables environnementales (formation forestière, exposition et altitude), plusieurs approches ont été employées.

Une Analyse Factorielle de Données Mixtes (FAMD) a d'abord été conduite à l'aide des package "*FactoMineR*" et "*factoextra*", afin de synthétiser l'information issue à la fois de variables qualitatives (formation, exposition) et quantitatives (altitude). Cette méthode permet de projeter l'ensemble des modalités et individus dans un espace factoriel, facilitant ainsi l'interprétation des structures sous-jacentes des données.

En complément, des tests du χ^2 d'indépendance ont été réalisés via la fonction "*chisq.test()*" pour déterminer si les distributions observées des formations forestières et des expositions différaient significativement de distributions théoriques. Dans le cas des formations forestières, la distribution théorique a été estimée à partir des proportions réelles sur la zone d'étude des formations dans la zone d'étude (estimées par visualisation de la couche BDFORET@ via GéoPortail.fr). Pour les expositions, en l'absence de référence disponible, une distribution uniforme a été retenue. Pour chaque χ^2 , les résidus

standardisés ont été extraits à l'aide de `"chisq.test()$residuals"`, puis représentés graphiquement. Ces résidus expriment l'écart, normalisé par la variance, entre l'effectif observé et l'effectif attendu dans chaque modalité : des valeurs supérieures à +2 ou inférieures à -2 indiquent respectivement une sur- ou une sous-représentation statistiquement significative.

Enfin, un boxplot des altitudes a été généré à l'aide du package `"ggplot2"` importé via `"tidyverse"`, permettant de visualiser la dispersion des altitudes sur les sites de présence et de déterminer la médiane, les quartiles et les valeurs extrêmes.

B - Cartographie:

Les cartographies ont été réalisées à l'aide du logiciel SIG QGIS (version 3.40.4-Bratislava)(QGIS Development Team, 2024). Les données forestières utilisées proviennent des bases BDFORET@ des départements de la Haute-Garonne (31) et des Hautes-Pyrénées (65), fournissant des informations détaillées sur les formations forestières. Les altitudes ont été extraites à partir des modèles numériques de terrain RGE ALTI@ (IGN) pour ces deux départements, offrant une représentation précise du relief.

La détermination des variables environnementales (formation forestière, exposition, altitude) a été effectuée via le portail Géoportail, par superposition des points de présence avec les couches BDFORET@V2 et la couche Photographies aériennes IGN, permettant d'attribuer à chaque site les caractéristiques correspondantes. Les coordonnées GPS initiales des sites ont été converties dans le système Lambert 93 via l'outil en ligne GeoFree.fr.

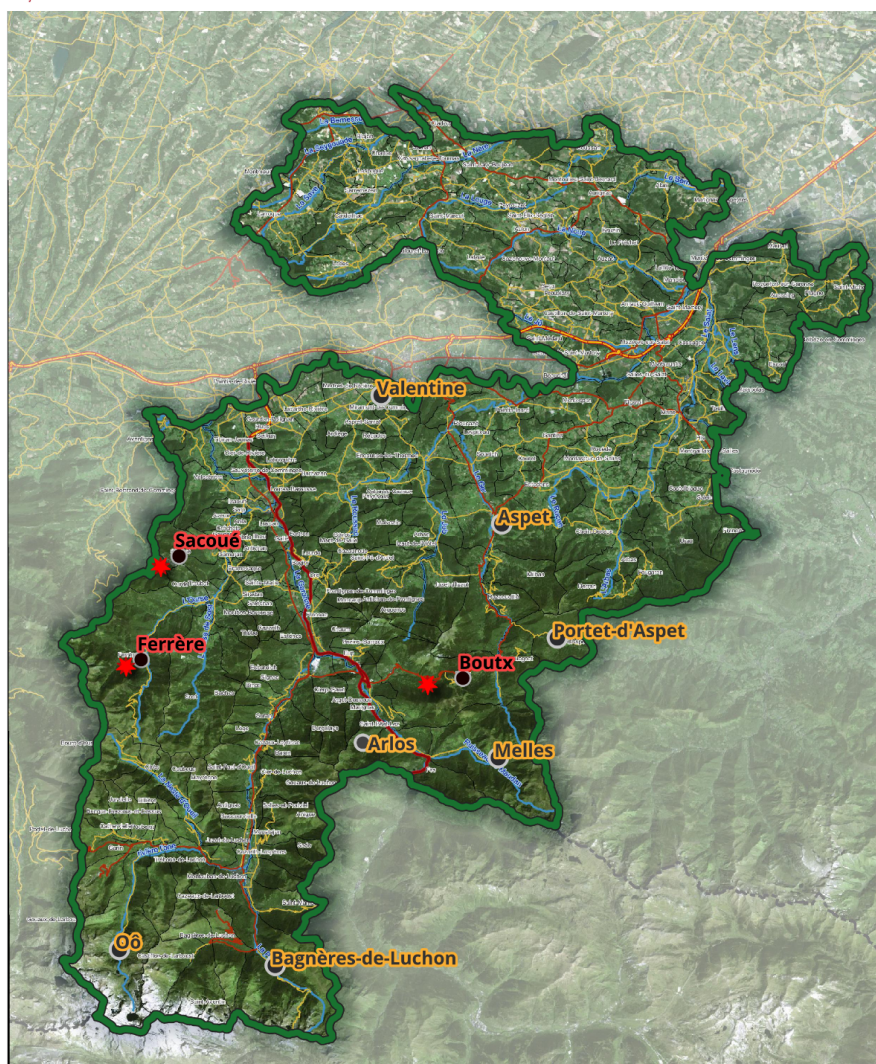
III - Domaine d'étude:

Le suivi de la population de la chouette de Tengmalm a été réalisé au sein du Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées (**Carte.1**), situé dans le sud de la Haute-Garonne et englobe la vallée de la Barousse, en Haute-Pyrénées. Ce territoire se trouve à proximité immédiate du Parc Naturel Régional Ariégeois et du Parc Naturel Posets-Maladeta, ce dernier étant situé en Espagne.

Le PNR Comminges Barousse Pyrénées couvre environ 195 communes réparties sur 170 000 hectares, offrant un territoire riche et diversifié sur le plan écologique, géographique et socio-économique. Cette zone est caractérisée par une mosaïque de milieux naturels incluant des forêts, des vallées, et des zones de moyenne montagne, constituant un habitat favorable pour plusieurs espèces, dont la chouette de Tengmalm.

Le projet de création du parc, initié dès 1997, est aujourd'hui porté par une association : l'Association pour la Création du PNR Comminges Barousse Pyrénées en attendant d'être officialisé. Ce projet a bénéficié d'un fort engagement des élus locaux et des acteurs du territoire, ainsi que d'un diagnostic territorial approfondi qui a permis d'identifier les enjeux environnementaux et sociétaux majeurs. C'est donc en vue de la création de ce PNR que l'association porteuse du projet a décidé d'effectuer un suivi de la population de la Chouette de Tengmalm, une espèce emblématique des forêts montagneuses.

