

Distribution et noyaux périphériques de la Pie-grièche méridionale *Lanius meridionalis* en France : apport d'un modèle de distribution d'espèces

Frédéric Labouyrie

12 Rue de Lecques

30250 Fontanès

f.labouyrie@orange.fr

<https://orcid.org/0000-0002-3472-3536>

Distribution and peripheral clusters of the Iberian Grey Shrike *Lanius meridionalis* in France: insights from a species distribution model.

Résumé

Cette étude analyse les facteurs environnementaux influençant la distribution de la Pie-grièche méridionale *Lanius meridionalis* en France à partir d'observations 2020–2023 collectées en période de reproduction. La probabilité de présence est principalement expliquée par des variables climatiques, topographiques et d'occupation du sol. Elle augmente avec la température moyenne du trimestre le plus chaud (optimum $\approx 22\text{ °C}$) et décroît lorsque la température du trimestre le plus humide dépasse 10 °C . Les précipitations optimales se situent entre 80 et 140 mm pendant le trimestre le plus chaud, et restent favorables jusqu'à 180 mm lors de la période la plus humide. Les habitats privilégiés incluent landes et vignobles ($\geq 25\%$ de couverture locale) ainsi que pelouses ($\geq 50\%$), à basses à moyennes altitudes (0–1 200 m) sur des pentes faibles ($< 10^\circ$). Ces conditions dessinent des noyaux de forte probabilité de présence, notamment dans l'Hérault, le Gard et les Bouches-du-Rhône. À l'inverse, plusieurs noyaux périphériques isolés présentent de faibles effectifs (≤ 15) séparés en moyenne d'environ 64 km (± 34). Cette fragmentation, par contraste avec la situation espagnole où l'espèce occupe encore des paysages agricoles plus continus, souligne la nécessité de préserver les habitats favorables et de restaurer la connectivité écologique afin de maintenir des populations viables et résilientes face aux changements environnementaux du bassin méditerranéen.

Mots clés : *Lanius meridionalis*; modèle de distribution d'espèces (SDM); sélection d'habitat; noyaux périphériques; vignobles méditerranéens; précipitations estivales; connectivité écologique; France méditerranéenne.

Abstract

This study analyses environmental factors influencing the distribution of the Iberian Grey Shrike *Lanius meridionalis* in France, using breeding-season observations from 2020–2023. Occurrence probability is mainly explained by climatic, topographic and land-cover variables. It increases with mean temperature of the warmest quarter (optimum $\approx 22\text{ °C}$) and declines when mean temperature of the wettest quarter exceeds 10 °C . Optimal precipitation ranges between 80 and 140 mm during the warmest quarter and remains favourable up to 180 mm in the wettest period. Preferred habitats include heathland and vineyards ($\geq 25\%$ local cover) as well as grasslands ($\geq 50\%$), at low to mid elevations (0–1,200 m) on gentle slopes ($< 10^\circ$). These conditions delineate core areas with high occurrence probability, notably in Hérault, Gard and Bouches-du-Rhône. Conversely, several isolated peripheral clusters hold small numbers (≤ 15)

separated on average by ~64 km ($\pm$ 34). This fragmentation, in contrast with Spain where the species still occurs across more continuous farmland, underscores the need to preserve suitable habitats and restore ecological connectivity to maintain viable, resilient populations under environmental change in the Mediterranean basin.

Keywords: *Lanius meridionalis*; species distribution model (SDM); habitat selection; peripheral clusters; Mediterranean vineyards; summer precipitation; ecological connectivity; Mediterranean France

Introduction

La Pie-grièche méridionale *Lanius meridionalis* est un passereau emblématique des paysages méditerranéens (Photo 1). Ce prédateur de petite taille, mesurant 24 à 25 cm et pesant entre 48 et 93 grammes, est principalement un insectivore, mais se nourrit également de petits vertébrés. Sa stratégie de recherche de nourriture consiste souvent à empaler ses proies sur des épines ou des fils barbelés, un comportement caractéristique des Pies-grièches qui reflète sa niche écologique unique et influence ses préférences en matière d'habitat et de proies (Hódar, 2006 ; Lepley et al., 2004).



Photo 1.– Pie-grièche méridionale adulte, mâle présumé (Gard-Juin2021) (©Gilbert Lacassin)
Adult Iberian Grey Shrike, presumed male (Gard-June 2021) (© Gilbert Lacassin)

La Pie-grièche méridionale se reproduit exclusivement dans le sud de la France et dans la péninsule ibérique (BirdLife International, 2021 ; Infante & Hernández, 2018 ; Yosef et al., 2021), prospérant dans des plaines ouvertes et ensoleillées jusqu'à des altitudes d'environ 1200 m, parsemées de buissons épineux (Lefranc & Worfolk, 2022) (Figure 1). Ses habitats préférés comprennent un mélange de terres agricoles (par exemple, pour la production de céréales, les vignobles, les vergers et les pâturages) et de milieux ouverts composés de chênes verts, ce qui indique son adaptabilité et ses exigences écologiques spécifiques. La dépendance de l'espèce à ces habitats souligne l'importance de comprendre ses schémas de distribution et de densité pour des stratégies de conservation efficaces (Hernández, 2020).



Figure 1. – Carte montrant la répartition de la Pie-grièche méridionale en France et en Espagne (vert : toute l'année, bleu : présence hivernale probable). Les flèches indiquent les voies de migration hivernale possibles (d'après Lefranc & Worfolk, 2022). En rouge se trouve la zone d'étude et de reproduction en France. *Map showing the distribution of the Iberian Grey Shrike Lanius meridionalis in France and Spain (green: year-round presence, blue: likely winter presence). The arrows indicate possible winter migration routes (in Lefranc & Worfolk, 2022). The study and breeding area in France is highlighted in red.*

Malgré sa forte présence dans certaines zones de la péninsule ibérique, la Pie-grièche méridionale a été confrontée à des défis en raison des changements environnementaux, de

l'intensification de l'agriculture et de l'altération de l'habitat. En Espagne, qui abrite environ 95 % de la population mondiale, l'espèce continue de connaître un déclin important, les taux annuels récents étant en moyenne d'environ -5,1 % entre 1998 et 2019, provoquant ainsi une diminution cumulée de 67 % sur les 21 années (Octavio Infante, com. pers. ; Santamaría Polo et al., 2017). Au Portugal, les tendances démographiques sont également négatives, avec une diminution de 13 à 40 % entre 2004 et 2011 (Alonso, com. pers. ; Equipa Atlas, 2008). La population reproductrice nationale en France est estimée entre 550 et 1150 couples, avec une contraction observée de l'aire de répartition significative de 40 % entre 1993 et 2013 (Hameau et Gilot, 2015).

Cette espèce est également importante car elle est l'une des rares espèces d'oiseaux terrestres en France figurant sur la liste rouge mondiale des espèces, témoignant de son statut de vulnérabilité et de la nécessité de mesures de conservation ciblées (<https://www.iucnredlist.org/fr>). La liste des espèces d'oiseaux terrestres en danger en France sur la liste rouge mondiale inclut d'autres espèces typiquement méditerranéennes, telles que l'Aigle de Bonelli *Aquila fasciata*, le Traquet oreillard *Oenanthe hispanica*, ou la Fauvette à lunettes *Sylvia conspicillata*.

Ordre	Nom scientifique	Nom commun	Catégorie Liste rouge France	Catégorie Liste rouge mondiale
Procellariiformes	<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	EN	LC
Procellariiformes	<i>Puffinus yelkouan</i>	Puffin yelkouan	EN	VU
Pelecaniformes	<i>Ixobrychus minutus</i>	Blongios nain	EN	LC
Pelecaniformes	<i>Ciconia nigra</i>	Cigogne noire	EN	LC
Accipitriformes	<i>Aegypius monachus</i>	Vautour moine	EN	NT
Accipitriformes	<i>Aquila fasciata</i>	Aigle de Bonelli	EN	LC
Accipitriformes	<i>Gypaetus barbatus</i>	Gypaète barbu	EN	NT
Accipitriformes	<i>Neophron percnopterus</i>	Vautour percnoptère	EN	EN
Gruiformes	<i>Crex crex</i>	Râle des genêts	EN	LC
Otidiformes	<i>Tetrax tetrax</i>	Outarde canepetière	EN	NT
Charadriiformes	<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	EN	LC
Charadriiformes	<i>Glareola pratincola</i>	Glaréole à collier	EN	LC
Charadriiformes	<i>Ichthyaetus audouinii</i>	Goéland d'Audouin	EN	LC
Charadriiformes	<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	EN	LC
Charadriiformes	<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troil	EN	LC

