

Actualisation des connaissances concernant les populations du Traquet oreillard *Oenanthe hispanica* et du Cochevis de Thékla *Galerida theklae* dans l'Aude et les Pyrénées-Orientales

Mémoire de stage de Master II
Mention Biodiversité  cologie évolution
Parcours  cologie et éco-ingénierie des zones humides

Mathurin Aubry

Août 2022

Perpignan





ENGAGEMENT DE NON-PLAGIAT

Je, soussigné Mathurin Aubry,

Déclare être pleinement conscient que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, Je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Photographies de la page de garde :

(de gauche à droite et de haut en bas)

Cochevis de Thékla, Traquet oreillard (stapazin) © *Jacques Dalmau, GOR*

Vignobles de Port-vendres © *Mathurin Aubry, GOR*

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin au bon déroulement de ce stage :

Un grand merci à **Florian Olivier**, mon maître de stage pendant ces 5 mois, qui a retenu ma candidature et m'a fait confiance tout au long de cette période. Ses conseils, son accompagnement constant et sa connaissance du territoire m'auront été d'une grande aide pour orienter cette étude et la mener à son terme.

Je remercie également toute l'équipe du Groupe Ornithologique du Roussillon, sans qui ce stage n'aurait pas eu la même saveur. Merci à **Fabien Gilot**, directeur, et **Yves Aleman**, président, qui m'auront partagé leurs connaissances historiques du territoire et des espèces-cibles en mettant à ma disposition de (très) nombreuses références bibliographiques. Merci à **Aurélien Gaunet** pour ses invitations à participer à ses suivis entomos et herpétos, me permettant d'en apprendre toujours plus sur ces taxons que je connais moins. Merci enfin à **Aésane, Estelle, David et Bruno**, pour la bonne humeur et les rires journaliers au bureau et sur le terrain et pour le partage de tous les bons plans locaux qui m'auront permis de découvrir paysages, faune, flore et histoire des Pyrénées-Orientales, qui égaleraient presque l'Anjou.

Merci aux **bénévoles et membres du bureau de l'association** que j'ai pu croiser sur le terrain ou au bureau, qui ont participé eux aussi à mon intégration rapide au sein de l'équipe.

Merci à **Mathieu Bourgeois, Florian Escot et Adeline Brissaud** de la LPO Aude, ainsi qu'à **Gabriel Caucal**, du Groupe Ornithologique du Roussillon pour leur participation active à la phase de terrain de l'étude.

Merci à **Jérémy Dupuis** de la LPO France pour ses précieux conseils au lancement de l'étude, ainsi qu'à **Jean Nabias**, pour la mise à disposition de son travail ainsi que pour sa grande disponibilité, sa pédagogie et son accompagnement dans la compréhension de la méthodologie employée et des résultats obtenus.

Merci à **Adeline Bulot**, ma référente universitaire, qui m'a accompagné dans la rédaction et l'organisation de ce mémoire de stage.

Enfin, merci à toutes les personnes qui m'ont accompagné et conseillé depuis Perpignan ou depuis Angers pendant les cinq mois de ce stage, et avec qui j'ai pris plaisir à échanger.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	
RÉSUMÉ / ABSTRACT	
TABLE DES ILLUSTRATIONS ET TABLEAUX	
PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE ET DES MISSIONS	
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODE	4
Aire d'étude	4
Modèles biologiques	6
Méthodologie d'échantillonnage	7
Formatage et préparation du jeu de données	9
Distance sampling.....	10
Density surface modeling	11
Intégration des données d'absence	11
RÉSULTATS	12
Données récoltées.....	12
Distance sampling.....	13
Density surface modeling avec et sans prise en compte des absences	15
DISCUSSION	17
Comparaison des différentes abondances estimées.....	17
Évolution et devenir du Traquet oreillard et du Cochevis de Thékla en France	19
Une gestion de l'habitat appropriée	22
BIBLIOGRAPHIE	23
ANNEXES	

RÉSUMÉ / ABSTRACT

L'étude des populations d'oiseaux permet un enrichissement continu des connaissances concernant leur écologie et de leur biologie respective. Dans un contexte de changement climatique et de diminution massive de la biodiversité, tant quantitative que qualitative, la biologie de la conservation cherche à apporter des solutions à cette sixième crise d'extinction, mêlant ainsi plusieurs disciplines telles que la biologie des espèces ou la conservation et la restauration des écosystèmes associés. La bonne connaissance d'une population passe alors par un suivi démographique, et en particulier l'évaluation de son abondance et des tendances associées. Ce travail vise à estimer et à actualiser les estimations de taille de populations de deux passereaux rares et localisés à l'échelle nationale, le Traquet oreillard *Oenanthe hispanica* et le Cochevis de Thékla *Galerida theklae*. Pour ce faire, plus de 600 points d'écoutes suivant les protocoles nationaux EPOC et EPOC-ODF sont répartis sur l'aire d'étude entre les Pyrénées-Orientales et l'Aude. Des analyses basées sur le *distance sampling* et le *density surface modeling* ont permis de produire différentes estimations de tailles de populations en intégrant les données environnementales à disposition. Malgré la considération de données d'absences, les différentes estimations obtenues par cette méthodologie se sont révélées peu concluantes, puisque largement surévaluées. La rareté des deux espèces et le manque de précision ou l'absence totale de certaines variables environnementales en sont certainement à l'origine. Les estimations de l'abondance de chacune des deux espèces « à dire d'experts » à partir du même jeu de données ont permis une comparaison directe avec les dernières estimations avancées en 2013 selon la même méthodologie. Les deux espèces encaissent une diminution respective de leur population de 41 et 50 % depuis cette même année. Le bastion principal des deux espèces reste inchangé et localisé dans le massif des Corbières orientales, à cheval entre l'Aude et les Pyrénées-Orientales.

The study of bird populations allows for continuous enrichment concerning their respective ecology and biology. In a context of climate change and massive decrease in biodiversity, both quantitatively and qualitatively, conservation biology seeks to provide solutions to this sixth extinction crisis, thus mixing several disciplines such as species biology or conservation and restoration of associated ecosystems. Good knowledge of a population depends on its demographic monitoring, and in particular the assessment of its abundance and associated trends. This work aims to estimate and update the population size estimates for two rare passerines and located at national level, Black-eared Wheatear *Oenanthe hispanica* and Thekla's Lark *Galerida theklae*. In order to do this, more than 600 listening points following the national EPOC and EPOC-ODF protocols are distributed over the study area between the Pyrénées-Orientales and the Aude. Analyses based on distance sampling and density surface modelling were used to produce different population size estimates by integrating the available environmental data. Despite the consideration of absence data, the different estimates obtained by this methodology proved to be inconclusive, as they are significantly overvalued. The rarity of both species and the lack of precision or the total absence of certain environmental variables in certainly the reason for this. Estimates of the abundance of each of the two species « according to experts » from the same data set allowed a direct comparison with the latest estimates made in 2013 using the same methodology. Both species are experiencing a respective decrease of their population by 41 and 50% since that same year. The main stronghold of both species remains unchanged and localized in the Corbières oriental massif, straddling the Aude and the Pyrénées-Orientales.

TABLE DES ILLUSTRATIONS ET TABLEAUX

Figures

Figure 1. Localisation des différentes entités de l'aire d'étude entre les départements de l'Aude (11) et des Pyrénées-Orientales (66).

Figure 2. Traquet oreillard *Oenanthe hispanica* et Cochevis de Thékla *Galerida theklae*, © J. Dalmau (GOR).

Figure 3. Positionnement global des 609 points d'écoute sur les différentes entités de l'aire d'étude.

Figure 4. Démarche globale de l'estimation des tailles des populations du Traquet oreillard et du Cochevis de Thékla.

Figure 5. Localisation des observations de Cochevis de Thékla (en rouge à gauche) et de Traquet oreillard (en bleu à droite) réalisées lors de la phase de terrain.

Figure 6. Courbe de détectabilité et test de qualité d'ajustement (« *Goodness-of-fit* ») du Traquet oreillard.

Figure 7. Courbe de détectabilité et test de qualité d'ajustement (« *Goodness-of-fit* ») du Cochevis de Thékla.

Figure 8. Abondance prédite à l'échelle de l'aire d'étude pour le Traquet oreillard (en bleu à gauche) et le Cochevis de Thékla (en rouge à droite). Les points de présence observés de chaque espèce sont également indiqués. Chaque maille de prédiction représente l'abondance de l'espèce (en nombre d'individus) sur une surface de 500x500m.

Tableaux

Tableau I. Composition des données obtenues pour les deux espèces-cibles. « Nombre d'EPOC » et « Nombre d'EPOC-ODF » correspondent au nombre de points d'écoute de chacun des deux protocoles avec une présence avérée de l'espèce. Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre d'individus détectés sur ces mêmes points.

Tableau II. Modèle sélectionné pour chacune des deux espèces dans le cadre de la méthodologie de *distance sampling*

Tableau III. Modèle sélectionné pour chacune des deux espèces dans le cadre de la méthodologie de *density surface modeling*. *Bs* : « *Base spline* » ; *k* : « *knot* » ; *cr* : « *cubic regression* ».

Tableau IV. Abondances prédites pour le Traquet oreillard et le Cochevis de Thékla selon les différentes étapes d'analyse, en nombre de mâles chanteurs.

PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE ET DES MISSIONS



Le Groupe Ornithologique du Roussillon (GOR) est une association Loi 1901 agréée au titre de la protection de la nature et au titre de l'éducation nationale. Trouvant son origine dès 1981 suite au regroupement d'ornithologues passionnés de la région de Perpignan au sein de l'association Charles Flahault, elle est déclarée au journal officiel au début de l'année 1990 à l'initiative de plusieurs de ses membres. L'association compte alors 60 adhérents, à l'origine de plusieurs actions et enquêtes ornithologiques, jusqu'à l'arrivée du premier salarié en 2000. Le GOR prend alors de l'ampleur, tout comme ses actions, qui lui valent alors une reconnaissance à l'échelle départementale et régionale, notamment au sein de *Meridionalis*, groupement d'associations naturalistes du Languedoc-Roussillon. L'équipe salariée s'étoffe au fur et à mesure des années, permettant à l'association de s'inscrire dans l'éducation à l'environnement, et de prendre part à plusieurs projets, tels que le programme LIFE Corbières ou les suivis de migration. Elle devient parallèlement partenaire de plusieurs Plans Nationaux d'actions (Vautour percnoptère, Butor étoilé, etc.), puis se voit confier l'animation du Plan National d'Actions en faveur de l'Émyde lépreuse et la coordination régionale du Plan National d'Actions en faveur des Pies-grièches. La mise en place d'une commission juridique lui permet d'attaquer divers arrêtés préfectoraux ou d'intervenir en faveur du Grand tétras devant les tribunaux. La structure compte aujourd'hui près de 300 adhérents et s'appuie sur une équipe de cinq salariés. Association environnementale référente des Pyrénées-Orientales et influente à l'échelle régionale, elle a pour missions principales de développer les connaissances faunistiques départementales et des zones limitrophes, tout en accompagnant les collectivités et les organismes privés dans le domaine de la conservation de la faune et des habitats associés. Elle contribue également à sensibiliser le grand public aux enjeux qui y sont associés. Elle intervient alors principalement en Plaine du Roussillon et sur les bas-reliefs tels que les Corbières ou les Albères, mais également jusque dans le massif pyrénéen, en particulier sur les site Natura 2000 de montagne et le Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes.

Encadré par l'équipe salariée et en particulier par Florian OLIVIER, chargé de mission, l'objectif principal de ce stage est de mettre en place un protocole permettant d'estimer le plus précisément possible la répartition et les effectifs des populations nationales de deux espèces de passereaux pour lesquels l'Aude et surtout les Pyrénées-Orientales présentent une importance particulière et quasi-exclusive : le Traquet oreillard *Oenanthe hispanica* et le Cochevis de Thékla *Galerida theklae*. Les données acquises permettent en parallèle de travailler sur l'écologie de ces deux espèces, afin de préciser leurs exigences écologiques ainsi que la répartition actuelle des milieux d'accueil potentiels des deux espèces. Des participations parallèles à plusieurs actions de l'association permettent également l'enrichissement du stage, des connaissances et des savoir-faire développés.

INTRODUCTION

Cela fait maintenant plusieurs années, voire plusieurs décennies, que les scientifiques du monde entier tirent la sonnette d'alarme face à ce qui est considéré aujourd'hui comme une sixième extinction de masse mondiale. Ce concept, initié et développé dès la fin du XXème siècle (Leakey & Lewin's, 1995), est depuis lors source de nombreux rapports, études et publications s'enchaînant jusqu'au temps présent, dans un contexte climatique changeant et de plus en plus problématique, dérégulant le fragile équilibre des écosystèmes. Les plus pessimistes des chercheurs vont même jusqu'à évoquer la perte irrémédiable de près de 75 % de la richesse spécifique présente à la surface de la Terre si aucun changement n'est opéré (Ceballos & al., 2015 ; Payne & al., 2016). Cette extinction de l'Holocène, reflétant perte de biodiversité et dégradation de l'intégrité des écosystèmes, trouve en grande partie son origine dans les activités humaines (Diaz & al., 2019 ; Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2020). Agriculture intensive, urbanisation, mitage, pollutions diverses sont en effet quelques-unes de causes à l'origine de la dégradation des habitats, un des facteurs principaux de la diminution, voire de la disparition, des espèces associées, en particulier en milieu méditerranéen (Pesche, 2013).

Les oiseaux représentent une part importante des vertébrés les plus menacés à l'échelle mondiale et nationale (IUCN, 2022 ; UICN France & al, 2020). Dès les années 1960, le risque d'un « Printemps silencieux » est mis en avant par la biologiste Rachel Carson dans son livre du même nom (Carson, 1962). Aujourd'hui, la diminution des effectifs d'oiseaux nicheurs à l'échelle européenne est estimée entre 17 et 19 % depuis 1980, soit la disparition de 560 à 620 millions d'oiseaux en 40 ans (Burns & al., 2021). Cette tendance générale, en grande partie due à la diminution des populations d'un petit nombre d'espèces particulièrement impactées (Burns & al., 2021), se retrouve de manière globale chez un grand nombre d'oiseaux nicheurs européens (Keller & al., 2020). À l'échelle nationale, les tendances semblent similaires, comme en attestent les résultats du programme de Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) porté par le Museum National d'Histoire Naturelle, mettant en évidence une chute de 30 % des effectifs d'oiseaux des milieux agricoles sur les trente dernières années (Fontaine & al., 2020).

L'émergence récente de la biologie de la conservation cherche à répondre de manière concrète à la crise d'extinction actuelle. Elle permet d'émettre des pistes visant à résoudre les problèmes de conservation des espèces et des habitats auxquels nous sommes de plus en plus confrontés, en abordant la biologie des espèces et des écosystèmes particulièrement perturbés de manière directe ou indirecte par les activités anthropiques, et en mettant en avant des principes et des outils pour restaurer et préserver cette biodiversité (Soulé, 1985). Il s'agit donc d'une discipline multithématique, qui passe obligatoirement par l'acquisition de données de terrain et le développement des connaissances quant à l'écologie de ces espèces, sans lesquelles ne peuvent se mettre en place des actions de conservation. L'évaluation régulière de la taille et de la

répartition des populations nationales est alors impérative afin d'orienter les décisions et les actions d'aménagement et de concentrer les actions de préservation des espèces (Ferrier, 2002 ; Hortal & Lobo, 2006 ; Jetz & al., 2012). Les atlas de répartition avifaunistiques trouvent alors ici tout leur sens. Déclinés à plusieurs échelles, continentale, nationale ou régionale, ils permettent une mise en commun de l'ensemble des données disponibles sur un pas de temps déterminé. Ils constituent alors un outil de connaissance et d'aide à la décision pour l'ensemble des acteurs de l'environnement, et ce jusqu'à une échelle locale.

Cet enjeu présente également un aspect réglementaire à travers l'article 12 de la Directive Oiseaux (2009/147/EC, issue du texte européen d'origine 79/409/EEC), rappelant que les états membres doivent adresser à la Commission Européenne à échéance régulière, fixée aujourd'hui à 6 ans, une évaluation des statuts et des tendances des populations d'oiseaux sauvages. Ce rapportage vise ainsi à mettre à jour les données qualitatives et quantitatives associées entre autres à la taille des populations nationales et à leur répartition. Diverses structures naturalistes prennent ainsi part à ce rendu régulier sous la coordination du Museum National d'Histoire Naturelle.

C'est dans ce cadre qu'au printemps 2022, le Groupe Ornithologique du Roussillon (GOR) lance une étude visant à actualiser les connaissances sur la répartition et les effectifs des populations de Cochevis de Thékla *Galerida theklae* et de Traquet oreillard *Oenanthe hispanica* dans le sud de la région Occitanie. Les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales hébergent à eux seuls les principaux bastions français de ces deux passereaux rares et menacés à l'échelle nationale, soit respectivement 100 % et au moins 85 % de leurs effectifs nationaux selon les dernières évaluations (Bourgeois & Gilot, 2013).

Leur affinité élevée pour les milieux thermo-méditerranéens ouverts, comme les pelouses sèches ou les garrigues basses et aérées, mais également certains vignobles caillouteux, en fait deux espèces particulièrement impactées par la fermeture des milieux naturels (Bourgeois, 2015 ; Gonin, 2015), en particulier à la suite de la diminution du pastoralisme sur le piémont languedocien et catalan. Le Traquet oreillard a ainsi disparu de nombreux secteurs de plaines méditerranéennes depuis la fin du siècle dernier, pendant que le Cochevis de Thékla a vu ses densités chuter ces dernières décennies sur ses sites de reproduction. Cela explique en grande partie leur inscription sur la Liste Rouge des Oiseaux de France et de l'ex-région Languedoc-Roussillon comme deux espèces étant « En Danger » (UICN France & al., 2016 ; Meridionalis, 2015), reflétant ainsi les enjeux de conservation qui leurs sont liés.

