

Alauda

Revue
internationale
d'Ornithologie
Volume 92 (4) 2024



- CORSE
Hirondelle de fenêtre
- AVIFAUNE DE
FONTAINEBLEAU
Approche quantitative
- SARCELLE MARBRÉE
Régime alimentaire
- SAHARA ALGÉRIEN
Statut des espèces
- MASSIF DES MONTS DORE
Oiseaux nicheurs
- PIE-GRIÈCHE MÉRIDIONALE
Sites de nidification



ALAUDA

Revue internationale d'Ornithologie

Nouvelle série

XCII

N° 4

2024

4551

Alauda 92 (4), 2024 : 281-298

ESTIMATION DES POPULATIONS DES OISEAUX NICHEURS LES PLUS COMMUNS DU **MASSIF DES MONTS DORE** (PUY-DE- DÔME) PAR LA MÉTHODE DU DISTANCE SAMPLING (2021 À 2023)

François GUÉLIN⁽¹⁾, Alex CLAMENS⁽²⁾, Cyrille JALLAGEAS⁽³⁾,
Jean-Pierre DULPHY⁽⁴⁾, David HOUSTON⁽⁵⁾, Thierry LEROY⁽⁶⁾, Philippe LOUDIN⁽⁷⁾,
Julien MARTIN⁽⁸⁾ et Marc POMMAREL⁽⁹⁾

ABSTRACT.— **Estimated populations of the most common breeding bird of the Monts Dore massif (Puy-de-Dôme) by the Distance Sampling method (2021 to 2023).** . Between 2021 and 2023, the breeding bird population was studied through observation points using the Distance Sampling method across 65 km² of subalpine grasslands in the Monts Dore massif (Massif Central, Puy-de-Dôme, France). Eight species (Eurasian Skylark, Water Pipit, Meadow Pipit, Tree Pipit, Northern Wheatear, Common Linnet, Common Cuckoo, and Eurasian Blackcap) account for 77% of the recorded contacts. Their respective densities, calculated across the entire study area, are 49, 17, 31, 18, 4, 11, 0.5, and 6 pairs per square kilometre. For some species, affected by land-use changes and agricultural intensification at lower altitudes, these habitats appear to serve as refuge areas. Others seem to be threatened by climate change and will need to be monitored in the future..

RÉSUMÉ.— **Estimation des populations des oiseaux nicheurs les plus communs du massif des monts Dore (Puy-de-Dôme) par la méthode du Distance Sampling (2021 à 2023).** Entre 2021 et 2023, le peuplement d'oiseaux nicheurs a été étudié par des points d'observation menés par la méthode du Distance-Sampling sur 65 km² de pelouses subalpines du massif des monts Dore (Massif central, Puy-de-Dôme, France). Huit espèces (Alouette des champs, Pipit spioncelle, Pipit farlouse, Pipit des arbres, Traquet motteux, Linotte mélodieuse, Coucou gris et Fauvette à tête noire) concentrent 77 % des contacts. Leurs densités respectives, calculées sur l'ensemble de la zone d'étude, sont de 49, 17, 31, 18, 4, 11, 0,5 et 6 couples par kilomètre carré. Pour certains, impactés par les changements d'occupation des terres et l'intensification agricole à basse altitude, ces milieux apparaissent comme des zones

Mots-clés: Distance sampling, monts Dore, Massif central, Prairies, pelouses subalpines, populations, densité.

Keywords: Distance sampling, monts Dore, Massif central, Grasslands, Uplands, Populations, Density.

⁽¹⁾ 22 rue P.F. Fournier, F-63670 La Roche-Blanche (guelin.francois@gmail.com) - ⁽²⁾ 10 bis chemin de Bonne, F-05000 Gap - ⁽³⁾ 13 rue des rivières, F-63450 Tallende - ⁽⁴⁾ 4 Impasse des sapins, F-63450 Chanonat - ⁽⁵⁾ 4 rue Toulouse Lautrec, F-63400 Chamalières - ⁽⁶⁾ Réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy, F-63680 Chastreix - ⁽⁷⁾ Réserve naturelle nationale de la vallée de Chaudefour, F-63790 Chambon-sur-Lac - ⁽⁸⁾ 61 rue de la Charreyrade, F-63450 Olloix - ⁽⁹⁾ 14 rue de Laize, F-63450 Saint-Amant-Tallende.

INTRODUCTION

Après deux années de recensement des oiseaux au printemps 2019 et 2020 dans une vallée du massif des monts Dore (ou massif du Sancy) (GUÉLIN *et al.*, 2020; 2021a; 2021b), alliant cartographie des territoires et estimations de population par « Distance-Sampling » sur un quadrat d'environ 50 ha, notre groupe d'observateurs a élargi cette étude sur l'ensemble des secteurs du massif au-dessus de 1 350 mètres d'altitude, soit une superficie de 65 km² (6 500 ha). La méthode employée est celle de la mesure des distances ou « Distance Sampling » (BUCKLAND *et al.*, 1993; 2001; UNIVERSITY DE ST-ANDREW, 2016), obtenues par un échantillonnage systématique de points d'écoute de 10 minutes. L'objectif était d'obtenir des densités de population pour les oiseaux les plus fréquents de ces secteurs de montagne (notamment les trois espèces de pipits, l'Alouette des champs et le Traquet motteux).

MATÉRIEL ET METHODES

Zone d'étude

Elle a été délimitée par la cote d'altitude 1 350 m (FIG. 1) : en effet, au-dessus de cette altitude se développe l'essentiel des milieux herbacés subalpins et de l'étage montagnard supérieur du massif des monts Dore (les estives). Les forêts périphériques ont été retirées de la zone d'étude. La surface d'un peu plus de 65 km² (6 504,4 hectares) est donc un paysage très ouvert et assez homogène.