Piciformes	<i>Picus canus</i>	Pic cendré	EN	LC
Passeriformes	<i>Calandrella brachydactyla</i>	Alouette calandrelle	EN	LC
Passeriformes	<i>Galerida theklae</i>	Cochevis de Thékla	EN	LC
Passeriformes	<i>Melanocorypha calandra</i>	Alouette calandre	EN	LC
Passeriformes	<i>Oenanthe hispanica</i>	Traquet oreillard	EN	LC
Passeriformes	<i>Locustella luscinioides</i>	Locustelle lusciniioïde	EN	LC
Passeriformes	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	Lusciniolle à moustaches	EN	LC
Passeriformes	<i>Sylvia conspicillata</i>	Fauvette à lunettes	EN	LC
Passeriformes	<i>Sylvia undata</i>	Fauvette pitchou	EN	NT
Passeriformes	<i>Phylloscopus ibericus</i>	Pouillot ibérique	EN	LC
Passeriformes	<i>Lanius excubitor</i>	Pie-grièche grise	EN	NE1
Passeriformes	<i>Lanius meridionalis</i>	Pie-grièche méridionale	EN	VU
Passeriformes	<i>Passer montanus</i>	Moineau friquet	EN	LC
Passeriformes	<i>Emberiza hortulana</i>	Bruant ortolan	EN	LC
Passeriformes	<i>Emberiza schoeniclus</i>	Bruant des roseaux	EN	LC

Tableau I. – Espèces classés en danger (EN) sur Liste rouge des espèces menacées en France (Oiseaux de France métropolitaine) figurant sur la Liste Rouge La liste rouge de l'UICN (Avec le système de la Liste rouge de l'UICN, chaque espèce ou sous-espèce peut être classée dans l'une des neuf catégories suivantes : Éteinte (EX), Éteinte à l'état sauvage (EW), En danger critique (CR), En danger (EN), Vulnérable (VU), Quasi menacée (NT), Préoccupation mineure (LC), Données insuffisantes (DD), Non évaluée (NE)).

Species classified as Endangered (EN) on the Red List of Threatened Species in France (Metropolitan France) appearing on the IUCN Red List. (According to the IUCN Red List system, each species or subspecies can be classified into one of the following nine categories: Extinct (EX), Extinct in the Wild (EW), Critically Endangered (CR), Endangered (EN), Vulnerable (VU), Near Threatened (NT), Least Concern (LC), Data Deficient (DD), Not Evaluated (NE)).

Connaissances actuelles en France sur les différents biotopes et zones géographiques des études sur la Pie-grièche méridionale

Causses méridionaux du Massif Central

Les Causses de Sauveterre et de Méjean, situés en Lozère, sont reconnus comme des zones de reproduction essentielles pour la Pie-grièche méridionale. Ces hauts plateaux calcaires, s'élevant entre 800 et 1000 mètres, présentent une variété de pelouses sèches et d'espaces steppiques, éléments décisifs pour l'habitat de cette espèce. Une analyse cartographique menée en 2014 a indiqué que ces deux Causses — avec une superficie de 95,5 km² pour le Sauveterre et de 199,5 km² pour le Méjean — soutiennent des densités relativement élevées de Pie-grièches méridionales, avec environ 45 couples reproducteurs en Lozère, ce qui constitue un effectif significatif dans un contexte de recul de l'espèce dans d'autres régions (ALEPE, 2014).

Dans l'Aveyron, les Causses Noir et du Larzac fournissent également des habitats refuges à cette espèce, à des altitudes variantes entre 640 et 930 mètres. Cette zone se situe à la limite nord de l'aire de répartition de la Pie-grièche méridionale et offre des micro-habitats propices, notamment des pelouses pâturées ponctuées de buissons ainsi qu'une mosaïque de landes et de parcelles agricoles où l'espèce se concentre. En 2017, la population de Pie-grièche méridionale dans cette région est estimée entre 20 et 54 couples reproducteurs, ce qui confirme l'importance écologique de ces Causses pour le maintien de l'espèce (Trille, 2017).

Agrosystèmes de l'étage supra-méditerranéen

Les Monts de Vaucluse et la Montagne de Lure représentent des sites de nidification privilégiés pour la Pie-grièche méridionale grâce à une diversité d'habitats. Les nids se trouvent fréquemment dans des haies et buissons tels que les Ronciers (*Rubus fruticosus*), Eglantiers (*Rosa canina*), Aubépines (*Crataegus sp.*), Prunelliers (*Prunus spinosa*), Genévriers (*Juniperus communis*) et Genêts spartiers (*Spartium junceum*). Les prairies permanentes faiblement pâturées, parsemées d'éléments ligneux épars (notamment arbustes), le linéaire de haies et les cultures de lavande favorisent la présence de l'espèce. En revanche, les prairies dégradées par un « raclage » intensif dû au surpâturage ou à un entretien mécanique régulier exercent une influence négative sur l'espèce. Le succès reproducteur y est estimé à 2,8 jeunes par couple nicheur (Hameau & Vaton, 2019).

Les plateaux des Préalpes, comprenant Valensole, Calern et Caussols, jouent également un rôle crucial pour cette espèce en offrant des refuges naturels à des altitudes modérées (600 à 1 200 mètres) dans un climat méditerranéen de haute altitude. Situés en limite nord de l'aire de distribution de la Pie-grièche méridionale, ces sites exposent l'espèce à des conditions climatiques modérées mais la rendent sensible aux changements environnementaux. Ces plateaux combinent pelouses steppiques, landes et cultures extensives de lavande associées à des zones de pâturage, offrant ainsi un écosystème complexe qui répond aux exigences écologiques de la Pie-grièche pour la reproduction et l'alimentation. Dans le contexte du changement climatique global, ces micro-habitats constituent des refuges d'une importance croissante pour la survie de l'espèce.

Garrigues de Basse Provence

Les garrigues basses des Bouches-du-Rhône constituent un site crucial pour la conservation de *Lanius meridionalis*. Des études ont révélé que cette région abrite les effectifs les plus importants de la région PACA, avec des estimations allant de 320 à 450 couples (Piat, 2013). Ces garrigues

sont caractérisées par des formations végétales dominées par le Chêne kermès *Quercus coccifera* et d'autres petits ligneux sempervirents, tels que le Chêne vert *Quercus ilex*, le romarin *Rosmarinus officinalis*, le ciste cotonneux *Cistus albidus*, l'Ajonc de Provence *Ulex parviflorus*, offrant un habitat idéal pour l'espèce. Les incendies, qui ouvrent le milieu et augmentent l'ensoleillement, favorisent également sa présence. Toutefois, les activités anthropiques ont une incidence négative significative, perturbant les habitats naturels et affectant la survie de la Pie-grièche méridionale (Piat, 2013).

Plaine de Crau

La plaine de Crau, située dans les Bouches-du-Rhône, est un habitat unique en France, caractérisé par une steppe aride qui soutient une biodiversité remarquable. La Pie-grièche méridionale trouve dans cet environnement des conditions idéales pour sa nidification et sa chasse. En 2023, un recensement sur une zone de 118,5 km² a révélé la présence de 79 territoires de l'espèce dans les coussouls de Crau (Crau sèche), soulignant l'importance de cette région pour sa conservation (Hameau, 2023). La gestion de la plaine, qui inclut des pratiques agricoles extensives et une conservation active, est essentielle pour maintenir les populations dans cet habitat spécifique.

Habitats viticoles languedociens

Les études menées en région Languedoc ont souligné l'importance des habitats agricoles pour la Pie-grièche méridionale, notamment dans les plaines agricoles et les vignobles. Une étude détaillée menée dans la plaine agricole de Villeveyrac (Hérault) a caractérisé les sites de nidification et montré que l'espèce préfère les paysages semi-ouverts, avec des buissons et des perchoirs disponibles. Les résultats ont souligné l'importance de maintenir une mosaïque de cultures avec des haies et des bordures herbeuses pour favoriser la présence de l'espèce (Le Viol, 2012 ; Gitenet, 2012 ; Zanca-Rossi, 2013).

Des recherches supplémentaires ont montré que la diversification des milieux, ainsi que la présence de friches et de haies, sont essentielles pour créer des conditions favorables à la nidification. Les populations de la Pie-grièche méridionale de la plaine viticole de l'Aude sont particulièrement liées à la ronce pour la nidification. De plus, les surfaces enherbées s'avèrent favorables à la présence de l'espèce, notamment celles comportant des perchoirs en quantités, tels que les friches clairsemées d'arbres et arbustes ou encore les vignes enherbées. (Charbonnier, 2022).

Zones Montagneuses et Prairies de Haute Altitude de Cerdagne

Dans le Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes, la Pie-grièche méridionale occupe des habitats entre 1180 et 1680 mètres d'altitude. Ils sont constitués de landes basses et clairsemées, de pelouses montagnardes ponctuées de quelques buissons et de champs cultivés avec des haies basses et des ravines bien exposées où sont présents des lambeaux de végétation thermophiles (Gilot, 2015).

Distribution, habitats et tendances d'évolution en France durant la période printanière et estivale

Strictement inféodée au climat méditerranéen, la Pie-grièche méridionale est présente en France principalement dans les régions d'Occitanie et de Provence-Alpes-Côte d'Azur, avec des populations marginales dans la région Rhône-Alpes. L'espèce occupe des habitats variés, notamment les plaines viticoles méditerranéennes, les garrigues calcaires et les pelouses steppiques d'altitude. Ces milieux, caractérisés par une mosaïque de structures végétales et des conditions climatiques favorables, répondent à ses exigences écologiques spécifiques en matière de reproduction et de recherche alimentaire.