Bien que ces deux espèces fassent parties des passereaux les plus rares de France, les dernières estimations faisant état de leurs populations nationales respectives datent de presque 10 ans (Bourgeois & Gilot, 2013). Il convient alors de mettre à jour les connaissances concernant l'estimation de leurs effectifs et leur répartition, en particulier dans la perspective du prochain rapportage de la Directive Oiseaux à la Commission Européenne, mais également dans le cadre de l'Atlas « Oiseaux de France » porté par la Ligue de Protection

des Oiseaux, visant à mettre à jour les tendances, répartition et évolution de l'ensemble de l'avifaune nicheuse et hivernante française sur la période 2019-2024.

Jusqu'à maintenant généralement basées sur des dires d'experts, plusieurs méthodes ont été développées et existent aujourd'hui afin d'estimer une taille de population. L'étude et la compréhension d'une population peut ainsi être largement améliorée par la modélisation de la distribution spatiale théorique en utilisant les variables environnementales à notre disposition. L'intégration des observations effectuées sur le terrain dans ce cadre doit alors permettre d'estimer de manière fiable les abondances des espèces-cibles. Nous utilisons ainsi une méthode d'échantillonnage par points d'écoute suivant le protocole d'Étude des Populations d'Oiseaux Communs (EPOC et EPOC-ODF). Les données obtenues sont ensuite traitées par la méthode du *Distance Sampling* (Buckland & al., 2015), ou « échantillonnage par la distance », permettant d'estimer l'abondance de populations biologiques, en particulier concernant les passereaux chanteurs, en utilisant les distances séparant chaque individu noté de l'observateur ainsi que différentes combinaisons de variables environnementales considérées comme intéressantes au vue de l'écologie de l'espèce étudiée. Et par *Density Surface Modeling* (Miller & al, 2013), avec et sans intégration des données d'absence. Bien que de plus en plus répandue (Marques & al., 2007), cette méthodologie d'échantillonnage et d'analyse a jusqu'à maintenant plutôt été utilisée pour des études démographiques visant des espèces communes.

L'objectif principal est alors de produire une estimation de l'abondance ainsi qu'une modélisation de la distribution spatiale des deux passereaux sur l'aire d'étude définie, permettant une actualisation de leur répartition spatiale respective et la définition des bastions de populations et des zones de disparition actuels. Ces modélisations s'appuient sur des variables environnementales disponibles et cohérentes avec l'écologie de nos espèces, ainsi que sur la construction d'une grille de prédiction permettant l'extrapolation de nos observations à l'échelle de l'aire d'étude définie. Mises en perspective au regard des « dires d'experts » et des observations de terrain, elles pourront à terme être à l'origine de la priorisation de protection de zones d'intérêt et du développement de projets de conservation et de gestion des sites prioritaires et des espèces étudiées, ou d'autres espèces partageant au moins partiellement la même niche écologique.

Nous nous attendons à observer une nette diminution de l'abondance respective du Traquet oreillard et du Cochevis de Thékla, qui peut s'accompagner d'une diminution de la surface de l'aire de répartition des deux espèces à l'échelle de l'aire d'étude, et donc des départements des Pyrénées-Orientales et de l'Aude.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Aire d'étude

Le site d'étude se situe à cheval entre les départements de l'Aude et des Pyrénées Orientales, sur la façade est de la région Occitanie (France). D'une surface de plus de 390 km², elle s'étend du massif des Albères au sud, formant la frontière orientale avec l'Espagne, jusqu'au massif de la Clape au nord-est de Narbonne, à la frontière avec l'Hérault, en passant par la partie orientale du massif de Corbières (Figure 1).

Celle-ci fut déterminée au regard de deux éléments principaux : la répartition historique élargie des deux espèces cibles (Gonin, 2010 ; Bourgeois & Gilot, 2013 ; Olivier & Gilot, *comm. pers*) ainsi que les observations annuelles contemporaines tirées de la base de données participative Faune Languedoc-Roussillon (www.faune-lr.org). L'objectif n'étant pas de prospecter des sites favorables adjacents, mais d'estimer la taille de la population existante pour chacune des deux espèces, leurs bastions étant relativement bien connus depuis de nombreuses années.

L'aire d'étude est ainsi caractérisée par un climat de type méditerranéen aux hivers relativement doux et aux étés chauds et secs présentant un déficit hydrique très marqué. Les précipitations, rares mais régulières et souvent d'une intensité élevée, interviennent principalement en automne et au printemps, à hauteur de 70

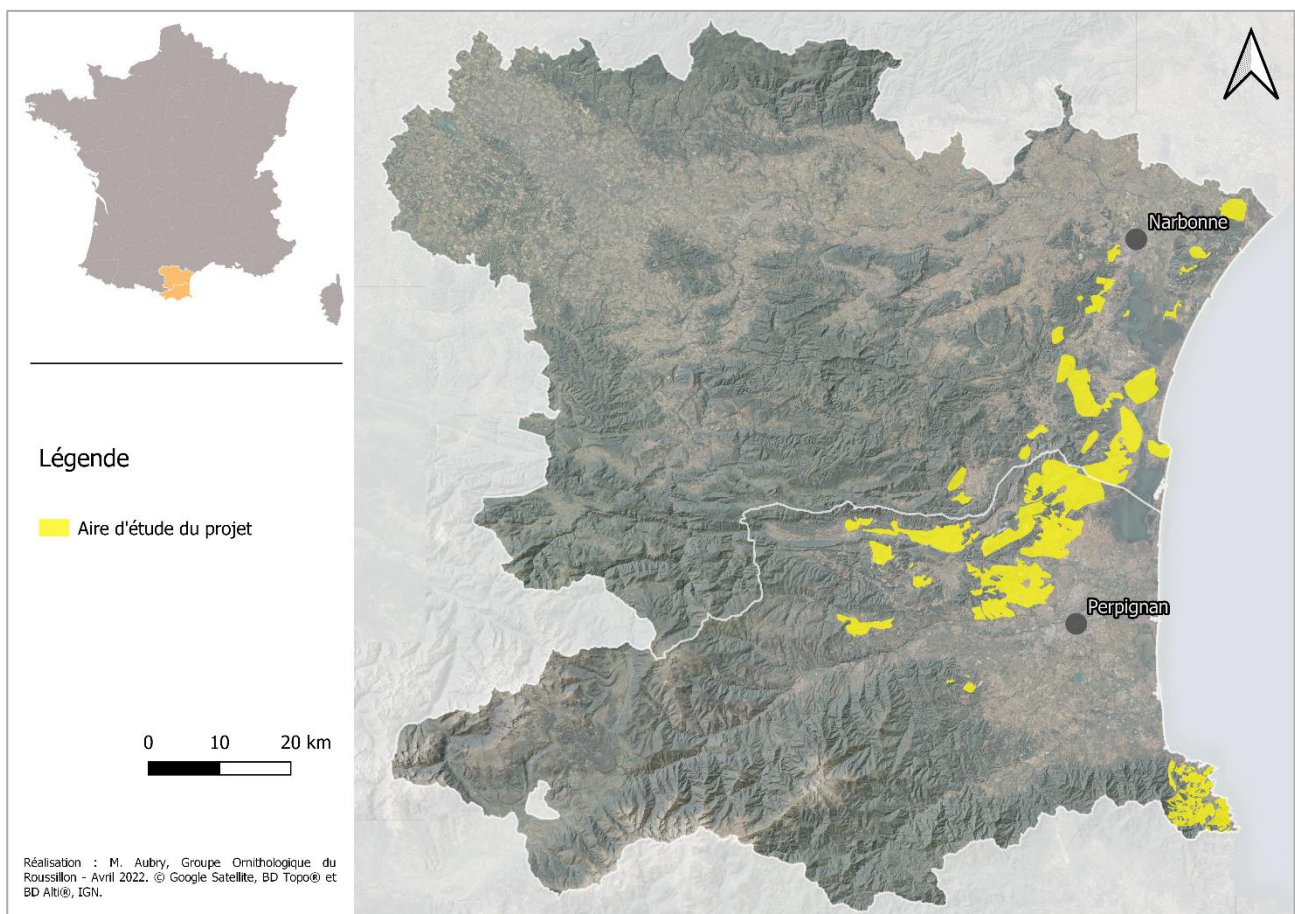


Figure 1. Localisation des différentes entités de l'aire d'étude entre les départements de l'Aude (11) et des Pyrénées-Orientales (66).

à 80 jours par an. Les précipitations moyennes annuelles y varient alors, en augmentant avec l'altitude et l'éloignement des côtes d'environ 540 mm en Plaine du Roussillon (Perpignan) à quasiment 800 mm sur les bas-reliefs du massif des Albères (Banyuls-sur-Mer). L'ensoleillement y est important, présentant un cumul de 2 300 à 2 700 heures par an, en particulier proche du littoral. Il est souvent accompagné d'un régime de vents de nord-ouest, la tramontane, habituellement forts et secs, au contraire des vents de secteur est à sud, souvent synonymes de précipitations. Quelques vents de sud-sud-est, respectivement le vent d'Espagne et le vent d'autan, sont eux plutôt chauds et secs (IGN, 2013a & 2013b).

Le relief y est particulièrement marqué sur l'aire d'étude traversant les massifs des Albères et des Corbières, atteignant alors les 740 mètres d'altitude sur la crête sud-ouest des Albères, dépassant les 600 mètres sur la partie nord-ouest de l'aire d'étude (massif des Corbières) et descendant jusqu'au niveau de la mer en plaine du Roussillon ou de Narbonne. Couplé à un climat méditerranéen, ce relief particulier à l'origine d'une large exposition sud élargie à l'est et à l'ouest implique l'installation de formations végétales et d'une occupation du sol caractéristiques (IGN, 2013a & 2013b).

Les plaines audoise et du Roussillon ainsi que les premiers contreforts des Corbières et des Albères, étages « thermo-méditerranéens » et « méso-méditerranéens inférieurs », sont marqués par une forte pression agricole et en grande majorité dominés par des vignobles et le développement de quelques oliveraies sur sol moyennement à fortement caillouteux. Les friches agricoles sont également nombreuses, caractérisés par une végétation herbacée et arbustive basse et peu dense. Le mitage peut y être localement important à proximité des zones périurbaines. La surface restante de l'aire d'étude est marquée par une forte domination de garrigues à végétation xérophile et plus ou moins fermés sur sols calcaires et très souvent karstiques, et de maquis sur sols acides dans le massif des Albères. Ces ensembles s'étendent de pelouses ouvertes à *Brachypode* rameux *Brachypodium retusum* ou à Thym commun *Thymus vulgaris*, à des formations arbustives basse à moyenne plus denses, dominées entre autres par le Chêne-Kermès *Quercus coccifera*, le Chêne vert *Quercus ilex*, ou le Ciste blanchâtre *Cistus albidus*. Les affleurements rocheux et karstiques y sont fréquents et parfois conséquents, rendant le développement de la végétation parfois difficile et éparse. Son évolution tend toutefois de manière générale vers une lente fermeture du milieu, en particulier à la suite du déclin de l'activité pastorale historique sur l'ensemble de la zone. Celle-ci est également soumise à de nombreux départs de feux de végétation annuels, plus ou moins importants, permettant de manière indirecte la réouverture aléatoire du milieu.

Modèles biologiques

Les deux espèces cibles de l'étude sont le Traquet oreillard *Oenanthe hispanica* (Linnaeus, 1758) et le Cochevis de Thékla *Galerida theklae* (Brehm, 1858). Il s'agit de deux espèces pour lesquelles les départements des Pyrénées Orientales et de l'Aude présentent des enjeux de conservation très importants à l'échelle nationale (Figure 2).

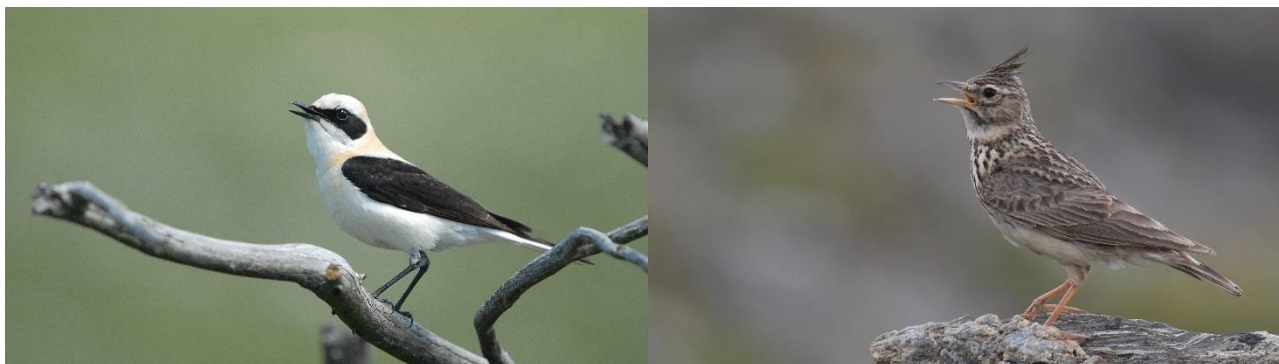


Figure 2. Traquet oreillard *Oenanthe hispanica* et Cochevis de Thékla *Galerida theklae*, © J. Dalmau (GOR)

Passereau migrateur de la famille des *Muscicapidae*, le Traquet oreillard est une espèce nichant principalement dans les garrigues et maquis bas et ouverts, mais également dans les vignobles caillouteux, les zones de cultures extensives et les friches (Suárez, 1977 & 1988 ; Corsetti, 1988 ; Cramp, 1988 ; Fraissinet & Kalby, 1989 ; Roma & Rossetti, 1991 ; Del Hoyo & al., 2004 ; Panov, 2005 ; Brambilla & al, 2013). Le sol doit y être majoritairement nu, minéral et drainant (galets, karst, et parsemé de quelques buissons bas, murets, tas de pierres ou autre promontoire lui servant de poste de chant (Haas & al., 1987 ; Guerrieri & al., 1991 ; Herrando & al., 2003 . La région méditerranéenne française constitue la limite nord de son aire de répartition mondiale en période de reproduction, qui s'étend principalement sur une grande partie de la péninsule ibérique, du nord et de l'ouest du Maghreb, ainsi qu'en Italie, à la suite d'une récente distinction spécifique avec les populations plus orientales, maintenant rattachées au Traquet noir et blanc *Oenanthe melanoleuca* (Güldenstädt, 1775) (Collar, 2021). Affichant une population initiale (avant distinction spécifique) estimée entre 2 000 000 et 7 000 000 de couples à l'échelle mondiale (BirdLife International, 2019), et entre 1 265 000 et 3 625 000 couples à l'échelle européenne (BirdLife International, 2021), l'espèce est représentée par 310 à 510 couples en France selon les dernières estimations (Bourgeois, 2015). Elle accuse une forte diminution de ses populations françaises, de l'ordre de 25 % depuis 2003 (Gonin, 2010), et même de 73 % depuis 1999 (Rocamora & Yeatman-Berthelot, 1999), alors que l'espèce était caractérisée de « l'une des plus répandues qui soit en Roussillon » dans la première moitié du XXème siècle (Mayaud, 1931). Concentrant 255 à 423 couples selon les dernières estimations, soit environ 80 % des effectifs nationaux (Bourgeois & Gilot, 2013), les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales représentent les derniers noyaux majoritaires de l'espèce en France. Ainsi, sa régression semble manifeste jusque dans le massif des Corbières, bastion historique de l'espèce (Gilot et al., 2010).

Le Cochevis de Thékla, espèce sédentaire de la famille des *Alaudidae*, fréquente lui aussi les garrigues et maquis ouverts ou dégradés, souvent pentus et rocheux, dont le recouvrement total de la végétation arbustive et herbacée ne dépasse pas 50 % (Gonin, 2008). Il est alors typique des pelouses sèches et caillouteuses à Brachypode rameux *Brachypodium retusum*, présentant quelques zones de sol nu et arbustes bas éparses (Gonin, 2010). Présentant une aire de répartition proche du Traquet oreillard, du Maghreb à la péninsule ibérique à l'extrême sud de la France, on ne le retrouve à l'échelle nationale que dans les départements des Pyrénées-Orientales et de l'Aude. Un second noyau de population, situé dans la corne de l'Afrique et encore associé à la même espèce, mériterait pourtant d'en être dissocié, tant les aspects génétiques et évolutifs sont différents (Guillaumet, 2005). Malgré des estimations comprises entre 11 650 000 et 18 850 000 couples à l'échelle mondiale et 1 750 000 à 2 840 000 couples à l'échelle européenne (BirdLife International, 2021), les dernières estimations nationales font état de 270 à 430 couples, fragmentée en quatre zones distinctes (Bourgeois & Gilot, 2013). C'est ainsi qu'il niche exclusivement dans le massif des Corbières et dans le massif des Albères, et sur le causse de Thuir. La tendance actuelle de ces populations nationales est là aussi à la diminution, en particulier dans les Corbières, abritant pourtant 50 % de la population nationale (Gilot et al., 2010).

Méthodologie d'échantillonnage

La récolte des données a eu lieu sur une période allant du 08 avril au 22 juin (Annexe I), Il s'agit là d'une période optimale pour la détection globale des deux espèces cibles, et pour l'ensemble des passereaux méditerranéens (sources ?). En effet, l'ensemble des individus de Traquet oreillard et de Cochevis de Thékla contactés sont considérés comme des individus nicheurs. Le premier est migrateur mais la temporalité de l'étude ainsi que sa localisation sur l'extrême nord de l'aire de répartition de l'espèce nous permettent de considérer le fait d'écarter en grande partie le risque de contacter des individus migrants. Le deuxième est sédentaire et très fidèle à ses sites de reproduction, ne s'en écartant que peu tout au long de l'année (Gonin, 2008). Les premiers jours de terrain ont été consacrés en particulier à des sites n'abritant que le Cochevis de Thékla, celui-ci commençant à chanter dès le mois de mars. Le Traquet oreillard ne revient sur ses sites de nidification qu'à la fin de la 1^{ère} décennie d'avril. La première quinzaine de juin a elle été consacrée aux suivis sur des sites n'abritant que le Traquet oreillard, le Cochevis de Thékla se faisant alors beaucoup plus discret du fait de sa reproduction plus avancée.