Effort de prospection 2025 dans le périmètre du Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées



LEGENDE

- Secteurs prospectés en 2025 par le PNR
- Périmètre du PNR Comminges Barousse Pyrénées
- Communes prospectées en 2025 par le PNR
- Communes repères

0 5 10 km

Sources:
Fond de carte du Futur Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées et son
périmètre : fourni par le Futur Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées
Limites communales : données fournies par le Futur Parc Naturel Régional Comminges
Barousse Pyrénées Comminges Barousse Pyrénées
Réalisation: Quentin Paret

Carte.1: Carte du Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées représentant l'effort de prospection Chouette de Tengmalm 2025 en son périmètre. Réalisée par Quentin Paret.

Résultats:

I - Prospections 2025 du PNR:

Entre mars et avril 2025, trois secteurs situés sur les communes de Sacoué, Ferrère et Boutx ont fait l'objet de prospections dans le cadre du suivi de la Chouette de Tengmalm au sein du Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées (**Carte.1**, **Annexe.2**). Chaque secteur a été prospecté en suivant le protocole local préconisé par l'Office National des Forêts, qui en est à l'origine. Chaque secteur a donc été visité deux fois, avec un intervalle de quinze jours entre chaque passage, soit un total de six prospections.

Sur l'ensemble de ces prospections, aucun individu de Chouette de Tengmalm n'a été détecté. Bien que les secteurs aient fait l'objet d'une recherche approfondie visant à identifier les zones potentiellement favorables (visualisation de la couche BDFORET® illustrant les formations végétales via GéoPortail), ceux-ci ne semblent pas avoir été occupés par *Aegolius funereus* en 2025.

II - Caractérisation des paramètres favorables à la présence:

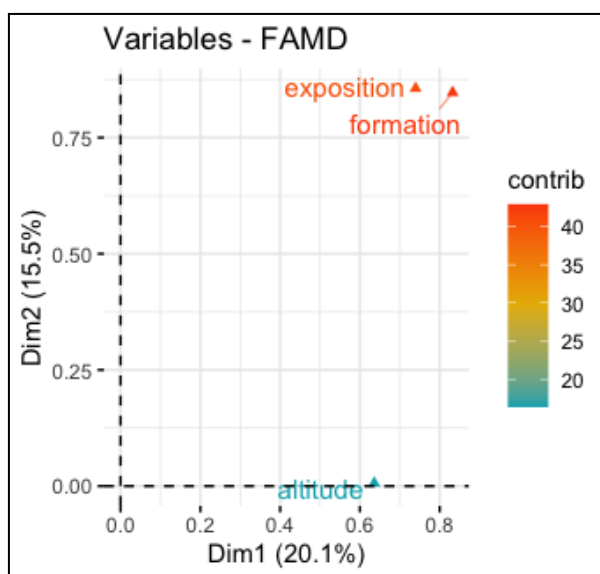


Figure.1: Graphique de projection des variables issues de l'analyse factorielle des données mixtes (FAMD). Dim1 et Dim2 = Dimensions explicatives de la variance totale. Contribution à l'explication des Dimensions en pourcentage (%). formation = formations végétales forestières; exposition = expositions; altitude = altitudes .

Le graphique des variables issu de l'analyse factorielle des données mixtes (FAMD) (**Figure.1**) illustre la projection des modalités des trois variables environnementales étudiées (formations forestières, expositions et altitudes) dans un plan factoriel défini par les deux premières dimensions, qui expliquent ensemble 35,6 % de la variance totale (20,1 % pour la dimension 1 et 15,5 % pour la dimension 2). On observe que la variable "formations forestières" est nettement éloignée de l'origine du graphique, notamment sur l'axe horizontal (dimension 1), ce qui indique que cette variable contribue fortement à la structuration de cette première dimension. De même, la variable "expositions" est également éloignée du centre, ce qui montre qu'elles participent à la structuration des deux axes.

En revanche, les modalités associées à l'altitude sont positionnées plus près de l'origine et très proche de l'axe 1, ce qui traduit une contribution très faible à la structuration de cette première dimension et de ce fait une contribution plus faible à la variance expliquée dans ce plan.

Ces résultats sont confirmés par les couleurs indiquant la contribution. Les variables: "expositions" et "formations forestières" contribuent environ à 40% chacune la variance entre les données contre moins de 10% pour l'altitude, illustrée par la couleur cyan.

Ainsi, ce graphique montre que les modalités de "formations forestières" et "expositions" structurent davantage les données des sites de présence de la Chouette de Tengmalm, suggérant qu'elles sont des variables potentiellement importantes dans le choix des sites occupés, tandis que l'altitude semble avoir un rôle moins discriminant à ce stade de l'analyse.

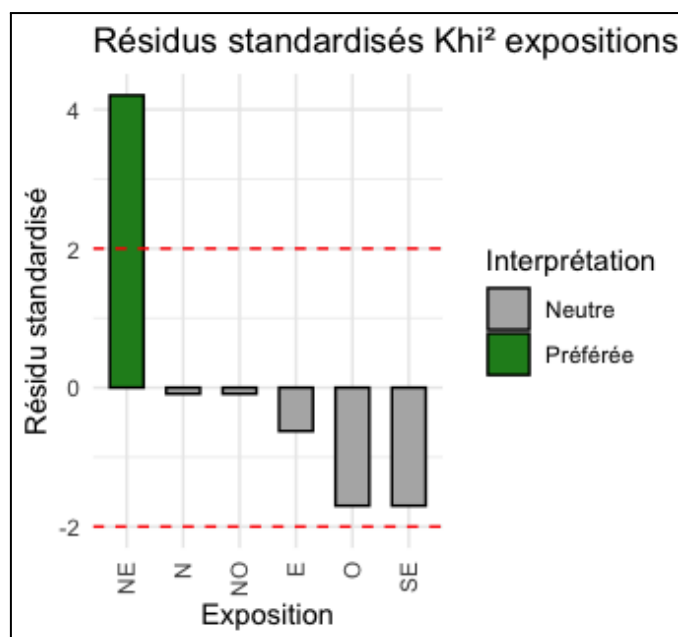


Figure.2: Barplot des résidus standardisés du test du χ^2 selon les catégories d'exposition. NE = Nord-Est ; N = Nord ; Nord-Ouest ; E = Est ; O = Ouest ; SE = Sud-Est. Ligne en tirets rouge: 2 = seuil de sur-exploitation ; (-2) = seuil de sous-exploitation.

Pour étudier la répartition des présences en fonction de l'exposition, un test du χ^2 a été réalisé afin de comparer les effectifs observés dans chaque catégorie d'exposition à une répartition uniforme, c'est-à-dire en supposant que toutes les orientations sont également représentées dans la zone d'étude (hypothèse nulle). Cette hypothèse est utilisée ici car les proportions réelles des différentes expositions dans la zone d'étude ne sont pas disponibles et qu'une répartition uniforme des expositions des pans de montagnes est possible.