Géologie & végétation

Le massif des monts Dore (ou du Sancy) regroupe plusieurs ensembles volcaniques : le plateau du Guéry au nord-ouest, le massif de l'Aiguiller au nord, le massif Adventif et le strato-volcan du Sancy au sud. L'activité volcanique, entrecoupée de pauses pouvant durer plusieurs centaines de milliers d'années, a commencé il y a

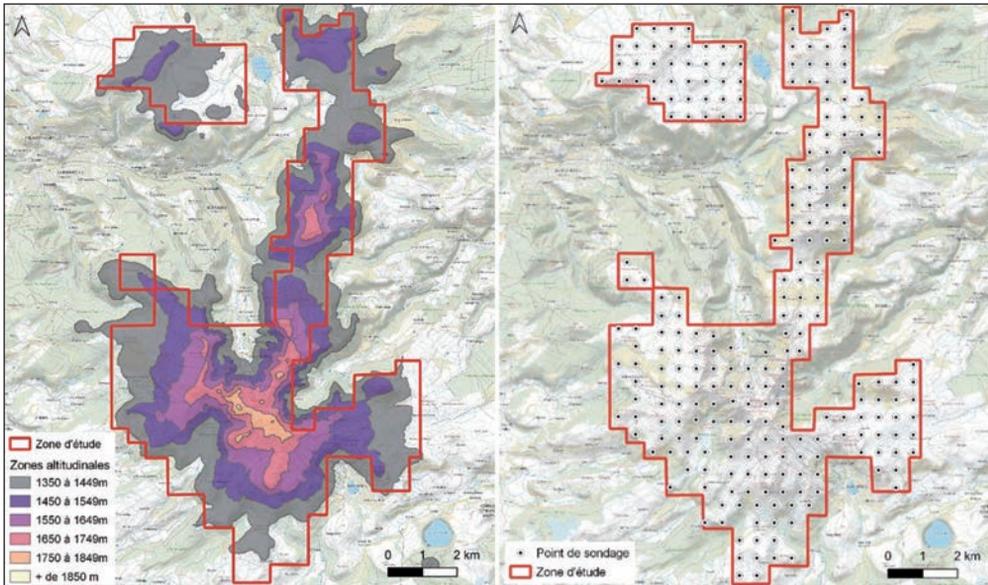


Fig. 1. – Zone d'étude de 6 500 ha (65 km²) : zones ouvertes herbacées et rocheuses au-dessus de l'altitude de 1 350 m (zones forestières exclues). Les 11 communes concernées sont (du nord au sud) : Murat-le-Quaire, Laqueuille, Orcival, Saulzet-le-Froid, Chambon-sur-Lac, Le Mont-Dore, Chastreix, Besse-et-Saint-Anastaise, Picherande, La Tour d'Auvergne et La Bourboule. Carte de gauche : zonage altitudinal ; carte de droite : délimitation de la zone d'étude basée sur des carrés UTM de 500 m x 500 m, avec un point de sondage au centre de chaque carré. O. ROQUETANIÈRE, SIG, Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (© IGN Plan v2).

Study area of 6,500 ha (65 km²): open grassy and rocky areas above an altitude of 1,350 m (excluding forested areas). Left map: altitudinal zoning; right map: delimitation of the study area.



PHOTO 1.— Un milieu typique du Sancy au-dessus de 1300 mètres d'altitude (Photographie F. GUÉLIN).
A typical environment of Sancy above 1,300 metres altitude.

10 millions d'années et s'est achevée il y a 250 000 ans. La jeunesse de l'édifice explique les altitudes élevées, le Puy de Sancy à 1 886 m constituant le point culminant du Massif central. Le massif a été fortement érodé par les glaciers du Quaternaire. Dans le massif des monts Dore, les sols sont de type « andosol », riches en silicates d'aluminium, et montrent un horizon supérieur très riche en matière organique. Ce sont des sols très fertiles, stables, riches en cendres volcaniques, meubles et poreux, favorables à la conservation de l'eau et à l'enracinement des végétaux. Les pelouses « subalpines » se mettent en place dès

1 300-1 400 m d'altitude. En effet, l'étage subalpin du Massif central, contrairement aux Alpes et aux Pyrénées, est asylvatique (ANTONETTI *et al.*, 2006). Cette absence d'arbres est le résultat d'un pastoralisme millénaire associé sur les crêtes à des conditions météorologiques et climatiques (vents violents et températures basses) qui bloquent le développement de la forêt (JOLY & LECOMPTE, 1988).

Le tableau I synthétise les différents types de milieu présent sur notre zone d'étude.

En simplifiant, quatre grands paysages naturels sont présents :

TABLEAU I.— Surfaces occupées par les différents types de milieu et leurs parts relatives sur notre zone d'étude. Données calculées par O. ROQUETANIÈRE (SIG, Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne) d'après Union européenne - Corine Land Cover (2018).

Areas occupied by the different types of habitat and their relative proportions in our study area.

Milieu	Surface (ha)	Part/total
Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation - rochers	38,5	0,59 %
Forêts	805,9	12,39 %
Landes et broussailles	669,9	10,30 %
Pelouses et pâturages naturels	4825,9	74,2 %
Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	97,5	1,5 %
Territoires artificialisés	66,7	1,02 %
Total général	6504,4	100 %

- les pelouses, pâturages naturels et prairies constituent l'essentiel de notre zone d'étude. Il s'agit de pelouses montagnardes et pelouses vivaces subalpines, caractérisées par une hauteur réduite et une faible diversité végétale dominée par les graminées dont le Nard raide *Nardus stricta*, la Canche flexueuse *Avenella flexuosa*, les fétuques (*Festuca* sp.) et la Brize intermédiaire *Briza media*. Il y a aussi des prairies dont les végétations sont plus hautes et plus densément fournies avec une richesse végétale plus forte. Les pelouses se trouvent souvent en mosaïque avec des landes basses, montagnardes ou subalpines, dominées par les aireselles (*Vaccinium myrtillus* et *Vaccinium uliginosum*), la Callune fausse bruyère *Calluna vulgaris* et le Genêt poilu *Genista pilosa* ;
- les landes buissonnantes à Genêt purgatif *Cytisus oromediterraneus* et Genévrier commun *Juniperus communis* ;
- les zones rocheuses, très morcelées ;
- les lisières de forêts de feuillus ou de conifères.

Méthodes

Échantillonnage. – La zone d'étude de 65 km² a été échantillonnée de manière systématique par 250 points d'écoute de 10 minutes, équidistants de 500 m (voir FIG. 1). Quelques points ont dû être légèrement décalés (de quelques dizaines de mètres au plus) afin que l'accès à pied reste possible. Si on prend comme distance maximale de contact la valeur de 200 m (souvent utilisée comme limite de distance pour les analyses en Distance Sampling), chaque point permet de couvrir une surface de 12,6 hectares, et l'ensemble des 250 points couvre donc au total 31,4 km², presque la moitié de la surface étudiée, ce qui permet d'envisager une bonne qualité d'extrapolation.