Les points d'écoute ont été réalisés sur une période journalière s'étendant du lever du soleil à la fin de matinée de manière générale, période d'activité maximale des passereaux. Cette période a pu être écourtée ou allongée en fonction des conditions météorologiques, et en particulier des températures. Les quelques matinées pluvieuses et les journées de tramontane supérieure à 30 km/h ont été délaissées, afin de maximiser la détection des espèces cibles.

Le protocole consiste en la réalisation de 609 points d'écoute préalablement positionnés sur l'ensemble de l'aire d'étude, suivant deux protocoles légèrement différents l'un de l'autre. Ceux-ci s'inscrivent dans le cadre

du projet Oiseaux de France, mené à l'échelle nationale par la LPO France. Celui-ci « vise à mettre à jour et diffuser l'état des connaissances de l'avifaune française en période de nidification et d'hivernage, en France métropolitaine et en Outre-Mer », via un ambitieux projet de sciences participatives. Il cherche ainsi à cartographier la répartition de chaque espèce en évaluant les tendances démographiques qui en découlent afin d'estimer des effectifs fiables pour un maximum d'espèces. Ainsi la phase terrain de cette étude ne se retirera pas aux deux espèces cibles, mais permettra de récolter des données détaillées pour l'ensemble des espèces contactées, qui pourront être valorisées par la suite.

Dans ce cadre, des points d'écoute nationaux de 3 temps d'écoute consécutifs de 5 minutes, suivant le protocole EPOC-ODF (Estimation des Populations d'Oiseaux Communs – Oiseaux de France) et localisés au sein de l'aire d'étude, seront réalisés au nombre de 77 (Figure 3), afin de participer dans le même temps à ce projet national (Annexe II). Ceux-ci sont localisés de manière systématique au centroïde de chaque maille UTM ((Universal Transverse Mercator coordinate system) 2x2 kilomètres à l'échelle nationale.

Le deuxième s'appuie sur le protocole d'étude EPOC (Estimation des Populations d'Oiseaux Communs) développé par la LPO France et le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris et ayant pour but d'estimer les tailles des populations des espèces nicheuses à l'échelle nationale. Il consiste dans notre cas en la réalisation de 532 points d'écoute de 5 minutes durant lesquels l'ensemble des contacts auditifs et visuels d'oiseaux sont relevés et localisés. Les individus locaux sont alors différenciés des individus en transit non nicheurs sur le site (Annexe III). Afin de favoriser une couverture homogène de notre zone d'étude, un tirage aléatoire a été effectué sur *Qgis Desktop v.3.10.8* au sein de chaque sous entité de l'aire d'étude, en renseignant un nombre de points d'écoute proportionnel à la surface de chaque entité tout en excluant une zone de 200 mètres de rayon autour des EPOC ODF préalablement placés, permettant ainsi d'obtenir un échantillonnage équivalent sur l'ensemble du site d'étude et sur ses entités (Figure 3).

Huit d'entre elles ayant une surface trop faible, parfois couplée à un relief clivant, se sont vu imposer 1 à 2 point(s) aléatoire(s) de manière manuelle afin de les prendre en compte, en évitant toutefois une surreprésentativité. Ceux-ci ont été soustraits du nombre d'EPOC initial afin d'obtenir un total final de 532 points d'écoute. Au terme de plusieurs essais, il a été décidé d'établir un minimum de 800 mètres d'éloignement entre chaque point d'écoute EPOC, le meilleur compromis pour obtenir une couverture aléatoire homogène de l'aire d'étude, tout en garantissant un échantillonnage cohérent en évitant les doubles-comptages, rendus possibles dans certains cas à quelques centaines de mètres puisque le milieu étudié est particulièrement ouvert. Ce fort critère d'éloignement a également rendu possible un ajustement manuel du tirage aléatoire pour une partie des points d'écoute lors du passage sur le terrain, difficilement accessibles du fait du relief ou de la végétation.

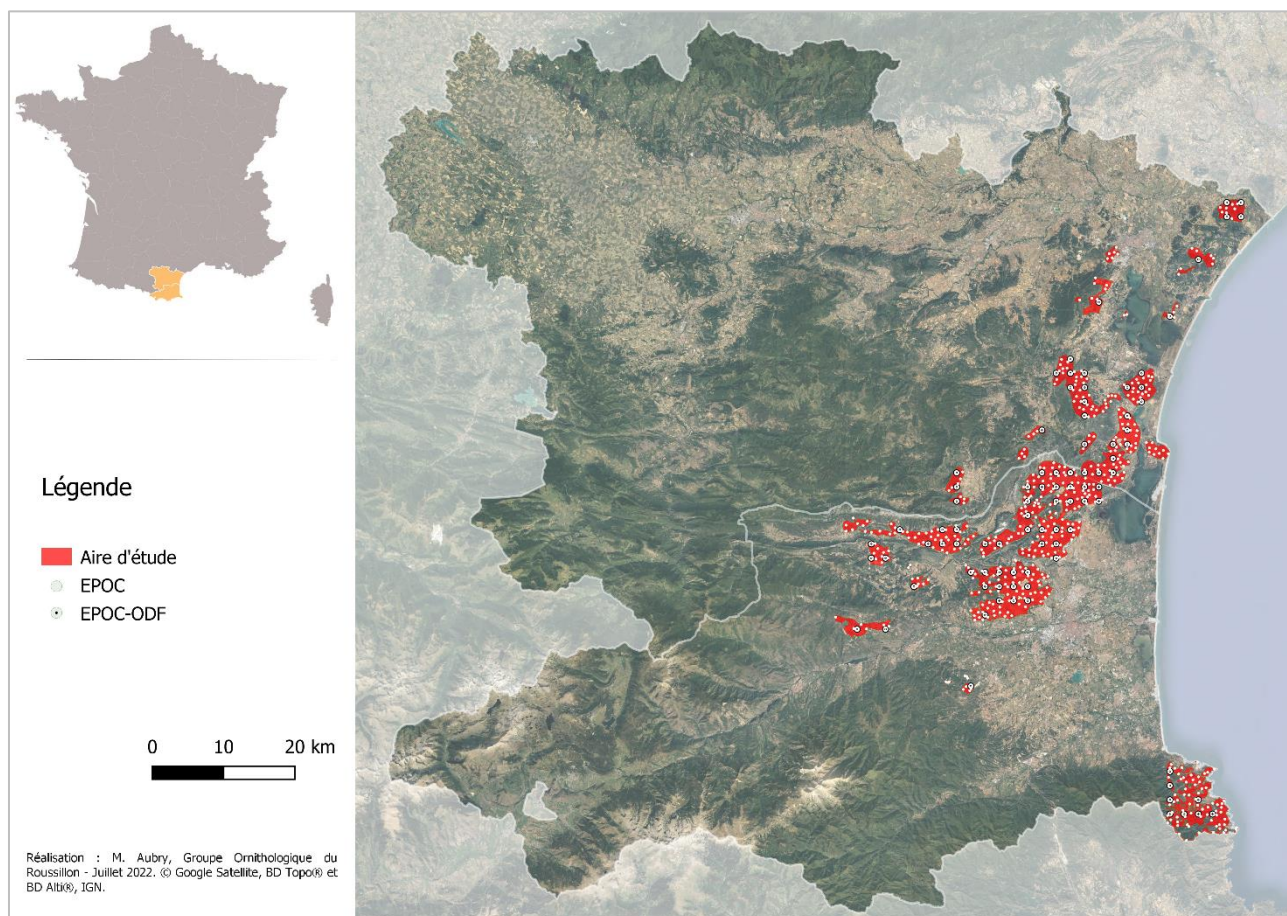


Figure 3. Positionnement global des 609 points d'écoute sur les différentes entités de l'aire d'étude.

Un travail de coordination et de planification a ensuite été nécessaire afin de répartir ces 609 points d'écoute entre les neuf observateurs appartenant à deux structures différentes, le Groupe Ornithologique du Roussillon et la délégation LPO Aude, chaque point faisant l'objet d'une unique visite. Des itinéraires ont ainsi été créés, rassemblant 10 à 12 points en plaine, et 7 à 9 points sur les reliefs, afin de rentabiliser au maximum les matinées de terrain et d'optimiser les déplacements. L'ensemble des itinéraires a ensuite été distribué entre les neufs ornithologues de terrain (Annexe I). Chacun d'entre eux avait à sa disposition une paire de jumelles grossissement 8 ou 10, ainsi qu'une cartographie de chaque itinéraire en format papier ou via l'application *QField v2.2.0*.

L'ensemble des données est saisi et géolocalisé directement sur le terrain via les modules EPOC et EPOC-ODF de l'application *BioloVision Naturalist v0.191* (Annexes II et III), puis synchronisé pour être enregistré sur la base de données en ligne Faune Occitanie (<https://www.faune-occitanie.org/>).

Formatage et préparation du jeu de données

La totalité des données issues de ce travail est exporté depuis Faune Occitanie (<https://www.faune-occitanie.org/>) sous Microsoft® Excel® v.16.0. Un premier tri y est réalisé afin d'écartier quelques erreurs de saisie sur le terrain ou de géoréférencement de données. Un formatage des données est ensuite appliqué via

le logiciel R v4.1.1 pour homogénéiser le jeu de données. Les distances d'observations sont calculées à l'aide des données de géolocalisation de l'observateur enregistrées sur l'application Naturalist, ou en approximant la position de l'observateur en calculant le barycentre de l'ensemble des données d'une même liste le cas échéant. Chaque donnée de Traquet oreillard ou de Cochevis de Thékla se voit alors associer une distance d'observation à l'observateur.

Une grille de points distants de 500m est projetée sur l'aire d'étude (n=1 587). Elle servira par la suite de base de nos projections d'abondance sur l'ensemble de l'aire d'étude.

Un ensemble de variables environnementales, préalablement extraites, est parallèlement intégré au jeu de données. Celles-ci se basent principalement sur la catégorisation spatiale de l'habitat (Corine Land Cover - CLC et Occupation du sol – OSO, ainsi que le « *Normalized Difference Vegetation Index* » - NDVI, le « *Human Footprint Index* » - HFI et l'indice de Naturalité), et la topographie (altitude et pente) (Annexe IV). Les variables climatiques n'ont pas été utilisées. La superficie de l'aire d'étude et sa localisation en climat méditerranéen n'implique que peu de variations locales. De plus, les variables climatiques mises à disposition (<https://www.worldclim.org/data/bioclim.html>) présentent une résolution peu précise sur un pas de temps jugé trop ancien (1970-2000) (Fick & Hijmans, 2017). L'ensemble des variables environnementales est associé aux points de présence des deux espèces cibles de l'étude, ainsi qu'à l'ensemble des points de la grille de prédiction. En fonction de leur résolution, chaque variable a été déclinée selon une et trois échelles spatiale, dans un rayon de 100 mètres, 250 mètres et 500 mètres autour de chacun des points (Annexe IV).

Distance sampling

Le *Distance sampling* (Buckland & al., 2015) utilise les distances séparant chaque individu noté de l'observateur ainsi que différentes combinaisons de variables environnementales considérées comme intéressantes au vu de l'écologie de l'espèce étudiée. Celles-ci regroupent l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI), l'Indice d'influence spatiale humaine (HFI), l'altitude, ainsi que les catégories d'habitats ouverts propices aux deux passereaux (Vignobles, Pelouses, Landes, Végétation sclérophylle, Zones incendiées et Surfaces minérales) selon les catégorisations OSO et Corine Land Cover (Annexe IV). Dans ce cadre, nous avons considéré que tous les individus présents sur les points d'écoute ont été détectés, que les distances d'observations ont été évaluées précisément et sans biais, et que les individus ont été contactés dans leur position initiale, sans attraction ni fuite due à l'observateur. La méthode repose également sur le principe que la densité moyenne de la population recherchée est homogène quel que soit la distance à l'observateur. Le package *Distance* est utilisé sur R v4.1.1, afin de tester chacune de ces combinaisons selon deux modèles d'ajustement (clés primaires) propres au *Distance sampling* que sont les distributions *hn* (*half-normal*) et *hr* (*hazard-rate*) (Buckland, 2015 ; Miller & al., 2013). Le modèle s'ajustant le mieux aux données est sélectionné au regard de plusieurs critères combinés : l'AIC (*Akaike Information Criterion*, prenant en compte la vraisemblance et le nombre de paramètres estimés du modèle et permettant de trouver un compromis entre l'adéquation du modèle et sa complexité), la qualité d'ajustement du modèle à travers un

Test de Cramer-Von Mises, la détectabilité définie (que l'on souhaite maximale), ainsi que la forme de la courbe de détectabilité obtenue, ce dernier critère étant particulièrement important afin d'éviter une surinterprétation des données (« *overfitting* »). Cette courbe doit se rapprocher au maximum des données observées. La non-significativité du test d'ajustement est vérifiée par un test de « *Goodness-of-fit* ». La fonction de détection obtenue, modélisant la diminution de la probabilité de détection de l'espèce avec l'augmentation de la distance, permet l'estimation d'une abondance locale à l'échelle de la surface échantillonnée ($s = \text{nombre de points d'écoute avec présence de l'espèce} * (\pi * [\text{distance maximale d'observation}]^2)$), ainsi qu'à l'échelle de l'aire d'étude globale par extrapolation homogène via une simple règle de trois (Figure 4).

Density surface modeling

Les données d'abondances locales prédites précédemment par le Distance sampling sont ensuite utilisées au sein du dsm, afin d'expliquer la variation d'abondances à l'échelle de l'aire d'étude, en s'appuyant sur les variables environnementales mises à disposition (Miller & al, 2013). Après vérification et élimination des variables environnementales corrélées entre elles par la production d'une matrice de corrélation de Spearman, celles-ci sont intégrées au sein de Modèles additifs Généralisés (GAM : « *Generalized additive model* ») suivant une loi de distribution de Tweedie. Le modèle ayant le meilleur AIC est sélectionné, permettant ainsi d'obtenir une prédiction de l'abondance globale de chacune des deux espèces à l'échelle de l'aire d'étude, en prenant en compte les variables environnementales à disposition (Figure 4).

Intégration des données d'absence

La considération des points d'écoute sans observation de l'espèce cible comme étant des points d'absence simple de cette espèce nous permet d'obtenir une estimation de son abondance à l'échelle de l'aire d'étude largement inférieure et plus cohérente que les précédentes. Pour ce faire, les meilleures formules équivalentes ($\Delta AIC < 2$) définies lors de la phase de *Density surface modeling* sont utilisées. Toutes les combinaisons possibles entre ces formules sont formées et intégrées au sein d'un modèle *Zero-inflated negative binomial* afin d'expliquer à la fois les variations d'abondances ainsi que l'absence de l'espèce en fonction des variables environnementales. Une abondance est ainsi estimée pour chacun des modèles obtenus. Une moyenne pondérée par le poids de chaque modèle est enfin produite afin d'obtenir une estimation de l'abondance finale de l'espèce sur l'aire d'étude, en prenant en compte les données d'absence. Une cartographie de prédiction d'abondance estimée est enfin élaborée, à partir de la seule estimation finale (Figure 4).

Parallèlement à l'ensemble de cette phase d'analyse, une estimation de l'abondance de chacune des deux espèces a été réalisée « à dire d'experts » par les ornithologues suivant ces deux espèces depuis de nombreuses années, à partir de la même base de données de terrain. Cela permettra une meilleure comparaison globale des différentes méthodes d'estimations des tailles de populations et de leur cohérence.