Depuis les années 1980, la population de la Pie-grièche méridionale connaît des déclinés marqués. Entre 1980 et 2018, une réduction de 40 à 50 % des effectifs nicheurs a été documentée, suivie d'une baisse supplémentaire de 40 à 42 % entre 2007 et 2018 (UMS Patrinat, 2019). Actuellement, la population nationale est estimée entre 770 et 1 124 couples nicheurs (Tab. II), ce qui souligne l'urgence d'approfondir les connaissances sur les dynamiques de distribution de cette espèce.

Évolutions des pratiques de collecte et de suivi

La reconnaissance de la Pie-grièche méridionale comme espèce distincte sur le plan taxonomique, grâce aux travaux d'Ilsenmann et Bouchet (1993), a constitué une avancée clé dans l'étude de l'espèce en France. Cette distinction a permis une identification plus précise et a jeté les bases d'un suivi plus rigoureux de sa répartition et de ses habitats.

Les pratiques de collecte de données ont également évolué au fil du temps. Dans les premières années, elles reposaient principalement sur des observations localisées réalisées par des ornithologues et naturalistes, ce qui limitait la couverture géographique. Avec l'essor des plateformes participatives, telles que Faune-France, et la contribution croissante de la science citoyenne, les opportunités de collecte se sont élargies. Ces nouvelles approches ont enrichi les bases de données et amélioré notre compréhension de l'aire de répartition de l'espèce.

Par ailleurs, la mise en œuvre d'un plan d'action national (PNA) pour la conservation des Pies-grièches en France (Lefranc & Issa, 2013, Hervé et al., 2025) a permis d'introduire des méthodologies de suivi standardisées. Ces efforts ont fourni des informations précieuses sur les exigences écologiques de l'espèce et son interaction avec les changements environnementaux récents.

Une vision actualisée à travers des données récentes

Les données collectées entre 2020 et 2023, pendant la période de reproduction et d'élevage des jeunes, offrent une perspective nouvelle sur les dynamiques spatiales de la Pie-grièche méridionale. Ces observations standardisées permettent d'explorer l'influence des facteurs environnementaux et anthropiques récents sur la distribution de l'espèce. Cette étude se propose d'examiner ces relations complexes en s'appuyant sur des données récentes et homogènes, afin de mieux comprendre les facteurs conditionnant sa répartition actuelle.

Régions actuelles	Régions avant 2016 ou Départements	Estimation avant le 1er PNA	Estimation récente	Méthode
Auvergne-Rhône Alpes	Ardèche Et Drôme	?	< 10	Exhaustive
Occitanie	Languedoc- Roussillon	302-715 (2013)	290-560 (2019)	Extrapolation basée sur des estimations d'ornithologues
	Midi-Pyrénées	18-59 (2013)	20-54 (2019)	Exhaustive
Provence-Alpes- Côte d'Azur		250-450 (2010)	450-750 (2023)	Extrapolation par modélisation pour les Bouches du Rhône hors Crau à 341-625 couples (Piat, 2013) Recensement Crau : 59-79 couples (Hameau, 2023)

Tableau II.– Estimation des effectifs nicheurs de la Pie-grièche méridionale en nombre de couples dans les différentes régions françaises. La troisième colonne contient les dernières estimations recueillies avant la date théorique de mise en œuvre du premier PNA (2014). La quatrième colonne contient les estimations les plus récentes (DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, LPO, en prep. ; Piat, 2013 ; Hameau, 2023).

Estimated breeding pairs of the Iberian Grey Shrike in various French regions. The third column contains the latest estimates collected prior to the theoretical implementation date of the first National Action Plan (PNA) in 2014. The fourth column contains the most recent estimates (DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, LPO, in prep.; Piat, 2013; Hameau, 2023).

Les différentes études menées sur la Pie-grièche méridionale en France montrent une dépendance significative à des habitats semi-ouverts et steppiques, qui sont fortement influencés par les pratiques agricoles et pastorales, ainsi que par des perturbations naturelles telles que les incendies. Cette dépendance rend l'espèce particulièrement sensible aux changements de son environnement, comme la dégradation des paysages et l'éclatement des habitats. La conservation de cette espèce, qui est déjà classée comme vulnérable, nécessite une gestion active des milieux ouverts et semi-ouverts, essentiels à sa survie. Cependant, pour développer des stratégies de conservation efficaces, il est crucial de mieux comprendre

comment ces différents facteurs environnementaux influencent la répartition spatiale de l'espèce.

Face au déclin de la Pie-grièche méridionale en France, cette étude se propose de modéliser la répartition spatiale de l'espèce en identifiant les facteurs environnementaux déterminants qui influencent sa présence durant la période de reproduction. Plus spécifiquement, cette recherche vise à répondre aux questions suivantes : (1) Quelle est l'influence des précipitations saisonnières sur la probabilité de présence de la Pie-grièche méridionale? (2) Dans quelle mesure les types d'habitats ouverts, tels que les landes et les pelouses, favorisent-ils la répartition spatiale de l'espèce ? (3) Comment la dispersion des habitats affecte-t-elle la connectivité des populations, et quelles en sont les implications pour la conservation de l'espèce ? Ces questions guideront l'analyse, qui s'appuie sur des données de présence récentes collectées entre 2020 et 2023.

Méthodes

Zone d'Étude

La zone d'étude comprend les régions méditerranéennes de la France où l'espèce peut être présente en période de reproduction. Ce sont les départements méditerranéens d'Occitanie, de Provence-Alpes-Côte d'Azur, ainsi que l'Ardèche et de la Drôme (Figure 1).

Collecte des Données

Les données environnementales (rasters) ont été harmonisées sur l'ensemble de la zone d'étude afin d'assurer une cohérence en termes de résolution (taille des pixels) et de projection géographique. Cela signifie que toutes les données utilisées sont alignées de manière précise pour permettre une analyse fiable. Les données environnementales ont été extraites de diverses sources, comprenant des rasters représentant l'altitude, les variables bioclimatiques et les types d'utilisation des terres. Plus précisément, les variables bioclimatiques proviennent de la base de données WorldClim à une résolution de 1 km² (Fick & Hijmans, 2017), tandis que les types d'utilisation des terres sont issus de la carte d'occupation des sols OSO 2020, produite par le Centre d'Expertise Scientifique sur l'occupation des sols, pôle national THEIA (<https://www.theia-land.fr/>).

Les points de présence de la Pie-grièche méridionale ont été obtenues à partir de la base de données participative en ligne Faune-France ([Accueil - www.faune-france.org](http://www.faune-france.org)), couvrant les années les plus récentes, de 2020 à 2023, pendant la période de reproduction et d'élevage des juvéniles (mars à août). Pour éviter les biais dus à une concentration trop élevée d'observations dans certaines zones, ces points ont été filtrés pour éliminer les doublons et les valeurs aberrantes à l'aide du package *spThin* (Aiello-Lammens et al., 2015). Cet outil permet de réduire le biais spatial en espaçant de manière égale les points de présence en fonction d'une distance minimale définie, garantissant ainsi une distribution plus homogène des données (N= 7160 données) utilisées pour la modélisation.

Modélisation de la probabilité de présence de l'espèce en période de reproduction

La modélisation de la distribution potentielle de la Pie-grièche méridionale a été effectuée à l'aide du package R BIOMOD2 (Thuiller et al., 2009), un outil flexible conçu pour la modélisation des niches écologiques et la projection des distributions d'espèces. BIOMOD2 permet d'intégrer et de comparer plusieurs techniques de modélisation, tout en fournissant des méthodes fiables pour évaluer la performance des modèles. Dans cette étude, nous avons utilisé des modèles additifs généralisés (GAM), reconnus pour leur capacité à capturer des relations non linéaires entre les variables environnementales et la présence de l'espèce (Wood, 2017). Les performances des modèles ont été évaluées à l'aide des métriques KAPPA, TSS et ROC, couramment utilisées pour mesurer la précision et la fiabilité des modèles de distribution des espèces (Swets, 1988 ; Allouche et al., 2006 ; Liu et al., 2011).

Détection exploratoire des noyaux périphériques potentiellement fragiles

Une procédure en plusieurs étapes a été mise en œuvre pour identifier les noyaux périphériques de population potentiellement fragiles de la Pie-grièche méridionale (*Lanius meridionalis*) à l'échelle nationale. Les données initiales provenaient des observations compilées dans le fichier Alauda.csv, après suppression des enregistrements incomplets. Afin de limiter l'autocorrélation spatiale, nous avons appliqué une raréfaction des occurrences (spThin, seuil minimal : 1 km) puis un regroupement des points distants de moins de 250 m à l'aide de l'algorithme DBSCAN.