Protocole. – Le relief localement très accidenté de la zone d'étude, la présence d'éboulis, de clôtures et de troupeaux de bovins en estive rendaient impossible l'échantillonnage par trajet et donc obligatoire l'échantillonnage par points. Trois années ont été nécessaires pour que notre équipe réalise les 250 points : 90 points en zone centrale (23 km² au-dessus de 1 500 m) en 2021, 113 points en 2022, et 47 points en 2023. L'objectif étant de situer pré-

cisément l'emplacement de l'observateur et celui des oiseaux contactés, nous avons surtout travaillé avec des tirages cartographiques sur papier (mais la saisie des données sur l'application « *Naturalist* » a été parfois utilisée). Avant chaque point d'écoute, nous avons autant que possible attendu quelques minutes, sans bouger, pour que les oiseaux s'habituent à notre présence. Toutes les espèces sont repérées à l'oreille ou à l'œil nu (jumelles utilisées uniquement pour confirmer ensuite et noter l'emplacement) et marquées à leur premier emplacement de contact. La détermination des distances a pu être réalisée grâce aux nombreux points de repère présents sur le terrain : blocs rocheux, éboulis, thalwegs, clôtures, pistes, sentiers, hétérogénéités de la végétation parfaitement visibles sur les photos aériennes utilisées. Pour l'Alouette des champs, la projection au sol du chanteur en vol a été utilisée comme mesure de distance même si cette démarche induit une approximation pour les individus situés à courte distance (LOVATY, 2020). Si l'oiseau se déplace par la suite, il n'en est pas tenu compte. Les points d'écoute de 10 minutes ont été réalisés chaque année entre début mai et fin juin, par conditions météorologiques favorables (pas de pluie, pas trop de vent), 1 à 4 heures après le lever du soleil. L'équidistance de 500 m entre chaque point a permis de réaliser 5 ou 6 points par matinée. 250 points de 10 minutes correspondent à 41 heures totales de relevé de terrain (mais l'étude a nécessité beaucoup plus de temps à cause des longues marches d'approche des points éloignés). L'exploitation des données a été réalisée avec le logiciel Distance (version 7-4), avec les oiseaux mâles (chanteurs) exclusivement, même si les autres individus ont été aussi notés.

RÉSULTATS

Résultats généraux

1 940 données de mâles chanteurs (sur 2 175 données au total, soit 89 %) ont été obtenues sur les 250 points, soit en moyenne 7,8 mâles chanteurs par point, toutes espèces confondues. Cela peut paraître faible, mais il s'agit de milieux d'altitude quasi-exclusivement herbacés. 44 espèces ont été notées pendant ces points d'écoute (TAB. II), dont seulement 26 apportent plus de 10 données et 9 plus de 50 données. En effet, de

TABLEAU II.— Les 44 espèces nicheuses contactées et leur nombre de données. Les espèces réellement nicheuses en milieu herbacé, de landes ou rocheux sont surlignées en vert. Les autres sont marginales : forêt ou buissons. Les huit espèces en caractère gras sont celles qui font l'objet d'une analyse approfondie dans la suite de cet article. *The 44 nesting species contacted and their number of data.*

The 44 breeding species recorded and their number of occurrences. Species that are truly breeding in grassland, heathland or rocky environments are highlighted in green. The others are marginal: forest or shrubland. The eight species in bold are those that are the subject of detailed analysis later in this article.

Espèce	N mâles	N moyen de mâles par point
Alouette des champs - <i>Alauda arvensis</i>	666	2,66
Pipit farlouse - <i>Anthus pratensis</i>	189	0,76
Pipit spioncelle - <i>Anthus spinoletta</i>	180	0,72
Pipit des arbres - <i>Anthus trivialis</i>	162	0,65
Fauvette à tête noire - <i>Sylvia atricapilla</i>	114	0,46
Linotte mélodieuse - <i>Acanthis cannabina</i>	55	0,22
Pinson des arbres - <i>Fringilla coelebs</i>	54	0,22
Pouillot véloce - <i>Phylloscopus collybita</i>	52	0,21
Merle noir - <i>Turdus merula</i>	50	0,20
Rougegorge familier - <i>Erithacus rubecula</i>	45	0,18
Traquet motteux - <i>Oenanthe oenanthe</i>	38	0,15
Coucou gris - <i>Cuculus canorus</i>	36	0,14
Fauvette grisette - <i>Sylvia communis</i>	34	0,14
Accenteur mouchet - <i>Prunella modularis</i>	28	0,11
Alouette lulu - <i>Lullula arborea</i>	23	0,09
Tarier pâtre - <i>Saxicola rubicola</i>	23	0,09
Grive draine - <i>Turdus viscivorus</i>	21	0,08
Grive musicienne - <i>Turdus philomelos</i>	20	0,08
Pie-grièche écorcheur - <i>Lanius collurio</i>	17	0,07
Rouge-queue noir - <i>Phoenicurus ochruros</i>	14	0,06
Tarier des prés - <i>Saxicola rubetra</i>	14	0,06
Pigeon ramier - <i>Columba palumbus</i>	13	0,05
Caille des blés - <i>Coturnix coturnix</i>	12	0,05
Bergeronnette des ruisseaux - <i>Motacilla cinerea</i>	12	0,05
Bruant jaune - <i>Emberiza citrinella</i>	11	0,04
Merle à plastron - <i>Turdus torquatus</i>	10	0,04
Mésange noire - <i>Periparus ater</i>	7	0,03
Troglodyte mignon - <i>Troglodytes troglodytes</i>	7	0,03
Bruant fou - <i>Emberiza cia</i>	5	0,02
Monticole de roche - <i>Monticola saxatilis</i>	4	0,02
Mésange charbonnière - <i>Parus major</i>	3	0,01
Fauvette des jardins - <i>Sylvia borin</i>	3	0,01
Chardonneret élégant - <i>Carduelis carduelis</i>	2	0,01
Corneille noire - <i>Corvus corone</i>	2	0,01
Faucon crécerelle - <i>Falco tinnunculus</i>	2	0,01
Bergeronnette grise - <i>Motacilla alba</i>	2	0,01
Pouillot fitis - <i>Phylloscopus trochilus</i>	2	0,01
Pie bavarde - <i>Pica pica</i>	2	0,01
Grimpereau des bois - <i>Certhia brachydactyla</i>	1	0,00
Bruant proyer - <i>Emberiza calandra</i>	1	0,00
Mésange bleue - <i>Parus caeruleus</i>	1	0,00
Rouge-queue à front blanc - <i>Phoenicurus phoenicurus</i>	1	0,00
Roitelet huppé - <i>Regulus regulus</i>	1	0,00
Serin cini - <i>Serinus serinus</i>	1	0,00