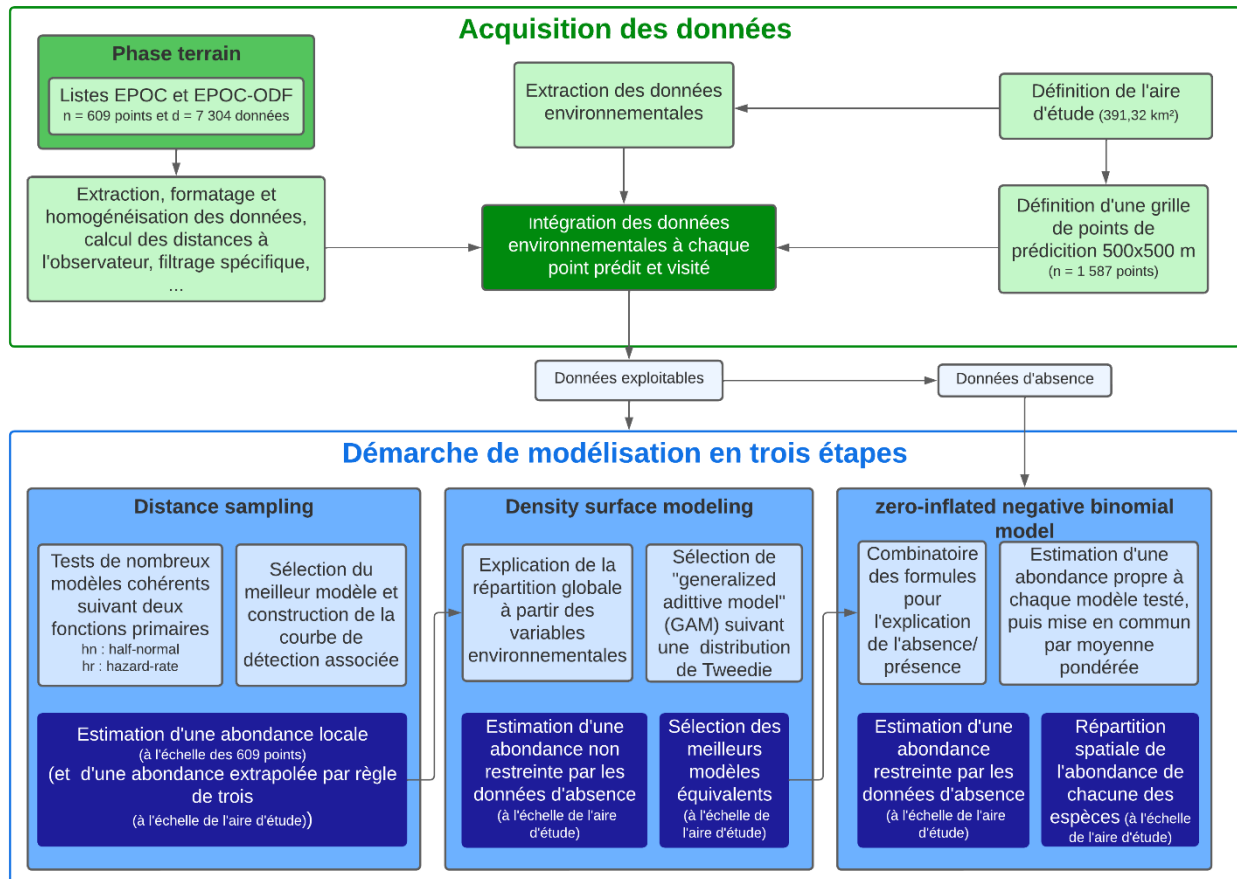


Figure 4. Démarche globale de l'estimation des tailles des populations du Traquet oreillard et du Cochevis de Thékla

RÉSULTATS

Données récoltées

Au total, 532 points d'écoute EPOC et 77 EPOC-ODF ont été produits, pour un ensemble de 7 303 données détaillées concernant 108 espèces sur l'aire d'étude et sur l'ensemble de cette période (Annexe V).

L'effort de prospection protocolisé dépasse les 63,50 heures répartis de manière homogène et aléatoire sur l'aire d'étude. Au total, 117 données de Traquet oreillard et 100 données de Cochevis de Thékla ont été produites (Figure 5, Tableau I et Annexe V). À noter également 9 données (sur 8 points EPOC) concernant une observation du double taxon Cochevis de Thékla/Cochevis huppé. Les deux espèces sont en effet principalement allopatriques, mais des zones de contacts existent sur l'aire d'étude. La différenciation spécifique certaine pouvant alors être compliquée, ces 9 données ne sont pas prises en compte dans la suite des analyses.

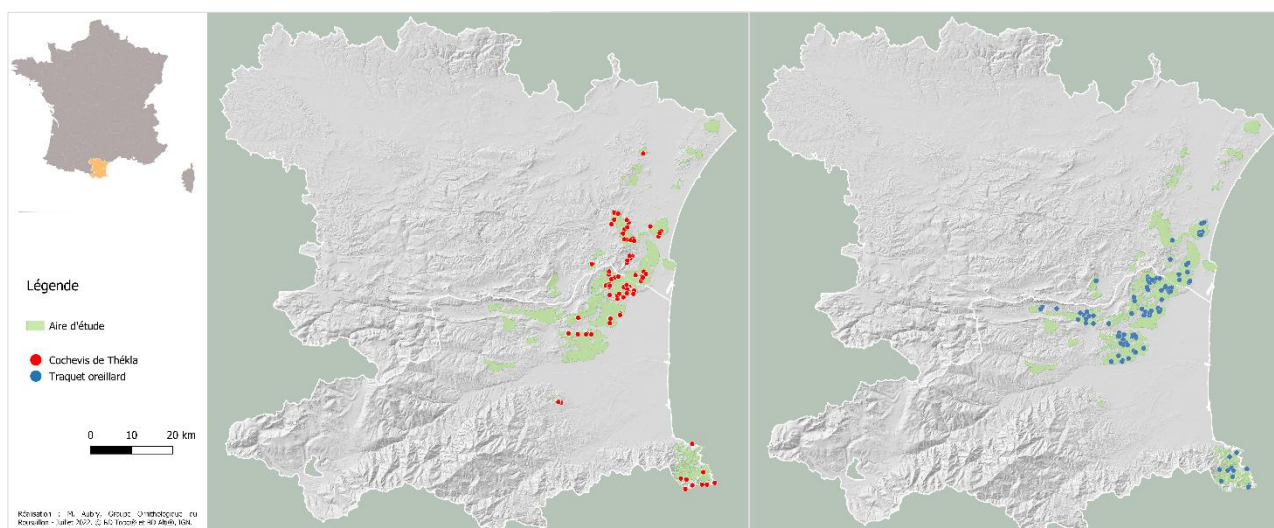


Figure 5. Localisation des observations de Cochevis de Thékla (en rouge à gauche) et de Traquet oreillard (en bleu à droite) réalisées lors de la phase de terrain.

Tableau I. Composition des données obtenues pour les deux espèces-cibles. « Nombre d'EPOC » et « Nombre d'EPOC-ODF » correspondent au nombre de points d'écoute de chacun des deux protocoles avec une présence avérée de l'espèce. Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre d'individus détectés sur ces mêmes points.

		Nombre de données	Nombre d'EPOC (Nombre d'individus)	Nombre d'EPOC-ODF (Nombre d'individus)	Occurrence EPOC (n=532)
Traquet oreillard	Pyrénées-Orientales	97	117	75 (89)	0.141
	Aude	20			
Cochevis de Thékla	Pyrénées-Orientales	59	100	63 (78)	0.118
	Aude	41			

Distance sampling

La sélection de modèle pour chacune des deux espèces étudiées est réalisée suivant les deux modèles d'ajustement (clés primaires) associées à la méthodologie du *distance sampling*. La comparaison des meilleurs modèles équivalents (AIC minimale et $\Delta AIC < 2$) suivant les critères évoqués précédemment a permis la sélection d'un modèle intéressant et la production d'une courbe de détectabilité associée pour le Traquet oreillard (Figure 6, Tableau II et Annexe VI.a) (AIC = -217,525 ; $\Delta AIC = 1,247$; Test de Cramer-von Mises, p-value = 0,313), et pour le Cochevis de Thékla (Figure 7, Tableau II, et Annexe VI.b) (AIC = -273,458 ; $\Delta AIC = 1,641$; Test de Cramer-von Mises, p-value = 0,926). Les abondances à l'échelle de la surface échantillonnée et de l'aire d'étude globale ont également été déterminées (Tableau IV).

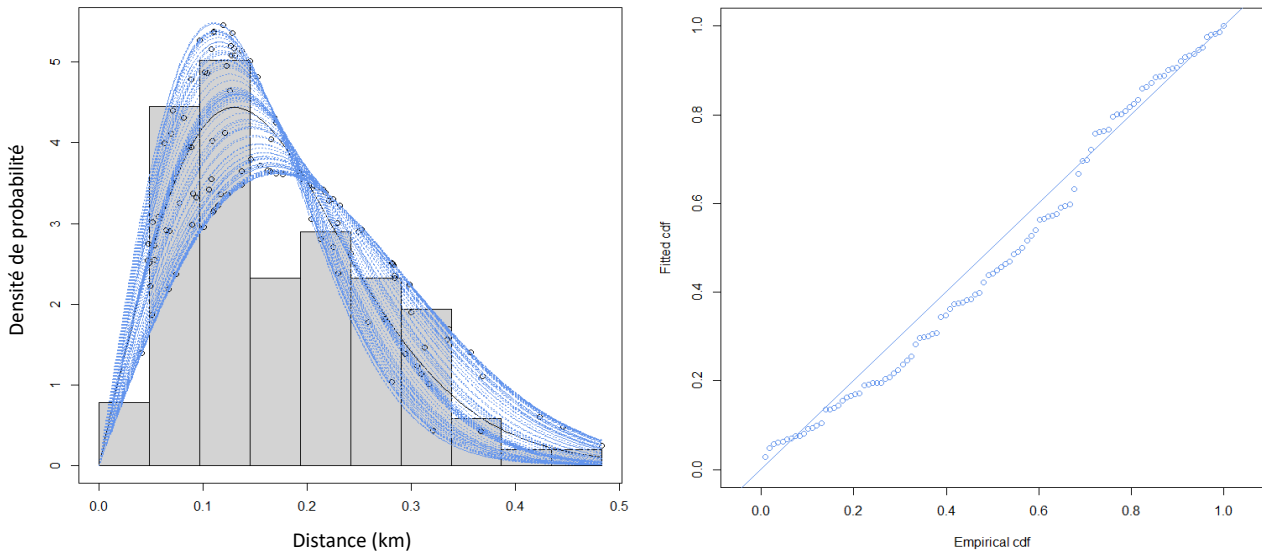


Figure 6. Courbe de détectabilité et test de qualité d'ajustement (« *Goodness-of-fit* ») du Traquet oreillard.

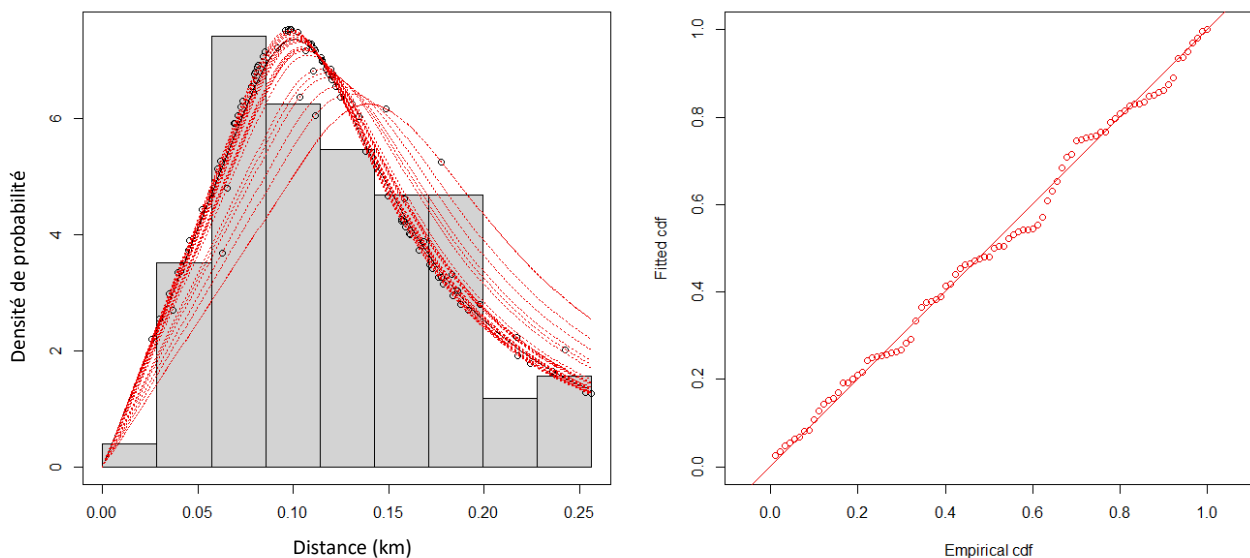


Figure 7. Courbe de détectabilité et test de qualité d'ajustement (« *Goodness-of-fit* ») du Cochevis de Thékla.

La courbe de détectabilité du Traquet oreillard (Figure 6) est constituée du modèle sélectionné dont la seule variable *SpOSOm_19* traduit la proportion de « Landes » au sein d'un tampon de 250m autour de chaque point de présence, selon la nomenclature OSO. On y observe un pic de détectabilité de l'espèce à une distance comprise entre 100 et 150m. Celle-ci décroît au-delà. La détection d'un individu de vient quasi-nulle à une distance supérieure à 350m. le test de qualité d'ajustement associée est satisfaisant.

La courbe de détectabilité du Cochevis de Thékla (Figure 7) est lui-aussi constitué d'un modèle à une seule variable (*OSOCateHabs_Ouvert*), reflétant la proportion d'habitat « ouvert » dans un rayon de 100m autour des points de présence. Ces habitats ouverts regroupent l'ensemble des surfaces agricoles, ainsi que les

landes, pelouses et surfaces minérales, selon la classification OSO. Un pic de détectabilité est observé entre 100 et 120m de distance. La fonction décroît ensuite, et reflète une détection très faible de l'espèce au-delà de 250m de distance. Le test de la qualité d'ajustement associé est très satisfaisant.

Tableau II. Modèle sélectionné pour chacune des deux espèces dans le cadre de la méthodologie de *distance sampling*

	Fonction clé	Formule
Traquet oreillard	half-normal key function	$\sim SpOSO_m_{19}$
Cochevis de Thékla	hazard-rate key function	$\sim OSOCateHabs_Ouvert$

Density surface modeling avec et sans prise en compte des absences

Les abondances locales déterminées par le Distance sampling et l'intégration des données environnementales ont abouti à la sélection d'un modèle (GAM) suivant une Loi de distribution de Tweedie pour chaque espèce (Tableau III et Annexe VII). Dans le cas du Traquet oreillard, ce modèle prend en compte la proportion de « Vignobles » dans un rayon de 250m autour des points de présence (*SpCLCm_221*), ainsi que la proportion de « Systèmes culturaux et parcellaires complexes » dans le même rayon (*SpCLCm_242*). Pour le Cochevis de Thékla, seule « l'indice de Naturalité » dans un rayon de 250m (*SpWILDm_Naturalite*) est inclus dans le modèle sélectionné. Dans ceux-ci ont permis l'estimation d'une deuxième abondance à l'échelle de l'aire d'étude, reflétant une extrapolation du jeu de données avec prise en compte des variables environnementales, contrairement à la phase d'estimation du *distance sampling* (Tableau IV).

Tableau III. Modèle sélectionné pour chacune des deux espèces dans le cadre de la méthodologie de *density surface modeling*. Bs : « Base spline » ; k : « knot » ; cr : « cubic regression ».

Traquet oreillard	$s(SpCLCm_{221}, k = 3, bs = "cr") + s(SpCLCm_{242}, k = 3, bs = "cr")$
Cochevis de Thékla	$s(SpWILDm_Naturalite, k = 3, bs = "cr")$

La récupération de l'ensemble des meilleurs modèles produits pour chaque espèce lors de la modélisation ($\Delta AICc < 2$) (n=4 pour le Traquet oreillard et n=7 pour le Cochevis de Thékla, Annexe VII), a permis l'explication simultanée des points de présence et des points d'absence selon l'ensemble des combinaisons possibles (n=4² pour le Traquet oreillard et n=7² pour le Cochevis de Thékla, Annexe VIII). Une abondance à l'échelle de chacune des mailles de la grille de prédiction (n= 1 587) a été produite pour chacune des combinaisons testées. L'abondance totale moyenne obtenue, pondérée par le poids de chaque modèle, a été calculée à l'échelle de l'aire d'étude (Tableau IV).

Une cartographie d'abondance a enfin été produite pour chacune des deux espèces étudiées à l'échelle de l'aire d'étude, à partir des données environnementales récoltées sur la grille de prédictions (n=1 538 points), et de l'estimation d'abondance préalablement présentée, incluant les données d'absence (Figure 8). Celles-ci illustrent une prédiction de répartition hétérogène des deux passereaux sur l'aire d'étude. Le Traquet oreillard est prédit de manière plus abondante en plaine sur toute la longueur sud-est de l'aire d'étude, en particulier sur les zones viticoles. Le Cochevis de Thékla est annoncé avec une densité plus importante sur les contreforts du massif des Corbières orientales, principalement sur les zones de garrigues, et totalement absent des zones viticoles. On le retrouve également sur une partie du massif des Albères. En revanche dans les deux cas, certains territoires présentant des données de présence avérées et plus ou moins concentrées correspondent avec une prédiction de présence nulle ou quasi-nulle.