Pour chaque regroupement, un point représentatif a été sélectionné. La zone d'étude méditerranéenne a été délimitée selon la typologie géographique nationale, et les points marginaux ont été repérés sur la base des quantiles 5 % et 95 % des coordonnées X et Y. Parmi ceux-ci, les « petits groupes » périphériques (≤ 15 occurrences) ont été identifiés et leur distance au noyau le plus proche calculée. Ont été retenus comme noyaux isolés ceux situés à plus de 10 km du groupe le plus proche.

Ces noyaux ont ensuite été croisés avec la carte de probabilité de présence issue du modèle de distribution d'espèce (SDM) afin de ne conserver que ceux présentant une probabilité $\geq 0,1$. Lorsque disponible, l'information annuelle a permis de vérifier la récurrence d'observation sur au moins une année.

Résultats

Importance et Effets des Variables sur la probabilité de présence relative de *Lanius meridionalis*

Les résultats obtenus mettent en lumière des contributions variées des facteurs environnementaux sur la distribution de la Pie-grièche méridionale durant sa période printanière et estivale, incluant la période de nidification et d'élevage des jeunes. Les graphiques de réponse (Figure 2 & 3) révèlent des relations spécifiques et significatives entre les variables analysées et la probabilité de présence de l'espèce, résumées comme suit :

Température et précipitations

La température moyenne du trimestre le plus chaud exerce une influence déterminante sur la probabilité de présence de l'espèce. Celle-ci demeure quasi nulle pour des températures inférieures à 20 °C, mais augmente rapidement pour atteindre un plateau maximal au-delà de 22 °C, où la probabilité de présence dépasse 75 % (Température moyenne du trimestre le plus chaud, >22 °C : probabilité >0.75). Ces résultats suggèrent une adaptation de l'espèce aux environnements caractérisés par des températures estivales modérées à élevées.

La température moyenne pendant le trimestre le plus humide influence, quant à elle, négativement la probabilité de présence de *Lanius meridionalis*. Lorsque cette température dépasse 10 °C, la probabilité de présence diminue significativement. En revanche, pour des températures inférieures à 5 °C, la probabilité reste stable et relativement élevée, dépassant 50 % dans de nombreuses régions (Température moyenne du trimestre le plus humide, <5 °C : probabilité >0.5). Ces observations suggèrent que l'espèce est mieux adaptée à des conditions fraîches et modérées pendant les périodes les plus humides de l'année, qui incluent des phases importantes pour le développement des jeunes.

Concernant les précipitations, celles du trimestre le plus chaud sont associées à une probabilité optimale de présence entre 0 et 100 mm. Au-delà de 100 mm, cette probabilité diminue progressivement, indiquant que la Pie-grièche méridionale évite les habitats excessivement humides pendant la période la plus chaude de l'année (Précipitations du trimestre le plus chaud, 0–100mm : probabilité >0.75). De même, les précipitations de la période la plus humide augmentent significativement la probabilité de présence jusqu'à 180 mm, au-delà desquels cette probabilité atteint un plateau, suggérant que des niveaux élevés de précipitations sont favorables mais non limitants (Précipitations de la période la plus humide, >180 mm : probabilité >0.75).

Facteurs topographiques et climatiques

L'altitude influence également la distribution de l'espèce. La probabilité de présence augmente régulièrement entre 0 et 1 000 m, pour atteindre un plateau maximal à environ 1 200 m (Altitude, 0–1000 m : probabilité >0.75). Les zones situées au-delà de cette limite deviennent progressivement moins favorables.

Les résultats montrent que la probabilité de présence de la Pie-grièche méridionale est maximale pour des déclivités faibles, généralement inférieures à 10 degrés. Elle diminue rapidement avec l'augmentation de l'inclinaison, devenant négligeable au-delà de 15 degrés (Déclivité, 0–15% : probabilité < 0.25).

Le rayonnement solaire annuel montre une relation inverse avec la probabilité de présence. Les habitats recevant un rayonnement modéré, compris entre 4 000 et 4 500 kJ/m², sont les plus favorables à l'espèce, tandis qu'un excès de rayonnement au-delà de cette plage diminue cette probabilité (Rayonnement solaire, 4 000–4 500 kJ/m² : probabilité > 0.75).

Occupation du sol

Les habitats composés de landes et de pelouses jouent un rôle clé dans la probabilité de présence de *Lanius meridionalis*. Pour les landes et les vignes, la probabilité de présence augmente régulièrement avec leur couverture, atteignant un niveau significatif (>25 %) lorsque ces habitats représentent environ 25 % de la surface locale (Landes et Vignes, >25 % : probabilité >0.25). De manière similaire, les pelouses contribuent positivement à la distribution de *Lanius meridionalis*. Lorsque la couverture en pelouses dépasse 50 % de la surface locale, la probabilité

de présence devient notable (>50 %), indiquant une forte affinité de l'espèce pour ces milieux ouverts et structurés (Pelouses, >50 % : probabilité >0.5).

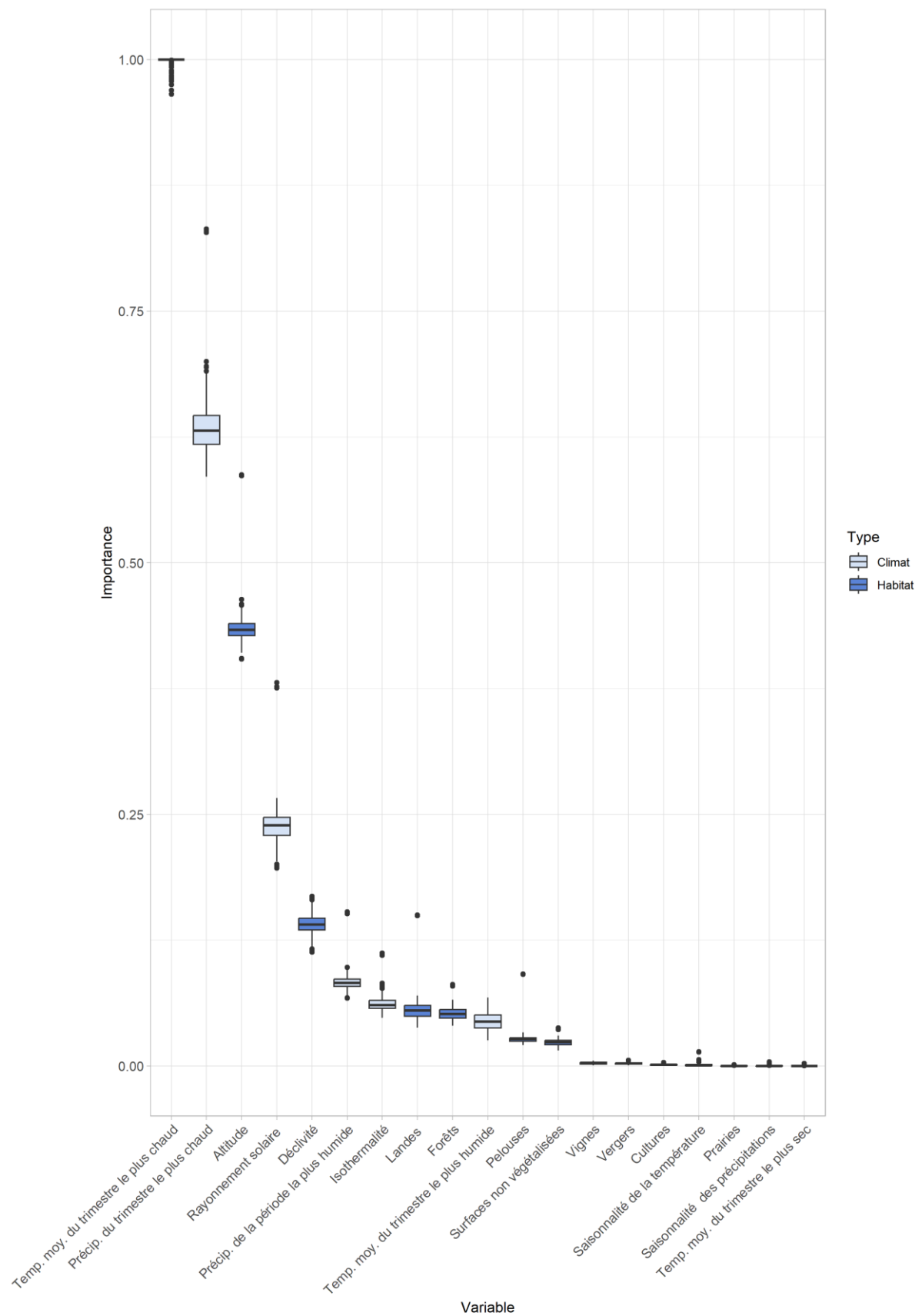


Figure 2.– Importance relative des variables climatiques et d'habitat dans la modélisation de la probabilité de présence de la Pie-grièche méridionale. *Relative importance of climatic and habitat variables in modelling the probability of presence of the Iberian Grey Shrike.*