Le test du χ^2 réalisé sur la répartition observée des expositions par rapport aux proportions attendues (égales, du fait de l'hypothèse nulle) donne un résultat significatif (p-value = 0.001316). Cette p-value très faible indique une différence significative entre les effectifs observés et ceux attendus selon la distribution théorique. Ceci nous permet donc de procéder à une analyse des résidus standardisés, qui mesurent, pour chaque exposition, l'écart entre l'effectif observé et l'effectif attendu, toujours sous hypothèse nulle, ajusté par la variance (**Figure.2**).

Dans cette analyse, les résidus sont représentés sur l'axe vertical d'un graphique où chaque barre correspondant à une exposition spécifique. Un résidu standardisé proche de zéro indique que l'effectif observé ne diffère pas significativement de celui attendu. Des valeurs supérieures à +2 signalent une sur-représentation significative (préférence), tandis que des valeurs inférieures à (-2) traduisent une sous-représentation significative (évitement). Les

résultats ne dépassant aucun seuil sont considérés comme “neutres”. Le test du χ^2 permet ainsi de déterminer si certaines expositions sont significativement sur- ou sous-représentées par rapport à une distribution égale des présences.

Dans notre analyse, l'exposition Nord-Est se démarque nettement (résidu = 4.20380780), indiquant une sur-représentation significative des présences dans cette orientation. Cette préférence est nettement observable sur le graphique, où la barre verte associée s'étend de zéro jusqu'à près de 4 sur l'axe des ordonnées. En revanche, les autres expositions (Nord, Est, Ouest, Sud-Est et Nord-Ouest) présentent des résidus standardisés ne dépassant pas la valeur *seuil de sous-représentation* (-2) (Nord (résidu = -0.08944272), Est (résidu = -0.62609903), Ouest (résidu = -1.69941166), Nord-Ouest (résidu = -0.08944272) et Sud-Est (résidu = -1.69941166)), ce qui signifie que leurs effectifs observés ne diffèrent pas significativement de ceux attendus sous l'hypothèse d'une répartition uniforme. Ils ne semblent donc pas être réellement choisis par la Chouette de Tengmalm.

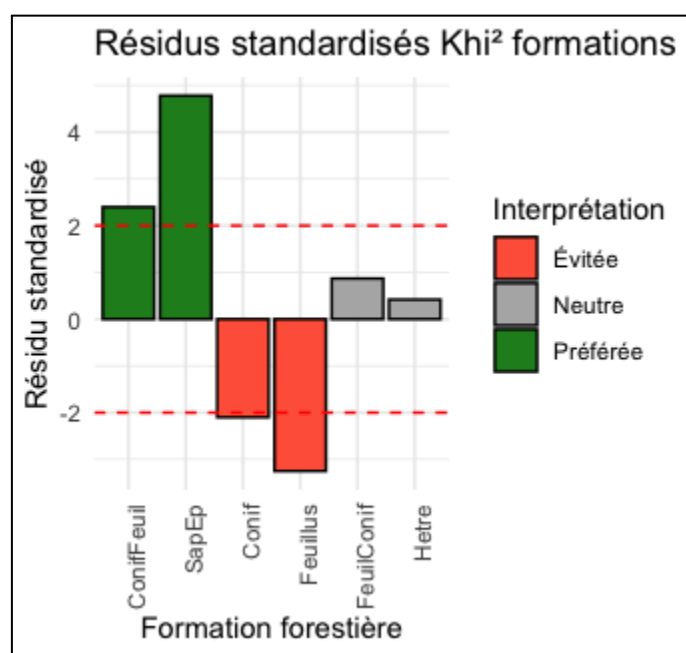


Figure.3: Barplot des résidus standardisés du test du χ^2 selon les formations forestières. ConifFeuil = fermée à mélange de conifères prépondérants et feuillus; SapEp= fermée de sapin ou épicéa ; Conif = fermée conifère ; Feuillus= fermée à mélange de feuillus ; FeuilConif = fermée à mélange de feuillus prépondérants et conifères ; Hêtre = fermée de hêtre pur. Ligne en tirets rouge: 2 = seuil de sur-exploitation ; (-2) = seuil de sous-exploitation.

Pour analyser la répartition des présences selon la formation végétale forestière, un test du χ^2 a été réalisé en comparant les effectifs observés dans chaque catégorie de formation aux effectifs attendus. Cette approche permet de tenir compte de la disponibilité relative de chaque type de formation dans le paysage et d'évaluer si certaines formations sont préférées ou évitées par la Chouette de Tengmalm. Pour ce faire, la proportion de chaque type de formations forestières au sein du PNR a cette fois-ci été analysée afin d'être comparée avec les proportions attendues. Le résultat de ce test est significatif avec une p-value de 0,0000009303. Cette p-value très faible indique une différence significative entre les effectifs observés et ceux attendus selon la distribution théorique. Ceci nous permet donc de procéder à une analyse des résidus standardisés, qui mesurent, pour chaque formation végétale forestière, l'écart entre l'effectif observé et l'effectif attendu ajusté par la variance (**Figure.3**).

L'analyse des résidus standardisés complète le test en mesurant, pour chaque formation, l'écart ajusté entre les effectifs observés et attendus. Ces résidus sont représentés sur l'axe vertical d'un graphique. Un résidu proche de zéro signifie une présence conforme à la disponibilité. Un résidu supérieur à 2 traduit une sur-représentation significative (préférence), tandis qu'un résidu inférieur à (-2) indique une sous-représentation significative (évitement). Les résultats ne dépassant aucun seuil sont considérés comme "neutres".

Les résultats montrent que la formation « fermée à mélange de conifères prépondérants et feuillus » (résidu = 2.3975301) et la formation « fermée de sapin ou épicéa » (résidu = 4.7797672) sont significativement sur-représentées parmi les sites de présence, suggérant une préférence nette pour ces milieux. Ces barres apparaissent en vert sur le graphique, indiquant leur statut privilégié.

À l'inverse, les formations « fermée conifère » (résidu = -2.1002046) et « fermée à mélange de feuillus » (résidu = -3.2503414) sont significativement sous-représentées, ce qui indique un évitement par la chouette. Ces barres sont colorées en rouge sur le graphique, soulignant cette éviction.

Les formations « fermée de hêtre pur » (résidu = 0.4183662) et « fermée à mélange de feuillus prépondérants et conifères » (résidu = 0.8692696) présentent des résidus standardisés proches de zéro, ce qui signifie qu'elles ne sont ni préférées ni évitées, et sont donc considérées comme neutres (barres grises).