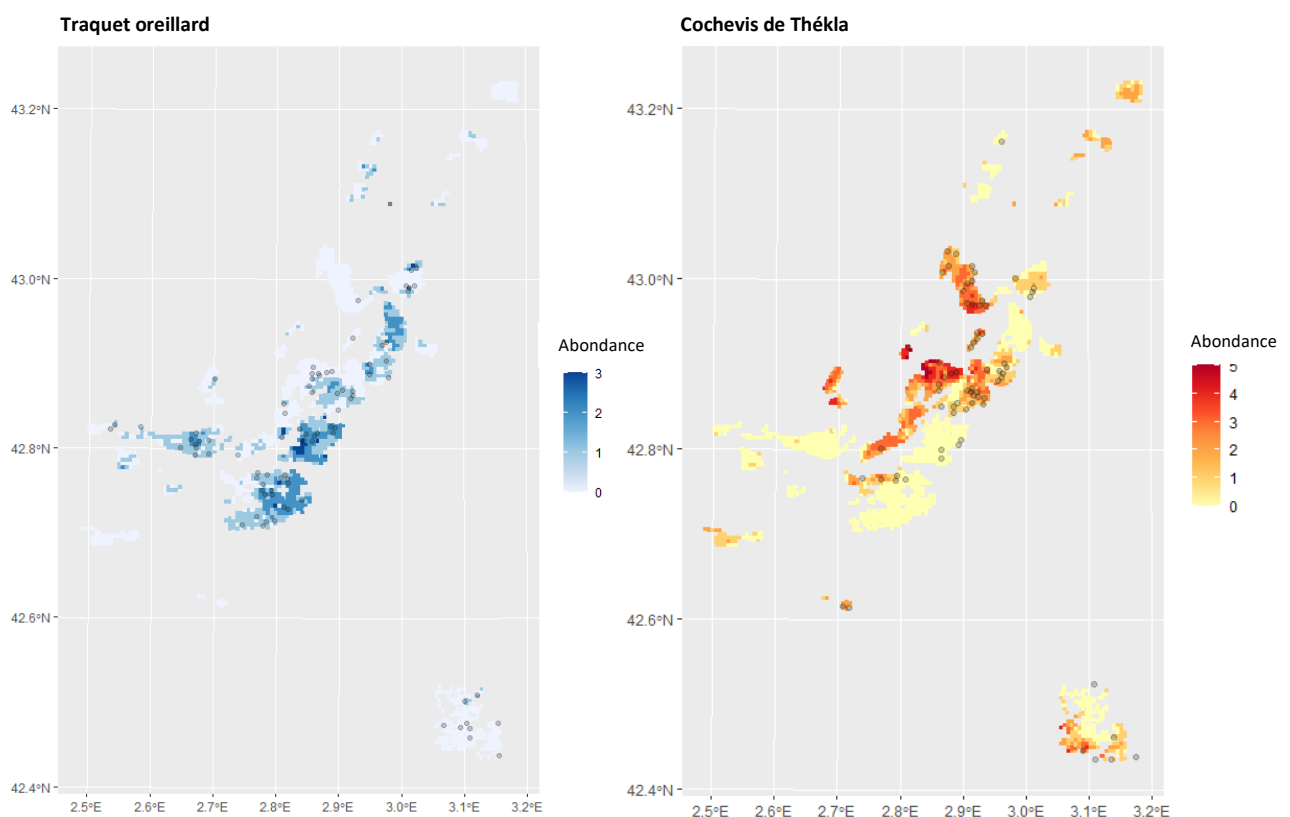


Figure 8. Abondance prédite à l'échelle de l'aire d'étude pour le Traquet oreillard (en bleu à gauche) et le Cochevis de Thékla (en rouge à droite). Les points de présence observés de chaque espèce sont également indiqués. Chaque maille de prédiction représente l'abondance de l'espèce (en nombre d'individus) sur une surface de 500x500m.

L'estimation de l'abondance de chacune des deux espèces réalisée « à dire d'experts » par les ornithologues suivant ces populations depuis de nombreuses années, à partir de la même base de données de terrain a été intégrée aux résultats (Tableau IV). On observe ainsi que celles-ci sont nettement inférieures aux abondances estimées par le modèle prenant en compte les absences, de l'ordre d'un facteur 3,5 à 6,7 pour le Traquet oreillard, et de l'ordre d'un facteur 6,6 à 12,6 pour le Cochevis de Thékla. Les abondances issues de la même

méthodologie mais ne prenant pas en compte les données d'absences sont bien plus importantes que ces mêmes dires d'experts, de l'ordre d'un facteur 170 pour le Traquet oreillard, et même d'un facteur 282 pour le Cochevis de Thékla.

Tableau IV. Abondances prédites pour le Traquet oreillard et le Cochevis de Thékla selon les différentes étapes d'analyse, en nombre de mâles chanteurs.

	<i>Distance sampling</i>		<i>Density surface modeling</i>		<i>Prise en compte des absences</i>	<i>Dires d'experts</i>
	Surface échantillonnée	Aire d'étude	Surface échantillonnée	Aire d'étude	Aire d'étude	Aire d'étude
<i>Traquet oreillard</i>	656	2 685	622	27 757 – 41 539 (33 956)	909	135-260
<i>Cochevis de Thékla</i>	236	4 173	827	38 053 - 67 785 (50 788)	1 518	120-230

DISCUSSION

La méthodologie globale employée dans le cadre de cette étude est sensiblement novatrice. En cours de développement dans le cadre de l'Atlas Oiseaux de France, elle devrait permettre d'obtenir à l'horizon 2024 des estimations de taille des populations d'oiseaux communs à l'échelle nationale. Les points d'écoute EPOC -Évolution des Populations d'Oiseaux Communs, méthodologie d'échantillonnage récemment développée dans le cadre de l'évolution de la science participative, semblent particulièrement adaptés pour les espèces dites communes. En revanche, leur utilisation à une échelle départementale pour estimer l'abondance d'espèces peu communes, voire rares, n'avait jusqu'à présent pas été testée.

Comparaison des différentes abondances estimées

Les différentes estimations avancées présentent des disparités assez incohérentes selon la méthodologie employée (Tableau IV).

Différents éléments peuvent être mis en avant pour expliquer le manque de cohérence entre les estimations d'effectifs obtenues. L'élément principal semble se trouver dans la précision et la richesse des données environnementales mises à notre disposition. La caractérisation de l'habitat, bien que prise en compte selon deux sources différentes (Corine Land Cover et OSO - Occupation du sol), ne semble pas être suffisamment précises afin de permettre une modélisation cohérente de l'abondance des deux espèces. Une meilleure différenciation des habitats reliés aux termes de « Landes » et de « Pelouses » (OSO – Occupation du sol), ou de « Landes et broussailles », « Végétation sclérophylle » et « Forêt et végétation arbustive en mutation » (Corine Land Cover) serait plus appropriée pour répondre à cette problématique. Le croisement de nos

observations de terrain et des couches d'habitats disponibles correspondantes nous ont permis de constater à plusieurs reprises une hétérogénéité relative de la stratification de la végétation au sein même des catégories définies. Les deux espèces étudiées étant particulièrement sensibles à la fermeture des milieux, une meilleure définition de la stratification et de la densité de végétation serait préférable. Néanmoins, l'utilisation du NDVI a certainement permis de prendre en compte partiellement cette hétérogénéité au sein de chaque catégories. L'intégration de données environnementales supplémentaires et cohérentes avec l'écologie des espèces étudiées permettrait également d'affiner la modélisation. La prise en compte de variables telle que la pierrosité du sol ou la présence de zones karstiques pourrait alors être intéressante et certainement nécessaire pour obtenir des résultats plus probants, parallèlement à des données d'habitats plus détaillées, bien que l'explication de la présence d'une espèce soit souvent bien plus complexe à décrire.

Il en est de même pour la répartition spatiale de l'abondance sur l'aire d'étude. Bien que globalement satisfaisante, plusieurs éléments nous semblent peu cohérents avec la réalité observée sur le terrain. Pour le Traquet oreillard, le modèle sélectionné s'appuie entre autres sur la variable relative aux vignobles (*CLCm_221*), ce qui explique une surestimation des effectifs sur ces mêmes zones (Figure 8). La Plaine viticole de la Palme, sur laquelle aucun individu n'a été observé malgré un bon échantillonnage, ressort alors comme un bastion audois de l'espèce. Cette surreprésentativité des espaces de vignobles se fait au détriment des habitats naturels tels que les garrigues basses sur lesquelles les projections sont plus faibles, voire nulles sur certains secteurs comme sur la commune d'Opouls-Périllos, bien que des données de présence y soient renseignées et que ce site présente en réalité une des densités les plus forte de l'aire d'étude. Le constat est le même concernant le Cochevis de Thékla. Malgré une différenciation spatiale satisfaisante entre les vignobles et les garrigues (l'espèce étant absente des vignobles purs), un bastion principal est mis en avant au centre de l'aire d'étude, malgré peu d'observations de terrain. Au contraire, des zones à forte densité observée ne sont que moyennement mises en avant, comme au centre-est de l'aire d'étude ici (Figure 8). Enfin, la population de plaine du Camp-Joffre (centre-sud) est inexistante d'après la modélisation, certainement dû là-aussi à la spécificité de l'habitat, principalement constitué de friches, qui la rend imperceptible lors de la sélection du modèle.

Le statut d'espèces rares et localisées du Traquet oreillard et du Cochevis de Thékla est également à prendre en compte, malgré une échantillonnage conséquent de la zone étudiée. Basés principalement sur les habitats, les modèles sélectionnés et les estimations obtenues ont tendance à considérer que les espèces utilisent la totalité de la niche écologique qui leur est favorable sur l'aire d'étude, ce qui est plutôt acceptable pour des espèces communes. Au contraire, la phase de terrain a permis l'appréciation de milieux particulièrement adaptés à l'une ou l'autre des espèces, sans pour autant que celle-ci ne soit observée ce printemps, ni même lors des 10 dernières années.

Il est alors intéressant de se questionner sur la cohérence de l'utilisation des points d'écoute EPOC et EPOC-ODF pour les espèces peu communes, puisque ceux-ci ont été mis en place pour « l'Étude des Populations

d'Oiseaux Communs ». L'augmentation du nombre de points de présence d'une espèce permet d'affiner sa modélisation spatiale finale. Un nombre d'observations trop faible, dans le cas d'espèces rares est alors rédhibitoire et sera préjudiciable aux résultats obtenus, puisque cette méthode permet d'estimer ce que l'on ne voit pas à partir de ce que l'on observe.

L'intégration des données d'absence à la modélisation a permis de réduire les estimations produites à partir des données environnementales. Elle permet d'expliquer l'absence de l'espèce par les variables environnementales à disposition, sur les points d'écoute ne présentant aucune observation et en admettant que ceux-ci ne sont pas des faux-négatifs, permettant ainsi de réduire les extrapolations aberrantes et d'équilibrer les estimations finales. Les estimations obtenues sont d'ailleurs bien plus cohérentes que celles mises en avant à la suite du *distance sampling* et du *density surface modeling*.

De grandes disparités ont déjà été observées entre plusieurs modélisations statistiques d'abondance de populations. C'est par exemple le cas pour le Traquet oreillard, dont la population est estimée à 4 500-8 400 couples au sein de l'Atlas Catalan (Franch & al, 2021), alors qu'elle est estimée à 38 794-46 988 individus d'après l'Atlas espagnol, sur la même surface et sur une période similaire (Molina & al., 2022).

La modélisation statistique à retenir ici est donc celle obtenue à l'issue de la prise en compte des données d'absence. Il s'agit de la plus cohérente au vu des données antérieures, de la connaissance des deux espèces et du territoire, et des observations réalisées sur le terrain. Malgré cela, la lecture brute de ces estimations pour chacune des deux espèces indiquerait une augmentation non négligeable des effectifs depuis les dernières phases d'estimations. Elle reste peu fiable et encore peu cohérente aux observations de terrain. Le choix a donc été fait de retenir les nouvelles estimations basées sur les dire d'experts, qui seront utilisées par la suite dans les Rapportages Directives Européennes ainsi que dans le prochain Atlas « Oiseaux de France ».

Ce travail de modélisation et de comparaison des différentes abondances obtenues permet de mettre en avant la nécessité de vérifier la cohérence des résultats obtenus, en s'appuyant sur les observateurs de terrain ainsi que leur connaissance des espèces. Un travail commun des statisticiens et des observateurs, via le croisement des données de terrain, des modélisations statistiques et des dire d'experts permet l'obtention de résultats concordants avec la réalité.

Évolution et devenir du Traquet oreillard et du Cochevis de Thékla en France

La quasi-totalité des observations de Traquet oreillard et de Cochevis de Thékla font référence à la présence d'un mâle cantonné. Chez les deux espèces, ceux-ci sont en effet plus facilement décelable dans leur environnement par leurs phases de chant marquées et répétées au printemps (Gonin, 2010). Les femelles sont plus discrètes, et dans le cas du Traquet oreillard, très mimétiques. Aucune des 117 observations de cette espèce ne fait alors référence à une femelle seule. Parallèlement, seulement 5 des 100 données de Cochevis de Thékla font état d'un individu mâture non sexé, observé en vol ou repéré à ses cris.

Nous admettons alors que les différents effectifs obtenus se traduisent en nombre de mâles chanteurs et non en nombre d'individus mûres, considérant que seuls les mâles cantonnés ont été détectés.

Les estimations à « dire d'experts » traduisent une nouvelle diminution des populations de nos deux espèces, particulièrement marquée depuis les dernières estimations, bien que le protocole de terrain soit légèrement différent (Bourgeois & Gilot, 2013 ; Bourgeois, 2015). La population de Traquet oreillard se voit diminuer de plus de 41 %, passant d'une fourchette de 255-423 à 135-260 mâles chanteurs à l'échelle de l'aire d'étude, et donc des deux départements (Annexe IX). Ce recul est particulièrement marqué dans l'Aude avec une diminution moyenne de l'ordre de 70 %, passant ainsi d'une estimation de 123-192 à 22-67 mâles chanteurs. Parallèlement, bien qu'existante, ce recul est moins marqué dans les Pyrénées-Orientales avec une diminution moyenne de l'ordre de 15 %, passant d'une estimation de 132-231 à 112-193 mâles chanteurs. Les principaux bastions historiques semblent conservés sur le piémont du massif des Corbières orientales, de Maury à l'ouest, à Caves à l'est, avec une abondance particulière autour de la commune d'Opoul-Périllos. Un bastion de plaine subsiste dans les vignobles de Calce et Baixas. Parallèlement, la population du massif des Albères semble assez stable et certainement communicante avec les populations catalanes de l'Alt Empordà.

Le Cochevis de Thékla présente une tendance similaire, avec une diminution globale de quasiment 50 % en des effectifs moyens, passant d'une estimation de 273-424 à 120-231 mâles chanteurs à l'échelle nationale, puisque la totalité de sa population y est représentée (Annexe X). Ce recul s'observe dans l'Aude de l'ordre de 41 %, pour présenter un effectif actuel de 50-97 mâles chanteurs. Bien que la diminution semble plus marquée dans les Pyrénées-Orientales (-54 %), l'abondance estimée reste supérieure au département audois avec 70-134 mâles chanteurs. Le principal bastion de l'espèce demeure là-aussi le piémont du massif des Corbières Orientale, de Cases-de-Pène dans les Pyrénées-Orientales à Villesèque-des-Corbières dans l'Aude, avec des concentrations plus élevées entre les garrigues d'Opoul-Périllos, de Salses-le-Château, de Fitou et de Feuilla. L'espèce est toujours présente en plaine sur le Camp Joffre à Rivesaltes. Bien qu'en régression, la population du massif des Albères est toujours une des plus importantes. Enfin, une population relictuelle persiste sur le Causse de Castelnuou, déconnectée de tout autres noyaux de populations locaux.

Cette effondrement de la taille des populations locales de Traquet oreillard et de Cochevis de Thékla a déjà été observé dans le passé à l'échelle de la Zone de Protection Spéciale des Basses Corbières, se superposant partiellement à notre aire d'étude. Lors de suivis réalisés entre 1995 et 2009, une diminution (non significative) du nombre de contacts de l'ordre de 31 % pour le Traquet oreillard, et de 26 % pour le Cochevis de Thékla, avaient été notée (Gilot & al., 2010). Dans le cadre d'une nouvelle étude entre 2009 et 2019 sur la même ZPS, le nombre de contacts par points d'écoute y a de nouveau diminué respectivement de 25 % et 53 % (Olivier, 2020). À l'échelle nationale, le constat semble le même pour le Traquet oreillard. L'espèce continue sa rétractation. On retrouve en 2022 au moins 1 couple héraultais, localisé dans le Minervois en limite nord de l'Aude (Camman, *comm. pers.*). Un second ensemble de petites populations, elles aussi en forte diminution, est localisé en région Provence-Alpes Côtes d'Azur, et estimée à 9-19 mâles chanteurs selon

une méthodologie différente (Girard, 2022). Sa population nationale peut donc être estimée à 145-280 mâles chanteurs, dont 95 % environ dans le sud du Languedoc Roussillon.

La diminution des effectifs français est à mettre en lien avec la diminution des effectifs de l'autre côté de la frontière, en Catalogne. Le Traquet oreillard y affiche des tendances négatives de l'ordre de - 24 à - 64 % depuis le début du siècle (Franch & al, 2021). La tendance est similaire à l'échelle de l'Espagne, avec une perte de 26 % des individus nicheurs entre 2002 et 2020 (Molina & al., 2022). Seule une population relictuelle se situe dans la région de l'Alt Empordà, à l'extrême nord-est, au contact du massif des Albères français. Elle est par ailleurs fortement déconnectée de la majorité de la population catalane et espagnole, et en particulier de la vallée de l'Ebre, principal bastion de population espagnole, ce qui pourrait être à l'origine d'une diminution et d'une disparition anticipée de ce noyau de population franco-espagnol, dans le même temps que la population du massif des Corbières et populations relictuelles associées. Parallèlement, les changements de pratiques agricoles dans la vallée de l'Ebre, et notamment une forte irrigation entraînant une modification des pratiques agricoles, est certainement là aussi à l'origine d'une érosion de ce bastion espagnol. La répartition catalane du Cochevis de Thékla présente un modèle quasiment identique au Traquet oreillard, avec là-aussi un noyau de population isolé à la frontière française, dans la région de l'Alt Empordà autour du Cap de Creus, déconnecté de l'ensemble de la population espagnole et en particulier de la vallée de l'Ebre (Franch & al, 2021). Ses tendances y sont plus contrastées et notées comme étant stables à l'échelle de la Catalogne et même en augmentation modérée à l'échelle espagnole, bien que sa répartition paraisse plus morcelée à cette dernière échelle en comparaison du début du siècle (Molina & al., 2022).

