



Année universitaire 2023 – 2024

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE - ECOLOGIE – ENVIRONNEMENT

**Master 2 G.E.
« GESTION DE L'ENVIRONNEMENT »**

Rapport de stage de **MENICHINI Quentin**

**LES DÉTERMINANTS DE LA RÉPARTITION ET DU DÉCLIN DE LA
PIE-GRIÈCHE GRISE EN LIMOUSIN**

Stage effectué dans le Service de la Direction Territoriale Limousin de l'association Ligue pour la Protection des Oiseaux, ZA du Moulin Cheyroux 87700 Aixe-sur-Vienne – France.
En collaboration avec l'association Le Champ des Possibles, Lachaud Fauvet 23340, Gentioux-Pigerolles – France.

du 11/03/2024 au 30/08/2024

Maître de stage : Madame TAYSSE Laura, chargée de mission Agriculture et Biodiversité.

Responsable de la formation : Jérôme CORTET
Gestionnaire du Master G.E. : Frédéric CASY
(: +33 (0)4 67 14 23 12 - Messagerie : M.ge.ufr3@univ-montp3.fr <https://etu-ufr3.www.univ-montp3.fr/fr/master-2-2/biologie-ecologie-environnement>

Table des matières

1.	<i>INTRODUCTION</i>	1
2.	<i>CONTEXTE ET DONNÉES GÉNÉRALES</i>	2
2.1.	Présentation des structures	2
2.1.1.	La Ligue pour la Protection des Oiseaux, Direction territoriale du Limousin.	2
2.1.2.	Le Champ des Possibles.	3
2.2.	Conditions et moyens de travail.	3
3.	<i>LA MISSION : le sujet</i>	4
3.1.	Le cahier des charges produit par l'entreprise.	4
3.2.	Le sujet par rapport à l'entreprise.	4
3.3.	L'analyse de l'existant.	6
4.	<i>LA MISSION : démarche, méthode et résultats</i>	7
4.1.	La démarche suivie pour résoudre les problèmes.	7
4.2.	Les méthodes et les outils utilisés.	8
4.2.1.	La zone d'étude.	8
4.2.2.	Les limites de l'étude.	8
4.2.3.	Les méthodes.	8
4.2.4.	Les outils.	11
4.3.	Les résultats obtenus.	12
4.3.1.	Approche 1 : Modélisation de la niche écologique.	12
4.3.2.	Approche 2 : Analyse par cluster.	15
4.3.3.	Approche 3 : Analyse sélection de l'habitat.	16
4.4.	Discussion.	24
5.	<i>VOTRE INSERTION PROFESSIONNELLE</i>	28
5.1.	Déroulement du stage	28
5.2.	Remarques personnelles sur le travail des associations.	28
5.3.	Difficultés rencontrées.	29
5.4.	Bilan du stage	29
6.	<i>CONCLUSION GENERALE</i>	30
7.	<i>BIBLIOGRAPHIE ET SITOGRAPHIE</i>	31
8.	<i>GLOSSAIRE</i>	34
9.	<i>Annexes</i>	35

Remerciement

Le présent rapport sur les déterminants de la répartition et du déclin de la Pie-grièche grise en Limousin n'aurait pas pu être réalisé sans l'expertise, le partage des données, et l'engagement des différents acteurs ayant œuvré pour la connaissance et la préservation de cette espèce.

Je tiens à remercier tout particulièrement Frédéric LAGARDE pour son encadrement, son expertise qui a été d'une aide précieuse dans la réalisation de cette étude et les connaissances qu'il m'a apportées, et sans qui la rédaction de ce rapport ne serait pas autant aboutie.

Je remercie également Laura TAYSSE et Lucie BONNET en tant que responsables du stage pour leurs disponibilités et leurs recommandations au cours la rédaction de ce rapport.

Enfin, je tiens à adresser mes remerciements à l'équipe pédagogique du master Gestion de l'Environnement, et plus particulièrement à Jérôme CORTET pour son accompagnement.

1. INTRODUCTION

La Pie-grièche grise (*Lanius excubitor*) fait partie des quatre espèces de Pie-grièche (PG) présentes sur le territoire français, aux côtés de la Pie-grièche méridionale (*Lanius meridionalis*), la Pie-grièche à tête rousse (*Lanius senator*) et la Pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*). En France, les quatre espèces de PG sont inscrites à La liste rouge des oiseaux menacés en France métropolitaine (UICN, 2016). La Pie-grièche grise et la Pie-grièche méridionale sont des espèces classées En danger (EN), la Pie-grièche à tête rousse est considérée comme Vulnérable (VU) et la Pie-grièche écorcheur est classée comme Quasiment menacée (NT). Une cinquième espèce de PG était présente en France, la Pie-grièche à poitrine rose (*Lanius minor*), cependant, c'est en 2019, que cette espèce s'est reproduite pour la dernière fois sur le territoire français.

La population de Pie-grièche grise (PGG) en France est en déclin progressif depuis environ un siècle. Cette tendance s'est accentuée depuis les années soixante et, ces trente dernières années sa population a été divisée par deux, entraînant un risque élevé de disparition à l'échelle nationale (SEPOL, 2013). La PGG est un passereau inféodé aux milieux ouverts comme les prairies permanentes associés à des haies ou des arbres isolés. De plus, en Limousin, elle se concentre actuellement essentiellement sur des ensembles de milieux tourbeux et de landes pâturés de manière extensive, même si, dans un passé proche, elle a pu occuper des milieux plus diversifiés (SEPOL, 2013). La diminution de ces habitats ouverts entraîne un déclin significatif de la population de PGG. La perte de ces milieux s'explique d'une part, par une modification des pratiques agricoles, notamment avec le développement d'une agriculture intensive au cours de la seconde moitié du XX^{ème} siècle, et d'autre part, par des changements dans les paysages (S. NOTTELLET & F. MAGNARD, 2022). On estime la PGG largement sédentaire même si le comportement migratoire de cette espèce est mal connu. En période hivernale, celle-ci préfère un habitat qui se confond avec celui de sa proie favorite : le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*). Par ailleurs, en hiver on peut constater l'arrivée de populations plus nordiques (J. DUPUY & L. SALLE, 2022).

C'est dans ce contexte qu'un premier plan national d'action en faveur des Pies-grièches (PNA PG) a été élaboré pour la période de 2014-2018. Le bilan du PNA PG a permis de constater que la population de PGG se concentre de plus en plus au sein du Massif central, délaissant progressivement la partie nord-est de la France. Néanmoins, le manque de coordination nationale a rendu la mise œuvre d'actions sur le territoire plus complexe (L. TAYSSE, 2021).

L'objectif de ce stage est de comprendre les déterminants de la répartition et du déclin de la PGG sur sa principale zone de présence régionale : la Zone de Protection Spéciale (ZPS) du Plateau de Millevaches.

2. CONTEXTE ET DONNÉES GÉNÉRALES

2.1. Présentation des structures.

Dans le cadre de mon Master 2 Gestion de l'environnement à Montpellier, je réalise mon stage au sein de la Ligue pour la Protection des Oiseaux, en collaboration avec l'association le Champ des Possibles.

2.1.1. La Ligue pour la Protection des Oiseaux, Direction territoriale du Limousin.

La Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) a été créée en 1912 par Albert CHAPPELLIER. L'association est actuellement présidée par Allain BOUGRAIN-DUBOURG depuis 1986. Producteur et réalisateur de nombreux reportages animaliers, Allain BOUGRAIN-DUBOURG est un militant associatif et ornithologue renommé depuis son plus jeune âge.

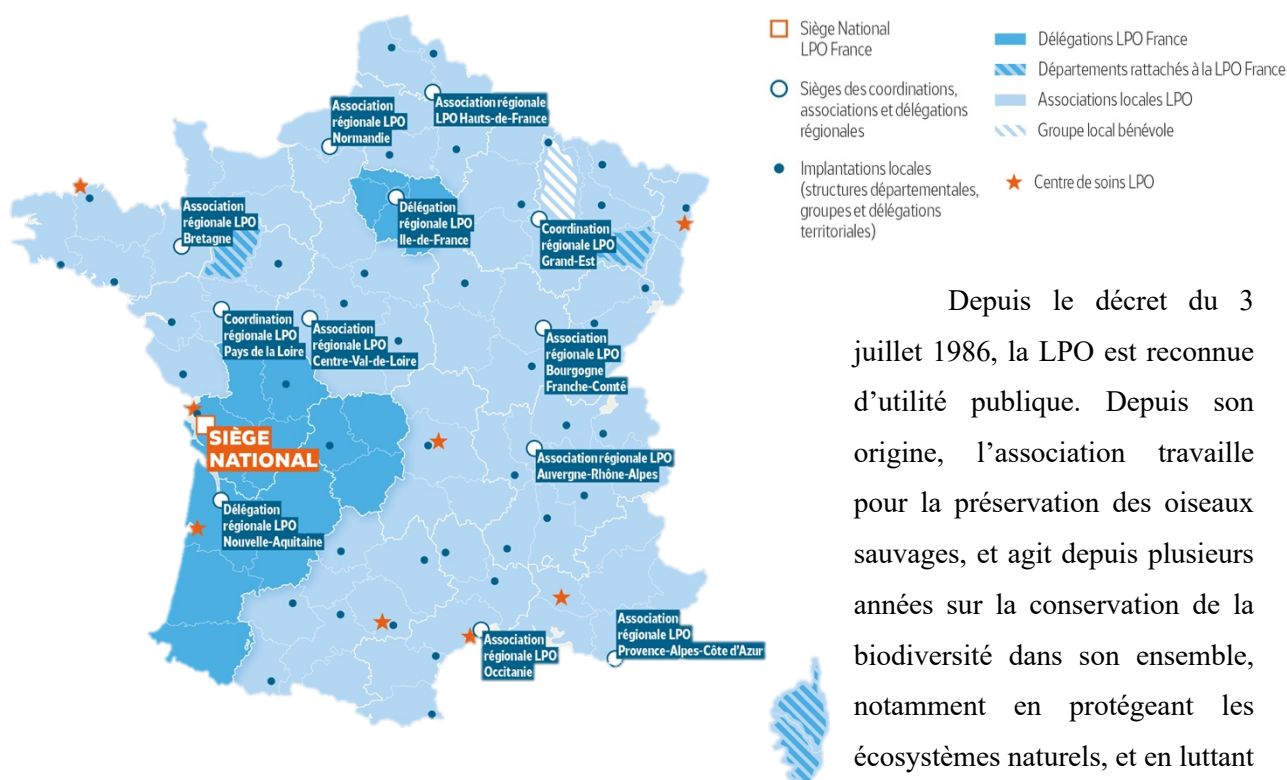


Figure 1 : Carte de France de la LPO.
(Source : <https://www.lpo.fr/qui-sommes-nous/lpo-locales>)

Depuis le décret du 3 juillet 1986, la LPO est reconnue d'utilité publique. Depuis son origine, l'association travaille pour la préservation des oiseaux sauvages, et agit depuis plusieurs années sur la conservation de la biodiversité dans son ensemble, notamment en protégeant les écosystèmes naturels, et en luttant contre les pratiques nuisibles pour l'environnement. Son

engagement passe à travers différentes activités, comme l'éducation et la sensibilisation à l'environnement, la recherche scientifique et la mise en place d'études, ainsi qu'en influençant les politiques publiques pour préserver l'environnement et la biodiversité. En 1977, l'association se délocalise de Paris pour installer le siège social à Rochefort en Charente-Maritime. La LPO est

constituée d'une association nationale, la LPO France, et d'associations locales. Par ailleurs, c'est en 1990 que la première délégation territoriale a été créée, celle de la LPO Lorraine.

À l'échelle de la Nouvelle Aquitaine, il existe 3 délégations territoriales, la LPO Limousin, la LPO Aquitaine et la LPO Poitou-Charentes. C'est au sein de la LPO Limousin que j'effectue mon stage sur les déterminants de la répartition et du déclin de la Pie-grièche grise en Limousin. Depuis mi-juillet 2024, au sein de la LPO Limousin il y a 10 salariés ([Annexe 1](#)), dont Jérôme ROGER responsable territorial Limousin et Laura TAYSSE, chargée de mission agriculture et biodiversité, animatrice du Plan national d'action en faveur des Pies-grièches à l'échelle du Limousin et responsable du stage.

2.1.2. Le Champ des Possibles.

Le CDP est une association à but non lucratif dont l'activité porte sur la recherche en écologie, la sensibilisation, et la formation. Ses activités de recherche se concentrent sur l'impact des changements globaux sur la biodiversité à l'échelle du Limousin et du Plateau de Millevaches en particulier. L'association présidée par Frédéric LAGARDE comporte deux salariés, Elsa DAY et Yoann MOUET. Elle développe des stages de formation universitaires pour les masters de Poitiers, Angers, les licences de La-Roche-sur-Yon et de Limoges. Elle encadre aussi chaque année des étudiants en Master Pro ou Recherche en écologie et ce sont plus de 25 stages de recherche qui ont été effectués depuis 2008.

Le CDP travaille avec plusieurs partenaires techniques comme le Parc Naturel Régional du Plateau de Millevaches, le Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin ou le Centre d'études biologiques de Chizé (CNRS). Par ailleurs, l'association possède plusieurs partenaires financiers comme la région Nouvelle-Aquitaine, le département de la Creuse, l'Office Français de la Biodiversité, le Parc Naturel Régional du Plateau de Millevaches, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne ou la fondation Lemarchand.

2.2. Conditions et moyens de travail.

Le stage se déroule dans les locaux de l'association du CDP à Gentioux-Pigerolles, en plein cœur de la Zone de Protection Spéciale (ZPS) du parc naturel régional du Plateau de Millevaches. Afin que je fournisse un travail dans de bonnes conditions, je possède un espace de travail dédié, ainsi qu'un poste de travail fixe. Par ailleurs, le CDP dispose d'une grande richesse bibliographique avec environ 800 ouvrages. La disponibilité et l'expertise de Frédéric LAGARDE tout au long de ce stage, m'a permis de fournir un travail abouti.

3. LA MISSION : le sujet

3.1. Le cahier des charges produit par l'entreprise.

L'objectif de ce stage est de comprendre et d'identifier les déterminants de la répartition et du déclin de la Pie-grièche grise en Limousin, notamment en lien avec l'occupation du sol et l'évolution du paysage sur la ZPS.

Pour remplir cet objectif, les tâches sont de la manipulation de données, de l'analyse spatiale et cartographique ainsi que de l'analyse statistique. Il est difficile, au début du stage, de définir une temporalité à travers les différentes tâches et d'identifier les analyses qui vont être abordées, puisque cela dépend des données dont nous disposons. Néanmoins, voici un planning prévisionnel présentant les activités qui sont à réaliser au cours du stage (tabl.1).

Tableau 1 : Planning non-exhaustif des 6 mois de stage.

Période	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Activités	Recherche bibliographique	Récolte des données	Préparation des matrices			Interprétation des résultats
	Familiarisation avec les différentes analyses statistiques	Homogénéisation des données	Analyses statistiques			Rédaction du rapport de stage
		Structuration des données				Préparation de l'oral
		Questionnement sur les futures analyses statistiques				
	Rédaction du rapport					

3.2. Le sujet par rapport à l'entreprise.

Depuis environ 30 ans, la population de PGG en Limousin a vu son effectif diminuer de 50%, tout comme l'aire de répartition de l'espèce (SEPOL, 2013). L'évolution des paysages sur la Montagne limousine peut expliquer la répartition et le déclin de cette espèce, à l'échelle de l'ancienne région Limousin en général et à l'échelle de plateau de Millevaches plus précisément. La modification du paysage est principalement due à la fermeture des milieux ouverts, notamment par le manque de pâturage et le fort développement de la sylviculture sur le territoire Limousin. La Montagne Limousine a été massivement plantée en résineux à partir des années 1950 grâce à la mise en place du fond forestier national. Aujourd'hui, le territoire Limousin est recouvert à 60% de milieux forestiers (environ 50% de plantation de résineux), cependant, avant les années 1950, celui-ci était recouvert à 70% de landes et à 15% de zones humides (N. MORSEL, 2021). La commune de Gentioux-Pigerolles, qui est la plus grande commune de Creuse, est assez représentative de l'évolution du paysage Limousin. En 70 ans la commune est passée d'un paysage occupé à 75% par des milieux ouverts (pelouses, landes, tourbières,

milieux agricoles), à un paysage occupé à 51% par des espaces forestiers (plantations, forêts de feuillus) (ABC Gentioux-Pigerolles, 2023). De plus, le paysage est impacté par la modification des pratiques agricoles, les milieux d'agriculture extensifs ont fait place à de l'agriculture intensive, et, l'élevage bovin a peu à peu remplacé l'élevage ovin (N. MORSEL, 2021).