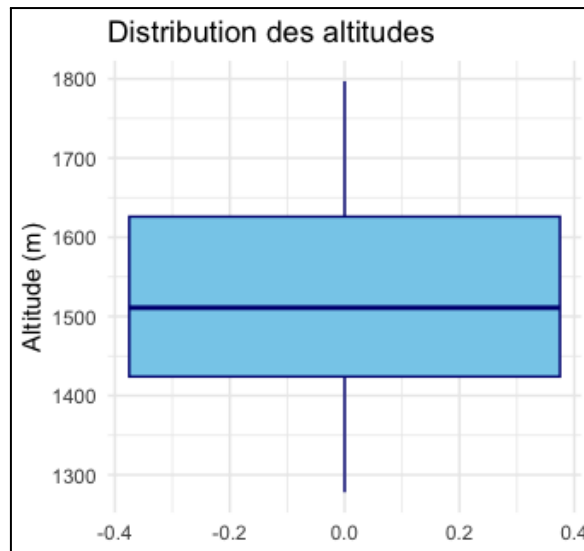


Figure.4: Boxplot de la distribution des altitudes des sites de présence de la Chouette de Tengmalm (en mètres). Ligne bleue verticale = Plage d'altitude utilisée ; Ligne bleue grasse horizontale = Médiane. Altitude en mètres (m)

L'analyse factorielle des données mixtes (FAMD) (**Figure.1**) ayant démontré un enjeu moindre de l'altitude dans l'explication des variances, nous n'avons pas réalisé de test visant à comprendre quelle altitude semblait optimale. En revanche, nous pouvons tout de même observer la distribution de l'altitude des sites de présence d'*Aegolius funereus*.

L'analyse de ces l'altitudes a été réalisée à partir d'un boxplot (**Figure.4**) afin d'illustrer les valeurs observées. Les altitudes enregistrées varient de 1278 mètres (minimum) à 1797 mètres (maximum), avec une moyenne calculée à environ 1520 mètres. La médiane, représentative de la tendance centrale, se situe autour de 1500 mètres, indiquant que la moitié des sites de présence se trouvent à une altitude inférieure à cette valeur.

Ce boxplot met en évidence la plage d'altitudes effectivement utilisées par l'espèce dans la zone étudiée, qui s'étend donc sur environ 500 mètres d'élévation.

III - Sites favorables au sein du PNR:

Sur la base des résultats des analyses statistiques réalisées sous R, une carte de prédiction des zones favorables à la présence de la Chouette de Tengmalm au sein du Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées a pu être produite à l'aide du logiciel QGIS (**Carte.2**). Cette carte combine plusieurs critères environnementaux identifiés comme pertinents dans les analyses précédentes : l'altitude, la formation forestière et l'exposition.

Les zones considérées comme favorables apparaissent en marron sur la carte. Elles correspondent à des secteurs situés entre 1100 et 1900 mètres d'altitude, ce qui reflète la plage altitudinale effectivement utilisée par les individus détectés, comme observé dans l'analyse descriptive des données (minimum : 1278 m, maximum : 1797 m, moyenne : 1524 m).

Sur le plan de la formation végétale forestière, seules certaines catégories ont été retenues comme favorables : fermée à mélange de conifères prépondérants et feuillus, fermée de sapin ou épicéa, et ainsi que fermée conifère.

Enfin, seules les zones exposées du nord à l'est (0° à 90°) ont été intégrées, cette orientation ayant montré une préférence marquée dans le test du Khi^2 sur l'exposition (résidu standardisé ≈ 4).

Ainsi, la carte suivante (**Carte.2**) représente une synthèse spatiale des conditions les plus propices à la présence de la Chouette de Tengmalm sur la zone d'étude, telles qu'identifiées par l'analyse statistique des sites occupés. Elle constitue une première base d'estimation du potentiel d'habitat pour l'espèce.



Discussion:

I - Effort de prospection 2025:

Bien que les milieux de prospection aient montré, dans une pré-analyse, des paramètres semblant être favorables à la présence de l'espèce (altitudes, formations forestières, expositions), les trois sites inventoriés à l'aide du protocole local n'ont pas permis de mettre en évidence la présence de la Chouette de Tengmalm.

Même si plusieurs facteurs peuvent expliquer l'absence d'*Aegolius funereus* dans ces habitats favorables, il est important de noter que ces prospections ont été effectuées dans des zones où aucune présence de l'espèce recherchée n'a été signalée auparavant. Ces prospections ont été menées dans le but de découvrir de nouvelles populations, en s'éloignant parfois des caractéristiques ciblées lors de la mise en place des transects (exposition Nord-Est pour certains transects par exemple) afin d'ouvrir de nouveaux horizons. Cette tentative de découverte d'habitats pouvant accueillir la Chouette de Tengmalm portait de minces espoirs, compte tenu de la faible densité de population présente dans le domaine d'étude.

De plus, les mois de mars et avril 2025 ont semblé particulièrement pauvres en données de présence dans la région. Les échanges fréquents avec les différents acteurs du suivi sur le territoire ont mis en avant un mutisme particulièrement prononcé des individus, ce qui n'a pas amélioré nos chances de détecter des populations.

Malgré tout, ces données d'absence restent importantes, car elles pourront servir de point d'ancrage en cas de détection future, afin de démontrer une expansion ou un déplacement des populations locales. De ce fait, ces sites méritent d'être à nouveau prospectés dans les années à venir, afin de fournir des informations sur la dynamique de population de la Chouette de Tengmalm sur le territoire du PNR.

II - Paramètres écologiques:

Suite aux analyses statistiques effectuées sur les données de présence des années précédentes, nous pouvons maintenant mettre en avant certains paramètres écologiques favorisant la présence de la Chouette de Tengmalm au sein du Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées.

Pour les données d'exposition des pans de montagnes, nous avons vu que ces dernières expliquaient grandement la variance entre les données de présence (**Figure.1**), semblant jouer un rôle important dans le choix du milieu par notre espèce en vue de l'occupation d'un territoire. Via le test de Khi2 (**Figure.2**), il ressort clairement que l'exposition Nord-Est semble nettement favoriser l'occupation d'un territoire par l'espèce. Afin de mettre en avant les pans de montagnes liés à cette orientation, les pentes exposées entre 0° et 90° (Nord à Est) ont été retenues. Ce choix de gamme d'exposition plus large que le seul degré Est (45°) est dû au fait que les pans de montagnes sont régulièrement discontinus. En gardant les expositions de Nord à Est, nous pouvons de ce fait garder toutes les zones ayant des expositions favorables proche de l'optimale sans avoir des zones extrêmement rétrécies par la seule exposition à 45°. Bien que le manque de données sur les réelles proportions de chaque exposition vient amoindrir la précision de notre test statistique dû à l'utilisation de l'hypothèse uniforme, ces résultats concordent avec nos attentes et les études menées sur le sujet (Grangé *et al.*, 2010).

Les formations végétales ont également montré une forte contribution à l'explication des variances (**Figure.1**). Ce paramètre, visiblement important pour la présence de la Chouette de Tengmalm a par la suite été analysé avec un test de Khi2 afin de trouver quelles formations en particulier étaient délibérément occupées (**Figure.3**). Grâce aux proportions réelles observées sur la couche BDFORÊT® sur GéoPortail.fr, nous avons pu réaliser un test de Khi2 solide. Ce dernier met en avant que les forêts fermées à mélange de conifères prépondérants et feuillus ainsi que les forêts fermées de sapin ou épicéa sont nettement favorables. Le premier type de forêt cité ne dit pas de quel feuillus il s'agit mais en altitude dans les Pyrénées, ce sont généralement les hêtres qui sont présents aux côtés des sapins. Il semble donc possible de dire que les forêts fermées à mélanges de sapins prépondérants et hêtres sont favorables.