La diminution globale de la population française et de la Péninsule ibérique de Traquet oreillard, couplé à sa différenciation spécifique récente avec le Traquet noir et blanc dans la partie orientale de son ancienne aire de répartition (Collar, 2021), et à de fortes méconnaissances de l'espèce sur la partie maghrébine de son aire de répartition, implique une redéfinition de la réelle taille de population de l'espèce et une potentielle intégration aux Listes Rouges mondiales et européennes. Aujourd'hui, le Traquet oreillard semble suivre le même modèle d'extinction nationale que le Traquet rieur *Oenanthe leucura*, espèce voisine à l'écologie semblable disparue du territoire français de manière brutale à la fin des années 1990. La fermeture des milieux ainsi que la perte de l'activité pastorale sont avancées comme étant les facteurs majeurs de sa disparition, tout comme l'isolement de sa population franco-catalane, à l'image du Traquet oreillard et du Cochevis de Thékla, conduisant certainement à un appauvrissement génétique (Meridionalis, 2015). L'évolution démographique de ces quelques espèces à répartition méridionales intervient de manière paradoxale au contexte climatique, dans le cadre duquel il pourrait être attendu une projection des populations vers le nord. Il semblerait que la déprise agricole entraîne une régression des espèces méridionales de milieux ouverts à semi-ouverts, au profit d'espèces généralistes de milieux arborés. Ces observations demandent néanmoins à être confirmées (Issa & al, 2015). Considérant ces différents éléments, il est alors malheureusement envisageable que ces deux espèces ne parviennent pas à inverser leur

démographie respective, et disparaissent du territoire national à moyen terme. La mise en place d'une gestion appropriée sur les principaux bastions de chacune des espèces pourrait permettre dans un premier temps d'enrayer ce déclin, mais sans certitude de réussir à maintenir les effectifs actuels, puisque des habitats favorables sont déjà présents mais non occupés. La question se posera alors de l'intérêt d'investir dans de telles actions de gestion, en fonction de leurs éventuelles bénéfices pour d'autres espèces de milieux ouverts à semi-ouverts.

Une gestion de l'habitat appropriée

Les vignobles, les garrigues ouvertes du massif des Corbières, ainsi que les maquis du massif des Albères constituent les principaux milieux naturels occupés par le Traquet oreillard et le Cochevis de Thékla. Ces environnements tels que nous les connaissons aujourd'hui ont été façonnés depuis le néolithique par l'agriculture et le pastoralisme. Les stades de végétation les plus favorables à l'installation des deux espèces correspondent à une stratification basse et éparse, et à un écosystème jeune. La fermeture des milieux représente donc le facteur majeur influant sur la présence des passereaux associés aux milieux ouverts, dont font parties les deux espèces étudiées, à l'avantage d'un cortège d'espèces plus forestier (Fonderflick, 2009).

La perte des pratiques agricoles traditionnelles sur le territoire étudiée, en particulier à travers la disparition du pastoralisme dans les garrigues et maquis des massifs des Corbières et des Albères, est à l'origine d'une forte déprise agricole. Celle-ci favorise le recul des espèces herbacées et le développement de la strate arbustive ainsi qu'une fermeture progressive des milieux ouverts au détriments des espèces qui leurs sont liés. Le déploiement nouveau de l'élevage extensif sur ces territoires, en particulier par l'installation d'élevage caprins adaptés aux ressources végétales locales, pourrait apparaître comme une solution viable et durable, mais encore peu exploitée. La faible productivité des garrigues, couplée aux nouvelles exigences de l'élevage et à un contexte économique peu attrayant sont les principales causes de la difficulté à redévelopper cette activité. En effet, les incendies naturels sévissant régulièrement dans la région peuvent également représenter une avancée positive dans la reconquête des milieux ouverts et des espèces méditerranéennes associées à court et moyen termes, et ce malgré les impacts négatifs immédiats (Brotons, 2009 ; Prodon, 2009). Son équivalent en matière de gestion, le brûlage dirigé, employé régulièrement en amont de la réimplantation de zones pastorales au service de la réouverture de milieux et de la prévention des risques de forts incendies, présente des avantages économiques intéressants et une facilité de mise en œuvre non négligeable. Ses impacts paysagers et les risques de mise en place associés, ainsi que le stress et les pertes immédiates induites sur certaines espèces animales et végétales sont toutefois à prendre en compte en amont de sa mise en place afin de choisir la meilleure période d'intervention (Baylac, 2009).

Cette réouverture de milieux sera à l'origine de l'élargissement de l'aire d'accueil potentiellement favorable à l'accueil du Traquet oreillard et du Cochevis de Thékla, ainsi que de bien d'autres espèces patrimoniales associées à ces milieux. Néanmoins, un travail approfondi reste à fournir afin de déceler les facteurs à l'origine de l'effondrement de ces espèces, dont les causes d'extinction semblent encore peu définies.

BIBLIOGRAPHIE

- Baylac J.-P., 2009 *Le brûlage dirigé au service de la réouverture du milieu : un outil à vocations multiples*. In Bourgeois M., Gilot F. & Savon C., *Gestion des garrigues méditerranéennes en faveur des passereaux patrimoniaux*. LPO Aude et GOR. 21 : 27.
- BirdLife International, 2019. *Oenanthe hispanica (amended version of 2016 assessment)*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019*. Accessed on 07 June 2022.
- BirdLife International, 2021. *European Red List of Birds*. Luxembourg : Publication Office of the European Union, 52 p.
- Bourgeois M., 2015. *Traquet oreillard (Oenanthe hispanica) in Issa N. & Muller Y. Atlas des Oiseaux de France métropolitaine ; Nidification et présence hivernale. Volume 2*. LPO/MNHN/SEOF. p. 964.
- Bourgeois M. & Gilot F., 2013. *Recensement du Cochevis de Thékla en France*. Rapport d'activités final. LPO Aude, GOR, 6 p.
- Brambilla M., Fulco E., Gustin M. & Celada C., 2013. *Habitat preferences of the threatened Black-eared Wheatear Oenanthe hispanica in southern Italy*. *Bird study*. 60 : 432-435.
- Brotons L., 2009. Incendies et distribution de l'avifaune dans le paysage méditerranéen : conséquences spatiales et rôle de l'hétérogénéité des habitats. In Bourgeois M., Gilot F. & Savon C., *Gestion des garrigues méditerranéennes en faveur des passereaux patrimoniaux*. LPO Aude et GOR. 59 : 70.
- Buckland S.T., Rexstad E., Marques T.A. & Oedekoven C., 2015. *Distance Sampling : Methods and Applications*. Springer, Cham, Switzerland. 277 p.
- Burns F., Eaton M.A., Burfield I.J., Klvaňová A., Šilarová E., Staneva A., Gregory R.D., 2021. *Abundance decline in the avifauna of the European Union reveals cross- continental similarities in biodiversity change*. *Ecological Evolution*, 11: 16647–16660.
- Carson R.L., 1968. *Le Printemps silencieux*. Trad. Jean-François Gravand, préf. Roger Heim. Plon, Livre de poche n° 2378.
- Ceballos G., Ehrlich P.R., Barnosky A.D., García A., Pringle R.M., Palmer T.M., 2015. *Accelerated modern human-induced species losses: entering the sixth mass extinction*. *Science Advances* 1: e1400253.
- Collar N., 2021. *Eastern Black-eared Wheatear (Oenanthe melanoleuca), version 1.0*. In *Birds of the World (Editor not available)*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.
- Corsetti L., 1988. *Gli uccelli dei Monti Lepini*. *Riv. Ital. Orn.* 58 : 43-48.
- Cramp S., 1988. *The Birds of Western Palearctic. Vol. 5, Tyrant Flycatchers to Thrushes*. Oxford : Oxford University Press.
- Del Hoyo J., Elliott A. & Christie D.A., 2004. *Handbook of the Birds of the World. Vol. 10, Cuckoo-shrikes to Thrushes*. Barcelona : Lynx ediciones.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Zayas, C. N., 2019. *Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change*. *Science*, 366.
- Ferrier S., 2002. *Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning : Where to from here ?* *Systematic Biology*, 51, 2, pp. 331-363.
- Fick S.E. & R.J. Hijmans, 2017. *WorldClim 2 : new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas*. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315.

- Fonderflick J., 2009. Conséquences de la fermeture et de la fragmentation des milieux ouverts sur l'avifaune des Causses. In Bourgeois M., Gilot F. & Savon C., *Gestion des garrigues méditerranéennes en faveur des passereaux patrimoniaux*. LPO Aude et GOR. 93 : 117.
- Fontaine B., Moussy C., Chiffard Carricaburu J., Dupuis J., Corolleur E., Schmaltz L., Lorrillière R., Loïs G., Gaudard C., 2020. *Suivi des oiseaux communs en France 1989-2019 : 30 ans de suivis participatifs*. MNHN- Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, LPO BirdLife France - Service Connaissance, Ministère de la Transition écologique et solidaire. 46 pp.
- Fraissinet M. & Kalby M., 1989. *Atlante degli uccelli nidificanti in Campania (1983-1987)*. Napoli : Monografia Associazione Studi Ornithologici Italia Meridionale.
- Franch M., Herrando S. & al., 2021. *Tercer Atlas dels ocells nidificants de Catalunya*. ICO/Cossetània. Barcelona. 639 p.
- Gilot F., Bourgeois M. & Savon C., 2010. *Évolution récente de l'avifaune des Corbières orientales et du Fenouillèdes (Aude/Pyrénées-Orientales)*. Alauda, 78 : 119-129.
- Gonin J., 2008. *Le Cochevis de Thékla Galerida theklae en France : répartition, effectif et sélection de l'habitat*. Mémoire de l'École Pratique des Hautes Études. EPHE, LPO Aude, GOR.
- Gonin J., 2010. *Avancée des connaissances sur le Cochevis de Thékla Galerida theklae en France*. Ornithos, 17 : 73-105.
- Gonin J., 2015. *Cochevis de Thékla (Galerida theklae) in Issa N. & Muller Y. Atlas des Oiseaux de France métropolitaine ; Nidification et présence hivernale. Volume 2*. LPO/MNHN/SEOF. p. 964.
- Guerrieri G., Santucci B. & Castaldi A., 1991. *Selezione di habitat e riproduzione della Monachella Oenanthe hispanica, nell'Italia centrale*. Riv. Ital. Orn. 71 : 27-44.
- Girard T., 2022. *Actualisation de l'estimation de la taille de population de Traquet oreillard en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur*. LPO PACA. 2p.
- Guillaumet A., 2005. *Histoire évolutive de deux espèces de Cochevis (Galerida cristata et Galerida theklae)*. Thèse doctorale. Université Montpellier II, 104 pages.
- Haas V., mach P. & Prodon R., 1987. *Migration pré-nuptiale et choix de l'habitat de nidification du Traquet oreillard Oenanthe hispanica dans les Pyrénées-Orientales en relation avec le dimorphisme des mâles*. Oiseau et RFO. 57 : 281-295.
- Herrando S., Diaz Caballero J.A., Suárez F. & Hódar J.A., 2003. *Collalba rubia (Oenanthe hispania)*. Dans Martí R. & Del Moral J.C., *Atlas de las aves reproductoras de España*. Madrid : Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. 434-435.
- Hortal J. & J.M. Lobo, 2006. *Towards a synecological framework for systematic conservation planning*. Biodiversity Informatics, 3, pp. 16-45.
- Hutchinson G. E., MacArthur R. H., 1959. *A theoretical ecological model of size distributions among species of animals*. The American Naturalist, 93(869), 117-125.
- Institut national de l'information géographique et forestière, 2013. *Sylvécorégion J21 : Roussillon*. IGN, Saint-Mandé. 8p.
- Institut national de l'information géographique et forestière, 2013. *Sylvécorégion J22 : Plaines et collines rhodaniennes et languedociennes*. IGN, Saint-Mandé. 10p
- Issa N., Dalloyau S., Barnagaud J.Y. & Deceuninck B., 2015. *Quelles dynamiques pour les communautés d'oiseaux nicheurs en France en relation avec les changements climatiques ?* Colloque International « Avifaune et changements climatiques », 9-10 octobre 2015. LPO, EPHE-CEFE UMR 5175. 16p.

- IUCN, 2022. IUCN Red List of Threatened Species, version 2022-1. Disponible sur : <https://www.iucnredlist.org/fr/resources/summary-statistics> (Consulté le 12 août 2022).
- Jetz W., J.M. McPherson & R.P. Guralnick, 2012. *Integrating biodiversity distribution knowledge : Toward a global map of life*. Trends in Ecology and Evolution, 27, 3, pp. 151-159.
- Keller V., Herrando S., Voříšek P., Franch M., Kipson M., Milanese P., Martí D., Anton M., Klvaňová A., Kalyakin M.V., Bauer H.-G & Foppen R.P.B (eds). 2020. *European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change*. European Bird Census Council & Lynx Edicions, Barcelona. 967 p.
- Leakey R., Lewin R., 1995. *The sixth extinction*. New York: Doubleday.
- Marques T. A., Thomas L., Fancy S. G. & Buckland S. T., 2007. *Improving estimates of bird density using multiple-covariate Distance sampling*. The Auk, 124(4), 1229–1243.
- Mayaud N., 1931. *Observations ornithologiques en Roussillon*. Alauda. 3(4), 511-552.
- Meridionalis, 2015. *La Liste rouge des oiseaux nicheurs du Languedoc-Roussillon*. Montpellier, France.
- Miller D.L., Burt M.L., Rexstad E.A & Thomas L., 2013. *Spatial models for distance sampling data : recent developments and future directions*. Methods in Ecology and Evolution, British Ecological Society. 4 : 1001 – 1010.
- Molina B., Nebreda A., Muñoz A. R., Seoane J., Real R., Bustamante J. & Del Moral J. C ., 2022. *III Atlas de aves en época de reproducción en España*. SEO/BirdLife. Madrid.
- Olivier F., Gilot F., Giraudon Q. & Bourgeois M., 2020. *Évolution récente des communautés de passereaux au sein du réseau Natura 2000 en Catalogne nord*. GOR, LPO Aude.
- Panov, E.N, 2005. *Wheathers of Palearctic. Ecology, Behaviour and Evolution of the Genus Oenanthe*. Sofia : Pensoft.
- Payne J.L., Bush A.M., Heim N.A., Knope M.L., McCauley D.J., 2016. *Ecological selectivity of the emerging mass extinction in the oceans*. Science 353: 1284–1286.
- Pesche, D., 2013. *Le Millennium Ecosystem Assessment : anatomie d'une évaluation environnementale globale*. Natures Sciences Sociétés, 21, 363-372.
- Prodon R., 2009. Impact écologique des incendies sur des espèces rares ou d'intérêt patrimonial. In Bourgeois M., Gilot F. & Savon C., *Gestion des garrigues méditerranéennes en faveur des passereaux patrimoniaux*. LPO Aude et GOR. 71 : 76.
- Rocamora G. & Yeatman-Berthelot D., 1999. *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche des priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation*. SEOF/LPO. Paris. 560 pages.
- Roma S. & Rossetti M., 1991. *Gli uccelli della provincia di Frosinone (continuazione)*. Ucelli d'Italia. 16 : 3-19.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2020. *Global Biodiversity Outlook 5*.
- Soulé M.E., 1985. *What Is Conservation Biology ?* BioScience, 35(11), 727–734.
- Suárez F., 1977. *Nidificación y puesta en la Collalba rubia (Oenanthe hispanica)*. Ardeola. 37 : 63-79.
- Suárez F., 1988. *Historia Natural de Oenanthe hispanica durante la estación reproductora*. Madrid : Tesis Doctoral. Univ. Complutense.
- UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016. *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine*. Paris, France.
- UICN France, OFB & MNHN, 2020. *La Liste rouge des espèces menacées en France : 13 ans de résultats*. Paris, France.

ANNEXES

Annexe I : Organisation et caractérisation de chacun des 66 itinéraires (DT : David Thibault, MA : Mathurin Aubry, FO : Florian Olivier, FG : Fabien Gilot, YA : Yves Aleman, GC : Gabriel Caucal, MB : Mathieu Bourgeois, FE : Florian Escot, AB : Adeline Brissaud).

Département	Itinéraire	Nombre de points	Observateur	Structure	Date de passage
66	1	10	DT	GOR	27/04/2022
66	2	8	DT	GOR	17/05/2022
66	3	8	MA	GOR	26/04/2022
66	4	10	DT	GOR	20/05/2022
66	5	7	DT	GOR	31/05/2022
66	6	11	DT	GOR	07/06/2022
66	7	11	MA	GOR	17/05/2022
66	8	11	FO	GOR	27/04/2022
66	9	11	MA	GOR	08/04/2022
66	10	11	FO	GOR	26/04/2022
66	11	12	MA	GOR	31/05/2022
66	12	11	MA	GOR	09/05/2022
66	13	10	FO	GOR	02/06/2022
66	14	8	MA	GOR	19/05/2022
66	15	10	FO	GOR	02/05/2022
66	16	12	MA	GOR	03/06/2022
66	17	12	FO	GOR	01/06/2022
66	18	9	MA	GOR	14/06/2022
66	19	8	FG	GOR	19/05/2022
66	20	10	FG	GOR	17/05/2022
66	21	9	FG	GOR	26/04/2022
66	22	10	FG	GOR	12/05/2022
66	23	12	YA	GOR	18/05/2022
66	24	11	FO	GOR	16/05/2022
66	25	11	MA	GOR	15/06/2022
66	26	12	MA	GOR	03/05/2022
66	27	10	GC	GOR	13/06/2022
66	28	8	GC	GOR	12/06/2022
66	29	12	FO	GOR	18/05/2022
66	30	9	MA	GOR	08/06/2022
66	31	11	MA	GOR	20/05/2022
66	32	8	MA	GOR	30/05/2022
66	33	10	MA	GOR	22/04/2022
66	34	8	MA	GOR	13/06/2022
66	35	10	MA	GOR	11/05/2022
66	36	10	MA	GOR	10/05/2022
66	37	7	GC	GOR	08/06/2022
66	38	11	MA	GOR	18/05/2022
66	39	10	MA	GOR	02/05/2022
66	40	11	MA	GOR	12/05/2022
66	41	10	FO	GOR	11/05/2022
66	45	9	FG	GOR	10/05/2022
11	111	11	MA	GOR	16/05/2022
11	112	10	MA	GOR	13/05/2022
11	113	8	MA	GOR	01/06/2022
11	114	8	MA	GOR	02/06/2022
11	115	6	GC	GOR	07/06/2022
11	116	10	GC	GOR	11/06/2022
11	117	10	GC	GOR	04/06/2022
11	118	11	GC	GOR	06/06/2022
11	119	11	MB	LPO	17/05/2022
11	1110	12	MB	LPO	10/05/2022
11	1111	10	MB	LPO	14/05/2022
11	1112	7	MB	LPO	13/05/2022
11	1113	9	MB	LPO	02/05/2022
11	1114	8	GC	GOR	03/06/2022
11	1115	10	MB	LPO	14/04/2022
11	1116	10	FE	LPO	29/04/2022
11	1117	7	MB	LPO	15/06/2022
11	11100	4	MB	LPO	08/04/2022
11	11200	4	AB	LPO	10/05/2022
11	11300	5	MB	LPO	18/05/2022
11	11400	5	MB	LPO	16/05/2022
11	11500	4	MB	LPO	22/06/2022
11	11600	5	FE	LPO	03/06/2022
11	11700	5	FE	LPO	10/05/2022

Annexe II : Fiche méthodologique du protocole EPOC-ODF.