En tant qu'association de protection de l'environnement, la LPO Limousin a pour objectif d'inverser cette tendance afin d'éviter la disparition de l'espèce sur le territoire. Outre l'objectif de préservation de la PGG, ce stage doit permettre à la LPO de mieux connaître la répartition de l'espèce sur le territoire Limousin, ainsi que d'en savoir davantage sur les raisons de son déclin. C'est à travers des analyses spatiales et statistiques que la LPO souhaite répondre à ces objectifs. Dans ce contexte, le stage a été mis en place en collaboration avec l'association le Champ des Possibles, apportant ses compétences en traitement de données.

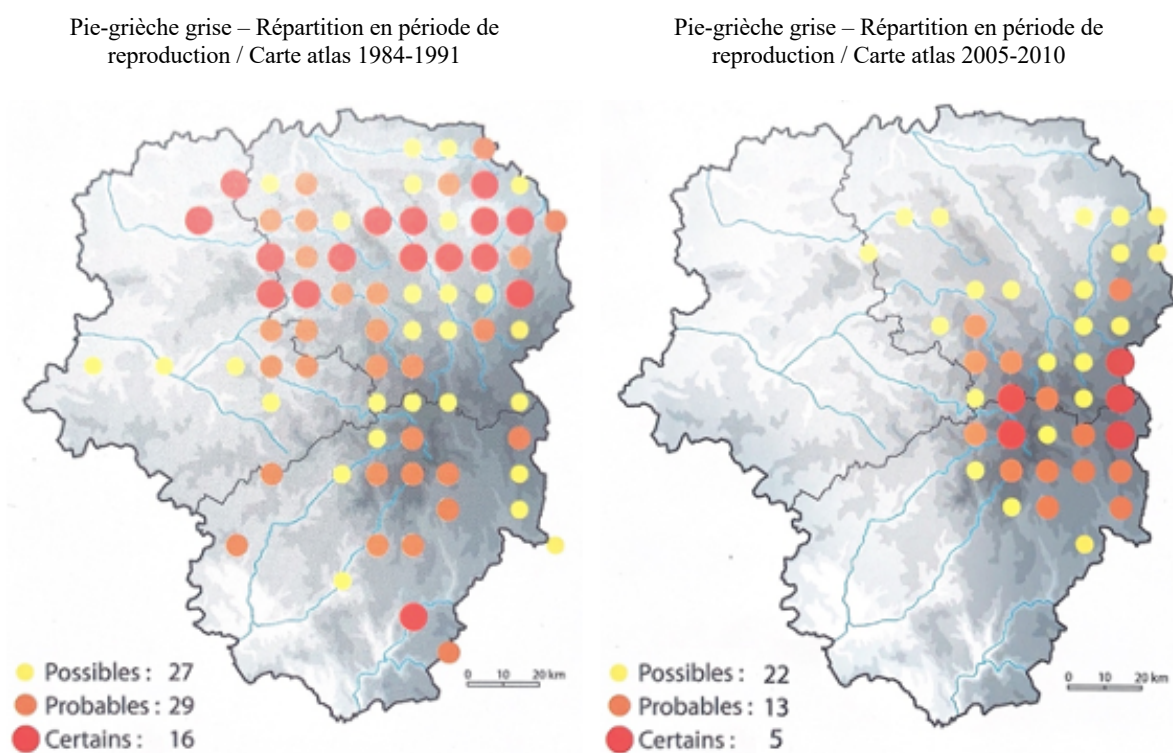


Figure 2 : Évolution de la répartition de la PGG en Limousin en période de reproduction.
(Source : SEPOL, 2013 – Atlas des oiseaux du Limousin)

Les résultats obtenus lors de cette étude permettent au CDP de travailler sur un nouveau bioindicateur de l'impact des changements paysagers à l'échelle du PNR de Millevaches en Limousin. Cette première collaboration entre le CDP et la LPO Limousin vise aussi à élaborer de façon conjointe de futures études sur le sujet, notamment en réfléchissant, par exemple, à un programme d'étude examinant les relations entre traitements antiparasitaires des troupeaux, abondance et diversité d'insectes coprophages et ressources trophiques pour la PGG.

3.3. L'analyse de l'existant.

En 2014, un premier Plan National d'Action (PNA) en faveur des Pies-grièches a été publié pour la période de 2014-2018. À l'échelle locale, différentes structures sont animatrices de ce PNA et doivent assurer la mise en place de celui-ci. Pour l'ancienne région limousine, c'est la LPO Limousin qui se doit de répondre aux grands objectifs du PNA et de mettre en œuvre les différentes actions. Cependant, à l'échelle nationale, le PNA (2014-2018) en faveur des 4 espèces de Pie-grièche concernées n'a pas été un succès. C'est pour cela qu'un nouveau Plan National d'Action devrait être publié pour la période de 2024-2032, dans le but de répondre aux objectifs de conservation, de connaissance, de sensibilisation et d'animation.

À ce jour, la LPO Limousin sur la base de données de Faune Limousin possède un grand nombre de données de Pie-grièche grise qui n'ont pas encore été exploitées et valorisées. Cette base de données créée par un collectif associatif permet de collecter et de partager les données sur la faune du territoire Limousin. Ces données sont à la fois des données opportunistes ou des données récoltées lors d'inventaires participatifs bénévoles. La base de données Faune Limousin contient 6705 données de PGG en Limousin dont 4999 données de présence et d'absence situées dans la ZPS Plateau de Millevaches. Ce sont ces 4999 données qui ont été utilisées pour l'analyse. L'ensemble des données s'étend sur une période de 24 ans, des années 2000 à 2023. En plus des données de PGG, le parc naturel régional de Millevaches (PNR MV) a partagé 5 couches cartographiques de l'occupation du sol de la ZPS. La première cartographie de la ZPS a été réalisée entre 2004 et 2006, la seconde entre 2009 et 2010, la troisième en 2012, la quatrième en 2017 et la cinquième, la plus récente, en 2019. À chaque typologie de milieu est attribuée à un code CORINE Biotopes¹, qui est rattaché à un libellé et à une étiquette ([Annexe 2](#)). Par conséquent, c'est grâce à ces couches que nous avons pu mettre en relation les données de PGG avec l'évolution de l'occupation du sol sur une temporalité d'environ 15 ans.

Enfin, le PNR MV nous a partagé diverses couches cartographiques contenant les sites prospectés au cours de l'enquête PGG porté par la LPO Limousin et ses bénévoles. Ces sites prospectés sont représentés par des polygones. L'enquête PGG a été mise en place en 2014 afin d'avoir un suivi le plus exhaustif possible sur l'évolution de la population en Limousin. Cependant, la prospection des sites cartographiés est sujette à différents biais. Par exemple, certains des sites qui ne sont plus occupés par la PGG à un moment donné ne sont plus prospectés par la suite ou de façon plus irrégulière. D'autre part, la géométrie de ces sites a été définie de façon subjective et rend leur utilisation en tant que telle problématique. Par conséquent, ils n'ont pas été pris en considération dans notre étude. De plus, pour notre étude, nous avons souhaité traiter l'ensemble des données de PGG ce qui n'aurait pas été le cas avec l'enquête PGG puisque celle-ci a commencé en 2014.

¹ Corine Biotopes : La typologie CORINE Biotope est une hiérarchie unique des milieux à l'échelle européenne. <https://www.zones-humides.org/typologie-corine-biotopes>

4. LA MISSION : démarche, méthode et résultats

4.1. La démarche suivie pour résoudre les problèmes.

Dans un premier temps, un travail bibliographique sur la PGG et sur le contexte environnemental du plateau de Millevaches a été réalisé. Ce travail a permis d'approfondir notre connaissance sur la répartition de l'espèce, son écologie et sa biologie, ou encore, les tendances évolutives des populations. De plus, à travers différents rapports scientifiques et études, nous avons pu établir un état des lieux des diverses recherches déjà réalisées sur cette espèce en France, comme à l'étranger.

Ensuite, il a fallu dans un second temps appréhender les différentes données et cartographies fournies par le PNR et la LPO Limousin. Cette étape a été l'une des plus importantes puisqu'elle a nécessité une compréhension des différents composants de la base de données de PGG et des cartographies de l'occupation du sol à travers le temps. Par ailleurs, un travail d'homogénéisation des données a dû être effectué pour une meilleure clarté dans les résultats.

Après avoir structuré et pris connaissance des éléments, nous avons réfléchi à la façon avec laquelle nous allions développer nos analyses pour répondre aux problèmes abordés. Nous avons alors développé trois méthodes d'analyse différentes dont le but est de consolider notre étude, et ainsi, avoir une certaine cohérence dans nos résultats.

La première approche est une analyse des facteurs de niche écologique (Ecological Niche Factor Analysis) qui est une approche multivariée ayant pour objectif d'étudier les déterminants de la répartition géographique d'une espèce. Cette analyse a été réalisée sur l'ensemble des données de PGG en séparant les données de la période de reproduction, des données hors période de reproduction afin d'examiner s'il existe une différence de niche écologique entre les deux périodes. Comme nous l'avons évoqué précédemment, la PGG fréquente des habitats variés pendant ces deux périodes, de plus, en hiver on constate l'arrivée de populations nordiques différentes.

Dans la seconde approche, nous avons créé des polygones convexes à partir des clusters de points de présence de la PGG, puis nous avons comparé les structures paysagères et les changements dans l'occupation de l'espace entre les clusters où la PGG se maintient et ceux d'où la PGG a disparu.

Dans l'approche 3, nous avons examiné s'il existait des différences significatives entre les caractéristiques des sites potentiellement favorables à la PGG occupés par cette dernière ou ignorés par cette dernière et entre les sites potentiellement favorables où la PGG se maintient au cours de l'étude et ceux caractérisant les sites d'où la PGG a disparu. La définition de ces sites potentiellement favorables a été réalisée après une analyse des préférences écologiques de l'espèce.

Pour conclure, la présentation et l'interprétation des résultats sont les dernières étapes de cette étude. L'objectif est de faire vivre les résultats obtenus à travers les différentes analyses abordées. Nous aurons l'occasion de partager l'interprétation des résultats dans la partie « 4.4. Discussion », où nous apporterons des éléments de réponse aux questions de l'étude, ainsi que de nouvelles questions et des pistes de recherche à explorer.

4.2. Les méthodes et les outils utilisés.

4.2.1. La zone d'étude.

Pour réaliser ces analyses, il a fallu déterminer notre échelle de travail. Initialement nous souhaitions travailler à l'échelle du Limousin. Cependant, par contrainte de temps et par manque de données cartographiques sur l'historique de l'occupation du sol, nous avons fait le choix de porter notre analyse à l'échelle de la ZPS du parc naturel régional du Plateau de Millevaches au sein duquel ces données sont disponibles ([Annexe 3](#)).

4.2.2. Les limites de l'étude.

Cette étude comporte différentes limites. Premièrement, nous travaillons avec une cartographie limitée qui est celle de la ZPS du PNR MV. Par conséquent, lors de la création des zones tampons il est possible qu'une partie de celles-ci se retrouvent à l'extérieur de la ZPS, ce qui ne nous permet pas de caractériser le paysage dans sa globalité. Même si en corrigeant ce biais lorsque l'on caractérise le paysage dans les zones tampons, cela n'est pas représentatif à 100% de la réalité puisque que nous ne connaissons pas le paysage en dehors de la ZPS. Deuxièmement, une partie des données de PGG ne sont pas issues d'un plan d'échantillonnage ou d'un protocole, compliquant ainsi notre étude.

4.2.3. Les méthodes.

4.2.3.1. *Approche 1 : Ecological Niche Factor Analysis (ENFA)*

L'analyse des facteurs de niche écologique a été développée par A. HIRTZEL dans les années 2000. Cette méthode d'analyse factorielle mêle le concept de niche écologique avec des principes de base d'analyse multivariées, celle-ci est relativement proche de l'analyse en composante principale (ACP). À la différence des ACP, cette méthode d'analyse est construite par des axes se basant sur les concepts de la marginalité et de la spécialisation. La marginalité correspond à la différence entre la moyenne des variables environnementales de la zone d'étude et la moyenne des variables environnementales des zones occupées par l'espèce. Si l'espèce est répartie de façon « aléatoire », la marginalité tendra vers 0, alors que, si l'espèce est présente sur des secteurs où les moyennes sont extrêmes par rapport aux moyennes de la zone d'étude, la marginalité tendra vers 1. Quant à la

spécialisation, elle correspond au rapport entre les variations des conditions écologiques de la zone d'étude et les variations écologiques au sein des zones occupées par l'espèce. Pour une espèce euryèce², la spécialisation tendra vers 1, dans le cas contraire, pour une espèce qui concentre sa distribution sur une gamme plus faible d'offres écologiques, la spécialisation tendra progressivement vers l'infini. Par ailleurs, cette analyse se base uniquement sur les données de présence de l'espèce, ce qui rend les résultats robustes.

Pour extraire les variables paysagères, nous avons réalisé une grille de 500 x 500 m qui nous a permis de cartographier la présence absence de l'espèce à ce degré de précision. Autour du barycentre de chaque carré de cette grille, l'occupation du sol a été caractérisée dans des zones tampons de 500 x 500 m et de 1000 x 1000 m, en les intersectant avec la cartographie de l'occupation du sol de 2020 (OCSOL_5). Nous pouvons voir en [annexe 4](#) l'ensemble des variables extraites, variables quantitatives (Q) et catégorielles (C). C'est au total 34 variables paysagères ainsi qu'une variable de distribution de la PGG qui ont été intégrées sur le logiciel BioMapper4 pour réaliser l'ENFA.

L'approche 1 a été réalisée sur les données de la période de reproduction et sur les données hors période de reproduction de manière indépendante. Cette approche nous permet de comprendre avec une vision globale, la répartition de l'espèce. À l'aide de Robin PETIT, ornithologue et technicien Natura 2000 au PNR MV, nous avons déterminé une période de reproduction la plus appropriée au plateau Millevaches, celle du 20/02 au 31/07.

4.2.3.2. Approche 2 : Analyse par cluster

Cette approche a été réalisée sur les données de reproduction et sur les données de hors reproduction. Dans un premier temps, nous sommes partis des données de PGG pour créer des clusters de point de présence. Les clusters sont définis par minimum 5 données de PGG à moins de 200 mètres de distance, pour cela, nous avons utilisé l'outil d'analyse vectorielle « Partitionnement DBSCAN » sur QGIS. Puis nous avons réalisé des polygones à partir de ces clusters de points à l'aide de l'algorithme de traitement « géométrie d'emprise minimale » et défini le barycentre de chacun de ces polygones de présence. Au total 80 clusters de points ont été ainsi définis comme sites prospectés. Nous considérons que la PGG a disparu d'un site si au cours de 2 années de prospection consécutives sur un site, celle-ci est notée absente. Effectivement, sur notre jeu de données on constate qu'après 2 prospections négatives, il y a 72,7% de chance d'avoir une prospection négative par la suite. Ainsi, la PGG a disparu de 14 sites (N=14), elle est toujours présente sur 25 sites (N'=25). Les 41 sites restants n'ont pas été pris en compte dans l'étude puisque ce sont des sites où il y a une incertitude de la présence ou de la non-présence de la PGG principalement dû à une prospection irrégulière.

² Euryèce : C'est un terme utilisé pour définir une espèce qui est capable de supporter des variations écologiques importantes.

Nous avons ensuite extrait les variables paysagères autour du barycentre de ces polygones à différentes échelles spatiales (zones tampons de 500 et 1000 m). En effet, la superficie des polygones ainsi définis est fortement dépendante du nombre de données de PGG, qui est fortement lié à l'historique des sites et à l'effort de prospection. Ils ne permettent pas, en tant que tels de définir des équivalents de domaines vitaux et ne permettent pas d'en décrire les caractéristiques (Surface, occupation de milieu, etc.). Cependant, en analysant la structure paysagère à différentes échelles spatiales autour des barycentres des polygones ainsi définis, il est possible de comparer les structures paysagères et les changements dans l'occupation de l'espace entre les clusters où la PGG se maintient et ceux d'où la PGG a disparu. Au cours de notre étude, nous avons constaté que pour la période de hors reproduction il n'y avait pas assez de sites qui n'étaient plus occupés par la PGG pour réaliser des analyses statistiques. Par conséquent, nous avons étudié finalement uniquement les données de la période de reproduction lors de cette approche. Nous pouvons voir en [annexe 5](#), la matrice contenant les 26 variables qui ont été extraites pour cette approche. Les comparaisons ont été effectuées à l'aide de tests de Kolmogorov Smirnov³ et, s'agissant de tests multiples sur le même jeu de données, la correction de Bonferroni⁴ a été appliquée abaissant le seuil de significativité à $p < 0.002$.

Cette approche permet uniquement de répondre à la compréhension du déclin de l'espèce et non sa répartition, puisque les polygones sont définis à partir de cluster de point de présence.

4.2.3.3. *Approche 3 : Sélection de l'habitat*

Nous avons examiné si la PGG présentait des préférences écologiques marquées pour certains habitats en comparant la répartition des points de présence par type de milieu observés à la répartition d'un même nombre de points répartis aléatoirement sur l'ensemble de la ZPS à l'aide d'un test de khi-deux (χ^2). Les données de présence de PGG s'étalant sur plus de 20 ans et l'occupation du sol étant susceptible de changer dans le temps, ces analyses de préférences écologiques ont été réalisées en associant les données de présence au millésime d'occupation des sols le plus proche temporellement (tabl.2).