Les formations notées comme "évitées" dans nos résultats ne le sont pas réellement. En effet, les données étant uniquement des données de présence montrent que des Chouettes de Tengmalm apprécient tout de même ces formations. En revanche, au vu de leur proportion sur la zone d'étude, qui n'est pas l'ensemble du PNR mais uniquement les forêts d'altitude du PNR, il semble qu'elles ne soient pas un habitat prioritaire pour l'espèce.

La formation nommée "fermée conifère" porte également à confusion. De prime abord, au vu des résultats, cette dernière ne semble pas être favorable. Cela peut s'expliquer par une division des données entre celle-ci et la formation "forêts fermées de sapin ou épicéa". En effet, le terme "Conifères" ne précise pas de quel type il s'agit, pourtant, la plupart des versants Nord sont peuplés de sapins (*Parc national des Pyrénées, s.d.*). Le fait que dans la couche BDFORÊT® cette distinction soit faite porte à confusion et vient réduire

l'importance des forêts fermées conifères dans le bénéfice qu'elles ont pour la Tengmalm. C'est pourquoi nous considérons cette formation, (très peu présente sur les couches) comme favorable, notamment pour la détection des sites favorables au sein du PNR. Les forêts dites "fermées" sur les couches BDFORET® comportent des formations âgées en futaie, bien que cela ne soit pas implicitement noté via GéoPortail, c'était le cas dans le logiciel QGIS. Ceci vient donc conforter notre hypothèse selon laquelle les formations végétales favorables sont en futaie.

Enfin, pour ce qui est de l'altitude, la contribution de cette variable a démontré une très faible contribution dans l'explication des variances entre les données (**Figure.4**). Cela indique que ce paramètre ne semble pas être un facteur pouvant favoriser la présence de la Tengmalm. Il est pourtant clair que les individus vivent en altitude et que cette dernière a son importance. La faible implication de l'altitude dans l'explication des variances provient de diverses raisons. En effet, le secteur du PNR ne présente pas de grandes altitudes, ajoutons à cela le fait que les prospections sont faites sur des sentiers accessibles sur au moins 2,5 kilomètres. De plus, le suivi s'effectue de mars à fin avril, saison au cours de laquelle la neige peut encore être fortement présente, obligeant probablement les Chouettes à redescendre en altitude afin de trouver plus facilement de la nourriture. Enfin, comme démontré précédemment, certaines formations végétales semblent être plus favorables que d'autres. Ces dernières sont les forêts fermées à mélange de conifères prépondérants et feuillus ainsi que les forêts fermées de sapin ou épicéa. Ces formations sont typiques d'altitude et obligent donc les Chouettes à suivre la limite haute comme basse de ces boisements. Tous ces facteurs nous amènent à une plage d'altitude faible contrairement à celles avancées en introduction. Ceci crée des différences peu marquées qui de fait contribuent moins à l'explication des variances entre les données.

En revanche, la plage d'altitude illustrée par la **Figure.4** (1278-1797 m) est bien comprise dans la plage attendue qui était entre 700 et 2250 mètres. La moyenne elle, qui est de 1520 mètres, est bien en dessous des 1700 à 1800 mètres d'altitude attendus.

La caractérisation des paramètres écologiques favorables à la présence de la Chouette de Tengmalm a mis en lumière des formations végétales et une exposition semblant avoir une importance particulière. Certains de ces paramètres coïncident parfaitement avec notre hypothèse selon laquelle la Tengmalm a un lien fort avec les sites permettant la présence de Pics noirs. En effet, les forêts en futaie de types fermées à mélange de conifères prépondérants et feuillus et donc des hêtres permettent à *Dryocopus martius* de nicher (Grangé *et al.*, 2010). De plus, l'exposition Nord-Est est largement privilégiée par nos deux espèces. Ceci démontre le fort lien qui lie la Tengmalm et son hôte, le Pic noir.

III - Sites favorables:

La caractérisation des paramètres écologiques favorisant la présence de la Chouette de Tengmalm au sein du Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées, a permis d'identifier des sites comportant tous ces paramètres. En comparant les points de présence des années antérieures (**Carte.1**) et les zones identifiées comme favorables (**Carte.2**), nous pouvons nous rendre compte que de nombreux points de présence se trouvent sur des sites favorables identifiés. Ceci vient conforter l'idée que les paramètres identifiés comme favorisant la présence de l'espèce ont un réel impact mais également que les zones favorables identifiées le sont réellement.

La détermination de ces zones doit servir à de nombreuses fins. En effet, tout d'abord pour les futures prospections. Effectuer des protocoles dans des habitats regroupant les paramètres écologiques optimaux pour l'espèce permettra d'augmenter grandement les chances de détection. Ces sites peuvent également recevoir à présent une attention toute particulière. Leur gestion peut être modifiée afin d'y préserver au maximum les conditions favorables. De plus, les conditions potentiellement manquantes telles que la présence du Pic noir peuvent y être facilitées. Par exemple, une gestion qui limite un maximum les coupes à blanc proche de ces sites car elles font fuir le Pic noir (Hakkarainen *et al.*, 1996) qui a un territoire pouvant être très grand, souvent de l'ordre de 300-400 ha pour un couple, parfois moins de 100 ha dans les habitats les plus favorables (Spanneut, 2008). Laisser dans la gestion de ces sites la présence de bois mort peut également permettre l'épanouissement du Pic noir, ce qui participera à la fixation de la Tengmalm dans l'habitat. En effet, le bois mort, qu'il soit sur pied ou au sol, joue un rôle crucial dans le maintien des populations de Pic noir. Ce bois constitue un habitat privilégié pour de nombreux insectes xylophages, principale source de nourriture pour cette espèce. La présence suffisante de bois mort favorise ainsi la disponibilité alimentaire et contribue à la qualité des habitats de nidification du Pic noir (Grangé *et al.*, 2010).

Dans les milieux favorables ciblés, la pose de nichoirs peut également être envisagée afin de faciliter la reproduction de la Chouette de Tengmalm. Les modèles de nichoirs de type "Nichoirs à bascule" par exemple permettent une protection solide face aux prédateurs comme la Martre des pins (Beaud, 1995). Ces nichoirs pourraient également servir de base d'études pour de nombreux facteurs de reproduction mais également de lieux protégés permettant la pérennisation de l'espèce sur des sites qui lui sont favorables.