nombreuses espèces sont marginales dans notre échantillon de points: il s'agit surtout des espèces de lisière des milieux herbacés (forêt, landes, etc.) non ciblées dans notre étude comme le Pinson des arbres, la Grive draine, etc., qui se retrouvent par « accident » dans nos relevés. Les alouettes représentent à elles seules 34 % des données.

Estimation par Distance-Sampling des populations de quelques espèces

Comme dans nos précédentes études par Distance Sampling (GUÉLIN, 2016; GUÉLIN 2023, GUÉLIN *et al.*, 2018; GUÉLIN *et al.*, 2021a; GUÉLIN *et al.*, 2021b), nous avons fait varier un certain nombre de paramètres d'analyse (amplitude des classes de distance, distance maximale etc.). Pour chaque combinaison de paramètres, le modèle retenu est toujours celui qui donne le plus faible AIC (Indice d'Akaïké) pour un des modèles utilisés (Half-normal, Hazard-rate et Uniform). Le choix final de la meilleure combinaison de paramètres après les calculs du logiciel Distance est basé sur les meilleurs tests de χ^2 (comparaison entre l'histogramme des classes de distance de détection et le meilleur modèle mathématique descriptif de la courbe de détection) ainsi que sur la plus faible variabilité de l'estimation de densité (DCV exprimé en %).

Grâce aux nombreux points de repère présents sur les points de relevé, nous avons supposé que les mesures sur le terrain étaient exactes et nous les avons donc conservées. Nous avons alors pratiqué manuellement des regroupements de données par classes de distance: par exemple des classes de 0 à 40 m, puis de 20 en 20 m (jusqu'à 100 m) et ensuite 50 m (jusqu'à 200 m). Le regroupement de 0 à 40 m permet de lisser le manque de données à courte distance de certaines espèces comme l'Alouette, sans faire de troncature (LOVATY, com. pers.). Ce type de regroupement a souvent donné de très bons résultats. Les données au-delà de 200 m n'ont pas, sauf exception (Coucou gris), été prises en compte.

Nous avons aussi testé le regroupement des données de distance sur quatre classes (0-25, 25-50, 50-100, 100-200 m), suivant en cela les conseils de LOVATY (com. pers.) afin de prendre en compte une possible incertitude croissante de mesure de position avec la distance à l'observateur, ce qui a permis d'améliorer l'estimation pour une espèce (le

Traquet motteux), mais, globalement, les ordres de grandeurs des estimations d'effectifs sont très proches pour la plupart des combinaisons de paramètres testées. L'incertitude de l'estimation de la position de l'oiseau avec la distance à l'observateur n'affecte manifestement donc pas significativement les résultats obtenus.

Nous avons utilisé uniquement les données de mâles chanteurs, qui nous semblent les plus adaptées pour approcher au mieux les estima-

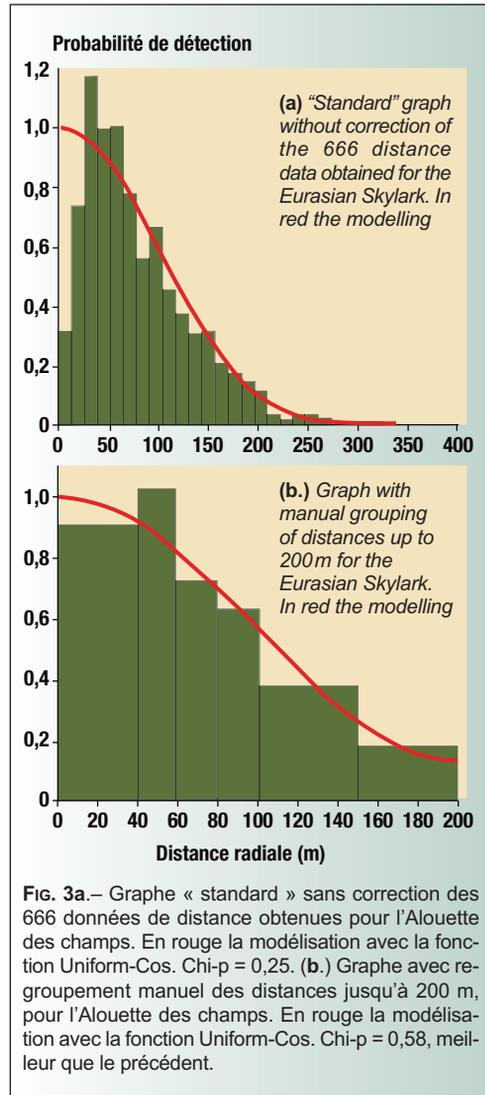


TABLEAU III.– Estimations des densités et taille de la population sur 65 km²
(1 chanteur = 1 couple estimé).