Tableau 2 : Les données de PGG associées avec une cartographie de l'occupation du sol.

Couches cartographiques	OCSOL_1 (Cartographie de la ZPS : 2004/2006)	OCSOL_2 (Cartographie de la ZPS : 2009/2010)	OCSOL_3 (Cartographie de la ZPS : 2012)	OCSOL_4 (Cartographie de la ZPS : 2017)	OCSOL_5 (Cartographie de la ZPS : 2020)
Données PGG	< 01/01/2008	< 01/07/2011	< 01/01/2015	< 01/01/2019	≥ 01/01/2019

³ Tests de Kolmogorov Smirnov : Ce test permet de comparer deux distributions en elles, ou d'évaluer la similarité entre une distribution théorique et une distribution empirique. <https://datascientest.com/test-de-kolmogorov-smirnov>

⁴ Correction de Bonferroni : La correction de Bonferroni est un processus d'ajustement qui consiste dans notre étude de diviser le seuil de significativité par le nombre de variables. <https://statorials.org/correction-de-bonferroni/>

Cette analyse des préférences écologiques a été réalisée séparément pendant la période de reproduction et pendant la période hivernale. Elle nous a permis par la suite de cartographier les secteurs potentiellement favorables à la PGG en agrégeant les milieux préférés contigus⁵ pour la période de reproduction et hors période de reproduction et de définir ainsi des polygones en les regroupant.

Puis, à partir de ces polygones, nous avons pu extraire les variables paysagères à l'intérieur des polygones de milieux favorables et dans des zones tampons de 200 et 600 mètres autour des polygones. Enfin, nous avons intersecté les données de PGG avec les polygones de milieux potentiellement favorables pour identifier les milieux potentiellement favorables occupés par la PGG et ceux qui ne le sont pas. Cette approche a été réalisée uniquement sur la période de reproduction puisque nous avons constaté qu'il n'y a pas assez de milieux potentiellement favorables occupés par la PGG en hors période de reproduction pour pouvoir réaliser des études statistiques. De plus, nous avons identifié parmi les polygones de milieux potentiellement favorables à la PGG et qui ont été effectivement occupés par cette dernière, ceux dans lesquels elle se maintient et ceux où elle a disparu au cours de cette étude. De même que dans l'approche 2, nous considérons qu'une disparition est effective lorsque deux sessions de prospection consécutives enregistrent une absence de la PGG. Effectivement, sur notre jeu de données on constate qu'après 2 prospections négatives, il y a 81,8% de chance d'avoir une prospection négative par la suite. Nous avons enfin examiné s'il existait des différences significatives entre les variables paysagères des sites potentiellement favorables à la PGG occupés par cette dernière et ceux qui ne le sont pas (respectivement N=92 et N'=508) et entre les variables paysagères des sites potentiellement favorable où la PGG s'est maintenue ou d'où la PGG a disparu au cours de l'enquête (respectivement N=16 et N'=22). Les variables prises en considération sont indiquées dans les [annexes 6](#) et [7](#). Les comparaisons ont été effectuées à l'aide de tests de Kolmogorov Smirnov et, s'agissant de tests multiples sur le même jeu de données, la correction de Bonferroni a été appliquée abaissant le seuil de significativité à $p < 0.0035$ pour l'étude de la répartition et à $p < 0.0019$ pour l'étude du déclin.

4.2.4. Les outils.

L'ensemble des traitements cartographiques et de l'extraction des variables paysagères quantitatives a été réalisé sous QGIS (version 3.22.0).

Les traitements et mises en forme des données ont été réalisés sous Microsoft® Excel® 2019 MSO (Version 2407 Build 16.0.17830.20056).

La modélisation de niche écologique par ENFA a été conduite grâce au logiciel Biomapper (version 4.0.7.373).

Les analyses statistiques ont été réalisées avec Statistica (version 6.1.478.0).

L'analyse multivariée a été effectuée sous PC ORD (version 5.0).

⁵ Contigus : qui touche, qui est voisin à.

4.3. Les résultats obtenus.

4.3.1. Approche 1 : Modélisation de la niche écologique.

4.3.1.1. Période de reproduction :

Marginalité : 0.879
Spécialisation : 1.023

- Nombre d'axes : 2
- Proportion de l'Information : 0.842
- Proportion de la Spécialisation : 0.683

Factor 1 (33%)	Factor 2 (35%)
5zt1000(0.55)	ouvzt500(0.72)
forzt1000(-0.50)	forzt1000(0.68)
oligozt500(0.47)	oligozt500(-0.08)
ouvzt500(0.47)	5zt1000(0.08)

Carte de qualité de l'habitat :
Nombre de classes de qualité d'habitat : 3
Indice de Boyce : 0.95 +/- 0.15

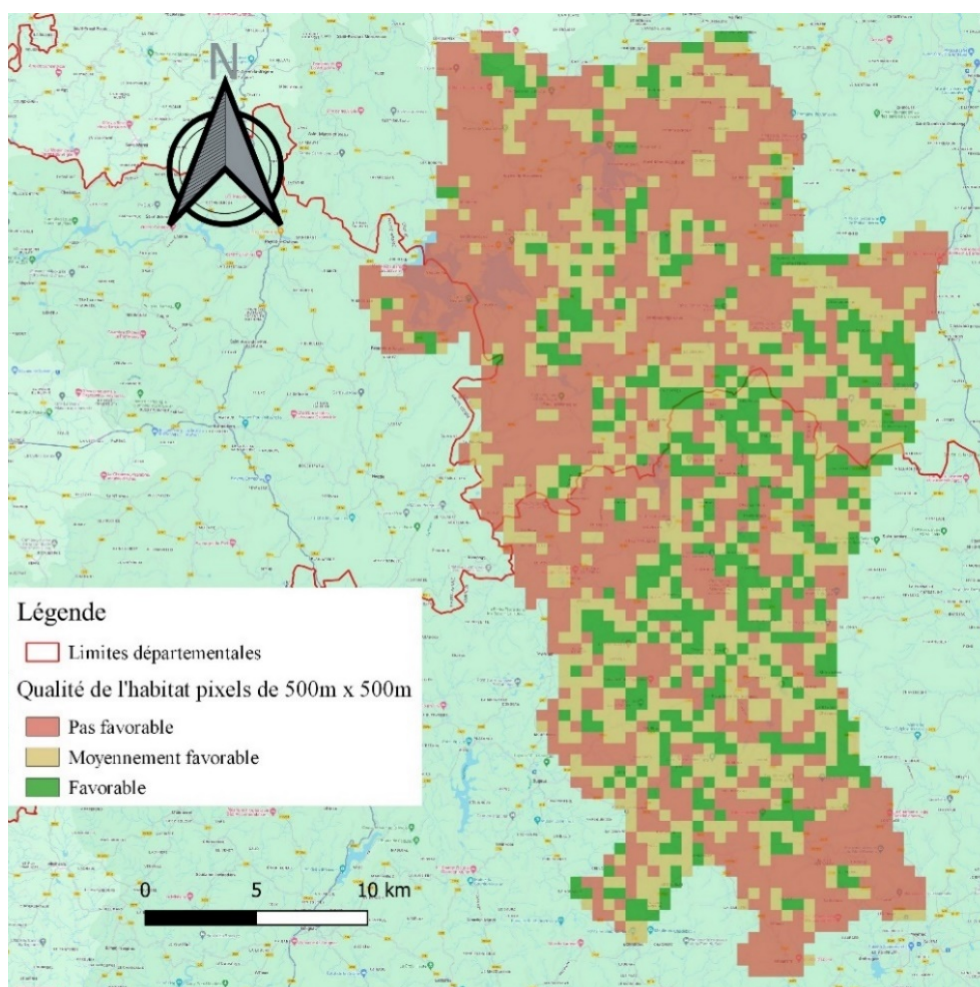


Figure 3 : Niche écologique de la PGG au sein de la ZPS Plateau de Millevaches avec uniquement les données de la période de reproduction. (Source du fond de carte : google map).

La modélisation de la niche écologique de la PGG en période de reproduction nous a conduit à construire un modèle de niche optimal ne retenant que 4 variables paysagères « 5zt1000 », « forzt1000 », « oligo500 » et « ouv500 » sur les 34 variables intégrées dans l'analyse. Ce modèle explique 84.2% de l'information relative à la répartition spatiale de la PGG et 68,3% de l'information relative à sa spécialisation écologique en ne retenant que deux axes dans la projection finale. Avec une marginalité de 0.87, le modèle retenu indique que la PGG est présente dans des secteurs où les caractéristiques paysagères moyennes sont fortement différentes des caractéristiques moyennes globales des paysages régionaux. La spécialisation de 1.02 indique cependant que la PGG est assez tolérante par rapport à des variations autour de ces caractéristiques. Enfin, l'examen des poids factoriels des variables sur les deux axes de la projection finale retenue montrent que la PGG est présente là où le paysage se caractérise par une forte proportion de milieux tourbeux dans un rayon de 1 km² et une faible proportion de milieux forestiers, ainsi que par une forte proportion de milieux ouverts et de milieux oligotrophes dans un rayon de 0.25 km². La carte prédictive de la qualité de l'habitat pour la PGG en période de reproduction est robuste, avec un indice de Boyce de 0.95 +/- 0.15.

4.3.1.2. *Hors période de reproduction :*

Marginalité : 0.830
Spécialisation : 0.985

- Nombre d'axes : 2
- Proportion de l'Information : 0.842
- Proportion de la Spécialisation : 0.684

Factor 1 (34%)	Factor 2 (34%)
forzt1000(-0.58)	ouv500(0.76)
ouv500(0.51)	forzt1000(0.64)
5zt1000(0.47)	5zt1000(-0.02)
oligo500(0.44)	oligo500(-0.01)

Carte de qualité de l'habitat :
Nombre de classes de qualité d'habitat : 3
Indice de Boyce : 1 +/- 0

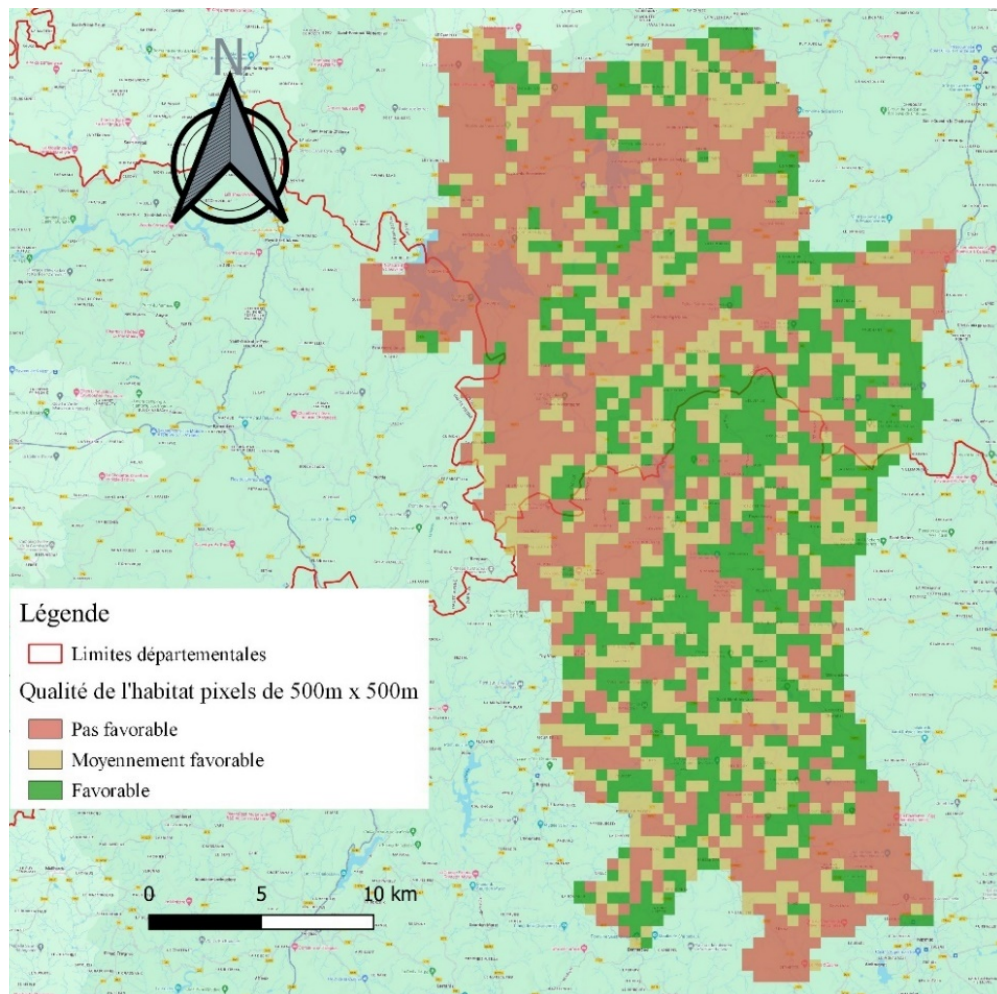


Figure 4 : Niche écologique de la PGG au sein de la ZPS Plateau de Millevaches avec uniquement les données hors période de reproduction. (Source du fond de carte : google map).

La modélisation de niche écologique de la PGG hors période de reproduction nous a également conduit à construire un modèle de niche optimal ne retenant que 4 variables paysagères « 5zt1000 », « forzt1000 », « oligozt500 » et « ouvzt500 » sur les 34 variables intégrées dans l'analyse. Ce modèle explique 84.2% de l'information relative à la répartition spatiale de la PGG et 68.4% de l'information relative à sa spécialisation écologique en retenant que deux axes dans la projection finale. La marginalité étant égale à 0.83, cela indique que la PGG est présente dans des secteurs où les caractéristiques paysagères sont différentes des caractéristiques moyennes globales des paysages régionaux. La spécialisation est de 0.98, ce qui signifie que la PGG est plutôt tolérante par rapport à des variations autour de ces caractéristiques. Enfin, l'examen des poids factoriels des variables sur les deux axes de la projection finale retenue montrent que la PGG est présente là où le paysage se caractérise par une faible proportion de milieux forestiers et une forte proportion de milieux tourbeux dans un rayon de 1 km², ainsi que par une forte proportion de milieux ouverts et de milieux oligotrophes dans un rayon de 0.25 km². La carte prédictive de la qualité de l'habitat pour la PGG en période de reproduction est également robuste, avec un indice de Boyce de 1 +/- 0.

4.3.2. Approche 2 : Analyse par cluster

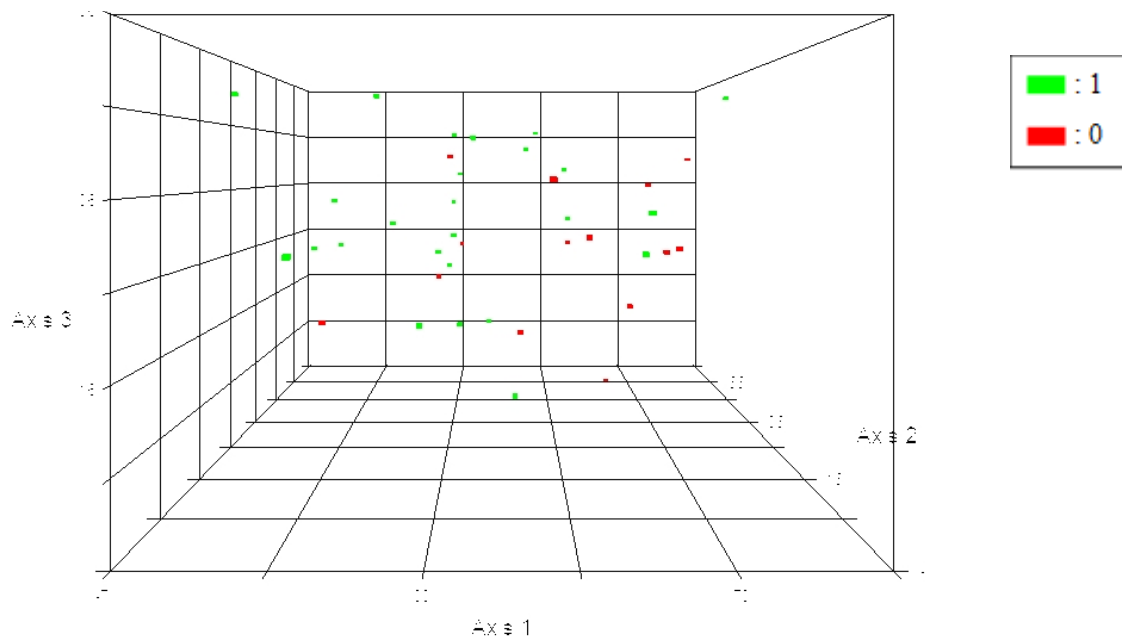


Figure 5 : Graphique de l'APC pour l'étude du déclin en période de reproduction – Approche 2 / Axe 1.