INVENTAIRE TRAQUET OREILLARD - COCHEVIS DE THÉKLA

**Quoi ?**

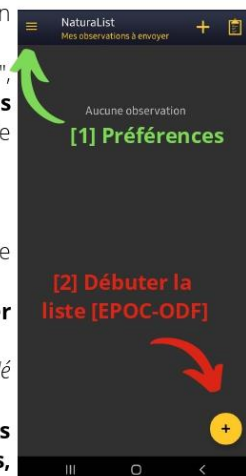
- Environ 75 points parmi les 88 répartis au sein de l'aire d'étude. À effectuer dans le meilleur des cas sur le point préalablement défini, ou dans un rayon de quelques dizaines de mètres si le point est difficilement accessible et si l'habitat majoritaire initial est conservé.

Quand ?

- Du 1er avril au 15 juin 2022 (préférentiellement entre le 15 avril et le 31 mai pour optimiser la détection simultanée des deux espèces), du lever du soleil jusqu'en fin de matinée.

Comment ?

- **3 périodes d'écoute de 5 minutes successives et indépendantes**, en relevant tous les contacts visuels et auditifs. Soit 15 minutes sur site au total.
- Saisie des données sur le terrain via *Naturalist*.
- Dans les "Préférences" de l'application, choix de la liste d'oiseaux issue de Faune France [1].
- Utilisation du protocole "[EPOC-ODF] EPOC-Oiseaux de France" de l'application *Naturalist* [2].
- Ne pas oublier d'indiquer l'identifiant du point ("TOCTODF01_1", "TOCTODF01_2" puis "TOCTODF01_3", correspondant ici aux 3 périodes d'écoute de 5 minutes de l'EPOC-ODF n°01) en *commentaire* de la liste ni de cocher "Enregistrer la trace" au début de la liste.
- Saisie de l'ensemble des espèces observées.
- Localisation précise de chaque individu/groupe d'individus.
- Renseignement de l'effectif, du code atlas associé si nécessaire ainsi que de l'onglet "Détail" (en vol/posé, mâle/femelle, éventuellement l'âge).
- **Pour les mâles de Traquet oreillard, penser impérativement à renseigner dans les "remarques" s'il s'agit de la forme à gorge sombre ou claire.**
- Une fois les 5 premières minutes écoulées, clore la liste, et cocher "J'ai signalé toutes les espèces observées".
- **Rééditer la manipulation des points 4 à 9 pour les deux périodes d'écoute suivantes, en saisissant de nouveau tous les individus observés, même s'ils l'ont déjà été au cours du/des précédent(s) point(s) d'écoute.**



Annexe III : Fiche méthodologique du protocole EPOC.

INVENTAIRE TRAQUET OREILLARD - COCHEVIS DE THÉKLA

**Quoi ?**

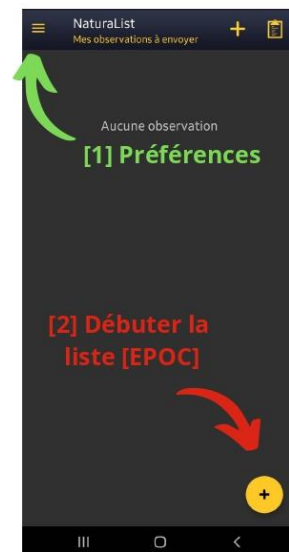
- 525 points aléatoires sur l'ensemble de l'aire d'étude. À effectuer dans le meilleur des cas sur le point préalablement défini, ou dans un rayon de 150m maximum en cas de difficultés d'accès (végétation, relief, ...).

Quand ?

- Du 1er avril au 15 juin 2022 (préférentiellement entre le 15 avril et le 31 mai pour optimiser la détection simultanée des deux espèces), du lever du soleil jusqu'en fin de matinée.

Comment ?

- Points d'écoute de 5 minutes, en relevant tous les contacts visuels et auditifs.
- Saisie des données sur le terrain via *Naturalist*.
- Dans les "Préférences" de l'application, choix de la liste d'oiseaux issue de Faune France [1].
- Utilisation du protocole "[EPOC] Evolution des Populations d'Oiseaux Communs (FF)" de l'application *Naturalist* [2].
- Ne pas oublier d'indiquer l'identifiant du point (de "TOCT001" à "TOCT525") en "commentaire" de la liste, ni de cocher "Enregistrer la trace" au début de la liste.
- Saisie de l'ensemble des espèces observées.
- Localisation précise de chaque individu/groupe d'individus.
- Renseignement de l'effectif, du code atlas associé si nécessaire ainsi que de l'onglet "Détail" (en vol/posé, mâle/femelle, éventuellement l'âge).
- **Si un mâle de Traquet oreillard est observé, penser impérativement à renseigner dans les "remarques" s'il s'agit de la forme à gorge sombre ou à gorge claire.**
- Une fois les 5 minutes écoulées, clore la liste, et cocher "J'ai signalé toutes les espèces observées".



Annexe IV : Détail des variables environnementales utilisées dans les différents modèles de distance sampling et density surface modeling (Échelle : s= small (100m) ; m= medium (250m) ; l= large (500m)).

Nomenclature	Description	Échelle (rayon)	Résolution (m)	Année	Source
SpCLC_111	Corine Land Cover - Tissu urbain continu	m / l	500	2018	
SpCLC_112	Corine Land Cover - Tissu urbain discontinu	m / l	500	2018	
SpCLC_121	Corine Land Cover - Zones industrielles et commerciales	m / l	500	2018	
SpCLC_122	Corine Land Cover - Réseaux routiers et ferroviaires et espaces associés	m / l	500	2018	
SpCLC_123	Corine Land Cover - Zones portuaires	m / l	500	2018	
SpCLC_124	Corine Land Cover - Aéroports	m / l	500	2018	
SpCLC_131	Corine Land Cover - Extraction de matériaux	m / l	500	2018	
SpCLC_132	Corine Land Cover - Décharges	m / l	500	2018	
SpCLC_133	Corine Land Cover - Chantiers	m / l	500	2018	
SpCLC_141	Corine Land Cover - Espaces verts urbains	m / l	500	2018	
SpCLC_142	Corine Land Cover - Équipements sportifs et de loisirs	m / l	500	2018	
SpCLC_211	Corine Land Cover - Terres arables hors périmètres d'irrigation	m / l	500	2018	
SpCLC_212	Corine Land Cover - Périmètres irrigués en permanence	m / l	500	2018	
SpCLC_213	Corine Land Cover - Rivières	m / l	500	2018	
SpCLC_221	Corine Land Cover - Vignobles	m / l	500	2018	
SpCLC_222	Corine Land Cover - Vergers et petits fruits	m / l	500	2018	
SpCLC_223	Corine Land Cover - Oliveraies	m / l	500	2018	
SpCLC_231	Corine Land Cover - Prairies	m / l	500	2018	
SpCLC_241	Corine Land Cover - Cultures annuelles associées aux cultures permanentes	m / l	500	2018	
SpCLC_242	Corine Land Cover - Systèmes cultureux et parcellaires complexes	m / l	500	2018	
SpCLC_243	Corine Land Cover - Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	m / l	500	2018	https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/corine-land-cover-edition-2018-france-metropolitaine/
SpCLC_244	Corine Land Cover - Territoires agro-forestiers	m / l	500	2018	
SpCLC_311	Corine Land Cover - Forêts de feuillus	m / l	500	2018	
SpCLC_312	Corine Land Cover - Forêts de conifères	m / l	500	2018	
SpCLC_313	Corine Land Cover - Forêts mélangées	m / l	500	2018	
SpCLC_321	Corine Land Cover - Pelouses et pâturages naturels	m / l	500	2018	
SpCLC_322	Corine Land Cover - Landes et broussailles	m / l	500	2018	
SpCLC_323	Corine Land Cover - Végétation sclérophylle	m / l	500	2018	
SpCLC_324	Corine Land Cover - Forêt et végétation arbustive en mutation	m / l	500	2018	
SpCLC_331	Corine Land Cover - Plages, dunes et sable	m / l	500	2018	
SpCLC_332	Corine Land Cover - Roches nues	m / l	500	2018	
SpCLC_333	Corine Land Cover - Végétation clairsemée	m / l	500	2018	
SpCLC_334	Corine Land Cover - Zones incendiées	m / l	500	2018	
SpCLC_335	Corine Land Cover - Glaciers et neiges éternelles	m / l	500	2018	
SpCLC_411	Corine Land Cover - Marais intérieurs	m / l	500	2018	
SpCLC_412	Corine Land Cover - Tourbières	m / l	500	2018	
SpCLC_421	Corine Land Cover - Marais maritimes	m / l	500	2018	
SpCLC_422	Corine Land Cover - Marais salants	m / l	500	2018	
SpCLC_423	Corine Land Cover - Zones intertidales	m / l	500	2018	
SpCLC_511	Corine Land Cover - Cours et voies d'eau	m / l	500	2018	
SpCLC_512	Corine Land Cover - Plan d'eau	m / l	500	2018	
SpCLC_521	Corine Land Cover - Lagunes littorales	m / l	500	2018	
SpCLC_522	Corine Land Cover - Estuaires	m / l	500	2018	
SpCLC_523	Corine Land Cover - Mers et océans	m / l	500	2018	
SpOSO_1	Occupation des sols - Urbain dense	s / m / l	10	2020	
SpOSO_2	Occupation des sols - Urbain diffus	s / m / l	10	2020	
SpOSO_3	Occupation des sols - Zones industrielles et commerciales	s / m / l	10	2020	
SpOSO_4	Occupation des sols - Routes	s / m / l	10	2020	
SpOSO_5	Occupation des sols - Oléagineux d'hiver	s / m / l	10	2020	
SpOSO_6	Occupation des sols - Céréales à paille	s / m / l	10	2020	
SpOSO_7	Occupation des sols - Protéagineux de printemps	s / m / l	10	2020	
SpOSO_8	Occupation des sols - Soja	s / m / l	10	2020	
SpOSO_9	Occupation des sols - Tournesol	s / m / l	10	2020	
SpOSO_10	Occupation des sols - Maïs	s / m / l	10	2020	https://www.theia-land.fr/product/carte-occupation-des-sols-de-la-france-metropolitaine/
SpOSO_11	Occupation des sols - Riz	s / m / l	10	2020	
SpOSO_12	Occupation des sols - Tubercules/racines	s / m / l	10	2020	
SpOSO_13	Occupation des sols - Prairies	s / m / l	10	2020	
SpOSO_14	Occupation des sols - Vergers	s / m / l	10	2020	
SpOSO_15	Occupation des sols - Vignes	s / m / l	10	2020	
SpOSO_16	Occupation des sols - Forêts de feuillus	s / m / l	10	2020	
SpOSO_17	Occupation des sols - Forêts de conifères	s / m / l	10	2020	
SpOSO_18	Occupation des sols - Pelouses	s / m / l	10	2020	
SpOSO_19	Occupation des sols - Landes	s / m / l	10	2020	
SpOSO_20	Occupation des sols - Surfaces minérales	s / m / l	10	2020	
SpOSO_21	Occupation des sols - Plages et dunes	s / m / l	10	2020	
SpOSO_22	Occupation des sols - Glaciers et neiges éternelles	s / m / l	10	2020	
SpOSO_23	Occupation des sols - Eau	s / m / l	10	2020	
OSOCateHab_Majoritaire	Occupation des sols - Habitat majoritaire (Bâti/Forêt/Ouvert)	s / m / l	10	2020	

<i>OSOCateHab_Foret</i>	Occupation des sols - OSO 16 + OSO 17	s / m / l	10	2020	
<i>OSOCateHab_Ouvert</i>	Occupation des sols - OSO 5 à OSO 15 + OSO 18 à OSO 20	s / m / l	10	2020	
<i>OSOCateHab_Batis</i>	Occupation des sols - OSO 1 à OSO 4	s / m / l	10	2020	
<i>SpHFI</i>	Human Footprint Index - Indice d'influence spatiale humaine	m / l	1000	2009	https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/wildareas-v2
<i>SpNDVI</i>	Normalized Difference Vegetation Index - Indice de végétation par différence normalisée	m / l	250	2020	https://lpda.ac.usgs.gov/products/mod13q1v006/
<i>SpWILD_Naturalite</i>	Naturalité : degré d'influence d'un milieu par l'homme, caractère plus ou moins « sauvage »	s / m / l	20	2021	https://uicn.fr/aires-protegees/wilderness/
<i>SpAlti</i>	Altitude moyenne	s / m / l	75	2019	https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/bd-alti-r-75-m-tuiles-pour-courbes-de-niveau-et-ombrage-dynamiques/
<i>SpPen</i>	Pente maximale autour du point	s / m / l	75	2019	https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/bd-alti-r-75-m-tuiles-pour-courbes-de-niveau-et-ombrage-dynamiques/

Annexe V : Cortège spécifique observé lors de la phase de terrain, classé par ordre d'abondance. Le Traquet oreillard et le Cochevis de Thékla sont respectivement 17^{ème} et 20^{ème}.

	Nombre données	EPOC - 5min (n=532)		EPOC-ODF - 3x5min (n=77)		EPOC/EPOC ODF - 5min (n=763)	
		Présence	Occurrence	Présence	Occurrence	Présence	Occurrence
1 Fauvette mélanocéphale	900	368	0,692	68	0,883	526	0,689
2 Rossignol philomèle	802	343	0,645	61	0,792	497	0,651
3 Bruant proyer	552	218	0,410	42	0,545	327	0,429
4 Serin cini	473	250	0,470	53	0,688	357	0,468
5 Hypolaïs polyglotte	363	188	0,353	42	0,545	292	0,383
6 Linotte mélodieuse	327	210	0,395	39	0,506	282	0,370
7 Alouette lulu	324	186	0,350	41	0,532	268	0,351
8 Merle noir	281	159	0,299	37	0,481	228	0,299
9 Fauvette orphée	259	148	0,278	39	0,506	230	0,301
10 Cochevis huppé	241	129	0,242	24	0,312	176	0,231
11 Chardonneret élégant	167	114	0,214	28	0,364	162	0,212
12 Alouette calandrelle	141	63	0,118	10	0,130	88	0,115
13 Bruant zizi	132	89	0,167	18	0,234	121	0,159
14 Fauvette pitchou	128	77	0,145	15	0,195	106	0,139
15 Moineau domestique	123	64	0,120	19	0,247	105	0,138
16 Pinson des arbres	123	72	0,135	19	0,247	103	0,135
17 Traquet oreillard	117	75	0,141	13	0,169	100	0,131
18 Pie-grièche à tête rousse	112	75	0,141	14	0,182	102	0,134
19 Pipit rousseline	104	66	0,124	16	0,208	97	0,127
20 Cochevis de Thékla	100	63	0,118	13	0,169	81	0,106
21 Coucou gris	96	63	0,118	15	0,195	90	0,118
22 Huppe fasciée	90	50	0,094	14	0,182	80	0,105
23 Goéland leucophée	84	56	0,105	12	0,156	77	0,101
24 Martinet noir	82	59	0,111	12	0,156	78	0,102
25 Perdrix rouge	81	60	0,113	13	0,169	78	0,102
26 Tourterelle des bois	71	47	0,088	13	0,169	66	0,087
27 Bruant ortolan	70	38	0,071	5	0,065	52	0,068
28 Étourneau sansonnet	64	49	0,092	8	0,104	61	0,080
29 Fauvette passerinette	59	41	0,077	9	0,117	54	0,071
30 Pigeon ramier	53	40	0,075	7	0,091	47	0,062
31 Pouillot de Bonelli	46	26	0,049	7	0,091	40	0,052
32 Hirondelle rustique	45	30	0,056	8	0,104	41	0,054
33 Lorient d'Europe	45	28	0,053	9	0,117	43	0,056