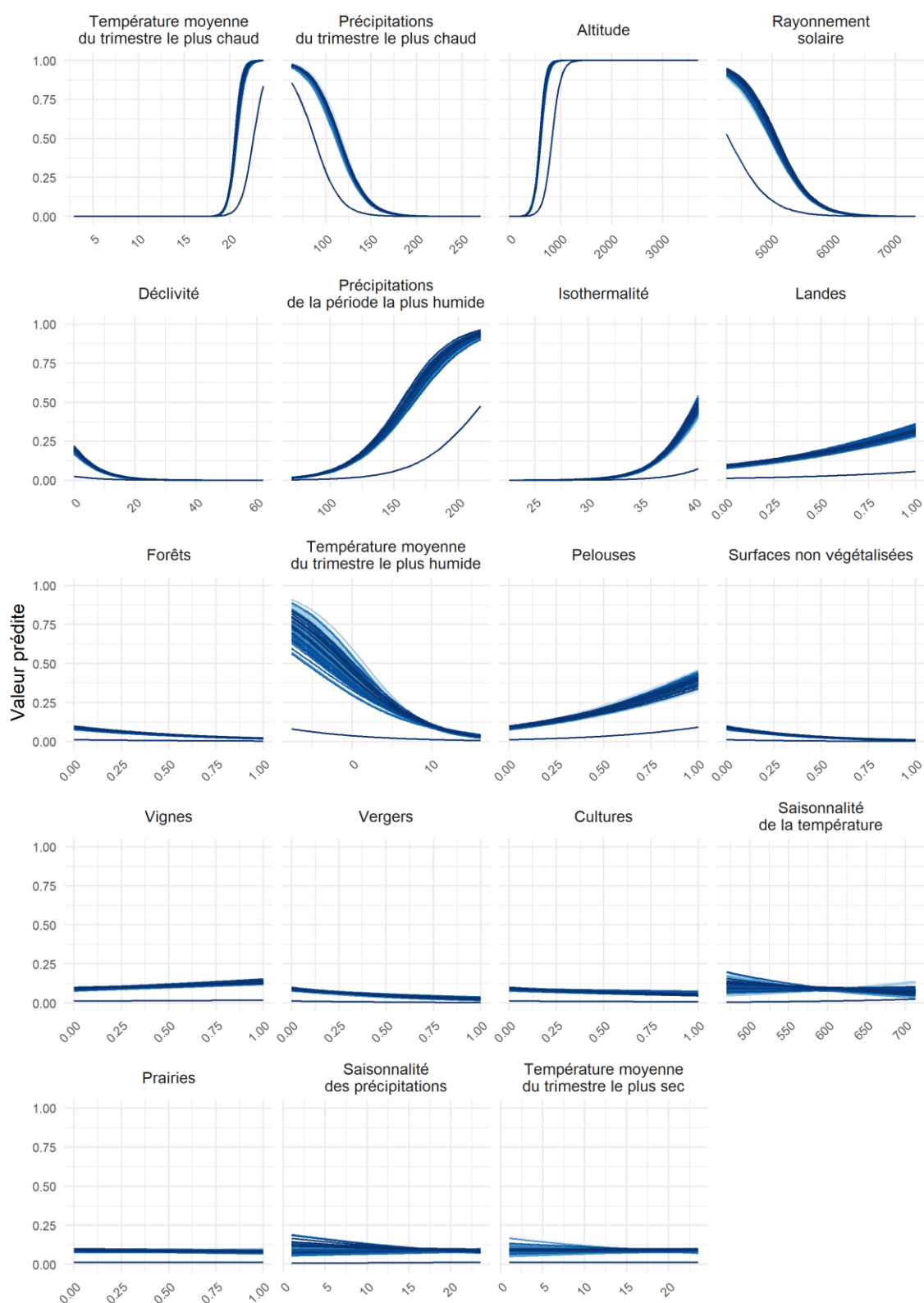


Figure 3.– Réponses modélisées de la probabilité de présence de la Pie-grièche méridionale aux diverses variables environnementales et climatiques étudiées. *Modelled responses of the probability of presence of the Iberian Grey Shrike to various environmental and climatic variables studied.*

Analyse Globale de la Projection de la Probabilité de Présence Potentielle

La carte de projection pour la période 2020-2023 montre une répartition géographique inégale de la Pie-grièche méridionale, avec des zones de haute probabilité de présence concentrées dans certaines régions du sud de la France. Elle met en évidence des zones centrales continues de forte probabilité de présence, notamment dans les plaines, ainsi que des fragments isolés en altitude. De plus, certaines régions présentent une distribution plus diffuse, indiquant une moindre probabilité de présence de l'espèce (Figure 4).

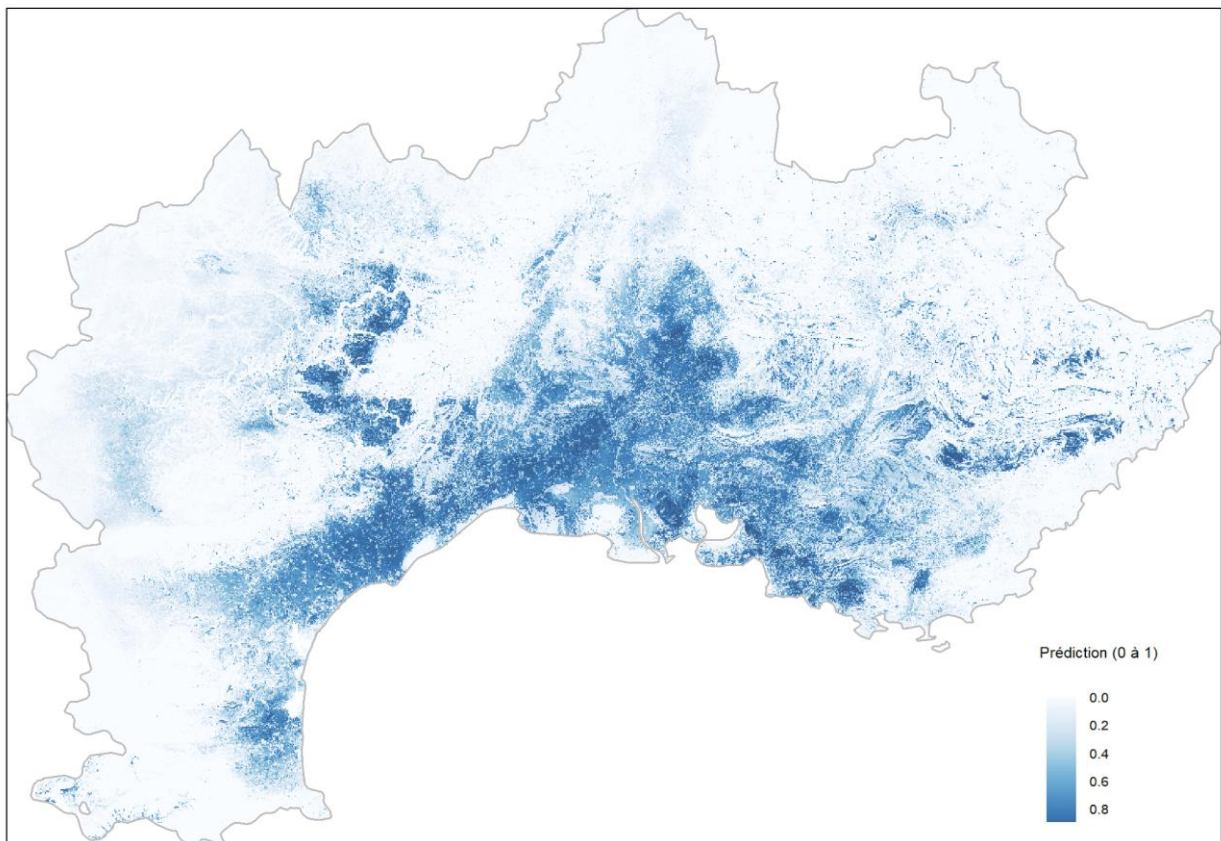


Figure 4.– Probabilité de présence relative de la Pie-grièche méridionale en France pendant la période de reproduction et d'élevage des jeunes. La probabilité de présence relative est représentée par une échelle de couleur allant de 0 (faible) à 1 (forte). Les repères de couleur noire indiquent les points d'observation uniques éclaircis par *spThin* dans une grille de 500m. Les valeurs sur les axes représentent les coordonnées en mètres dans le système de projection Lambert 93 (EPSG :2154), utilisé pour cartographier précisément les localisations en France métropolitaine.

Relative probability of presence of the Iberian Grey Shrike in France during the breeding season. The relative probability of presence is represented by a colour scale ranging from 0 (low) to 1 (high). The values on the axes represent coordinates in metres in the Lambert 93 projection system (EPSG: 2154), used for accurately mapping locations in metropolitan France.