*Estimates of densities and population size over 65 km²
(1 singing male = 1 estimated pair).*

Espèce	Classement des données de distance (m)	Distance maximale	Meilleur modèle	Nombre de données	Probabilité de détection
Alouette des champs (<i>Alauda arvensis</i>)	40/20/20/20/50/50	200	Uniforme Cos	604	0,39
Pipit spioncelle (<i>Anthus spinoletta</i>)	40/20/20/20/50/50	200	Half-normal Cos	164	0,30
Pipit farlouse (<i>Anthus pratensis</i>)	40/20/20/20/50/50	200	Half-normal Cos	181	0,19
Pipit des arbres (<i>Anthus trivialis</i>)	40/20/20/20/50/50	200	Half-normal Cos	136	0,24
Linotte mélodieuse (<i>Acanthis cannabina</i>)	40/20/20/20/50/50	200	Hazar rate Cos	54	0,15
Traquet motteux (<i>Oenanthe oenanthe</i>)	25/50/100/200	200	Uniform S.P.	33	0,30
Coucou gris (<i>Cuculus canorus</i>)	Automatique	700	Uniform Cos	36	0,19
Fauvette à tête noire (<i>Sylvia atricapilla</i>)	Classes auto, tronc. 200	200	Uniform Cos	82	0,42
Espèce	Chi-p	DCV %	Densité (couples /km²) min - estim. - max	Population (couples / 65 km²) min - estim. - max	
Alouette des champs (<i>Alauda arvensis</i>)	0,58	6	44 - 49 - 55	2841-3189 - 3581	
Pipit spioncelle (<i>Anthus spinoletta</i>)	0,95	16	13 - 17 - 23	824 - 1119-1521	
Pipit farlouse (<i>Anthus pratensis</i>)	0,91	17	22 - 31 - 43	1457-2012 - 2778	
Pipit des arbres (<i>Anthus trivialis</i>)	0,82	21	12 - 18 - 27	777 - 1170-1762	
Linotte mélodieuse (<i>Acanthis cannabina</i>)	0,80	26	7 - 11 - 18	438 - 725 - 1200	
Traquet motteux (<i>Oenanthe oenanthe</i>)	0,86	25	2 - 4 - 6	143 - 231 - 374	
Coucou gris (<i>Cuculus canorus</i>)	0,61	25	0,3 - 0,5 - 0,8	19 - 32 - 52	
Fauvette à tête noire (<i>Sylvia atricapilla</i>)	0,66	18	4 - 6 - 9	285 - 403 - 570	

tions de densités. La plupart des analyses montrent une bonne qualité globale des données (très certainement grâce à la bonne homogénéité des habitats), en témoigne la figure 3a avec le graphe de probabilité de détection de l'Alouette des champs : la seule petite anomalie (anomalie « habituelle » dans presque toutes nos études sur cette espèce) est le léger déficit de données à courte distance pour cette espèce qui semble assez farouche à moins de 25 m. Cette anomalie est atténuée par le regroupement des données dans une première classe de distance de 40 m (FIG. 3b, le résultat de cette nouvelle répartition par classe de distance double la valeur du Chi-p). La courbe rouge représente le modèle mathématique Uniform Cosinus.

Le tableau III donne les estimations les plus fiables obtenues pour les 8 espèces retenues.

DISCUSSION

Dans ce qui suit il ne faut pas perdre de vue que les abondances relatives des espèces cartographiées ne sont pas comparables entre elles, en raison de leur détectabilité différente, bien que l'échelle des cartouches sur les cartes soit la même pour toutes les espèces.

En 2020 (GUÉLIN *et al.*, 2021) nous avons comparé l'estimation de la population de Pipit spioncelle sur deux quadrats contigus, totalisant 50,8 hectares au pied du Puy de Sancy (Val de Courre), par deux méthodes : Distance Sampling et cartographe des territoires. Nous avons obtenu des densités de 139 mâles/km² par la première méthode et 171 territoires/km² par la deuxième méthode. Nous retrouvons une caractéristique du Distance Sampling par points qui minore les effectifs pour des durées de relevé courtes et les majore excessivement pour des durées d'observation plus longues (LOVATY, 2021 pour la Pie-grièche écorcheur et LOVATY, 2022 pour l'Alouette lulu). Nos densités moyennes par Distance Sampling sur la zone étudiée sous-estiment donc la population réelle de toutes les espèces. Pour le Pipit spioncelle l'estimation par cartographie des territoires est cependant comprise dans la fourchette donnée par Distance Sampling. Cette sous-estimation varie d'une espèce à l'autre dans des proportions différentes liées à leur détectabilité propre. La com-

paraison des densités estimées par Distance Sampling et par cartographie des territoires sur les deux quadrats n'a été réalisée que pour le Pipit spioncelle car seule cette espèce a été étudiée par Distance Sampling. La correction de la sous-estimation pour toutes les espèces nécessiterait donc un étalonnage pour chacune d'entre elles afin de déterminer la durée de relevé en Distance Sampling qui donne la valeur la plus proche de celle obtenue par cartographie des territoires sur la même zone (LOVATY, 2021). Un tel travail dépasse notre budget temps sur ces vastes espaces dont la prospection demande de longues marches d'approche.

Alouette des champs - *Alauda arvensis*

L'estimation est de 3 200 chanteurs sur 65 km² (IC₉₅ %=[2 841;3 581]). En 2014, une estimation avait été tentée par extrapolation de résultats de cartographie de territoires obtenus sur le plateau du Guéry (GUÉLIN, 2015) : 3 700 couples d'Alouettes estimés pour les monts Dore (pour 95 km² de milieux ouverts au-dessus de 1 200 m). Ramené au prorata des 65 km² de la zone plus restreinte de l'étude actuelle (au-dessus de 1 350 m), l'estimation est alors de 2 500 couples ce qui est un peu inférieur à la valeur obtenue par Distance Sampling dix ans plus tard. La cartographie semi-quantitative (FIG. 4) du nombre de chanteurs de l'espèce sur chacun des 250 points de notre étude de 2023 montre que l'Alouette des champs est présente dans la plupart des secteurs du massif (210 points sur 250 effectués), excepté sur les pentes les plus fortes (comme dans les Vals de Courre ou d'Enfer). C'est donc l'oiseau des plateaux herbeux, mais pas des pentes herbeuses.