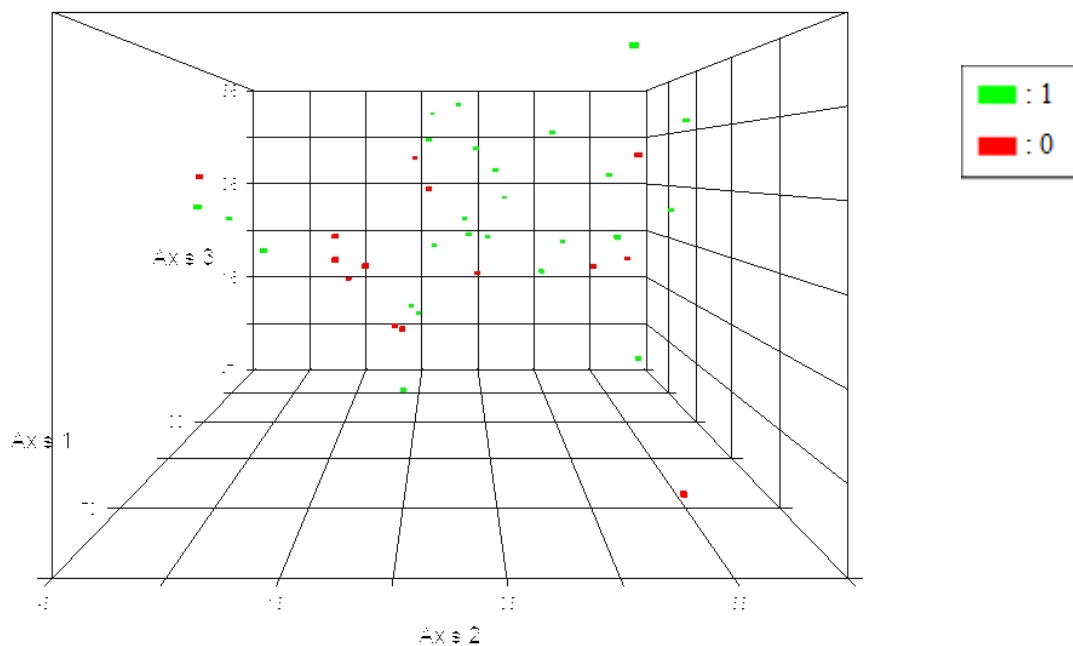


Figure 6 : Graphique de l'APC pour l'étude du déclin en période de reproduction – Approche 2 / Axe 2.

Une ACP a été réalisée pour examiner graphiquement si les zones occupées par la PGG dans lesquelles elle se maintient se différencient des zones d'où elle a disparu au niveau des caractéristiques paysagères. Nous pouvons constater qu'il n'y a pas de différenciation aisée entre les sites occupés par la PGG (en vert) et les sites d'où l'espèce a disparu (en rouge).

Tableau 3 : Résultats du test de Kolmogorov-Smirnov / Approche 2

variable	Test de Kolmogorov-Smirnov (Matrice_finale)								
	Par var. ext								
	Tests significatifs marqués à $p < .05000$								
	Max Nég Différenc	Max Pos Différenc	niv. p	Moyenne Groupe 1	Moyenne Groupe 2	Ec-Type Groupe 1	Ec-Type Groupe 2	N Actif Groupe 1	N Actif Groupe 2
%oligzt500cOCSOL1	-0.062857	0.322857	$p > .10$	0.475416	0.418470	0.182550	0.157851	25	14
%ouvzt500cOCSOL1	0.000000	0.545714	$p < .01$	0.741148	0.578307	0.141307	0.166016	25	14
%forzt500cOCSOL1	-0.522857	0.040000	$p < .025$	0.204212	0.336919	0.129680	0.121158	25	14
%plantzt500cOCSOL1	-0.385714	0.040000	$p > .10$	0.162441	0.242752	0.130616	0.129782	25	14
%oligzt500cOCSOL5	-0.165714	0.362857	$p > .10$	0.461303	0.406247	0.177317	0.144934	25	14
%ouvzt500cOCSOL5	-0.040000	0.514286	$p < .025$	0.739727	0.601584	0.150471	0.138696	25	14
%forzt500cOCSOL5	-0.594286	0.000000	$p < .005$	0.145933	0.273315	0.099559	0.087211	25	14
%plantzt500cOCSOL5	-0.554286	0.008571	$p < .01$	0.110384	0.193879	0.096580	0.108421	25	14
dif olig 500	-0.117143	0.205714	$p > .10$	-0.014114	-0.012223	0.027698	0.046273	25	14
dif ouv 500	-0.362857	0.022857	$p > .10$	-0.001421	0.023277	0.047754	0.065214	25	14
dif for 500	-0.102857	0.242857	$p > .10$	-0.058279	-0.063604	0.075511	0.078319	25	14
dif plant 500	-0.105714	0.137143	$p > .10$	-0.052057	-0.048872	0.072499	0.073141	25	14
%oligzt1000cOCSOL1	-0.040000	0.354286	$p > .10$	0.334616	0.278800	0.115451	0.096960	25	14
%ouvzt1000cOCSOL1	0.000000	0.482857	$p < .05$	0.580137	0.462853	0.122607	0.116415	25	14
%forzt1000cOCSOL1	-0.537143	0.040000	$p < .025$	0.346146	0.434836	0.110440	0.103105	25	14
%plantzt1000cOCSOL1	-0.380000	0.214286	$p > .10$	0.267958	0.297107	0.106291	0.143000	25	14
%oligzt1000cOCSOL5	-0.040000	0.274286	$p > .10$	0.317958	0.268402	0.112717	0.089623	25	14
%ouvzt1000cOCSOL5	-0.040000	0.434286	$p < .10$	0.582176	0.475890	0.128457	0.119106	25	14
%forzt1000cOCSOL5	-0.608571	0.000000	$p < .005$	0.291788	0.389739	0.104582	0.094497	25	14
%plantzt1000cOCSOL5	-0.348571	0.071429	$p > .10$	0.220037	0.262187	0.094952	0.128793	25	14
dif olig 1000	-0.331429	0.040000	$p > .10$	-0.016658	-0.010398	0.018326	0.012624	25	14
dif ouv 1000	-0.362857	0.080000	$p > .10$	0.002040	0.013037	0.032611	0.028577	25	14
dif for 1000	-0.248571	0.122857	$p > .10$	-0.054359	-0.045097	0.054174	0.040521	25	14
dif plant 1000	-0.248571	0.051429	$p > .10$	-0.047921	-0.034919	0.047246	0.044222	25	14

De la même façon, lorsqu'on compare les caractéristiques paysagères des sites où l'espèce se maintient à celle des sites dont elle a disparu par des tests de Kolmogorov Smirnov, après la correction de Bonferroni (valeur seuil $p < 0.002$), aucune différence significative n'est détectée (tabl.3).

4.3.3. Approche 3 : Analyse sélection de l'habitat.

Tableau 4 : Test de khi-deux pour la période de reproduction.

Code CB	Libellé	Chi-deux	P
82	Cultures	7.03	$p = .0080$
24	Eaux courantes	5	$p = .0253$
22	Eaux douces stagnantes	52.86	$p = .0000$
41	Forêts caducifoliées	239.85	$p = 0.0000$
42	Forêts de conifères	1.01	$p = .3141$
43	Forêts mixtes	134.73	$p = 0.0000$
44	Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides	10.37	$p = .0013$
31.8	Fourrés	9.59	$p = .0020$
31.2	Landes sèches	454.54	$p = 0.0000$
35	Pelouses silicicoles sèches	102.61	$p = 0.0000$
83.3	Plantations	588.48	$p = 0.0000$
81	Prairies améliorées	35.62	$p = .0000$
38	Prairies mésophiles	5.56	$p = .0184$
6	Rochers continentaux, éboulis et sables	0	$p = 1.0000$
5	Tourbières et marais	627.96	$p = 0.0000$
83.1	Vergers de hautes tiges	non évalué	
86	Villes, villages et sites industriels	71.16	$p = .0000$

Tableau 5 : Test de khi-deux pour hors période de reproduction.

Code CB	Libellé	Chi-deux	P
82	Cultures	0.08	p= .7807
24	Eaux courantes	non évalué	
22	Eaux douces stagnantes	0.03	p= .8743
41	Forêts caducifoliées	63.43	p= .0000
42	Forêts de conifères	5.84	p= .0157
43	Forêts mixtes	42.03	p= .0000
44	Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides	1.34	p= .2465
31.8	Fourrés	0.3	p= .5859
31.2	Landes sèches	52.25	p= .0000
35	Pelouses silicicoles sèches	8.73	p= .0031
83.3	Plantations	194.8	p=0.0000
81	Prairies améliorées	20.87	p= .0000
38	Prairies mésophiles	10.4	p= .0013
6	Rochers continentaux, éboulis et sables	non évalué	
5	Tourbières et marais	79.26	p= .0000
83.1	Vergers de hautes tiges	non évalué	
86	Villes, villages et sites industriels	3.98	p= .0461

Lorsque l'on compare la répartition des points d'observation de la PGG en fonction des types de milieux à celle d'un même nombre de points aléatoirement répartis sur la zone d'étude par des tests de khi-deux, on constate que la PGG montre des préférences écologiques qui diffèrent entre la période de reproduction et hors période de reproduction. En effet, après la correction de Bonferroni, on peut identifier les variables significatives qui sont en dessous du seuil de significativité (valeur seuil $p < 0.0027$). Dans les tableaux 4 et 5 les milieux où la PGG attribue de la préférence sont en vert et les milieux que la PGG évite sont en rouge.

On constate qu'en période de reproduction, la PGG montre une préférence écologique marquée pour tous les milieux oligotrophes : landes sèches, pelouses silicicoles, tourbières et marais. Elle montre un évitement significatif pour les milieux aquatiques, pour tous les milieux forestiers sauf les forêts de résineux subnaturelles (forêts de Pin sylvestre), ainsi que pour les prairies améliorées, les villages et les hameaux.

En période hivernale, elle montre toujours une préférence écologique marquée pour les tourbières et les marais, les landes sèches, mais aussi les milieux prairiaux : prairies mésophiles et prairies améliorées. Par contre, elle évite significativement les forêts caducifoliées, les forêts mixtes et les plantations de résineux.

4.3.3.1. Étude de la répartition :

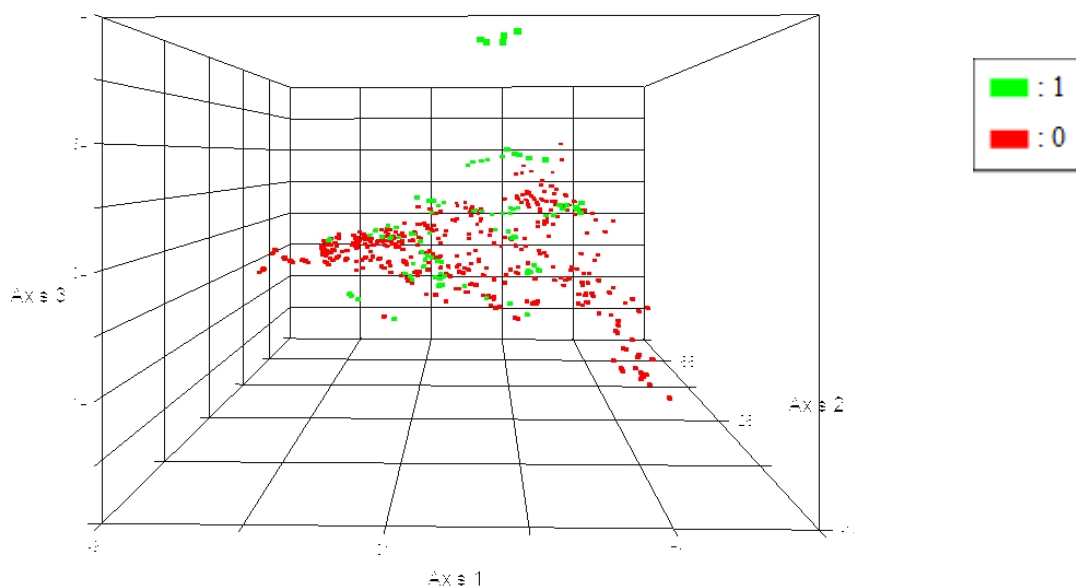


Figure 7 : Graphique de l'APC pour l'étude de la répartition en période de reproduction – Approche 3 / Axe 1.

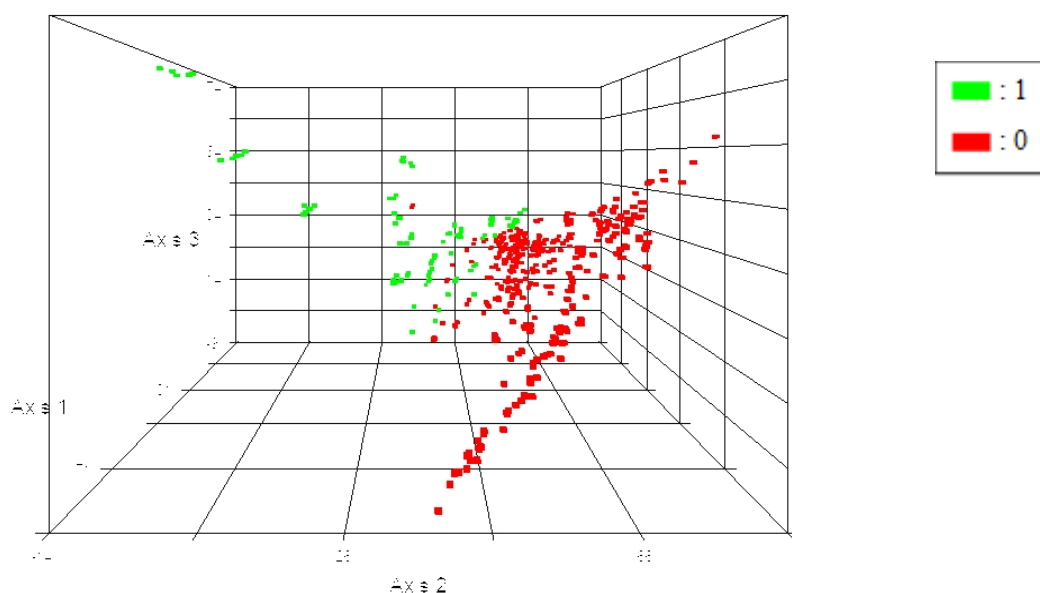


Figure 8 : Graphique de l'APC pour l'étude de la répartition en période de reproduction – Approche 3 / Axe 2.

Cette étude des fréquences écologiques de la PGG en période de reproduction et en période hivernale nous a permis de cartographier les secteurs potentiellement favorables à la PGG en agrégeant tous les milieux contigus pour lesquels elle présente une préférence écologique significative. Une ACP a été réalisée pour examiner si les sites potentiellement favorables à la PGG et qu'elle occupait différaient des sites potentiellement favorables qu'elle ignore. Visuellement, on remarque que l'axe 2 de l'analyse en composantes principales (fig.8) semble discriminer les sites où l'espèce est présente, des sites où l'espèce ne l'est pas.

Tableau 6 : Résultats du test de Kolmogorov Smirnov pour l'étude de la répartition en période de reproduction / Approche 3.

Test de Kolmogorov-Smirnov (SITES X VAR600 - Finale) Par var. PGG Tests significatifs marqués à p < .05000									
variable	Max Nég Diffénc	Max Pos Diffénc	niv. p	Moyenne Groupe 1	Moyenne Groupe 2	Ec-Type Groupe 1	Ec-Type Groupe 2	N Actif Groupe 1	N Actif Groupe 2
Perim_area	0.000000	0.883687	p < .001	27090	1480.14	26970	3609.0	92	508
Indic_Form	-0.833619	0.000000	p < .001	0	0.05	0	0.0	92	508
surf_oligo	0.000000	0.883687	p < .001	1594314	54897.71	1594307	160854.6	92	508
DiversiteOlig	0.000000	0.794591	p < .001	3	1.43	0	0.6	92	508
plant200%	-0.029528	0.396782	p < .001	32	18.32	16	18.9	92	508
oligo200%	-0.257532	0.265577	p < .001	4	7.23	2	8.5	92	508
ouverts200%	-0.255649	0.167323	p < .001	37	41.82	15	24.1	92	508
forets200%	-0.135313	0.293478	p < .001	49	42.45	16	24.7	92	508
foretsnat200%	-0.255563	0.061024	p < .001	17	24.13	11	17.4	92	508
plant600%	-0.077713	0.378295	p < .001	31	22.54	12	18.6	92	508
oligo600%	-0.041167	0.387795	p < .001	12	9.96	6	8.5	92	508
ouverts600%	-0.219788	0.234252	p < .001	42	43.86	13	23.1	92	508
forets600%	-0.139764	0.257360	p < .001	45	41.21	13	22.6	92	508
foretsnat600%	-0.187008	0.029528	p < .01	14	18.67	8	12.3	92	508

Tableau 7 : Variables corrélées à la surface du milieu potentiellement favorable (milieu oligotrophe).