IV - Perspectives :

Les conditions météorologiques ainsi que les dates de stages n'ont pas permis de pratiquer le protocole local dans la fenêtre du calendrier recommandé. Cependant, ce protocole créé pour l'ensemble du territoire ne prend pas en compte le décalage saisonnier lié à l'altitude mais également à la latitude. En effet à la suite d'échanges avec des personnes connaissant aussi bien le territoire que l'espèce tel que le vidéaste animalier Patrice Abeille, il semble y avoir un fort décalage dans la période de chants de la Chouette de Tengmalm dans les Pyrénées. Le caractère national du protocole utilisé pourrait de ce fait être rendu plus local afin d'être plus en adéquation avec l'écologie de l'espèce dans certaines régions.

Certains biais lors de ce protocole sont également à prendre en compte tel que le possible dérangement lié aux lampes frontales qui pourraient être repéré par la chouette dans un écosystème habituellement calme. De plus, les cris d'alerte effectués par les oiseaux comme les turdidés ou encore les Geais des chênes (*Garrulus glandarius*) avant le coucher du soleil peuvent être compris par d'autres espèces (Randler, 2022) et pourraient ainsi réduire l'activité de chant de la Chouette de Tengmalm.

Le protocole local demande aussi d'être effectué sur route forestière ou sur sentier. Cela est dû au fait qu'il nous faut effectuer un transect avoisinant les 2,5 kilomètres. Malheureusement, la Chouette de Tengmalm étant une espèce de montagne, elle occupe bien souvent des forêts avec des pentes abruptes, plus sauvages avec aucun transect de cette taille possible. Cela signifie que nous passons sûrement à côté d'une partie de la population. Un système de points d'écoute sans transect pourrait également être imaginé afin de permettre à tout à chacun d'effectuer des relevés analysables.

Certaines données très intéressantes mériteraient également une étude approfondie lors des prospections futures tel que la présence de Pic noir proche du transect ou encore la présence de loges potentielles. Notre chouette est un rapace nocturne de petite taille, il est donc probable que la prédation qu'elle peut subir est un facteur influençant sa présence. En effet, la présence de la Chouette hulotte (*Strix aluco*) semble être un frein à l'occupation d'un territoire par *Aegolius funereus* (Sordello, 2012). De ce fait, la présence de Chouette hulotte lors des prospections mérite une attention particulière. Cette variable est aujourd'hui notée lors des prospections protocolaires et cela doit impérativement être maintenu. En effet, relever l'absence de ce Strigidé ou sa présence lors d'écoute de la Tengmalm donnera de grandes informations sur la tolérance portée envers la présence de la hulotte. À cela pourrait s'ajouter la problématique de la prédation autre que aérienne. En effet, des fèces de

mustélidés furent régulièrement observées sur des roches le long du transect. Cela pourrait nous donner de précieux indices car en les identifiant plus précisément, la présence de Martre des pins (*Martes martes*), prédateur d'*Aegolius funereus* (Ravussin *et al.*, 2001)) pourrait être décelée, ce qui pourrait être un réel facteur limitant la présence de la Tengmalm.

Il paraît également intéressant de noter lors des prospections les formations végétales de chaque point. Bien que celles-ci soient ensuite identifiables par cartographie, la réalité du terrain nous montre que seule la majorité de formation l'emporte. Certains points ont démontré des caractéristiques bien spécifiques sortant complètement de la formation végétale analysée en amont par cartographie. Le caractère plus singulier des essences d'arbres présentent sur certains points d'écoutes pourrait faire ressortir des indications précieuses quant aux paramètres favorisant la présence de la Chouette de Tengmalm.

D'un point de vue alimentaire cette fois-ci, la présence de micromammifères pourrait également être étudiée plus en profondeur. En effet, bien qu'à l'automne 2024, la faînée, qui est la production des fruits par le Hêtre, ait été caractérisée comme "normale" par les agents de l'ONF de la région, il nous a pourtant sauté aux yeux qu'aucun micromammifère n'a été aperçu durant les prospections. Une caractérisation plus précise de la faînée de l'automne précédent avec plus que des données qualitatives mais des données quantitatives permettrait de mieux prévoir les populations de micromammifères. De plus, l'étude de leurs populations par piégeages sur les mois précédents le début de la saison de reproduction des Chouettes de Tengmalm permettrait également d'anticiper la répartition potentielle de leurs populations. En effet, la principale source d'alimentation de la Chouette de Tengmalm sont les micromammifères. Leurs populations sont en proie à de nombreuses fluctuations d'une année à l'autre et ces cycles jouent un rôle très important sur le succès reproducteur de notre espèce (Hornfeldt *et al.*, 1990). Cela nous amène à penser qu'une présence plus accrue ou une activité de reproduction plus prononcée d'*Aegolius funereus* serait visible lors d'années à forte densité à micromammifères. L'état de leurs populations peut être estimé en fonction de l'état de la faînée de l'automne. En effet, si celle-ci a été conséquente, cela permet une augmentation de leur population et ce notamment en pouvant entraîner une reproduction plus longue voire hivernale (Vincent, 1977)

L'étude de la dynamique de population de la Chouette de Tengmalm amène de réels questionnements quant à une potentielle colonisation du massif par l'Est (Yeatman, 1971). Cette expansion de la population notamment dans les Pyrénées est contraire à ce que nous pourrions penser vis à vis du réchauffement climatique. En effet, pourquoi une espèce aux

caractères boréaux étendrait son aire de répartition vers le sud dans un contexte où ces mêmes régions tendent à se réchauffer ? Cette nouvelle dynamique de la population peut s'expliquer par les efforts fournis par l'ONF pour préserver la santé des habitats malgré l'exploitation des forêts. Cette nouvelle ligne de conduite a permis à l'espèce de retrouver dans les forêts du massif pyrénéen des écosystèmes adéquats à sa présence avec des arbres de bonne taille ainsi que la présence du Pic noir avec qui elle noue un lien fort. Ceci se démontre de par la présence de cette espèce de Piché qui depuis les premiers inventaires nationaux en 1955 a toujours été présente dans la région (Deom, 2003). Depuis 40 ans, l'espèce est descendue de ses montagnes et a colonisé une grande partie de la France métropolitaine (Deom, 2003), certainement grâce aux gestions devenues plus favorables pour l'espèce. Cette présence ancienne aurait permis à *Aegolius funereus* de s'installer mais le facteur écosystémique devait manquer. C'est aujourd'hui un paramètre rattrapé grâce au travail de l'ONF.

Une seconde hypothèse de cette augmentation de données de présence de la Chouette de Tengmalm dans la région pourrait être que cela est dû à un effort de prospection plus engagé. En effet, la mise en place de suivi national ne datant que de 2017, il est fort probable que l'espèce n'est pu être détectée que très rarement les années précédentes du fait de son habitat peu accessible. La somme de ces deux hypothèses entre gestion nouvelle et effort de prospection plus conséquents peuvent expliquer cette dynamique de population encourageante et à préserver. Les efforts des gestionnaires pour la conservation des forêts en futaies vieillissantes ainsi que la sauvegarde de bois mort dans les parcelles forestières viennent donner de nouveaux espoirs quant à l'augmentation des populations d'espèces autrefois malmenées par la perte de leurs écosystèmes et sont à encourager à tout prix.