Sur l'ensemble du massif des monts Dore, en moyenne 2,7 chanteurs sont contactés par point, mais certains secteurs semblent présenter des densités beaucoup plus élevées. Ainsi, sur le plateau du Guéry (N = 40 points), nous obtenons une moyenne d'environ 4 chanteurs par point (presque 50 % de plus que la moyenne de l'ensemble du massif). Une estimation par Distance Sampling (basée sur cet échantillonnage de 40 points) portant uniquement sur le plateau du Guéry (n = 150 chanteurs) donne une densité approchant 100 mâles chanteurs par km² ! La densité moyenne (49 chanteurs par km²) fait par-

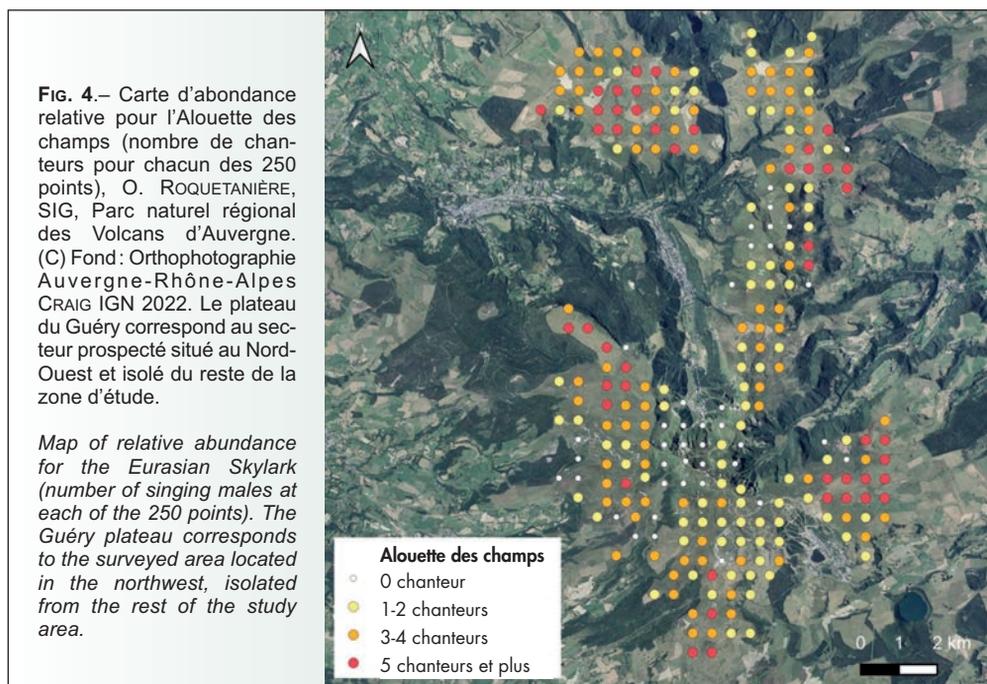


TABLEAU IV.– Synthèse bibliographique de densité de l'Alouette des champs dans des milieux comparables aux estives des monts Dore. *Bibliographic summary of Skylark density in environments comparable to the summer pastures of the Monts Dore.*

Auteur	Année de publication	Méthode	Surface Altitude	Milieu / au km ²	Densité
Présente étude	2024	DS par points	65 km²	Estives des monts Dore (>1 300 m)	49
BAZZI <i>et al.</i>	2015	Transect	0,7 km ²	Grigna, Préalpes italiennes (1 100-2 000 m)	10,5
BAZZI <i>et al.</i>	2015	Transect	0,7 km ²	Monte Muggio, Préalpes italiennes (1 100-2 000 m)	50,7
CATZEFITZ	1976	Quadrat	3,4 km ²	Col de Balme (Suisse), (1 900-2 450 m)	2,3-3
DULPHY	2006	Quadrat, transects	0,4 km ²	Estive du Cantal 15 (1 100 m)	100
FULLER <i>et al.</i>	2002	Quadrat	1,75 km ²	Angleterre, prairies (274-352 m)	16-53,5
GUÉLIN <i>et al.</i>	2018	DS points par point	80 km ²	Plateau agricole - 63 (1 000 m)	17
GUÉLIN <i>et al.</i>	2022	Quadrat	1,9 km ²	Limagne humide - 63 (300 m)	16-20
LOVATY	2020	Quadrat+DS trajets	4,7 km ²	Causses (1 000 m)	24
MEURET & GUÉLIN	2023	DS par points	24 km ²	Plateau agricole - 63 (800 m)	15
MEURET	2024, à paraître	DS par points	204 km ²	Limagne - 63 (300 m)	5

DS: Distance Sampling

tie des valeurs les plus élevées connues en Auvergne et en Europe dans des milieux comparables (TAB. IV).

Les densités élevées des monts Dore (mais aussi certainement des autres régions d'estives du département du Puy-de-Dôme: Cézallier, Hautes-Chaumes du Forez...) et du département voisin du Cantal, sont donc très importantes pour la conservation de cette espèce en diminution globale en France (FONTAINE *et al.*, 2020), mais qui conserve de fortes réserves de populations en montagne.

Pipit spioncelle - *Anthus spinoletta*

L'estimation obtenue est de 1 100 chanteurs sur 65 km² (IC₉₅ %=[824;1 521]). L'exploitation des données de la zone centrale autour du Puy de Sancy, au-dessus de 1 500 m d'altitude (90 points d'échantillon recensés en 2021 sur environ 24 km²) a permis d'obtenir une estimation de 937 chanteurs (IC₉₅ %=[679;1 293]), soit 85 % des effectifs de la zone complète de 65 km². La carte de densité relative (FIG. 5) montre quelques secteurs avec plus de cinq chanteurs/point d'écoute, presque tous situés autour du Puy de Sancy: Val de Courre, Val d'Enfer, Aiguilles du Sancy et

crêtes du Puy Ferrand. Un autre secteur assez dense, visible un peu plus au nord sur la figure 5, correspond au massif Adventif, du Puy de Monne au Puy de la Tache.

Sur cette zone centrale de 24 km², la densité moyenne estimée par Distance Sampling est de 40 chanteurs/km² alors qu'elle n'est que de 17 chanteurs/km² sur toute la zone étudiée, à cause de l'absence de l'espèce sur de nombreux points. Le quadrat effectué en 2019 et 2020 dans le Val de Courre (GUÉLIN *et al.*, 2021 a et b) avait permis de mettre en évidence une densité assez extraordinaire de 80 chanteurs/50 ha sur cette vallée certainement privilégiée (l'équivalent de 160 chanteurs/km²). Les 1 100 chanteurs/couples du massif des monts Dore, additionnés aux quelques dizaines de couples nicheurs du massif du Cézallier plus au sud (50 à 100 couples?), du Forez à l'est (non connu mais peut-être presque nul aujourd'hui, LOVATY, com. pers.), et du sommet du Puy-de-Dôme au Nord (10 à 12 couples; CLAMENS, 2024), aboutissent à une évaluation assez solide de la population départementale du Pipit spioncelle de l'ordre de 1 200 à 1 300 couples dans le Puy-de-Dôme.