Corrélations (SITES X VAR600 - Finale) Corrélations significatives marquées à p < .05000 N=600 (Observations à VM ignorées)	
Variable	surf_oligo
DiversiteOlig	0.54
plant200%	0.29
oligo200%	-0.13
ouverts200%	-0.11
forets200%	0.12
foretsnat200%	-0.16
plant600%	0.20
oligo600%	-0.02
ouverts600%	-0.08
forets600%	0.10
foretsnat600%	-0.12

Même après la correction de Bonferroni (valeur seuil $p < 0.0036$), le test de Kolmogorov

Smirnov montre que toutes les variables paysagères présentent des différences significatives entre les milieux exploités et ignorés par la PGG (tabl.6). Cependant, toutes les variables (sauf le pourcentage des milieux oligotrophe sur une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable et le pourcentage d'ensemble de milieux ouverts sur une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable) sont corrélées à la superficie du milieu potentiellement favorable (tabl.7).

Mais les relations entre ces variables et la superficie du milieu favorable ne sont pas linéaires ce qui empêche d'extraire les résidus de ces corrélations pour s'affranchir de l'effet surface.

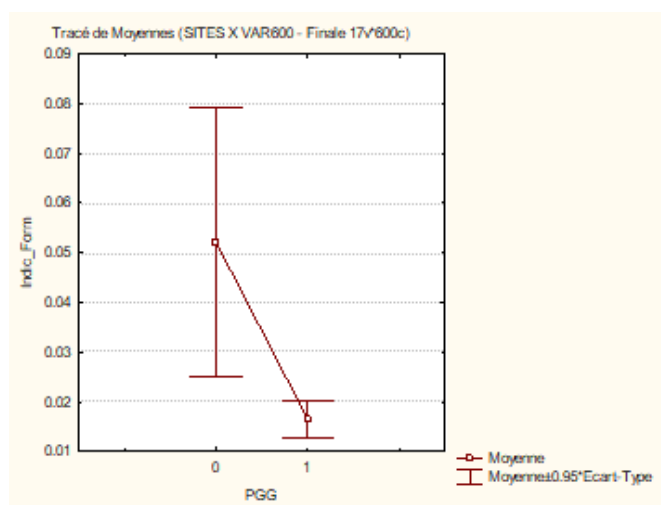


Figure 9 : Tracé de moyennes de l'indice de forme, entre les sites occupés et les sites pas occupés par la PGG.

Le tracé de moyennes (fig.9) entre l'indice de forme des sites occupés et ceux qui ne le sont pas montre des résultats divergents. En effet, on constate que les sites potentiellement favorables occupés par la PGG ont un indice de forme plus faible que ceux qui ne le sont pas. Ce qui signifie que la PGG attribue de la préférence pour des milieux de forme plus ovoïde.

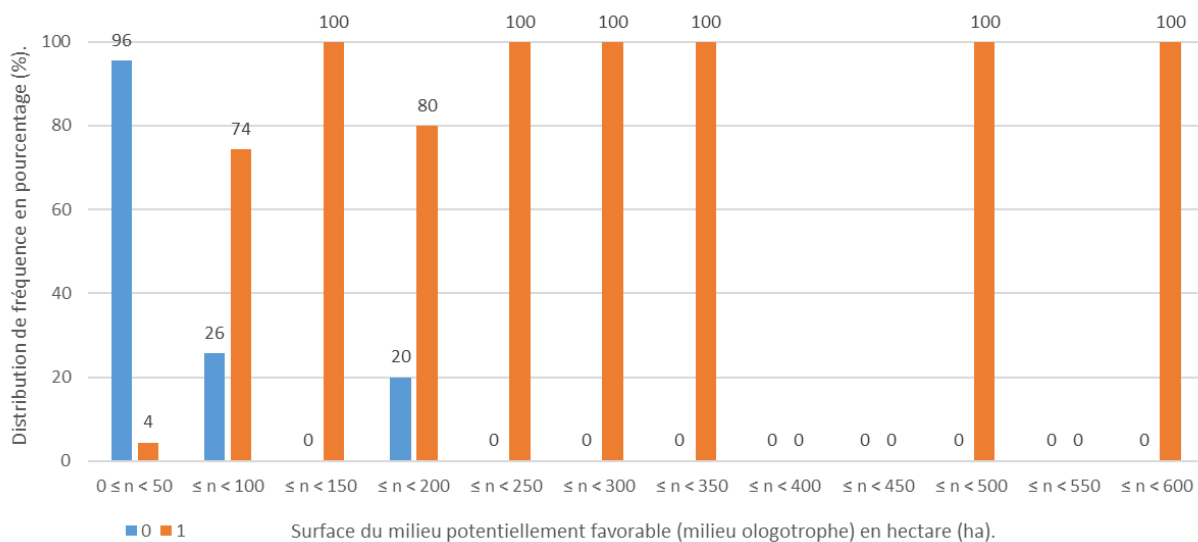


Figure 10 : Distribution de fréquence par surface de milieu potentiellement favorable / étude de la répartition.

Quoi qu'il en soit, l'examen de la distribution de fréquence des superficies des sites potentiellement favorables à la PGG occupés par cette dernière et ceux qui ne le sont pas (fig.10) montre que 96% des sites d'une surface comprise entre 0 et 50 ha ne sont pas occupés par la PGG. Les sites ayant une surface comprise entre 50 et 100 ha sont occupés à 75% par la PGG et au-dessus de 200 hectares 100% des sites sont occupés par la PGG.

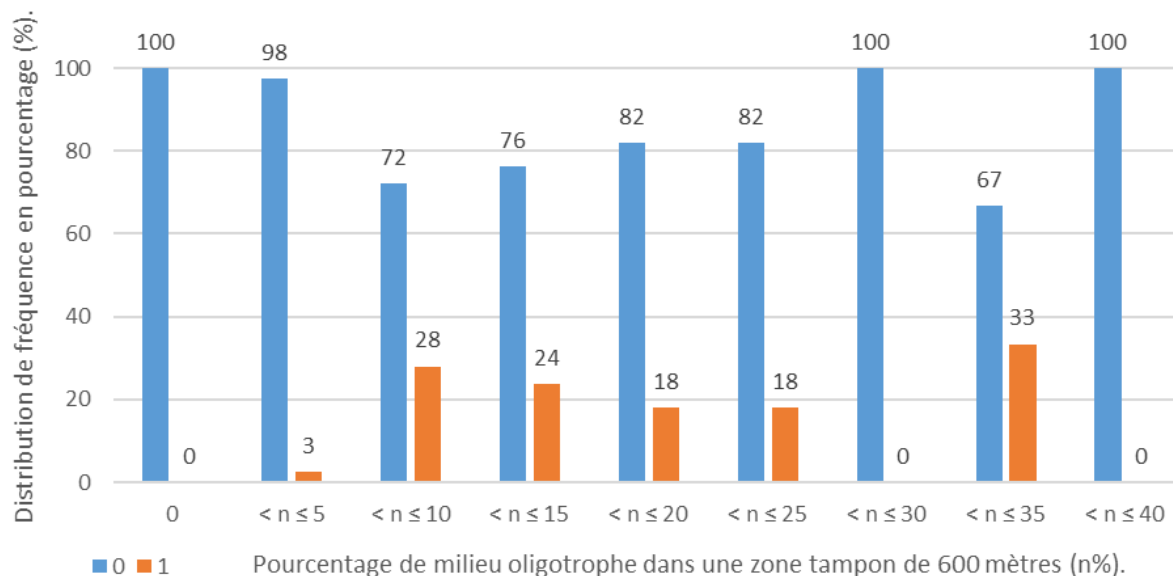


Figure 11 : Distribution de fréquence par pourcentage de milieu oligotrophe dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable.

De la même façon, l'examen de la distribution de fréquence du pourcentage de milieux oligotrophe dans une zone tampon de 600 mètres autour des sites potentiellement favorables à la PGG occupés par cette dernière et ceux qui ne le sont pas (fig.11) montre que 100% des sites possédant 0% de milieu oligotrophe et 98% des sites possédant entre 0 et 5% de milieu oligotrophe ne sont pas occupés par la PGG. Au-dessus de 5%, le pourcentage de sites occupés augmente considérablement.

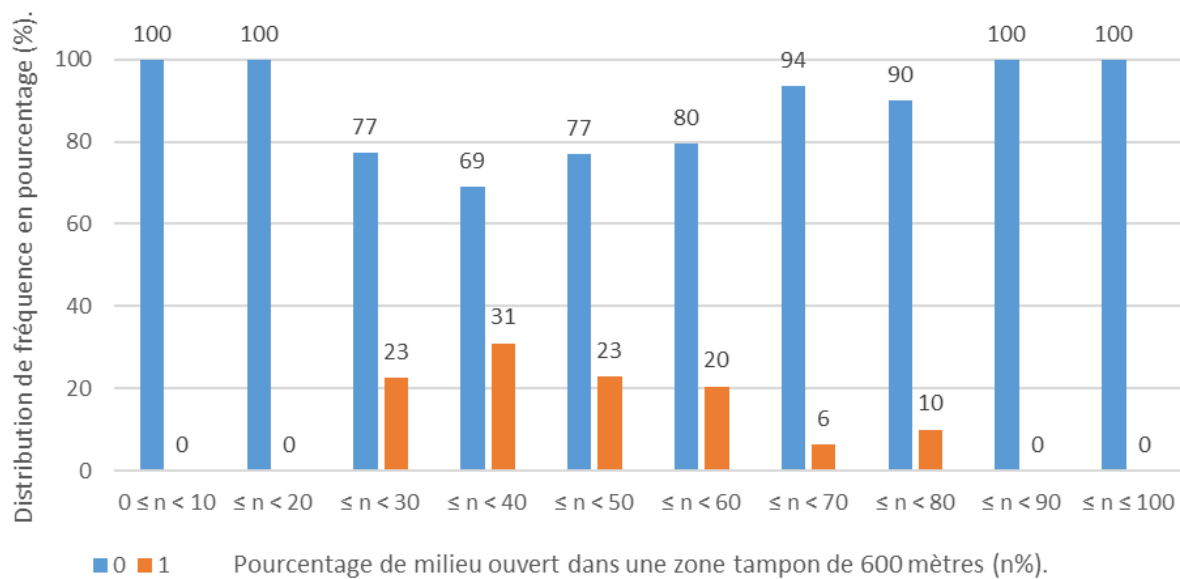


Figure 12 : Distribution de fréquence par pourcentage de milieu ouvert dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable.

Comme les milieux oligotrophes, les sites possédant moins de 20% de milieux ouverts dans une zone tampon de 600 mètres ne sont pas occupés par la PGG. On remarque aussi que la majorité des sites occupés par la PGG possèdent un pourcentage de milieu ouvert compris entre 20 et 60% dans la zone tampon de 600m (fig.12).

4.3.3.2. Étude du déclin :

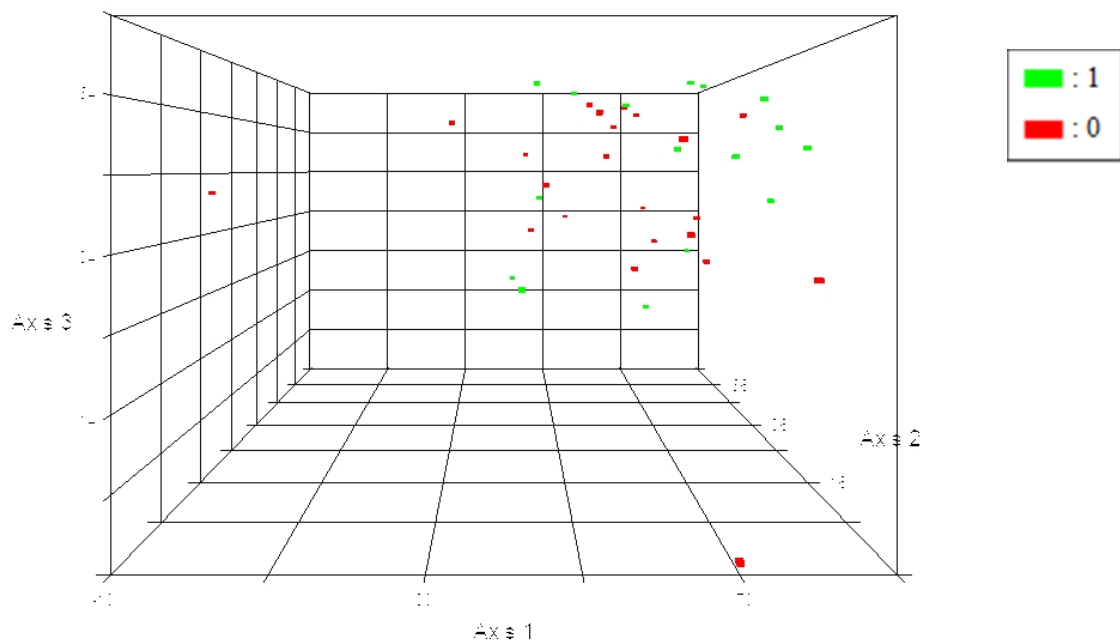


Figure 13 : Graphique de l'APC pour l'étude du déclin en période de reproduction – Approche 3 / Axe 1.

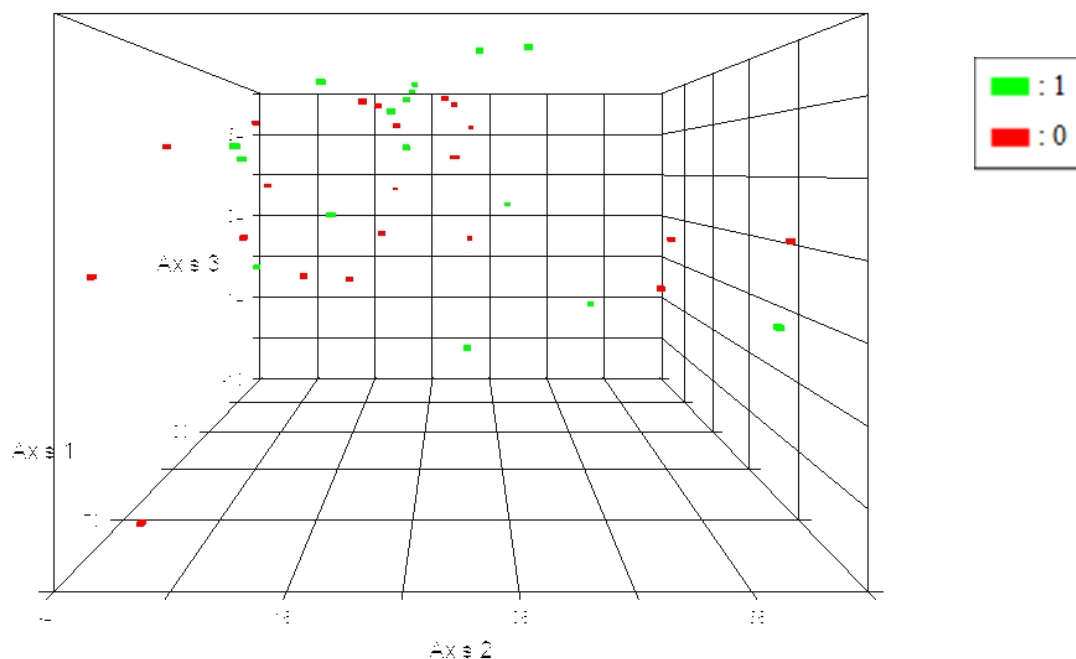


Figure 14 : Graphique de l'APC pour l'étude du déclin en période de reproduction – Approche 3 / Axe 2.

Une ACP a été réalisée pour examiner si les sites potentiellement favorables à la PGG et dans lesquels elle se maintenait différaient des sites potentiellement favorables dont elle a disparu. Aucune discrimination évidente n'apparaît visuellement.

Tableau 8 : Résultats du test de Kolmogorov Smirnov pour l'étude du déclin en période de reproduction / Approche 3 – Variables 1.