Conclusion:

Cette étude a permis d'identifier les principaux paramètres écologiques favorisant la présence de la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) dans le Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées. Ces résultats confirment les hypothèses initiales quant au fait que l'orientation Nord-Est des versants et la présence de forêts fermées en futaie, composées majoritairement de sapins et de hêtres, se révèlent essentiels pour l'occupation du territoire par l'espèce. Bien que l'altitude ne soit pas apparue comme un facteur déterminant statistiquement, elle reste un élément structurant lié aux conditions montagneuses, climatiques et potentiellement saisonnières. Le lien étroit entre la Tengmalm et le Pic noir se confirme, notamment à travers leurs besoins communs en habitat, démontrant l'importance d'une gestion forestière adaptée primordiale pour la survie des

populations d'*Aegolius funereus*. De fait, en privilégiant la conservation des futaies âgées et du bois mort, nous pouvons offrir à l'espèce les conditions idéales à son expansion.

La caractérisation des sites contenant les paramètres écologiques favorables montre que le Parc Naturel Régional Comminges Barousse Pyrénées contient de nombreux habitats très propices à la présence de l'espèce. Les méthodes de gestions modernes doivent perdurer dans le contexte de la création de ce territoire promouvant la préservation d'une biodiversité locale aussi fragile que singulière.

Enfin, ce travail ouvre des perspectives d'amélioration des protocoles d'étude sur les populations de ce Strigidé. En effet, la prise en compte de certaines variables pourraient venir agrémenter dans le futur les suivis de la dynamique de ses populations. L'étude des spécificités locales, notamment climatiques, mais aussi l'approfondissement des connaissances sur les interactions entre l'espèce et ses prédateurs ou encore ses ressources alimentaires, apporterait un regard plus éclairé sur cette espèce indicatrice de la santé des écosystèmes fragilisés par les changements climatiques actuels.

Bibliographie:

BEAUD, M. (1995). "Protection de la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) grâce au nichoir à toit basculant", *Nos Oiseaux*, 43 : 187-192.

COURBAUD, B., KUNSTLER, G., MORIN, X., & CORDONNIER, T. (2010). "Quel futur pour les services écosystémiques de la forêt alpine dans un contexte de changement climatique ?". *Revue de géographie alpine*, 98-4 | La montagne, laboratoire du changement climatique.

DEOM, P. (2003). "La Hulotte", n°83. *Éditions Passerage*.

GRANGÉ, J.L., AURIA, J.C. & DUVALLET, S. (2010). "Caractérisation des sites de nidification du Pic noir *Dryocopus martius* dans les Pyrénées occidentales". *Le Casseur d'os* vol. 10 - pp. 80-96

HAKKARAINEN H., KOIVUNEN V., KORPIMÄKI E. & KURKI S. (1996). "Clear-cut areas and breeding success of Tengmalm's owls *Aegolius funereus*". *Wildlife biology*. Volume 1. Numéro 4. Pages 253-259.

HORNFELDT, B., CARLSSON, G., LOFGREN, O., & EKLUND, U. (1990). “Effects of cyclic food supply on breeding performance in Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*)”. *Can. J. Zool.* 68: 522-530.

INPN. (2012). Chouette de Tengmalm *Aegolius funereus* (Linné, 1758). “*Cahiers d'Habitat "Oiseaux"*” - MEEDDAT- MNHN – Fiche projet.

JOVENIAUX, A. & DURAND, G. (1987). “Gestion forestière et écologie des populations de Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) dans l'Est de la France”. *Rev. Eco/. (Terre Vie)*, Suppl. 4.

LABONNE, S., CORDONNIER, T., KUNSTLER, G., FUHR, M. (2019). “Forêts de montagne et changement climatique : impacts et adaptations”. *Sciences Eaux & Territoires*, 28(2), 38-43.

PRODON, R., ALAMANY, O., GARCÍA-FERRÉ, D., CANUT, J., NOVOA, C. & DEJAIFVE, P.A. (1990). “L'aire de distribution pyrénéenne de la Chouette de Tengmalm *Aegolius funereus*”. *Alauda*, 58: 233-243.

RANDLER, C. (2022). “Heterospecific Eavesdropping of Jays (*Garrulus Glandarius*) on Blackbird (*Turdus Merula*) Mobbing Calls”. *Acta Ethologica*, vol. 25, n° 2, p. 101-06.

RAVUSSIN, P.-A., WALDER, P., HENRIOUX, P., CHABLOZ, V. & MENETREY, Y. (1994). “Répartition de la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) dans les sites naturels du Jura vaudois (Suisse)”. *Nos Oiseaux*, 42: 245-260.

RAVUSSIN, P.-A., TROLLIET, D., WILLENEGGER, L., BÉGUIN, D., & MATALON, G. (2001). “Choix du site de nidification chez la Chouette de Tengmalm *Aegolius funereus* : influence des nichoirs”. *Nos Oiseaux*, suppl. 5 :41-51

SORDELLO, R. (2012). “Synthèse bibliographique sur les traits de vie de la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus* (Linnaeus, 1758)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques”. Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. *Trame Verte et Bleue*. Paris.

VINCENT, J. P. (1977). “Interaction entre les micromammifères et la production de semences forestières”. *Afin. Sci. forest.*, 34 (1), 77-87.

YEATMAN. L. (1971). "Histoire des oiseaux d'Europe", *Bordas*, Paris.

Sitographie:

DRAAF-Occitanie. (2023). "Exploitations forestières et scieries en Occitanie en 2021". *Essentiel - Avril 2023. Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt*. Consulté le 14 Avril 2025.

<https://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/exploitations-forestieres-et-scieries-en-occitanie-en-2021-essentiel-avril-2023-a7890.html>.

LAGUET, S. (2020). "Vers un suivi national des tendances d'évolution à long terme des populations de petites Chouettes de montagnes sur sites de références". Office National des Forêts / Ligue de Protection des Oiseaux. Consulté le 3 Mars 2025.

https://www.onf.fr/outils/articles/688c09cd-cfca-4ff9-b938-89f67dc413ee/++versions++/4/++paras++/4/++ass++/1/++i18n++data:fr?_=1706088404.117087&download=1

PARC NATIONAL DES PYRÉNÉES. "Forêts". Consulté le 9 juin 2025.

<https://pyrenees-parcnational.fr/fr/des-connaissances/le-patrimoine-naturel/milieus-naturels/forets?utm..>

POSIT, PBC, (2024). RStudio: "Integrated Development Environment for R". Version 2024.09.0+375. Disponible sur : <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>

QGIS DEVELOPMENT TEAM. (2024). "QGIS Geographic Information System". Version 3.40.4 "Bratislava". Open Source Geospatial Foundation. Disponible sur : <https://qgis.org>

SPANNEUT, L. (2008). "*Dryocopus martius (Linnaeus, 1758) - Pic noir*". Inventaire National du Patrimoine Naturel (Ecosphère, Service du Patrimoine Naturel). Consulté le 9 juin 2025. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/3608.