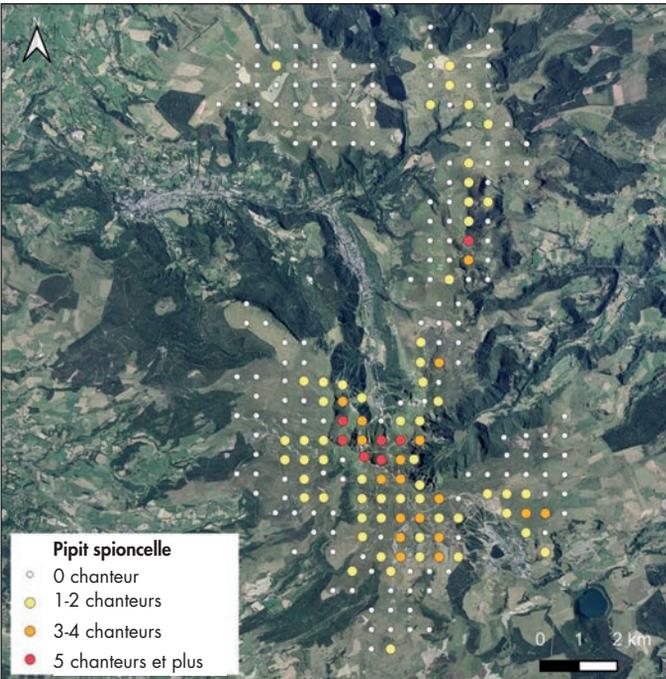


FIG. 5.— Carte de densité relative pour le Pipit spioncelle (nombre de chanteurs pour chacun des 250 points) O. ROQUETANIÈRE, SIG, Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne. (C) Fond: Orthophotographie Auvergne-Rhône-Alpes CRAIG IGN 2022.

Relative density map for the Water Pipit (number of singing males at each of the 250 points).

Pipit farlouse - *Anthus pratensis*

Nous obtenons une estimation de 2 000 chanteurs environ (IC₉₅ %=[1457;2778]). L'essentiel des populations de cette espèce est concentré sur des plateaux avec des prairies à callune et myrtille, au-dessus de 1 400 m d'altitude (FIG. 6). La densité moyenne est de 31 chanteurs par km² (IC₉₅ %=[22;43]).

Peu d'études fournissent des densités obtenues sur des surfaces aussi conséquentes. GUÉLIN (1988) trouve 32 couples sur un total de 129 ha de plusieurs parcelles très dispersées de landes à callunes et myrtilles en Chaîne des Puys, soit 25

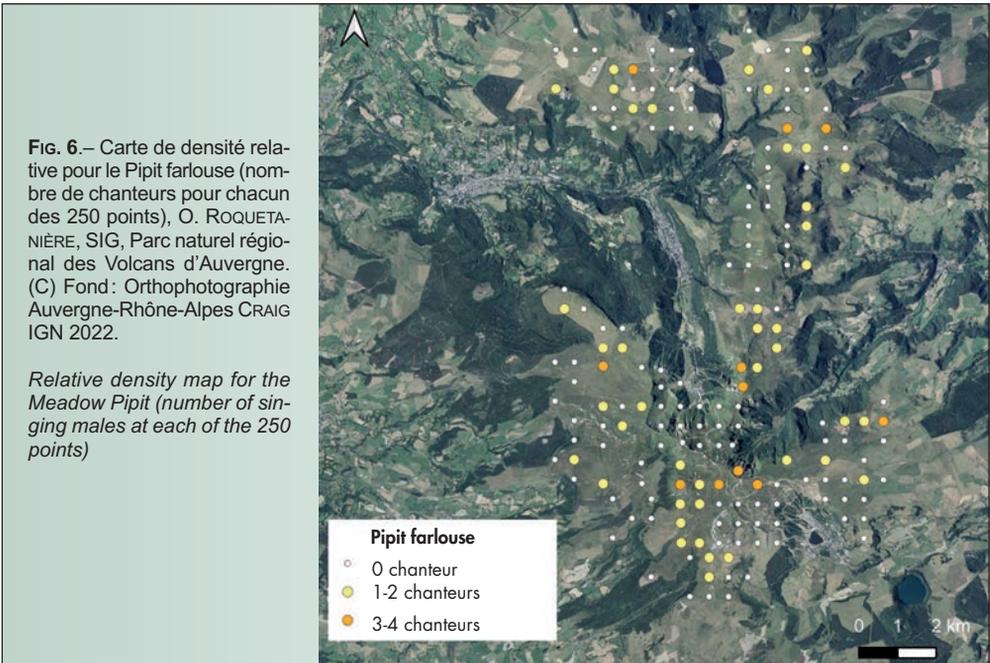
couples/km² (mais cette petite population s'est considérablement réduite en-dessous de 1 200 mètres d'altitude depuis cette période). Sur le plateau du Guéry, le même auteur (GUÉLIN, 2023) trouve une densité de 9 chanteurs par km², alors qu'en 2014, neuf ans plus tôt, elle était sur la même surface de 100 hectares, de l'ordre de 44 chanteurs ! Une diminution très forte des densités aux alentours de 1 300 mètres est donc probable. Cependant au-dessus de l'altitude de 1 400 ou 1 500 mètres, le Pipit farlouse reste une espèce fréquente et il est donc un témoin intéressant à suivre dans le cadre du réchauffement global.

TABLEAU V.- Synthèse bibliographique de densité du Pipit farlouse dans des milieux comparables aux estives des monts Dore.

Bibliographic summary of the density of the Meadow Pipit in environments comparable to the summer pastures of the Monts Dore.

Auteur	Année de publication	Méthode	Surface	Milieu / Altitude	Densité au km ²
Présente étude	2024	DS par points	65 km²	Estives des monts Dore (>1 300 m)	31
FULLER <i>et al.</i>	2002	Quadrat	1,75 km ²	Angleterre, prairies (env. 300 m)	17-28,3
GUÉLIN	1988	Quadrat	1,3 km ²	Landes à callunes et herbacées (900-1 400 m)	25

DS: Distance Sampling



Pipit des arbres - *Anthus trivialis*

La population du Pipit des arbres est estimée à 1170 chanteurs sur les 65 km² de l'étude (IC₉₅ %=[777; 1762]), ce qui correspond à environ 18 couples/km² (IC₉₅ %=[12; 27]). Il côtoie à cette altitude les deux autres espèces de pipit dans un joyeux mélange pédagogique pour l'ornithologie. La répartition du Pipit des arbres n'est pas homogène sur la zone d'étude (FIG. 7). En effet, de vastes secteurs n'ont pas montré une forte présence de l'espèce. Bien que son biotope de prédilection soit le bocage avec des zones pâturées, le Pipit des arbres s'accommode pourtant très bien des secteurs asylvatiques grâce aux rochers épars qui lui servent de poste de chant. Les secteurs jouxtant des lisières forestières ont logiquement fourni davantage de données de chanteurs.