La probabilité de présence relative de la Pie-grièche méridionale pendant la période étudiée est représentée avec les points d'observation éclaircis par *spThin* sur une grille de 500 m. Les zones en bleu foncé indiquent des probabilités élevées, particulièrement concentrées dans des régions comme l'Hérault, le Gard, et les Bouches-du-Rhône. Les repères noirs montrent les observations uniques de l'espèce, permettant d'identifier des zones de forte densité d'observations ainsi que des régions où les modèles prédisent une forte présence, mais où les observations sont plus rares ou absentes (Figure 5).

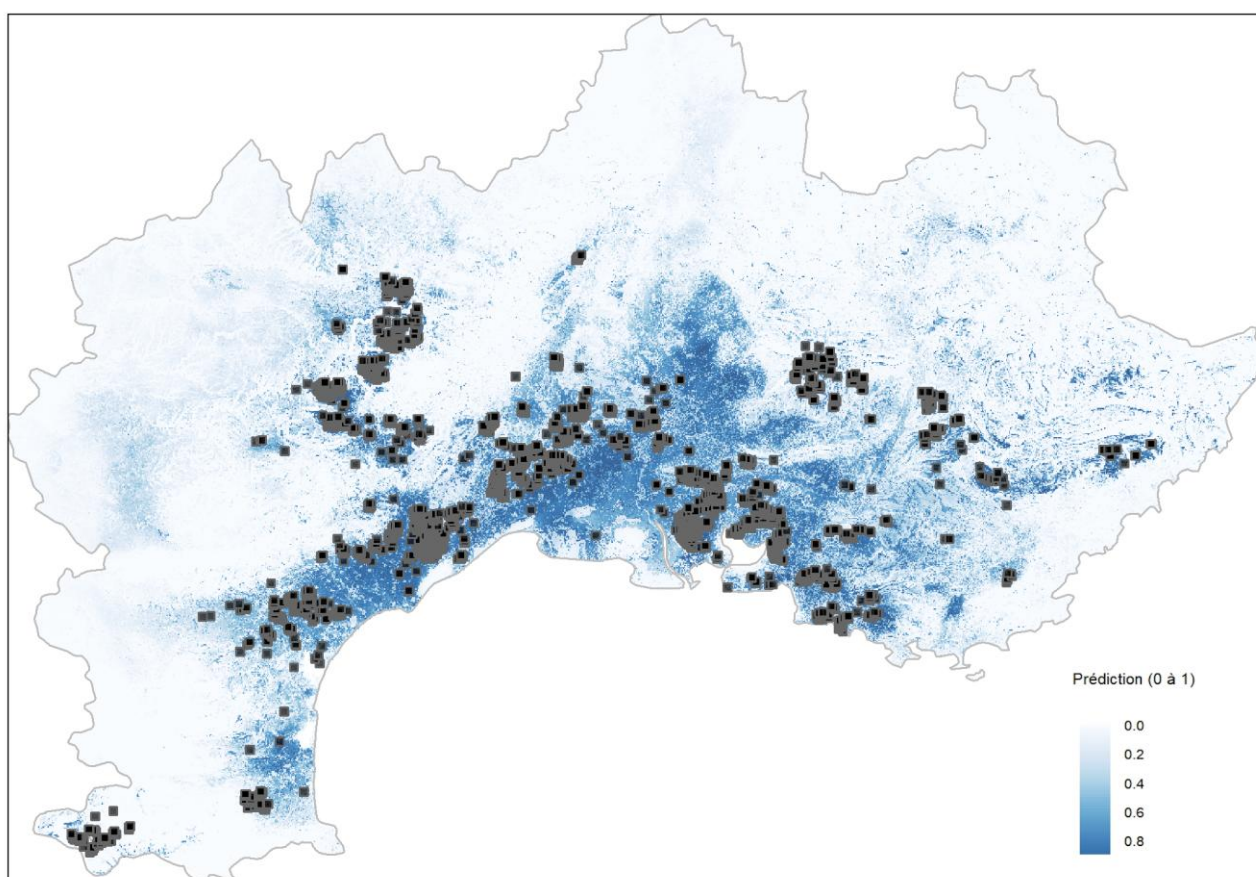


Figure 5.– Probabilité de présence relative de la Pie-grièche méridionale en France pendant la période de reproduction avec points d'observation. Les repères de couleur noire indiquent les points d'observation uniques éclaircis par *spThin* dans une grille de 500m.

*Relative probability of presence of the Iberian Grey Shrike in France during the breeding season, with observation points. Black markers indicate unique observation points clarified by *spThin* in a 500m grid.*

Zones de forte probabilité de présence sans points d'observation

Les zones « bleues foncé » sans point d'observation sur la carte de projection de la distribution potentielle indiquent des régions où le modèle prévoit une haute probabilité de présence de l'espèce, mais où aucune observation directe n'a été enregistrée durant la période d'étude.

- **Habitat Potentiellement Favorable mais Non Prospecté** : Ces zones pourraient représenter des habitats favorables où la Pie-grièche méridionale est présente mais n'a pas été détectée en raison d'un manque de prospection. Elles offrent des cibles importantes pour des études futures, qui pourraient révéler de nouvelles populations ou affiner les prévisions du modèle.
- **Possibilité de Biais dans les Données d'Observation** : L'absence de points d'observation dans ces zones pourrait aussi refléter un biais dans la collecte des données, où les efforts d'observation se sont concentrés dans des zones plus accessibles ou déjà connues pour abriter l'espèce.
- **Récents Changements d'Habitat** : Dans certains cas, ces zones peuvent représenter des habitats qui ont récemment changé et sont devenus favorables à l'espèce. La Pie-grièche méridionale pourrait ne pas encore avoir colonisé ces zones, ou elle pourrait y être présente mais en faible densité, échappant ainsi à la détection.

Noyaux périphériques

L'analyse spatiale a permis d'identifier plusieurs noyaux périphériques de la Pie-grièche méridionale situés en marge des principales concentrations de l'espèce et caractérisés par de faibles effectifs (≤ 15 individus). Après raréfaction des données et filtrage des doublons à 250 m, les noyaux distants de plus de 10 km du groupe le plus proche ont été retenus comme noyaux isolés. La distance minimale observée est de 10,1 km, la maximale de 116,4 km, avec une moyenne de 64,3 km (écart-type : 33,7 km) et une médiane de 69,1 km, traduisant une variabilité importante dans l'isolement spatial. La probabilité de présence issue du modèle de distribution d'espèce (SDM) dépasse 0,1 pour l'ensemble de ces noyaux, plusieurs zones clés atteignant même des valeurs $> 0,6$.

Ces noyaux se répartissent en six ensembles géographiques distincts :

- (i) noyau nord- vallée du Rhône, dans la vallée de l'Ardèche et sur les contreforts de la Drôme provençale (Pelouses du plateau des Gras, Baronnie, Plaine de Valréas) ;
- (ii) ensemble audois-héraultais, autour du Narbonnais et des Corbières (Étang de Lapalme, Plaine agricole et aérodrome de Lézignan-Corbières) ;
- (iii) complexe pyrénéen-oriental, incluant la plaine du Roussillon, les Albères, les Aspres et les zones d'altitude du plateau cerdan et du Capcir (Garrigues de Calce, Garrigues de Castelnou, Collines d'Estavar et Saillagouse, Prades de Thuir et de Llupia, Serre de Tautavel) ;
- (iv) ensemble provençal, centré sur les Préalpes de Grasse et les plateaux du Verdon et de Valensole (Préalpes de Grasse, Plateau de Valensole, Préalpes de Digne, Montagne du Chier) ;
- (v) complexe varois, structuré autour de la plaine des Maures et de ses abords (Plaine et Massif des Maures, Grand Plan de Canjuers, Plaine et plateau de Fontigon, Colle du Rouet) ;

(vi) groupe isolé en Aveyron (Rougier de Camarés).

La localisation de ces noyaux coïncide partiellement avec les habitats optimaux identifiés par le SDM, mais certains restent en périphérie des zones de plus forte probabilité de présence.

L'attribution à chaque noyau de sa commune, de son département et de sa région permet de faciliter la mise en relation avec les politiques de conservation locales et régionales.