Test de Kolmogorov-Smirnov (SITES Presence VAR101 - Finale)									
Par var. PGGEvo									
Tests significatifs marqués à $p < .05000$									
variable	Max Nég Différenc	Max Pos Différenc	niv. p	Moyenne Groupe 1	Moyenne Groupe 2	Ec-Type Groupe 1	Ec-Type Groupe 2	N Actif Groupe 1	N Actif Groupe 2
Perim_area	-0.596591	0.000000	$p < .005$	10399.9	29517	10323.1	26854	22	16
Indic_Form	-0.062500	0.255682	$p > .10$	0.0	0	0.0	0	22	16
surf_oligo1	-0.659091	0.000000	$p < .001$	511087.6	1755655	436320.5	1609295	22	16
DiversiteOlig1	-0.346591	0.000000	$p > .10$	2.6	3	0.5	0	22	16
plant200%	-0.375000	0.062500	$p > .10$	32.5	39	14.6	15	22	16
oligo200%	-0.181818	0.301136	$p > .10$	5.2	5	3.4	3	22	16
ouverts200%	-0.159091	0.335227	$p > .10$	36.7	33	12.1	15	22	16
forets200%	-0.221591	0.000000	$p > .10$	50.5	55	14.0	13	22	16
foretsnat200%	-0.164773	0.153409	$p > .10$	18.0	16	13.2	9	22	16
plant600%	-0.335227	0.056818	$p > .10$	31.3	37	12.3	11	22	16
oligo600%	-0.051136	0.227273	$p > .10$	13.5	12	6.8	6	22	16
ouverts600%	-0.102273	0.272727	$p > .10$	41.9	38	13.1	12	22	16
forets600%	-0.250000	0.045455	$p > .10$	46.4	52	13.5	11	22	16
foretsnat600%	-0.181818	0.181818	$p > .10$	15.1	15	10.2	7	22	16

Tableau 9 : Résultats du test de Kolmogorov Smirnov pour l'étude du déclin en période de reproduction / Approche 3 – Variables 2.

variable	Test de Kolmogorov-Smirnov (SITES Presence VAR101 - Finale)								
	Max Nég Différenc	Max Pos Différenc	niv. p	Moyenne Groupe 1	Moyenne Groupe 2	Ec-Type Groupe 1	Ec-Type Groupe 2	N Actif Groupe 1	N Actif Groupe 2
%OligoEvo	-0.210227	0.250000	p > .10	-8.39406	-4.95196	15.20252	5.150070	22	16
DiversiteOligEvo	-0.090909	0.000000	p > .10	-0.09091	0.00000	0.29424	0.000000	22	16
plant200%Evo	-0.073864	0.119318	p > .10	-6.34619	-7.06721	7.07529	6.949554	22	16
oligo200%Evo	-0.301136	0.238636	p > .10	-0.11510	-0.04497	1.10042	0.942241	22	16
ouverts200%Evo	-0.068182	0.284091	p > .10	3.28391	1.72351	4.65823	3.061620	22	16
forets200%Evo	-0.085227	0.119318	p > .10	-8.59693	-8.84405	7.32322	7.509893	22	16
foretsnat200%Evo	-0.164773	0.096591	p > .10	-2.25074	-1.77683	3.35177	1.667275	22	16
plant600%Evo	-0.079545	0.193182	p > .10	-4.59879	-5.85259	4.48837	4.409319	22	16
oligo600%Evo	-0.227273	0.045455	p > .10	-0.95162	-0.66497	1.59076	1.133332	22	16
ouverts600%Evo	-0.136364	0.278409	p > .10	2.11607	1.86501	3.00443	3.272703	22	16
forets600%Evo	-0.022727	0.227273	p > .10	-6.21663	-7.71696	4.46289	4.746282	22	16
foretsnat600%Evo	-0.090909	0.255682	p > .10	-1.61784	-1.86437	2.24847	1.243347	22	16

Cependant, après la correction de Bonferroni (valeur seuil $p < 0.0019$), le test de Kolmogorov Smirnov montre qu'en période de reproduction, la surface des sites où la PGG se maintient est significativement supérieure à celle des sites d'où elle a disparu (tabl.8).

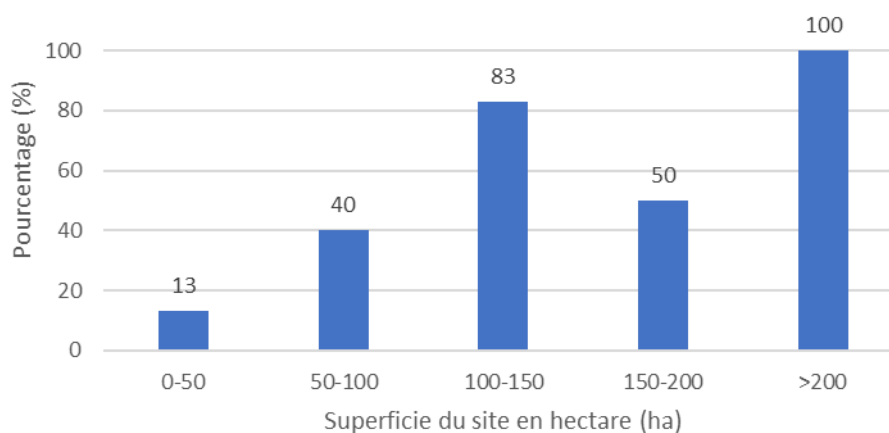


Figure 15 : Pourcentage de sites où la PGG se maintient en fonction de leur surface en ha.

L'examen de la figure 15 permet d'affiner cet impact de la surface du site favorable sur la persistance de la PGG. Au-delà de 200 ha, aucun site n'a enregistré d'extinction locale de PGG. En revanche, pour les sites inférieurs à 50 ha, 87% d'entre eux ont enregistré la disparition de cette dernière. La probabilité que la PGG se maintienne sur un site paraît d'autant plus importante que la superficie de ce dernier est grande.

4.4. Discussion.

La modélisation de la niche écologique de la PGG en période de reproduction et en période hivernale, permet de confirmer que les paysages globalement favorables pour la PGG en Limousin sont les milieux oligotrophes et les ensembles de milieux ouverts (R. PETIT, G. NONIQUE-DESVERGNES & O. VILLA, 2019). Elle nous permet aussi de constater que cette dernière évite les ensembles de milieux forestiers, ce qui avait aussi été identifié comme élément paysager défavorable lors d'une étude portée au sein de PNR Livradois-Forez (S. NOTTELLET, 2022). Ce travail de modélisation permet d'avoir une cartographie des habitats favorables à la PGG au sein de la ZPS.

Les cartographies des modélisations de niches (fig.3 et 4) peuvent éventuellement être utilisées pour réaliser des prospections sur des sites qui n'avaient pas été identifiés comme milieu favorable à la PGG.

L'approche 3 nous a permis de mettre en évidence que c'est une espèce qui ne possède pas les mêmes préférences écologiques entre la période de reproduction et la période hivernale dans sa sélection de l'habitat. En période de reproduction, on remarque une préférence écologique pour les milieux oligotrophes (G. NONIQUE-DESVERGES, R. ROUAUD & O. VILLA, 2005). D'après la revue de la littérature, cette préférence écologique pour les milieux oligotrophes semble être une spécificité locale. En effet, sur les quelques secteurs où la PGG est présente en France, celle-ci est plutôt favorable aux milieux prairiaux plats ou vallonnées et aux milieux semi-ouverts (N. ISSA & Y. MULLER, 2015). En Auvergne, au sein de la Plaine d'Ambert, une étude a démontré que la PGG a une préférence écologique pour les prairies permanentes, les prairies humides permanentes, les prairies temporaires et pour les cultures (S. HEINERICH, C. ROLLANT & A. RENAUX, 2018). En Europe, une étude en Pologne où les populations de PGG se portent relativement bien, a démontré que la PGG est plutôt inféodée aux terres agricoles exploitées de manières extensives, dominées par des pâturages et des schémas de culture complexes (L. KUCZYNSKI et al. 2010). On relève aussi que c'est une espèce qui évite 8 typologies de milieux, comme, les forêts caducifoliées, les forêts mixtes, les forêts riveraines, les forêts et fourrés très humides, les fourrés, les plantations, les prairies améliorées et les milieux urbanisés. Les milieux fermés (boisement, plantation, végétation de recolonisation, ourlets) et les surfaces bâties avaient déjà été identifiés comme ayant une influence négative à la présence de la PGG en Auvergne (S. HEINERICH, C. ROLLANT & A. RENAUX, 2018). En revanche, en période hivernale c'est une espèce moins exigeante, car à travers notre étude on constate qu'elle évite 3 typologies milieux, les forêts caducifoliées, les forêts mixtes et les plantations. Par ailleurs, le test du khi-deux montre une préférence écologique en période hivernale pour les landes sèches, les prairies améliorées, les prairies mésophiles et les tourbières et marais.

Là encore, à travers l'étude de la répartition que nous avons réalisée dans l'approche 3, on retrouve l'importance de conserver les milieux oligotrophes. Effectivement, on constate que la PGG attribue de la préférence pour les milieux oligotrophes (les tourbières et marais, les landes sèches et les pelouses

silicoles sèches) et les milieux ouverts (les landes sèches, les pelouses silicoles, les prairies mésophiles, les prairies améliorées, les cultures et les tourbières et marais) dans une zone tampon de 600 mètres autour des milieux potentiellement favorables.

L'importance qu'attribue la PGG à des milieux oligotrophes de grandes tailles, est l'un des résultats principaux de cette étude au sein de la ZPS Millevaches. En effet, l'approche 3 a permis de mettre en évidence que la taille du milieu potentiellement favorable a un impact sur la répartition et le déclin de la PGG. On peut affirmer que, pour les sites avec une superficie comprise entre 0 et 50 ha, 96% ne sont pas occupés par la PGG et qu'il y a 87% de chance d'avoir une extinction de l'espèce pour ces sites. Pour les sites avec une superficie comprise entre 50 et 100 ha, on constate nettement un impact sur la répartition de la PGG, puisque notre étude montre que 74% des sites de cette surface sont occupés par la PGG. De plus, le pourcentage de déclin de l'espèce sur un site de cette superficie diminue à 60%. Pour les sites d'une surface supérieure à 100 ha, 97% des milieux potentiellement favorables sont occupés par la PGG et 89% des sites expliquent le maintien de l'espèce. Cette particularité pour les sites de grande surface semble être aussi une spécificité locale. On constate, sur la Plaine d'Ambert en Auvergne, que les sites occupés par la PGG possèdent une surface moyenne de 44,2 ha (S. HEINERICH, C. ROLLANT & A. RENAUX, 2018). Outre la taille du milieu potentiellement favorable, une seconde variable qui a un impact sur la présence ou l'absence de la PGG est la forme du milieu potentiellement favorable. Effectivement, l'étude portée sur la répartition de l'espèce en approche 3 montre que cette dernière est présente préférentiellement sur les sites de vaste surface et de forme simple, et évite les sites trop exigus ou ayant une forme complexe, fortement découpée. En effet, on peut supposer que c'est dans ce type de sites que les effets lisière sont les plus importants et diminuent la qualité écologique des sites. Il serait intéressant de comprendre en quoi des sites de forme alambiqués sont moins attractifs pour la PGG : en termes d'abondance des ressources alimentaires, de relations aux prédateurs, de sites de nidification.

Quoi qu'il en soit, ces résultats montrent l'importance de conserver les milieux oligotrophes et de ne pas fractionner ces habitats. Maintenir l'ouverture des milieux oligotrophes, tels que les tourbières et les landes sèches, est un réel défi pour l'ancienne région Limousine. En effet, ces derniers ont perdu plus de 90% de leur surface initiale en un siècle (M. BONHOMME, 2011). Il est possible cependant d'éviter la fermeture de ces milieux, notamment grâce au pastoralisme qui permet d'avoir un pâturage extensif des parcelles. Limiter l'extension de la végétation buissonnante ou arbustive par la coupe manuelle ou mécanique facilite aussi le maintien de ces milieux.

Afin de rendre les résultats principaux de notre étude plus robustes, il pourrait être important d'en corriger certains points.

Par exemple, l'analyse de la structure du paysage autour des zones occupées par la PGG a été réalisée sur des surfaces de 200 et 600 mètres autour des sites occupés par la PGG, ce qui reste une échelle spatiale relativement étroite. En effet, pour réaliser cette analyse, nous devons disposer d'une cartographie précise des habitats qui pour l'instant n'est disponible que dans le périmètre défini par les limites de la ZPS. Il est impossible par conséquent de déterminer la structure du paysage de façon fine autour des sites occupés en périphérie de la ZPS, puisque nous ne connaissons pas l'occupation des sols au-delà de cette limite arbitraire. Il serait par conséquent important, de disposer d'une cartographie précise sur une superficie plus grande.

D'autre part, de nombreux sites ne sont plus prospectés de façon régulière une fois l'absence de la PGG constatée. Or nous avons montré dans cette étude que la probabilité qu'un site pour lequel l'absence de la PGG a été constatée deux fois consécutives ne témoigne pas de l'extinction de la PGG mais d'une fausse absence oscille entre 10 et 20%. Pour limiter ce biais et pour suivre la cinématique de déclin de la PGG de façon plus précise, il serait impératif que tous les sites soient suivis avec la même régularité, que la PGG y ait été observée ou non.

Dans la continuité de cette étude, plusieurs axes de recherche pourraient être envisagés pour approfondir nos connaissances sur la PGG au sein du Limousin et de la ZPS Millevaches.

Premièrement, il serait pertinent de porter une étude sur la densité des ressources disponibles à la PGG, en particulier dans le contexte des différents modes de gestion des landes et tourbières, des prairies et des haies (S. NOTTELLET, A. RENAUX & L. GUILLAUMON, 2022). Une attention particulière pourrait être portée à l'impact des traitements des antiparasitaires effectués sur les herbivores domestiques utilisés dans la gestion des landes et tourbières (surtout des ovins), et dont l'effet négatif sur la disponibilité en arthropodes (et donc en proies potentielles pour la PGG) est clairement établi (C. SCHOLTZ et al. 2009).

Deuxièmement, une étude à plus petite échelle permettrait d'approfondir davantage notre compréhension de la répartition spatiale de l'espèce. Cette étude consisterait à comparer les caractéristiques paysagères des sites occupés par la PGG à ceux qui ne le sont pas, ou des sites où la PGG se maintient à ceux d'où elle a disparu. Ces caractéristiques paysagères fines pourraient être le linéaire de clôture au sein sur site, le nombre d'arbre isolé, les espèces arbustives présentes qui peuvent être utilisées comme lardoirs, ou encore le linéaire et la hauteur des haies (S. HEINERICH, C. ROLLANT & A. RENAUX, 2018). Dans un même axe de recherche, une étude réalisée au Luxembourg a pris en compte ces différents éléments paysagers pour définir les raisons de la sélection de l'habitat de chasse des Pies-grièches grises (M. STEINMETZ, J. COPPES & S. SCHNEIDER, 2019).

Enfin, la PGG peut exploiter les coupes rases (non replantées) au cours des premières années. Il serait potentiellement pertinent d'intégrer ce type de milieu dans les prospections de terrain.

D'ailleurs, ces derniers milieux pourraient constituer une piste intéressante en termes de stratégie de conservation pour la PGG. En effet, nos principaux résultats montrent l'importance locale des milieux oligotrophes pour la survie de cette espèce et surtout l'importance de vastes ensembles de milieux oligotrophes d'un seul tenant. Or, ces milieux ont régressé de plus de 90% en un siècle sur le Plateau de Millevaches, du fait de la déprise agricole et de leur boisement par des forêts de feuillus en régénération naturelle ou par des plantations massives de résineux monospécifiques (M. BONHOMME, 2011). Parmi ces plantations traitées en coupes rases, de nombreuses parcelles ne sont pas replantées après exploitation (F. LAGARDE et al. 2019). Il pourrait être pertinent de les gérer afin de les faire évoluer en landes, ce qui permettrait une relative ouverture des paysages. L'impact négatif de la fermeture du paysage et l'impact positif des coupes rases non replantées comme corridors écologiques ou milieux de substitution pour les communautés d'espèces animales caractéristiques des milieux oligotrophes a été par ailleurs étudiée et démontrée sur de nombreux taxons (F. LAGARDE et al. 2010, 2019, 2023).

Enfin, l'intégration de la Pie-grièche écorcheur dans cette étude pourrait être judicieuse. En effet, il pourrait être utile de comprendre pourquoi la Pie-grièche écorcheur qui est une espèce migratrice, se porte-t-elle relativement bien sur le territoire Limousin, alors que la Pie-grièche grise qui est une espèce sédentaire, connaît un déclin considérable ?

5. VOTRE INSERTION PROFESSIONNELLE

5.1. Déroulement du stage.

Tableau 10 : Calendrier des activités réalisées pendant le stage.

		Planning du stage par quinzaine															
Mois		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Août					
Date par quinzaine		11 au 22	25 au 5	8 au 19	22 au 3	6 au 17	20 au 31	3 au 14	17 au 28	1 au 12	15 au 26	29 au 9	12 au 23	26 au 30			
A C T I V I T É S	Recherche bibliographique																
	Familiarisation avec les outils statistiques et les différentes approches																
	Récolte des données et compréhension de l'existant																
	Homogénéisation des données																
	Approche 1	Récolte des variables paysagères															
		ENFA															
	Approche 2	Récolte des variables paysagères															
		Conception des matrices															
		Analyses statistiques															
	Approche 3	Récolte des variables paysagères															
		Conception des matrices															
		Analyses statistiques															
Rédaction du rapport																	
Préparation de l'oral																	

5.2. Remarques personnelles sur le travail des associations.

La LPO occupe une place primordiale dans la préservation des écosystèmes naturels à l'échelle de la France, comme aux niveaux Européen et international. Comme évoqué dans la « *partie 2.1.1* » de ce rapport, l'association œuvre dans la protection et la conservation des habitats et des espèces, contribue au maintien de la faune sauvage à l'aide de nombreux centres de réhabilitation, joue un rôle de plaidoyer auprès des institutions publiques et privées, et réalise de nombreux projets de sensibilisation et d'éducation à l'échelle régionale et départementale.