WIKHYDRO. (2023). "Espèce indicatrice (HU)". Consulté le 9 juin 2025.

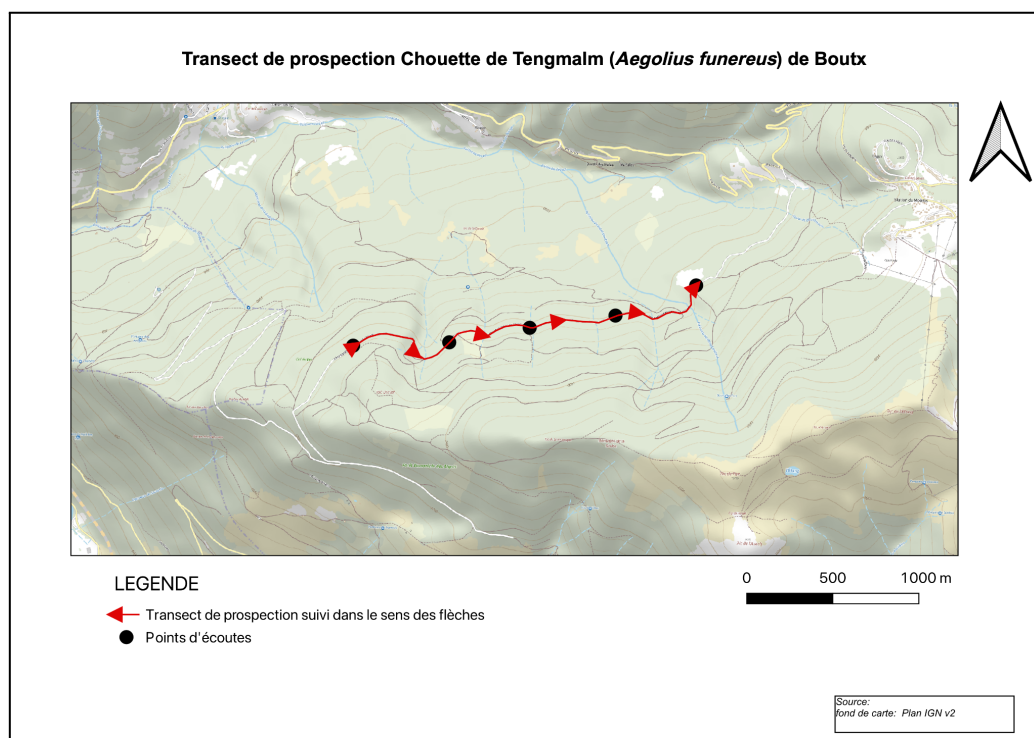
[http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Esp%C3%A8ce_indicatrice_\(HU\)#:~:text=Esp%C3%A8ce%20dont%20la%20pr%C3%A9sence%20ou,%C3%A9tat%20d'un%20%C3%A9cosyst%C3%A8me](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Esp%C3%A8ce_indicatrice_(HU)#:~:text=Esp%C3%A8ce%20dont%20la%20pr%C3%A9sence%20ou,%C3%A9tat%20d'un%20%C3%A9cosyst%C3%A8me).

ANNEXE:

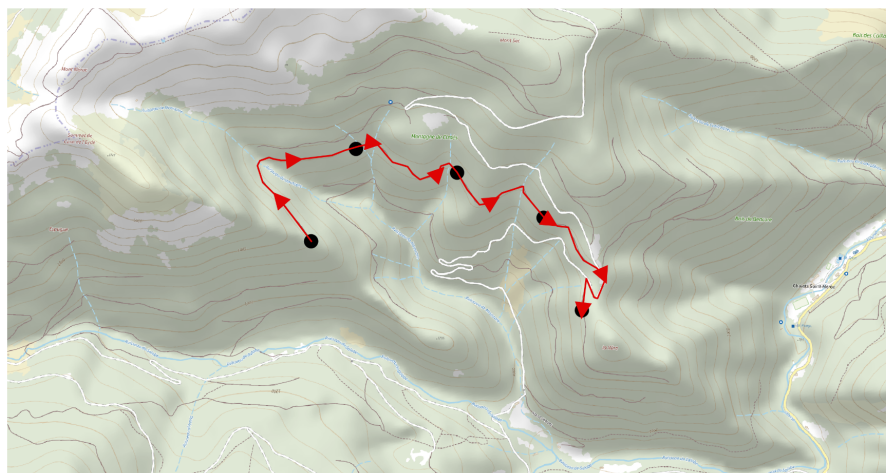
Annexe.1: Observateurs ayant effectué les contacts antérieurs de la Chouette de Tengmalm au sein du PNR

Francis RACHOU-LANGLATTE	Florence LOUSTALOT-FOREST
Philippe CARDOT	Emmanuel Menoni
Christine MORTEYROL	Quentin GIRY
Jerome COY	Laureline LAURENT
Gérard BARAILLE	Lucie SCHAAD

Annexe.2: Cartes des transects de prospection du suivi de la Chouette de Tengmalm 2025 au sein du PNR. Réalisées par Quentin Paret.



Transect de prospection Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) de Ferrere



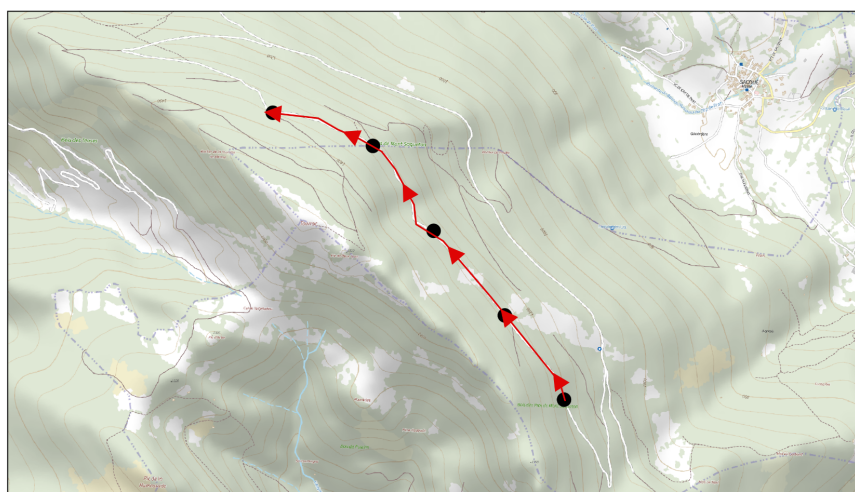
LEGENDE

- > Transect de prospection suivi dans le sens des flèches
- Points d'écoutes

0 250 500 m

Source:
fond de carte: Plan IGN v2

Transect de prospection Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) de Sacoué



LEGENDE

- > Transect de prospection suivi dans le sens des flèches
- Points d'écoutes

0 250 500 m

Source:
fond de carte: Plan IGN v2