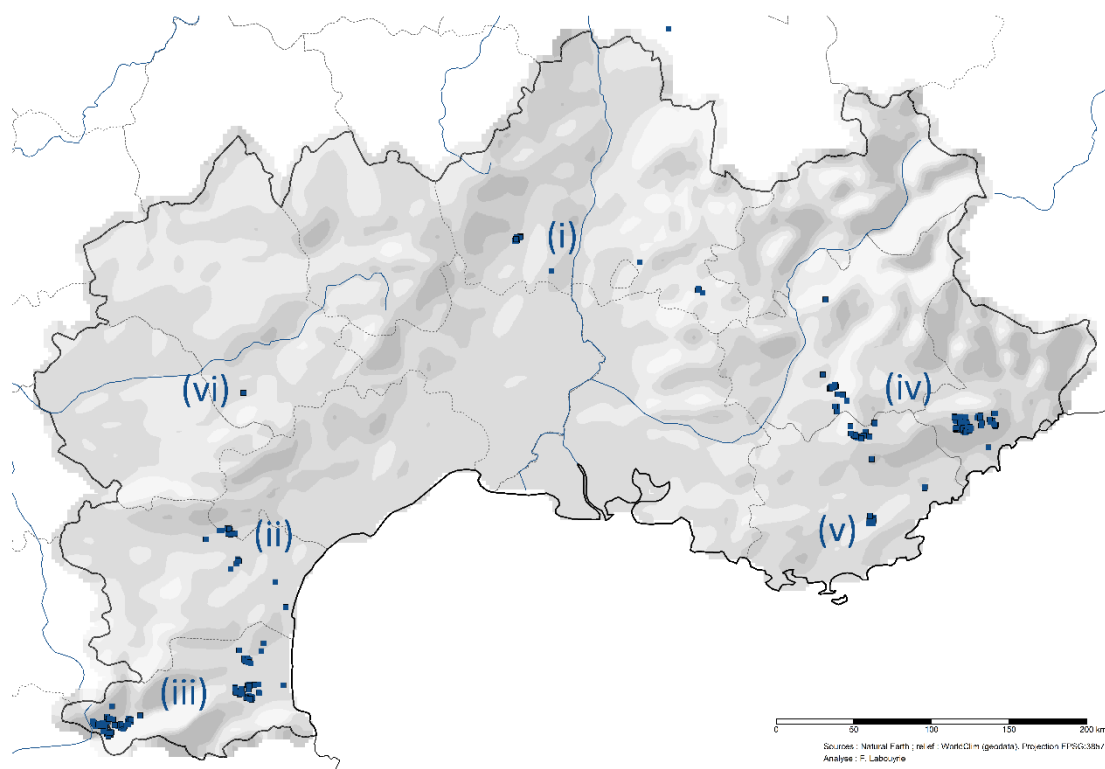


Figure 6.— Localisation des noyaux périphériques de la Pie-grièche méridionale (*Lanius meridionalis*) en France. Les différents symboles correspondent aux ensembles suivants : (i) noyau nord-vallée du Rhône ; (ii) ensemble audois-héraultais ; (iii) complexe pyrénéen-oriental ; (iv) ensemble provençal ; (v) complexe varois ; (vi) groupe isolé en Aveyron.

Discussion

Influence des variables climatiques sur la distribution et la reproduction de la Pie-grièche méridionale

Les analyses révèlent que la température moyenne du trimestre le plus chaud joue un rôle déterminant dans la probabilité de présence de *Lanius meridionalis*. Des résultats similaires ont été rapportés par Keynan & Yosef (2010) et Robert et al. (2007), soulignant l'importance des températures estivales modérées à élevées pour les espèces d'habitats ouverts méditerranéens. Cette relation pourrait refléter l'influence de la thermorégulation et des exigences énergétiques associées à des périodes critiques comme la reproduction.

La température moyenne du trimestre le plus humide, en revanche, présente une relation inverse avec la probabilité de présence. Lorsque cette température dépasse 10 °C, la probabilité diminue, un schéma cohérent avec les observations d'espèces méditerranéennes confrontées à

des conditions plus humides et chaudes pendant les mois pluvieux (Keynan & Yosef, 2010). Ces résultats confirment une affinité pour des conditions fraîches et stables durant ces périodes, favorisant le développement des ressources alimentaires (insectes) essentielles au succès reproducteur.

Les précipitations du trimestre le plus chaud influencent également la probabilité de présence, avec un optimum pour des valeurs modérées. Une tendance comparable a été documentée par Dirnböck et al. (2011), qui suggèrent que des précipitations équilibrées favorisent l'abondance d'insectes, tandis qu'un excès ou un déficit réduit la disponibilité en proies. L'altitude apparaît comme un facteur complémentaire, les habitats situés entre 600 et 1 200 m présentant des conditions microclimatiques favorables et une diversité accrue de ressources. Cependant, Dirnböck et al. (2011) ont montré que les habitats d'altitude sont souvent isolés, ce qui peut limiter la connectivité génétique, comme observé aussi chez *Lanius senator* (Bloche, 2024) et certains taxons méditerranéens de *Lanius excubitor* (Lefranc & Worfolk, 2022).

Enfin, les résultats concernant la déclivité révèlent une préférence marquée pour des terrains faiblement inclinés ($< 10^\circ$), avec une probabilité décroissant rapidement au-delà de cette valeur. Les terrains légèrement inclinés offrent à la fois une meilleure visibilité pour la localisation des proies et une facilité de déplacement, alors que les pentes plus fortes ($> 15^\circ$) peuvent limiter la disponibilité en supports pour l'empalement et réduire l'accessibilité aux proies. Ces observations, croisées avec les effets climatiques, illustrent l'importance d'une interaction entre facteurs abiotiques et structure de l'habitat dans la distribution de l'espèce. Hidalgo et al. (2021), dans un contexte méditerranéen agricole, montrent que la connectivité et la configuration des habitats forestiers interagissent avec les conditions environnementales pour déterminer la répartition des habitats favorables et leur persistance. À une échelle plus globale, Haddad et al. (2015) soulignent que la fragmentation de l'habitat exacerbe les contraintes imposées par les facteurs abiotiques, réduisant la résilience des populations et accentuant les effets négatifs des changements environnementaux.

Noyaux périphériques

L'identification de noyaux périphériques isolés apporte un éclairage sur la dynamique spatiale de la Pie-grièche méridionale en France. Les distances séparant ces noyaux des populations principales (10,1 à 116,4 km) traduisent une faible connectivité, susceptible de limiter les échanges d'individus et d'accroître le risque d'isolement génétique. Ces noyaux peuvent correspondre à des populations relictuelles issues de régressions passées de l'aire de répartition ou à des fronts d'expansion colonisant de nouveaux habitats.

Dans un contexte méditerranéen, leur pérennité dépendra du maintien de corridors écologiques et de la qualité des habitats locaux, fortement influencés par les pratiques agricoles et la gestion des friches. La correspondance partielle entre leur localisation et les zones à forte probabilité de présence selon le SDM suggère que leur fragilité ne découle pas uniquement de contraintes abiotiques. Des pressions anthropiques, comme la perte de haies ou de perchoirs (Lefranc & Worfolk, 2022 ; Hernández, 2020), peuvent jouer un rôle déterminant dans ces zones de faible densité.

Les populations françaises et espagnoles de la Pie-grièche méridionale appartiennent à une même entité biogéographique historiquement continue le long de l'arc méditerranéen (Infante, 2022). En Espagne, l'espèce occupe encore des paysages agricoles extensifs relativement continus (Campos, 2011), en particulier dans la moitié ouest et certaines zones littorales, traduisant un maintien de la connectivité fonctionnelle. En France, la fragmentation accrue des habitats traduit un stade plus avancé de morcellement, ce qui renforce la nécessité de restaurer des continuités paysagères entre noyaux isolés. Cette approche, en associant protection des

habitats centraux et reconquête des liaisons fonctionnelles, constitue un levier essentiel pour maintenir la viabilité démographique et la résilience de l'espèce face aux changements environnementaux attendus dans le bassin méditerranéen.

Conclusion

L'ensemble des résultats décrit un schéma cohérent : la distribution printanière-estivale de la Pie-grièche méridionale en France est d'abord contrainte par les conditions climatiques (optimum au-delà d'environ 22 °C pour le trimestre le plus chaud, effet défavorable au-delà de ~10 °C pour le trimestre le plus humide), modulées par la topographie (pentes faibles, altitudes basses à modérées) et par la disponibilité d'habitats semi-ouverts (landes, vignobles, pelouses) en proportion suffisante. Les cartes mettent en évidence des noyaux méditerranéens continus et des ensembles périphériques plus isolés, traduisant une structuration spatiale hétérogène à l'échelle régionale.

Ces projections doivent être lues comme des indicateurs de structure spatiale au niveau considéré (résolution kilométrique et données d'observation hétérogènes), c'est-à-dire comme des tendances régionales plutôt que comme une exhaustivité locale. Dans ce cadre, elles offrent un référentiel synthétique pour situer la répartition actuelle de la Pie-grièche méridionale en France méditerranéenne et pour contextualiser, sans les préjuger, de futurs approfondissements écologiques ou biogéographiques.

Bibliographie

Allouche (O.), Tsoar (A.) & Kadmon (R.) 2006.– Assessing the accuracy of species distribution models: Prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of Applied Ecology*, 43(6) : 1223-1232. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01214.x>

Aiello-Lammens (M. E.), Boria (R. A.), Radosavljevic (A.), Vilela (B.) & Anderson (R. P.) 2015.– spThin: an R package for spatial thinning of species occurrence records for use in ecological niche models. *Ecography*, 38(5) : 541–545. <https://doi.org/10.1111/ecog.01132>

ALEPE (Association Lozérienne pour l'Étude et la Protection de l'Environnement) 2014.– *Caractérisation des habitats de reproduction de la Pie-grièche méridionale Lanius meridionalis en Lozère*. Balsièges, France.