Tout comme la LPO, le CDP réalise des projets et des études à une échelle plus locale afin de protéger, connaître et sensibiliser aux enjeux environnementaux. Les associations locales de protection de la nature permettent de mieux répondre aux défis environnementaux et socioculturels locaux, puisqu'elles sont mieux placées pour comprendre les particularités et peuvent élaborer des solutions adaptées.

La collaboration entre organismes agissant en faveur de l'environnement, que ce soient des structures publiques, associatives ou privées, est un élément-clé pour parvenir aux objectifs et contribuer au mieux à la préservation des écosystèmes. De plus, cette collaboration entre organismes permet de favoriser le partage de savoirs et de compétences, bénéficiant ainsi à l'ensemble des acteurs impliqués.

5.3. Difficultés rencontrées.

Lors de ce stage j'ai pu rencontrer quelques difficultés, notamment pour réaliser les analyses statistiques et dans la compréhension des résultats. N'ayant pas forcément des compétences approfondies en analyse statistique en amont du stage, il n'a pas été évident pour moi de comprendre comment construire les matrices pour que celles-ci soient correctement mises en forme pour les étudier à travers des analyses statistiques.

De plus, travailler sur des données issues d'un protocole participatif a rendu le traitement et l'étude assez complexe pour assurer la robustesse des analyses.

5.4. Bilan du stage.

Le stage de Master 2 est une prolongation du stage de 4 mois en Master 1 Gestion de l'Environnement dans le traitement et l'exploitation de données de biodiversité avec une étude uniquement spatiale. En effet, ce stage de Master 2 permet d'approfondir mes compétences en analyse spatiale et d'avoir une première expérience professionnelle en analyse statistique et en biostatistique plus précisément. Contribuer à la compréhension de la répartition et du déclin de la PGG en Limousin et en particulier au sein de la ZPS MV m'a suscité beaucoup d'intérêt.

Ce stage au cœur du Limousin et plus précisément sur le plateau de Millevaches m'a permis de bénéficier de ce paysage culturel et d'approfondir mes connaissances naturalistes, plus spécifiquement en ornithologie. Au cours de ce stage, j'ai pu bénéficier des connaissances des nombreuses personnes que j'ai pu rencontrer. De plus, ces rencontres m'ont permis de participer à des journées prospection PGG, de me joindre à plusieurs Suivi Temporel des Oiseaux Communs – Échantillonnage Ponctuel Simple (STOC-EPS) et de me mêler à trois sessions de Suivi Temporel des Oiseaux Communs – Capture (STOC-Capture).

Cette expérience professionnelle de 6 mois n'a fait que confirmer mon intérêt pour l'étude de données de biodiversité.

À la suite de ce stage, je serai salarié 4 mois au sein de l'association le CDP pour réaliser une des analyses statistiques sur une étude en cours. Celle-ci consiste à comprendre l'impact des changements globaux et des changements paysagers sur l'évolution des communautés d'arthropodes dans les tourbières du plateau de Millevaches.

6. CONCLUSION GENERALE

À l'échelle du PNR Millevaches il existe trois populations de PGG localisées sur différents secteurs, le Plateau de Millevaches, le Plateau de Bort et la population des Hautes Combrailles. Cette étude portée sur la population de PGG au sein de la ZPS du Plateau de Millevaches, a permis de mettre en évidence différents éléments qui peuvent expliquer la répartition et le déclin de l'espèce.

La modélisation de la niche écologique de la PGG a pu confirmer que les milieux oligotrophes et ouverts sont des habitats globalement favorables et qu'elle évite les ensembles de milieux forestiers. On a pu constater que la PGG a une préférence écologique pour les milieux oligotrophes de grande taille, ce qui semble être une spécificité locale. Ces milieux ont fortement régressé depuis un siècle notamment à cause d'une déprise agricole et de la fermeture des milieux, soit par régénération naturelle, soit par une plantation massive de résineux monospécifique. Il est donc important de conserver les milieux oligotrophes encore présents sur le territoire et les résultats obtenus lors de cette étude pourraient constituer une piste intéressante en termes de stratégie de conservation pour la PGG. De plus, adapter une gestion aux coupes rases non replantée pour les faire évoluer en landes permettrait de créer des milieux ouverts favorables à la PGG.

Nous avons pu à travers la partie « Discussion » donner des pistes de réflexion sur d'éventuelles études. Ces études supplémentaires sont nécessaires pour approfondir les connaissances locales afin de comprendre davantage la répartition et le déclin des populations sur le territoire Limousin.

D'un point de vue plus personnel, cette étude a été une expérience enrichissante puisqu'elle m'a permis d'explorer pour la première fois le domaine de la recherche scientifique. De plus, j'ai pu approfondir mes compétences en étude spatiale et statistique sur des données de biodiversité.

7. BIBLIOGRAPHIE ET SITOGRAPHIE

Bibliographie :

- BONHOMME M. 2011 – *Guide de gestion des landes, retour d'expériences en Limousin*. Conservatoire Régional des Espaces Naturels du Limousin, Saint-Gence (France). 124 p.
- CLARKE H., SCHOLTZ, ADRIAN L.V. DAVIS & UTE KRYGER. 2009. – *Evolutionary biology and conservation of dung beetles*. Pensoft Publishers. 567 p.
- DUPUY J. & SALLE L. [coord.] 2022. – *Atlas des oiseaux migrateurs de France*. LPO, Rochefort ; Biotope Editions, mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 1 122 pages. [collection Inventaires & biodiversité].
- ISSA N. & MULLER Y. coord. 2015. – *Atlas des oiseaux de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale*. LPO / SEOF / MNHN. Delachaud et Niestlé, Paris, 1 408 p.
- KUCZYNSKI L., ANTCHAK M., CZECHOWSKI P., GRZYBEK J., JERZAK L., ZABLOCKI P. & TRYJANOWSKI P. 2010. – *A large scale survey of the great grey shrike (Lanius excubitor) in Poland : breeding densities, habitat use and population trends*. – Ann. Zool. Fennici 47. 67-78 p.
- LAGARDE F. 2023. – *Atlas de la Biodiversité de la commune de Gentioux-Pigerolles*, Le Champ des Possibles. 191 p.
- LAGARDE F. & LOURDAIS O. 2010. – *Biodiversité des landes et tourbières limousines : caractéristiques de l'environnement et structures des communautés d'araignées et carabes*. Rapport scientifique. 368 p.
- LAGARDE F., BARATAUD J., DAY E., PATEYRON E. & SAINTILAN A. 2019. – *Coupes forestières et communautés d'arthropodes. Corridors écologiques et milieu de substitution*. Rapport de recherche. 81 p.
- HEINERICH S., ROLLANT C. & RENAUX A. 2018. – *Observatoire et plan d'action en faveur de la Pie-grièche grise dans la plaine d'Amber*. Rapport final 2017 - 2018. LPO Auvergne. 81 p.
- NONIQUE-DESERVIGNES G., ROUAUD R. & VILLA O. 2005. – *La Pie-grièche grise sur le Plateau de Millevaches. Densités et habitat*. EPOPS 66. 19-38 p.
- NOTTELLET S. 2022. – *Rapport final 2020 – 2022. Connectivité des habitats de la Pie-grièche grise (Lanius excubitor) au sein du PNR Livradois Forez*. LPO Auvergne. 26 p.
- NOTTELLET S. & MAGNARD F. 2022. – *Estimation de la taille de la population nicheuse de Pie-grièche grise Lanius excubitor dans le Massif central (France)*, LPO Auvergne-Rhône-Alpes, 41 p.
- NOTTELLET S., GUILLAUMON L. & RENAUX A. 2022. – *Répartition de la ressource alimentaire de la Pie-grièche grise en plaine d'Amber : caractérisation des prairies les plus favorables*. Rapport final 2020-2022. LPO Auvergne-Rhône-Alpes. 58 p.

PETIT R., NONIQUE-DESVERGNES G. & VILLA O. 2019. – *La Pie-grièche grise (Lanius excubitor) sur la montagne Limousine, répartition actuelle et éléments de biologie*. EPOPS 93. 4-23 p.

SEPOL, 2013. – *Atlas des oiseaux du Limousin. Quelles évolutions en 25 ans ?* Biotope, Mèze, 544 p.

STEINMETZ M., COPPES J. & SCHNEIDER S. 2019. – *Hunting habitat selection of breeding great grey shrikes Lanius excubitor Linnaeus, 1758 in Luxembourg*. Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 121. 291-308 p.

TAYSSE L. 2021. – *Bilan du Plan National d'Actions en faveur des pies-grièches (Lanius sp.) 2014-2018*. LPO France – Ministère de la Transition Écologique, 156 p.

UICN, 2016. – *La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine*. 32 p.

Sitographie :

1912 — Création de la LPO - LPO (Ligue pour la Protection d... (s. d.). Consulté 18 avril 2024, à l'adresse <https://www.lpo.fr/qui-sommes-nous/projet-associatif/histoire/timeline-histoire/1912-creation-de-la-lpo>

Allain Bougrain Dubourg, sa passion, son engagement et son message aux jeunes. (2023, avril 19). La Salamandre. Consulté 18 avril 2024, à l'adresse <https://www.salamandre.org/article/allain-bougrain-dubourg/>

Analyse écologique des facteurs de nons (ENFA). (s. d.). Consulté 16 juillet 2024, à l'adresse <https://www2.unil.ch/biomapper/enfa.html>

ANDERSON, D. B. (2023, juillet 26). – La correction de Bonferroni : Définition et exemple. Statorials. Consulté le 16 juillet, à l'adresse <https://statorials.org/correction-de-bonferroni/>

Association Le Champ des Possibles – Paysage et biodiversité – Recherche en écologie. (s. d.). Consulté 18 juin 2024, à l'adresse <https://assocchampdespossibles.wordpress.com/>

Biodiversité — La France peut dire adieu à la Pie-grièche à poitrine rose. (2019, octobre 14). ConsoGlobe. Consulté 17 avril 2024, à l'adresse <https://www.consoglobe.com/pie-grieche-a-poitrine-rose-disparition-france-cg>

Chiffres clés — LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux). (s. d.). Consulté 18 avril 2024, à l'adresse <https://www.lpo.fr/qui-sommes-nous/projet-associatif/chiffres-cles>

Ecological Niche Factor Analysis : ENFA - Méthodologie : introduction des méthodes factorielles. (s. d.). Consulté 16 juillet 2024, à l'adresse <https://123dok.net/article/ecological-niche-factor-analysis-m%C3%A9thodologie-introduction-m%C3%A9thodes-factorielles.qvj3g6dq>

Le test du khi-deux. (s. d.). Consulté 21 juillet 2024, à l'adresse https://www.jmp.com/fr_fr/statistics-knowledge-portal/chi-square-test.html

LPO France — LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux). (s. d.). Consulté 17 avril 2024, à l'adresse <https://www.lpo.fr/qui-sommes-nous/lpo-france>

- LPO locales — LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux). (s. d.). Consulté 18 avril 2024, à l'adresse <https://www.lpo.fr/qui-sommes-nous/lpo-locales>
- MORSEL N. — *La reconquête pastorale de la Montagne limousine*. Consulté 2 août 2024, à l'adresse : <https://www.journal-ipns.org/les-articles/les-articles/1476-la-reconquete-pastorale-de-la-montagne-limousine>
- PC-ORD. (s. d.). Wild Blueberry Media LLC. Consulté 6 août 2024, à l'adresse <https://www.wildblueberrymedia.net/pcord>
- Plan stratégique — LPO (Ligue pour la Protection des Oiseau... (s. d.). Consulté 18 avril 2024, à l'adresse <https://www.lpo.fr/qui-sommes-nous/projet-associatif/plan-strategique>
- ROBERT, J. (2023, août 23). — Test de Kolmogorov-Smirnov : Quelle est cette méthode ? Formation Data Science | DataScientest.com. Consulté 21 juillet 2024, à l'adresse <https://datascientest.com/test-de-kolmogorov-smirnov>
- STATISTICA. (2012, juillet 12). Softonic. Consulté 21 juillet 2024, à l'adresse <https://statistica.fr.softonic.com>
- T-Test, khi-deux, ANOVA, Régression, Corrélation... (s. d.). Consulté 21 juillet 2024, à l'adresse <https://datatab.fr/tutorial/chi-square-test>
- Typologie CORINE Biotopes | Zones Humides. (s. d.). Consulté 17 août 2024, à l'adresse <https://www.zones-humides.org/typologie-corine-biotopes>
- What is Biomapper? (s. d.). Consulté 16 juillet 2024, à l'adresse https://www2.unil.ch/biomapper/what_is_biomapper.html
- XUEZHI, W., WEIHUA, X., ZHIYUN, O., JIANGUO, L., YI, X., YOUPIPING, C., LIANJUN, Z., & JUNZHONG, H. (2008). — Application of ecological-niche factor analysis in habitat assessment of giant pandas. *Acta Ecologica Sinica*, 28(2), 821-828. Consulté 16 juillet 2024, à l'adresse [https://doi.org/10.1016/S1872-2032\(08\)60030-X](https://doi.org/10.1016/S1872-2032(08)60030-X)

8. GLOSSAIRE

ACP : Analyse en Composantes Principales

CDP : Champ des Possibles

EN : En danger

ENFA : Ecological Niche Factor Analysis

GGS : Great Grey Shrike

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

NT : Quasiment menacé

PG : Pie-grièche

PGG : Pie-grièche grise

PNA : Plan national d'action

PNA PG : Plan national d'action en faveur des Pies-grièches

PNR : Parc naturel régional

PNR MV : Parc naturel régional du plateau de Millevaches

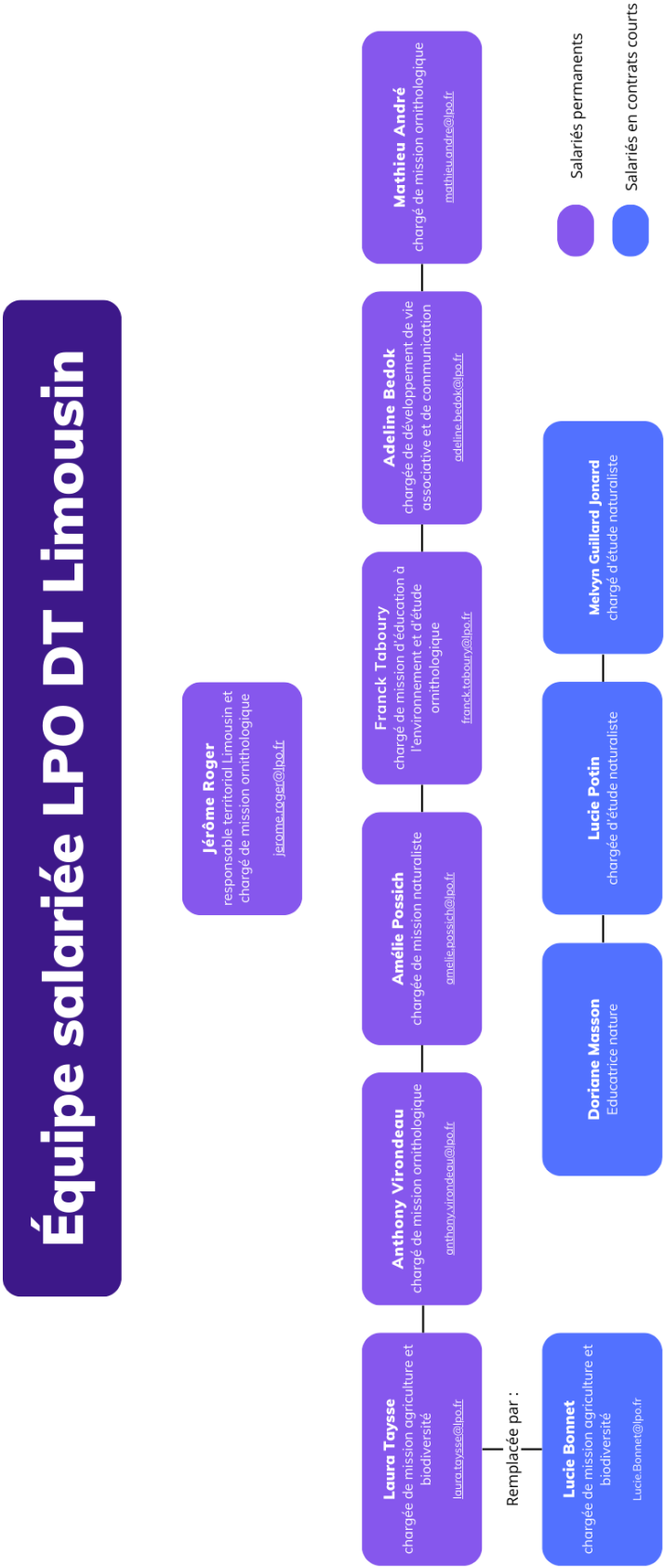
VU : Vulnérable

ZPS : Zone de protection spéciale

ZPS MV : Zone de protection spéciale du plateau de Millevaches

9. Annexes

Annexe 1 : Schéma de l'équipe salariée de la LPO Limousin.