34	Cisticole des joncs	44	31	0,058	7	0,091	42	0,055
35	Mésange charbonnière	44	33	0,062	5	0,065	43	0,056
36	Guêpier d'Europe	37	24	0,045	8	0,104	36	0,047
37	Tarier pâtre	36	26	0,049	4	0,052	34	0,045
38	Faucon crécerelle	35	24	0,045	8	0,104	33	0,043
39	Tourterelle turque	33	21	0,039	5	0,065	32	0,042
40	Verdier d'Europe	31	21	0,039	4	0,052	29	0,038
41	Fauvette à tête noire	29	16	0,030	6	0,078	28	0,037
42	Grive draine	24	18	0,034	6	0,078	24	0,031
43	Moineau soulcie	24	16	0,030	4	0,052	22	0,029
44	Monticole bleu	16	10	0,019	3	0,039	14	0,018
45	Pipit des arbres	15	11	0,021	4	0,052	15	0,020
46	Troglodyte mignon	15	7	0,013	4	0,052	14	0,018
47	Gobemouche noir	13	3	0,006	1	0,013	6	0,008
48	Rougequeue noir	12	6	0,011	2	0,026	11	0,014
49	Buse variable	11	7	0,013	3	0,039	10	0,013
50	Hirondelle de fenêtre	10	6	0,011	3	0,039	10	0,013
51	Rollier d'Europe	10	3	0,006	2	0,026	7	0,009
52	Tadorne de Belon	10	6	0,011	2	0,026	9	0,012
53	Cochevis huppé / de Thékla	9	8	0,015	0	0,000	8	0,010
54	Torcol fourmilier	9	7	0,013	1	0,013	9	0,012
55	Alouette des champs	8	5	0,009	1	0,013	8	0,010
56	Bergeronnette printanière	8	7	0,013	1	0,013	8	0,010
57	Bruant fou	8	6	0,011	2	0,026	8	0,010
58	Circaète Jean-le-Blanc	8	7	0,013	1	0,013	8	0,010
59	Grand Corbeau	8	6	0,011	2	0,026	8	0,010
60	Bondrée apivore	7	4	0,008	2	0,026	6	0,008
61	Corneille noire	7	4	0,008	1	0,013	7	0,009
62	Pipit farlouse	7	6	0,011	0	0,000	6	0,008
63	Faisan de Colchide	6	6	0,011	0	0,000	6	0,008
64	Pouillot fitis	6	3	0,006	3	0,039	6	0,008
65	Grimpereau des jardins	5	4	0,008	1	0,013	5	0,007
66	Milan noir	5	4	0,008	0	0,000	4	0,005
67	Monticole de roche	5	2	0,004	3	0,039	5	0,007
68	Pie bavarde	5	5	0,009	0	0,000	5	0,007
69	Roitelet à triple bandeau	5	3	0,006	2	0,026	5	0,007
70	Mésange bleue	4	4	0,008	0	0,000	4	0,005
71	Oedicnème criard	4	4	0,008	0	0,000	4	0,005
72	Pic épeichette	4	3	0,006	0	0,000	3	0,004
73	Pouillot véloce	4	2	0,004	1	0,013	3	0,004
74	Rougegorge familier	4	4	0,008	0	0,000	4	0,005
75	Bouscarle de Cetti	3	3	0,006	0	0,000	3	0,004
76	Épervier d'Europe	3	1	0,002	2	0,026	3	0,004
77	Locustelle tachetée	3	2	0,004	0	0,000	2	0,003
78	Mésange huppée	3	1	0,002	1	0,013	3	0,004
79	Rougequeue à front blanc	3	2	0,004	1	0,013	3	0,004
80	Tarier des prés	3	3	0,006	0	0,000	3	0,004
81	Traquet motteux	3	3	0,006	0	0,000	3	0,004
82	Bergeronnette grise	3	3	0,006	0	0,000	3	0,004
83	Busard cendré	2	1	0,002	1	0,013	2	0,003
84	Choucas des tours	2	2	0,004	0	0,000	2	0,003
85	Crave à bec rouge	2	1	0,002	1	0,013	2	0,003
86	Flamant rose	2	1	0,002	1	0,013	2	0,003
87	Geai des chênes	2	2	0,004	0	0,000	2	0,003
88	Gobemouche gris	2	2	0,004	0	0,000	2	0,003
89	Grand Cormoran	2	2	0,004	0	0,000	2	0,003
90	Grive musicienne	2	2	0,004	0	0,000	2	0,003
91	Martinet pâle	2	2	0,004	0	0,000	2	0,003
92	Pic épeiche	2	1	0,002	1	0,013	2	0,003
93	Sittelle torchepot	2	2	0,004	0	0,000	2	0,003
94	Tarin des aulnes	2	2	0,004	0	0,000	2	0,003
95	Accenteur mouchet	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
96	Aigle de Bonelli	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
97	Avocette élégante	1	0	0,000	1	0,013	1	0,001
98	Busard des roseaux	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
99	Faucon crécerellette	1	0	0,000	1	0,013	1	0,001
100	Fauvette grisette	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
101	Héron cendré	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
102	Martinet à ventre blanc	1	0	0,000	1	0,013	1	0,001
103	Milan royal	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
104	Moineau friquet	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
105	Petit-duc scops	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
106	Pic de Sharpe	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
107	Pie-grièche méridionale	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
108	Pigeon biset domestique	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001
109	Pouillot siffleur	1	1	0,002	0	0,000	1	0,001

Total

7303

Annexe VI : Comparaison des meilleurs modèles de distance sampling obtenus pour le Traquet oreillard (a) et le Cochevis de Thékla (b).

(a) Traquet oreillard

Fonction-clé	Formule	P-value (C-vM)	Déteçtabilité moyenne	AIC	ΔAIC
half-normal	~SpOSOs_19	0,278	0,163	-218,773	0,000
hazard-rate	~SpNDVim + SpCLCm_321 + SpCLCm_323	0,816	0,140	-218,514	0,259
hazard-rate	~SpNDVim + SpOSOm_19	0,889	0,148	-217,855	0,919
hazard-rate	~SpNDVim + SpCLCm_131 + SpCLCm_221 + SpCLCm_321 + SpCLCm_322 + SpCLCm_323 + SpHFlm	0,614	0,119	-217,724	1,049
hazard-rate	~SpOSOs_19	0,879	0,155	-217,581	1,193
half-normal	~SpOSOm_19	0,313	0,165	-217,526	1,247
half-normal	~SpNDVim + SpOSOm_19	0,223	0,162	-217,009	1,764
hazard-rate	~SpNDVim + SpOSOm_19 + SpHFlm	0,876	0,138	-216,881	1,892
hazard-rate	~SpNDVim + SpCLCm_321 + SpCLCm_323 + SpHFlm	0,808	0,134	-216,821	1,952

(b) Cochevis de Thékla

Fonction-clé	Formule	P-value (C-vM)	Déteçtabilité moyenne	AIC	ΔAIC
uniform key function with cosine(1) adjustments	~ 1	0,696	0,333987769	-275,099	0,000
hazard-rate	~ 1	0,913	0,380950338	-274,325	0,774
half-normal	~ 1	0,701	0,298753892	-274,145	0,954
hazard-rate	~ OSOCateHabs_Ouvert	0,926	0,37311863	-273,458	1,641
hazard-rate	~ SpAltim	0,969	0,368899185	-273,134	1,965

Annexe VII : Comparaison des meilleurs modèles de density surface modeling (Modèles additifs Généralisés suivant une Loi de distribution de Tweedie) obtenus pour le Traquet oreillard (a) et le Cochevis de Thékla (b).

(a) Traquet oreillard

Modèle	Formule	AICc	ΔAICc
SpCLCm_221+SpCLCm_242	s(SpCLCm_221, k = 3, bs = "cr") + s(SpCLCm_242, k = 3, bs = "cr")	420,376	0
SpCLCm_131+SpCLCm_221+SpCLCm_242	s(SpCLCm_131, k = 3, bs = "cr") + s(SpCLCm_221, k = 3, bs = "cr") + s(SpCLCm_242, k = 3, bs = "cr")	421,922	1,546
SpCLCm_221+SpCLCm_242+SpHFlm	s(SpCLCm_221, k = 3, bs = "cr") + s(SpCLCm_242, k = 3, bs = "cr") + s(SpHFlm, k = 3, bs = "cr")	422,219	1,843
SpNDVim	s(SpNDVim, k = 3, bs = "cr")	422,324	1,948

(b) Cochevis de Thékla

Modèle	Formule	AICc	ΔAICc
SpWILDm_Naturalite	s(SpWILDm_Naturalite, k = 3, bs = "cr")	245,339	0
SpCLCI_52+SpWILDm_Naturalite	s(SpCLCI_52, k = 3, bs = "cr") + s(SpWILDm_Naturalite, k = 3, bs = "cr")	245,867	0,528
SpCLCm_52+SpWILDm_Naturalite	s(SpCLCm_52, k = 3, bs = "cr") + s(SpWILDm_Naturalite, k = 3, bs = "cr")	245,875	0,536
SpWILDm_Naturalite	s(SpWILDm_Naturalite, k = 3, bs = "cr")	246,156	0,816
SpCLCI_52+SpWILDm_Naturalite	s(SpCLCI_52, k = 3, bs = "cr") + s(SpWILDm_Naturalite, k = 3, bs = "cr")	246,460	1,121
SpCLCm_52+SpWILDm_Naturalite	s(SpCLCm_52, k = 3, bs = "cr") + s(SpWILDm_Naturalite, k = 3, bs = "cr")	246,460	1,121
SpCLCI_24+SpWILDm_Naturalite	s(SpCLCI_24, k = 3, bs = "cr") + s(SpWILDm_Naturalite, k = 3, bs = "cr")	247,333	1,993

Annexe VIII : Combinatoire des formules de l'annexe VII permettant d'expliquer la présence/l'absence, obtenue pour le Traquet oreillard (a) et le Cochevis de Thékla (b) selon un modèle zero-inflated negative binomial.

(a) Traquet oreillard

Formule	AICc	ΔAICc	Poids de l'AICc
$Nhat \sim SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} SpNDVIm$	800,755	0,000	0,484
$Nhat \sim SpCLCm_{131} + SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} SpNDVIm$	802,790	2,035	0,175
$Nhat \sim SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} + SpHFIm SpNDVIm$	802,790	2,036	0,175
$Nhat \sim SpNDVIm SpNDVIm$	802,890	2,136	0,166
$Nhat \sim SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} SpCLCm_{131} + SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242}$	834,595	33,840	0,000
$Nhat \sim SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242}$	835,343	34,588	0,000
$Nhat \sim SpNDVIm SpCLCm_{131} + SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242}$	836,627	35,873	0,000
$Nhat \sim SpCLCm_{131} + SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} SpCLCm_{131} + SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242}$	836,642	35,888	0,000
$Nhat \sim SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} + SpHFIm SpCLCm_{131} + SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242}$	836,644	35,890	0,000
$Nhat \sim SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} + SpHFIm$	836,951	36,196	0,000
$Nhat \sim SpNDVIm SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242}$	837,376	36,622	0,000
$Nhat \sim SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} + SpHFIm SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242}$	837,385	36,630	0,000
$Nhat \sim SpCLCm_{131} + SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242}$	837,385	36,631	0,000
$Nhat \sim SpNDVIm SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} + SpHFIm$	838,978	38,224	0,000
$Nhat \sim SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} + SpHFIm SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} + SpHFIm$	839,000	38,246	0,000
$Nhat \sim SpCLCm_{131} + SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} SpCLCm_{221} + SpCLCm_{242} + SpHFIm$	839,000	38,246	0,000

(b) Cochevis de Thékla

Formule	AICc	ΔAICc	Poids de l'AICc
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	697,588	0,000	0,100
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	698,434	0,847	0,065
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	698,582	0,995	0,061
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	698,640	1,052	0,059
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	698,943	1,355	0,051
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	698,968	1,380	0,050
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	699,487	1,899	0,039
$Nhat \sim SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	699,612	2,024	0,036
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	699,635	2,047	0,036
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite}$	699,718	2,130	0,034
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	699,783	2,196	0,033
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	699,808	2,220	0,033
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	699,850	2,262	0,032
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	699,850	2,262	0,032
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	699,938	2,350	0,031
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	699,962	2,375	0,030
$Nhat \sim SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	700,451	2,864	0,024
$Nhat \sim SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	700,606	3,019	0,022
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	700,690	3,102	0,021
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	700,690	3,103	0,021
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite}$	700,770	3,182	0,020
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	700,844	3,257	0,020
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	700,845	3,257	0,020
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite}$	701,073	3,486	0,017
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite}$	701,098	3,510	0,017
$Nhat \sim SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite}$	701,741	4,154	0,013
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite}$	701,980	4,392	0,011
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite}$	701,980	4,393	0,011
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	702,926	5,338	0,007
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	703,498	5,910	0,005
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	703,882	6,294	0,004
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	703,978	6,391	0,004
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	704,281	6,693	0,004
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	704,306	6,718	0,003
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	704,550	6,963	0,003
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	704,846	7,259	0,003
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	704,871	7,283	0,003
$Nhat \sim SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	704,935	7,347	0,003
$Nhat \sim SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	704,950	7,362	0,003
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	705,188	7,600	0,002
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	705,188	7,601	0,002
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	705,237	7,650	0,002
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	705,262	7,675	0,002
$Nhat \sim SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	705,515	7,927	0,002
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	705,753	8,166	0,002
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpWILDm_{Naturalite}$	705,754	8,166	0,002
$Nhat \sim SpCLCm_{24} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	705,906	8,318	0,002
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	706,144	8,557	0,001
$Nhat \sim SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite} SpCLCm_{52} + SpWILDm_{Naturalite}$	706,145	8,557	0,001

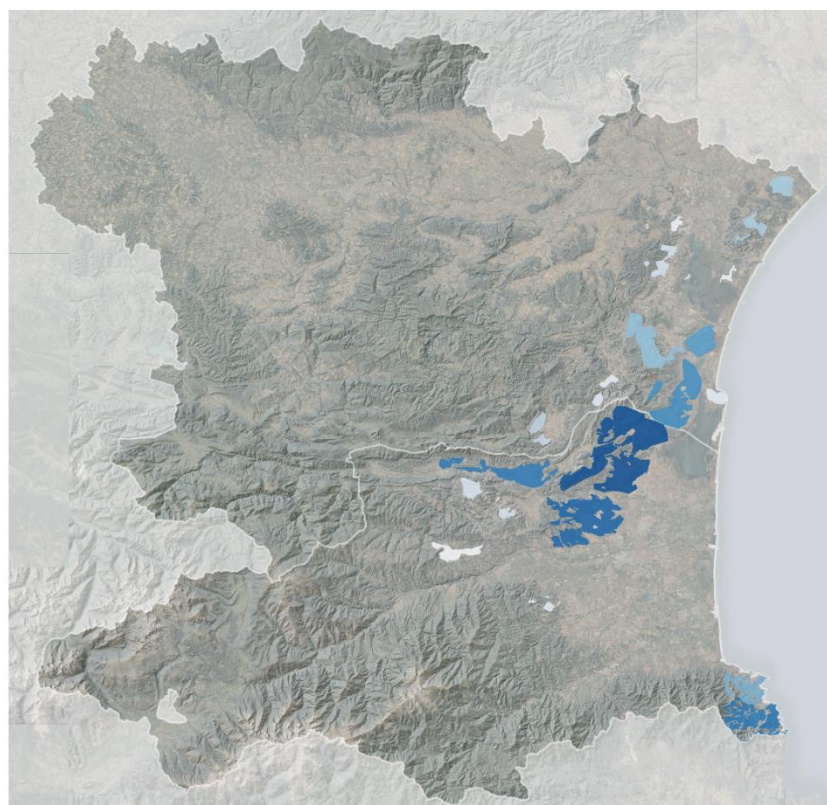
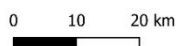
Annexe IX : Estimation détaillée à dire d'experts des effectifs de Traquet oreillard à l'échelle de l'Aude et des Pyrénées-Orientales.

TRAQUET OREILLARD		2013		2022	
		Min	Max	Min	Max
AUDE	Clape	3	5	0	5
	Ile Saint-Martin	3	4	0	0
	Bages - Fontfroide	2	6	0	2
	Plateau de la Palme	25	35	6	20
	Roquefort	7	12	3	10
	Embres	0	0	0	1
	Feuilla – Fitou - Caves - Plaine de Cave	64	105	12	25
	Leucate	19	25	0	1
	Tuchan	NA	NA	1	3
	SOUS TOTAL AUDE	123	192	22	67
	Effectif moyen AUDE	157,5		44,5	
PYRÉNÉES-ORIENTALES	Opoul – Salses - Tautavel E (+ Camp Joffre)	52	90	45	70
	Tautavel O – Maury - Saint-Paul	15	35	15	30
	Lesquerde - Latour	NA	NA	0	2
	Calce - Baixas	45	65	32	50
	Castelnou	0	1	0	1
	Collioure - Port-Vendres			5	10
	Banyuls - Cerbère	20	40	15	30
	SOUS TOTAL PO	132	231	112	193
Effectif moyen PO	181,5		152,5		
TOTAL	255	423	135	260	
Effectif moyen	339		197,5		



Légende

Moyenn estimée de mâles chanteurs



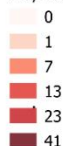
Annexe X : Estimation détaillée à dire d'experts des effectifs de Cochevis de Thékla à l'échelle de l'Aude et des Pyrénées-Orientales.

COCHEVIS DE THÉKLA		2013		2022	
		Min	Max	Min	Max
AUDE	Hauts de Narbonne	2	5	1	3
	Bages - Fontfroide	NA	NA	1	2
	Plateau de la Palme	20	30	7	15
	Roquefort	13	20	20	35
	Embres	5	7	1	2
	Feuilla – Fitou - Caves	60	85	20	40
	Tuchan - Paziols	1	2	0	0
	SOUS TOTAL AUDE	101	149	50	97
	Effectif moyen	125		73,5	
PYRÉNÉES-ORIENTALES	Opoul - Salses -Tautavel-Espira (+ Camp Joffre)	99	155	40	70
	Cases-de-Pène - Baixas - Calce - Estagel	21	40	8	13
	Latour-de-France	0	5	0	1
	Castelnou	2	4	2	5
	Boule d'Amont	0	1	NA	NA
	Collioure - Port-Vendres			5	15
	Banyuls - Cerbère	50	70	15	30
	SOUS TOTAL PO	172	275	70	134
Effectif moyen	223,5		102		
TOTAL		273	424	120	231
Effectif moyen		348,5		175,5	



Légende

Moyenne estimée de mâles chanteurs



0 10 20 km



Réalisation : M. Aubry, Groupe Ornithologique du Roussillon - Août 2022. © Google Satellite, BD Topo® et BD Alti®, IGN.