BirdLife International 2021.– *Lanius meridionalis* (Europe assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021 : e.T22729533A200216423. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22729533A200216423.en> (Consulté le 17 août 2024).

Bloche (D. A. F.) 2024.– Nest-site selection and breeding performance of the Woodchat Shrike (*Lanius senator*) near the southern edge of its breeding range. *Journal of Ornithology*. <https://doi.org/10.1007/s10336-024-02157-0>

Campos (F.) 2011.– Breeding success of Southern Grey Shrikes (*Lanius meridionalis*) in agricultural landscapes in Spain. *Acta Ornithologica*, 46 (1): 39-44. <https://doi.org/10.3161/000164511x589884>

Charbonnier (G.) 2022.– *Amélioration des connaissances sur les exigences paysagères des populations de Pie-grièche méridionale de la plaine viticole de l'Aude*. LPO Occitanie DT Aude, 35 pp.

Dirnböck, T., Essl, F., & Rabitsch, W. (2011). – Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change. *Global Change Biology*, 17(2), 990-996. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02266.x>

Equipa Atlas 2008.– *Atlas das Aves Nidificantes em Portugal (1999–2005)*. ICNB, SPEA, PNM, SRAM. Assirio & Alvim, Lisboa, 590 pp.

Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017).– WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>

Gitenet (P.) 2012.– *Programme 10 espèces de passereaux en danger: la Pie-grièche méridionale (Lanius meridionalis)*. Ligue pour la Protection des Oiseaux de l'Hérault.

Giralt (D.) 2018.– *El botxí*. Report núm. 16 del Programa SOCC. Institut Català d'Ornitologia, 15-16.

Gilot (F.) 2015.– Suivi des populations de Pie-grièche méridionale (*Lanius meridionalis*) et de Tarier des prés (*Saxicola rubetra*) au sein du Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes. Synthèse de la première année (Etat initial 2015). PNR des Pyrénées Catalanes, 27p.

Haddad (N. M.), Brudvig (L. A.), Clobert (J.), Davies (K. F.), Gonzalez (A.), Holt (R. D.), Lovejoy (T. E.), Sexton (J. O.), Austin (M. P.), Collins (C. D.), Cook (W. M.), Damschen (E. I.), Ewers (R. M.), Foster (B. L.), Jenkins (C. N.), King (A. J.), Laurance (W. F.), Levey (D. J.), Margules (C. R.), Melbourne (B. A.), Nicholls (A. O.), Orrock (J. L.), Song (D.-X.) & Townshend (J. R.) 2015.– Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1 (2). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>

Hameau (O.) & Gilot (F.) 2015.– La Pie-grièche méridionale. In Issa (N.) & Muller (Y.) (éds.). *Atlas des oiseaux de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale*. Delachaux et Niestlé.

Hameau (O.) & Vaton (G.) 2019.– Étude d'une population de Pie-grièche méridionale dans les agrosystèmes de l'étage supra-méditerranéen (Monts de Vaucluse et Montagne de Lure). *Faune-PACA Publication* n°89.

Hameau (O.) 2023.– Recensement de la Pie-grièche méridionale *Lanius meridionalis* dans les coussouls de Crau. *Faune-PACA Publication* n°119, 10 pp.

Hernández (M. A.) 2020.– Alcaudón real – *Lanius meridionalis*. En: López (P.), Martín (J.), Moreno-Rueda (G.) (éds.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

Hidalgo (P. J.), Hernández (H.), Sánchez-Almendro (A. J.), López-Tirado (J.), Vessella (F.) & Porras (R.) 2021.– Fragmentation and connectivity of island forests in agricultural Mediterranean environments: Comparative study between the Guadalquivir Valley (Spain) and Apulia (Italy). *Forests*, 12 (9): 1201. <https://doi.org/10.3390/f12091201>

Infante (O.) 2022.– Alcaudón real *Lanius meridionalis*. En: Molina (B.), Nebreda (A.), Muñoz (A. R.), Seoane (J.), Real (R.), Bustamante (J.) & del Moral (J. C.) (éds.). *III Atlas de las aves en época de reproducción en España*. SEO/BirdLife, Madrid. <https://atlasaves.seo.org/ave/alcaudon-real/>

Keynan (O.) & Yosef (R.) 2010. – Annual precipitation affects reproduction of the Southern Grey Shrike (*Lanius meridionalis*). *Wilson Journal of Ornithology*, 122(2), 334-339. <https://doi.org/10.1676/09-148.1>

Labouyrie (F.) 2024. – Temporal Changes in the Distribution and Density of the Iberian Grey Shrike *Lanius meridionalis* in Southern France from a Spatial Analysis Covering 1994-2023. *European Journal of Ecology*, 10, 109-115. <https://doi.org/10.17161/eurojecol.v10i.23250>

Lefranc (N.) & Issa (N.) 2013. – *Plan national d'actions : Pies-grièches Lanius sp. 2014-2018*. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, La Défense, France, 144 pp.

Hervé T., Dussouchaud O., Schmitt L. 2025. – *Plan National d'Actions en faveur des pies-grièches (Lanius sp.) 2025-2034*, Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, 144 p.

Lefranc (N.) & Worfolk (T.) 2022. – *Shrikes of the World*. Bloomsbury Publishing, 366 pp.

Le Viol (J.) 2012.– Caractérisation des sites de nidification de la Pie-grièche méridionale *Lanius meridionalis* en plaine agricole de Villeveyrac (Hérault). Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur Agronome. LPO 34, 88 pp.

Liu (C.), White (M.) & Newell (G.) 2010.– Measuring and comparing the accuracy of species distribution models with presence-absence data. *Ecography*, 34(2) : 232–243. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06354.x>

Magurran (A. E.) & May (R. M.) (éds.) 1992.– *Evolution of Biological Diversity*. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198503057.001.0001>

Piat (A.) 2013.– La Pie-grièche méridionale *Lanius meridionalis* dans les garrigues de Basse-Provence : taille de population, influences de variables environnementales et optimisation du protocole d'échantillonnage. *Faune-PACA publication* 36, 19 pp.

R Core Team 2024.– *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

Robert, A., Robinson., Stephen, R., Baillie., Humphrey, Q., P., Crick. (2007). – Weather-dependent survival: implications of climate change for passerine population processes. *Ibis*, 149(2):357-364. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.2006.00648.x>

Santamaría Polo (T.), Campos Sánchez-Bordona (F.), Gutiérrez Corchero (F.) & Hernández Minguillón (M. A.) Escandell (V.) 2017.– Programa Sacre. In SEO/Birdlife. *Programas de seguimiento y grupos de trabajo de SEO/Birdlife 2016*. SEO Birdlife, Madrid.

Shannon (C.E.) 1948.– A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27 : 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>

Silverman (B.W.) 1998.– *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. 1st ed. Routledge.
<https://doi.org/10.1201/9781315140919>

Simpson (E.) 1949.– Measurement of Diversity. *Nature* 163 : 688.
<https://doi.org/10.1038/163688a0>

Swets (J. A.) 1988.– Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. *Science*, 240(4857) : 1285–1293. <https://doi.org/10.1126/science.3287615>

Thuiller (W.), Georges (D.), Engler (R.) & Breiner (F.) 2009.– *biomod2 : Ensemble platform for species distribution modeling*. R package version 3.3-7.

Trille, M. (2017). *Plan national d'actions : Pies-grièches – Actualisation des zonages des bastions de Pie-grièche méridionale, Pie-grièche grise et Pie-grièche à tête rousse en Aveyron*. LPO Aveyron.

UMS Patrinat (coord.) 2019.– *Résultats synthétiques de l'évaluation des statuts et tendances des espèces d'oiseaux sauvages en France, période 2013-2018*. Rapportage article 12 envoyé à la Commission européenne, juillet 2019.

Wood (S. N.) 2017.– *Generalized Additive Models : An Introduction with R*. 2nd Edition, Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781315370279>

Worton (B. J.) 1989.– Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology*, 70(1) : 164–168. <https://doi.org/10.2307/1938423>

Yosef (R.), ISWG International Shrike Working Group, Sharpe (C. J.), Marks (J. S.) & Kirwan (G. M.) 2020.– Iberian Gray Shrike (*Lanius meridionalis*), version 1.0. In *Birds of the World* (éds. del Hoyo (J.), Elliott (A.), Sargatal (J.), Christie (D. A.) & de Juana (E.)). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.ibgshr1.01>

Zanca Rossi (M.) 2013.– *Suivi et caractérisation de l'habitat de la Pie-grièche méridionale (Lanius meridionalis) en plaine agricole de Villeveyrac*. Mémoire de Master Ingénierie et Gestion des Territoires. LPO 34.



Photo 2. – Pie-grièche méridionale adulte, se réchauffant au soleil (Gard-Mai 2021) (©Gilbert Lacassin) *Adult Iberian Grey Shrike basking in the sun (Gard-May 2021) (© Gilbert Lacassin)*