Annexe 2 : Codes et libellés de l'occupation du sol.

Code Corine Biotopes	Libellé	Étiquette
5	Tourbières et marais	Tourbières
6	Rochers continentaux, éboulis et sables	Affleurements rocheux et carrières
22	Eaux douces stagnantes	Lacs et étangs
24	Eaux courantes	Rivières
31.2	Landes sèches	Landes sèches
31.8	Fourrés	Fourrés, ourlets forestiers
35	Pelouses silicicoles sèches	Pelouses acidiphiles
38	Prairies mésophiles	Prairies mésophiles
41	Forêts caducifoliées	Forêts de feuillus
42	Forêts de conifères	Forêts de conifères
43	Forêts mixtes	Forêts mixtes
44	Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides	Forêts humides, tourbières boisées
81	Prairies améliorées	Prairies améliorées
82	Cultures	Cultures et labours
83.1	Vergers de hautes tiges	Vergers
83.3	Plantations	Plantations
86	Villes, villages et sites industriels	Villages
99	Vides	Routes et aménagements

Annexe 3 : Zone d'étude ; Zone de protection spéciale (ZPS) du Parc naturel régional du plateau de Millevaches (PNR MV).



(Source : [Espaces naturels \(mnhn.fr\)](http://Espaces%20naturels%20(mnhn.fr)))

Annexe 4 : Les variables extraites pour l'analyse des facteurs de niche écologique – Approche 1.

<u>Nom de la variable</u>	<u>Définition de la variable</u>	<u>Nature de la variable</u>
Étiquettes de lignes	Numéro d'identifiant du pixel	C
31.2zt500p	% de landes sèches dans un pixel de 500m x 500m	Q
31.8zt500p	% de fourrés dans un pixel de 500m x 500m	Q
35zt500p	% de pelouses silicoles dans un pixel de 500m x 500m	Q
38zt500p	% de prairies mésophile dans un pixel de 500m x 500m	Q
41zt500p	% de forêt caducifoliées dans un pixel de 500m x 500m	Q
42zt500p	% de forêt de conifères dans un pixel de 500m x 500m	Q
43zt500p	% de forêt mixtes dans un pixel de 500m x 500m	Q
44zt500p	% de forêt humides/tourbières boisées dans un pixel de 500m x 500m	Q
5zt500p	% de tourbières et marais dans un pixel de 500m x 500m	Q
81zt500p	% de prairies améliorées dans un pixel de 500m x 500m	Q
82zt500p	% de cultures dans un pixel de 500m x 500m	Q
83.3zt500p	% de plantations dans un pixel de 500m x 500m	Q
Agrizt500p	% de milieux agricoles dans un pixel de 500m x 500m	Q
Oligozt500p	% de milieux oligotrophes dans un pixel de 500m x 500m	Q
Ouvzt500p	% de milieux ouverts dans un pixel de 500m x 500m	Q
Forzt500p	% de milieux forestiers dans un pixel de 500m x 500m	Q
Feuilzt500p	% de milieux de feuillus dans un pixel de 500m x 500m	Q
31.2zt1000p	% de landes sèches dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
31.8zt1000p	% de fourrés dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
35zt1000p	% de pelouses silicoles dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
38zt1000p	% de prairies mésophile dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
41zt1000p	% de forêt caducifoliées dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
42zt1000p	% de forêt de conifères dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
43zt1000p	% de forêt mixtes dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
44zt1000p	% de forêt humides/tourbières boisées dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
5zt1000p	% de tourbières et marais dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
81zt1000p	% de prairies améliorées dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
82zt1000p	% de cultures dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
83.3zt1000p	% de plantations dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
Agrizt1000p	% de milieux agricoles dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
Oligozt1000p	% de milieux oligotrophes dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
Ouvzt1000p	% de milieux ouverts dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
Forzt1000p	% de milieux forestiers dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
Feuilzt1000p	% de milieux de feuillus dans un pixel de 1000m x 1000m	Q
Occ	0 = pixel non occupé par une donnée de présence de PGG ; 1 = pixel occupé par une ou plusieurs données de PGG.	C

Annexe 5 : Les variables extraites pour répondre à la compréhension du déclin de la PGG en période de reproduction – Approche 2.

<u>Nom de la variable</u>	<u>Définition de la variable</u>	<u>Nature de la variable</u>
SITES	Numéro d'identifiant du site	C
%favzt500cOCSOL1	% de milieux favorables dans une zone tampon de 500 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2004-2006	Q
%ouvzt500cOCSOL1	% de milieux ouverts dans une zone tampon de 500 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2004-2006	Q
%forzt500cOCSOL1	% de forêt dans une zone tampon de 500 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2004-2006	Q
%plantzt500cOCSOL1	% de plantation dans une zone tampon de 500 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2004-2006	Q
%favzt500cOCSOL5	% de milieux favorables dans une zone tampon de 500 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2020	Q
%ouvzt500cOCSOL5	% de milieux ouverts dans une zone tampon de 500 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2020	Q
%forzt500cOCSOL5	% de forêt dans une zone tampon de 500 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2020	Q
%plantzt500cOCSOL5	% de plantation dans une zone tampon de 500 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2020	Q
dif fav 500	Différence entre le % de milieux favorables de la cartographie de 2020 avec la cartographie de 2004_2006 dans une zone tampon de 500 mètres	Q
dif ouv 500	Différence entre le % de milieux ouverts de la cartographie de 2020 avec la cartographie de 2004_2006 dans une zone tampon de 500 mètres	Q
dif for 500	Différence entre le % de forêt de la cartographie de 2020 avec la cartographie de 2004_2006 dans une zone tampon de 500 mètres	Q
dif plant 500	Différence entre le % de plantation de la cartographie de 2020 avec la cartographie de 2004_2006 dans une zone tampon de 500 mètres	Q
%favzt1000cOCSOL1	% de milieux favorables dans une zone tampon de 1000 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2004-2006	Q
%ouvzt1000cOCSOL1	% de milieux ouverts dans une zone tampon de 1000 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2004-2006	Q
%forzt1000cOCSOL1	% de forêt dans une zone tampon de 1000 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2004-2006	Q
%plantzt1000cOCSOL1	% de plantation dans une zone tampon de 1000 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2004-2006	Q
%favzt1000cOCSOL5	% de milieux favorables dans une zone tampon de 1000 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2020	Q
%ouvzt1000cOCSOL5	% de milieux ouverts dans une zone tampon de 1000 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2020	Q
%forzt1000cOCSOL5	% de forêt dans une zone tampon de 1000 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2020	Q
%plantzt1000cOCSOL5	% de plantation dans une zone tampon de 1000 mètres / cartographie de l'occupation du sol de 2020	Q
dif fav 1000	Différence entre le % de milieux favorables de la cartographie de 2020 avec la cartographie de 2004-2006 dans une zone tampon de 1000 mètres	Q
dif ouv 1000	Différence entre le % de milieux ouverts de la cartographie de 2020 avec la cartographie de 2004-2006 dans une zone tampon de 1000 mètres	Q
dif for 1000	Différence entre le % de forêt de la cartographie de 2020 avec la cartographie de 2004-2006 dans une zone tampon de 1000 mètres	Q

dif plant 1000	Différence entre le % de plantation de la cartographie de 2020 avec la cartographie de 2004-2006 dans une zone tampon de 1000 mètres	Q
Ext	0 = disparition de l'espèce au sein du site ; 1 = présence de l'espèce ; 2 = incertain de la présence ou pas de l'espèce	C

Annexe 6 : Les variables extraites pour répondre à la compréhension de la répartition de la PGG en période de reproduction – Approche 3.

<u>Nom de la variable</u>	<u>Définition de la variable</u>	<u>Nature de la variable</u>
SITES	Numéro d'identifiant du site	C
OCSOL	Cartographie de l'occupation du sol (OCSOL1, OCSOL2, OCSOL3, OCSOL4, OCSOL5)	C
Perim_area	Périmètre du polygone milieu potentiellement favorable	Q
Indic_form	Indice de forme du polygone milieu potentiellement favorable	Q
Surf_oligo	Surface du polygone milieu potentiellement favorable	Q
DiversitéOligo	Diversité de milieu au sein du polygone milieu potentiellement favorable	Q
plant200%	Pourcentage de plantation dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable	Q
oligo200%	Pourcentage de milieu oligotrophe dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable	Q
ouverts200%	Pourcentage de milieu ouvert dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable	Q
forêt200%	Pourcentage de forêt dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable	Q
forêtnat200%	Pourcentage de forêt naturelle dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable	Q
plant600%	Pourcentage de plantation dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable	Q
oligo600%	Pourcentage de milieu oligotrophe dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable	Q
ouverts600%	Pourcentage de milieu ouvert dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable	Q
forêt600%	Pourcentage de forêt dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable	Q
forêtnat600%	Pourcentage de forêt naturelle dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable	Q
PGG	0 = site pas occupé par la PGG ; 1 = site occupé par la PGG	C

Annexe 7 : Les variables extraites pour répondre à la
compréhension du déclin de la PGG en période de reproduction –
Approche 3.

<u>Nom de la variable</u>	<u>Définition de la variable</u>	<u>Nature de la variable</u>
SITES	Numéro d'identifiant du site	C
Perim_area	Périmètre du polygone milieu potentiellement favorable	Q
Indic_form	Indice de forme du polygone milieu potentiellement favorable	Q
Surf_oligo1	Surface du polygone milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
DiversiteOlig1	Diversité de milieu au sein du polygone milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
plant200%	Pourcentage de plantation dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
Oligo200%	Pourcentage de milieu oligotrophe dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
Ouverts200%	Pourcentage de milieu ouvert dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
Forets200%	Pourcentage de forêt dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
Foretnat200%	Pourcentage de forêt naturelle dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
Plant600%	Pourcentage de plantation dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
Oligo600%	Pourcentage de milieu oligotrophe dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
Ouverts600%	Pourcentage de milieu ouvert dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
Forets600%	Pourcentage de forêt dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
Foretnat600%	Pourcentage de forêt naturelle dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL1	Q
PGG1	2 = site pas prospecté ; 1 = site occupé par la PGG / OCSOL1	C
%oligoEvo	Évolution de la surface milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
DiversiteOligoEvo	Évolution de la diversité de milieu au sein du polygone milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
plant200%Evo	Évolution du pourcentage de plantation dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
Oligo200%Evo	Évolution du pourcentage de milieu oligotrophe dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
Ouverts200%Evo	Évolution du pourcentage de milieu ouvert dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
Forets200%Evo	Évolution du pourcentage de forêt dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
Foretnat200%Evo	Évolution du pourcentage de forêt naturelle dans une zone tampon de 200 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
Plant600%Evo	Évolution du pourcentage de plantation dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
Oligo600%Evo	Évolution du pourcentage de milieu oligotrophe dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
Ouverts600%Evo	Évolution du pourcentage de milieu ouvert dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
Forets600%Evo	Évolution du pourcentage de forêt dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q

Foretnat600%Evo	Évolution du pourcentage de forêt naturelle dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable / OCSOL5 - OCSOL1	Q
PGGEvo	0 = disparition de l'espèce au sein du site ; 1 = présence de l'espèce ; 2 = incertain de la présence ou pas de l'espèce	C

Liste des tableaux et figures

Tableau 1 : Planning non-exhaustif des 6 mois de stage.....	4
Tableau 2 : Les données de PGG associées avec une cartographie de l'occupation du sol.....	10
Tableau 3 : Résultats du test de Kolmogorov-Smirnov / Approche 2.....	16
Tableau 4 : Test de khi-deux pour la période de reproduction.	16
Tableau 5 : Test de khi-deux pour hors période de reproduction.	17
Tableau 6 : Résultats du test de Kolmogorov Smirnov pour l'étude de la répartition en période de reproduction / Approche 3.	19
Tableau 7 : Variables corrélées à la surface du milieu potentiellement favorable (milieu oligotrophe).19	
Tableau 8 : Résultats du test de Kolmogorov Smirnov pour l'étude du déclin en période de reproduction / Approche 3 – Variables 1.	22
Tableau 9 : Résultats du test de Kolmogorov Smirnov pour l'étude du déclin en période de reproduction / Approche 3 – Variables 2.	23
Tableau 10 : Calendrier des activités réalisées pendant le stage.	28
Figure 1 : Carte de France de la LPO.....	2
Figure 2 : Évolution de la répartition de la PGG en Limousin en période de reproduction.	5
Figure 3 : Niche écologique de la PGG au sein de la ZPS Plateau de Millevaches avec uniquement les données de la période de reproduction. (Source du fond de carte : google map).	12
Figure 4 : Niche écologique de la PGG au sein de la ZPS Plateau de Millevaches avec uniquement les données hors période de reproduction. (Source du fond de carte : google map).....	14
Figure 5 : Graphique de l'APC pour l'étude du déclin en période de reproduction – Approche 2 / Axe 1.	15
Figure 6 : Graphique de l'APC pour l'étude du déclin en période de reproduction – Approche 2 / Axe 2.	15
Figure 7 : Graphique de l'APC pour l'étude de la répartition en période de reproduction – Approche 3 / Axe 1.....	18
Figure 8 : Graphique de l'APC pour l'étude de la répartition en période de reproduction – Approche 3 / Axe 2.....	18
Figure 9 : Tracé de moyennes de l'indice de forme, entre les sites occupés et les sites pas occupés par la PGG.	19
Figure 10 : Distribution de fréquence par surface de milieu potentiellement favorable / étude de la répartition.....	20
Figure 11 : Distribution de fréquence par pourcentage de milieu oligotrophe dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable.	20

Figure 12 : Distribution de fréquence par pourcentage de milieu ouvert dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable.	21
Figure 13 : Graphique de l'APC pour l'étude du déclin en période de reproduction – Approche 3 / Axe 1.	21
Figure 14 : Graphique de l'APC pour l'étude du déclin en période de reproduction – Approche 3 / Axe 2.	22
Figure 15 : Pourcentage de sites où la PGG se maintient en fonction de leur surface en ha.	23

Résumé

La Pie-grièche grise (*Lanius excubitor*) fait partie des quatre espèces de Pies-grièches présentes en France, celles-ci étant toutes inscrites sur la liste rouge des oiseaux menacés de France. La population de Pie-grièche grise est en régression depuis environ un siècle, mais cette tendance s'est fortement accentuée depuis ces trente dernières années. Ce déclin est principalement causé par une perte de ses habitats due à l'intensification de l'agriculture intensive et aux changements paysagers. Malgré un plan national d'action qui avait été mis en place entre 2014 et 2018, la Massif central abrite désormais la majorité de sa population, avec un risque élevé de disparition de l'espèce à l'échelle nationale. L'objectif de cette étude est de comprendre les déterminants de sa répartition et de ce déclin sur la principale zone de présence régionale : la Zone de Protection Spéciale (ZPS) du Plateau de Millevaches. Pour répondre à cette problématique nous avons traité les données de PGG entre 2000 à 2023 avec l'évolution de l'occupation du sol entre 2005 et 2020. Trois approches ont été abordées dans cette étude afin de traiter les données de façon différente et parvenir à montrer que l'évolution du paysage a un impact sur la répartition et le déclin de l'espèce. Effectivement, nous avons constaté que les milieux ouverts et oligotrophes sont favorables à la PGG, contrairement aux ensembles de milieux forestiers. De plus, l'étude a démontré que la PGG a une préférence écologique pour les milieux oligotrophes de grande taille et d'un seul tenant et pour les milieux ouverts et oligotrophes dans une zone tampon de 600 mètres autour du milieu potentiellement favorable à la PGG. À la suite de cette étude, les résultats obtenus pourraient constituer une piste intéressante en termes de stratégie de conservation pour la PGG.

Abstract

The Great Grey Shrike (*Lanius excubitor*) is one of four species of shrikes found in France, all of which are on the French Red List of Threatened Birds. The Great Grey Shrike (GGS) population has been declining for around a century, but this trend has accelerated sharply over the last thirty years. This decline is mainly due to habitat loss caused by the intensification of agriculture and landscape changes. Despite a national action plan that set up between 2014 and 2018, the Massif Central is now home to most of its population, with a high risk of the species disappearing nationwide. The aim of this study is to understand the determinants of its distribution and its decline in the main area of regional presence: the Plateau de Millevaches Special Protection Area. To address this issue, we processed GGS data from 2000 to 2023 with land-use change from 2005 to 2020. Three approaches were used in this study to treat the data differently, and to show that landscape evolution has an impact on the distribution and decline of the species. Indeed, we found that open, oligotrophic environments are favorable to the GGS, unlike forest environments. In addition, the study showed that the GGS has an ecological preference for large, single-block oligotrophic environments and for open, oligotrophic environments within a 600-meter buffer zone around the environment potentially favorable to the GGS. Following this study, the results obtained could provide an interesting lead in terms of conservation strategy for GGS.