Dans ces milieux très ouverts, la densité de Pipit des arbres est logiquement plus faible que celle évaluée par exemple dans des futaies en régénération pour lesquelles on observe les densités les plus élevées (3,3 couples/10 ha) (ISSA in ISSA & MULLER, 2015). Cependant, cette densité correspond à celle trouvée sur les estives de la Chaîne des Puys il y a presque trente ans

(DULPHY & GRAVELAT, 1996). Les études plus récentes menées dans le Puy-de-Dôme sur des paysages agricoles de moyenne altitude (GUÉLIN, 2018; MEURET, 2023) donnent des valeurs de 5,4



PHOTO 2.— Pipit des arbres (Photo F. GUÉLIN).
Tree Pipit.

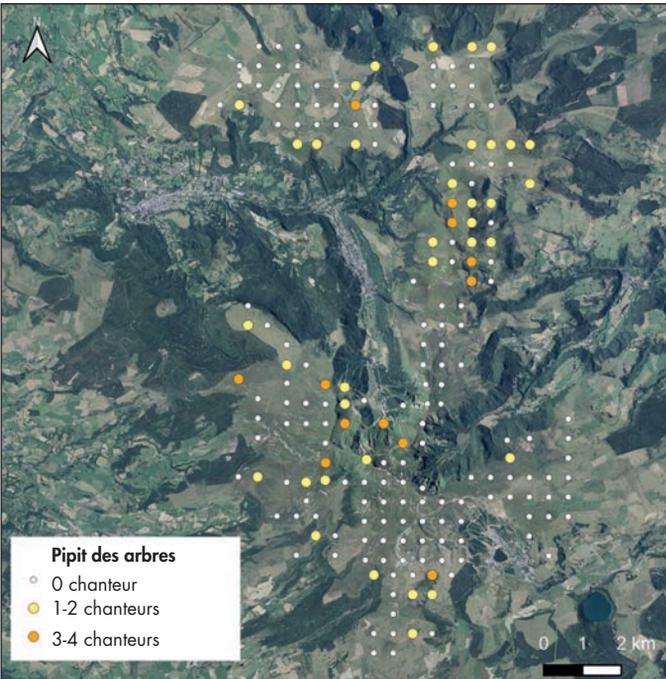


FIG. 7.— Carte de densité relative pour le Pipit des arbres (nombre de chanteurs pour chacun des 250 points), O. ROQUETANIÈRE, SIG, Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne. (C) Fond : Orthophotographie Auvergne-Rhône-Alpes CRAIG IGN 2022.

Relative density map for the Tree Pipit (number of singing males at each of the 250 points).

TABLEAU VI.— Synthèse bibliographique de densité du Pipit des arbres dans des milieux comparables aux estives des monts Dore.

Bibliographic summary of density of the Tree Pipit in environments comparable to the summer pastures of the Monts Dore.

Auteur	Année de publication	Méthode	Surface	Milieu	Densité / km ²
					min. - estim. - max.
Présente étude	2024	DS par points	65 km²	Estives des monts Dore (>1 300 m)	12 - 18 - 27
BAZZI <i>et al.</i>	2015	Transect	0,7 km ²	Grigna, Préalpes italiennes (1 100-2 000 m)	52,3
BAZZI <i>et al.</i>	2015	Transect	0,7 km ²	Monte Muggio, Préalpes italiennes (1 100-2 000 m)	41,7
GUÉLIN <i>et al.</i>	2020	Quadrat	0,51 km ²	Monts-Dore, estives (1 350 à 1 700 m)	22
GUÉLIN	2015	Quadrat	14 km ²	Plateau du Guéry, Monts Dore (63)	9
GUÉLIN <i>et al.</i>	2018	DS par points	80 km ²	Prairies agricoles de moyenne altitude (63)	4,1 - 5,4 - 7,1
MEURET & GUÉLIN	2023	DS par points	24 km ²	Plateaux agricoles granitiques (63)	1,6 - 2,3 - 3,4

DS: Distance Sampling

et 2,3 couples/km², beaucoup plus faibles que celles estimées dans notre étude. Ces valeurs ne reflètent cependant peut-être pas la réalité des populations de cette espèce. En effet, une étude sur les Hautes Chaumes du Forez (Puy-de-Dôme et Loire; LOVATY, à paraître) montre qu'en altitude, il y a un étalement des arrivées qui oblige à répartir les recensements sur une période longue, qu'il y a des territoires surnuméraires, tardifs et/ou temporaires, et que la reproduction ne semble pas systématique.

En Auvergne, CLAMENS & GUÉLIN (2024) montrent que le Pipit des arbres affiche une régression rapide (sur une période de 13 ans) à presque toutes les altitudes. Au-dessus de 1 300 m, comme ici dans cette étude, sa régression est réelle mais limitée, comparativement à la plaine de laquelle il a quasi-disparu. Les pelouses de l'étage subalpin, prospectées lors de cette étude, ne subissent qu'un pâturage bovin extensif: elles semblent donc rester des zones dans lesquelles le Pipit des arbres se maintient mieux qu'ailleurs, malgré la rareté des arbres.

Traquet motteux - *Oenanthe oenanthe*

Avec environ 265 couples (IC₉₅ %=[156; 448]) la population de notre zone d'étude correspondrait, sur 65 km², à 1 % de la population

française qui a été estimée entre 20 000 et 30 000 couples (ISSA *in* ISSA & MULLER, 2015). Extrapolées à l'ensemble de l'étage subalpin auvergnat (surface de 54 484 ha) ces valeurs permettent d'estimer la population de l'ancienne région Auvergne à environ 2 000 couples. La densité calculée de 4 couples/km² se situe dans les valeurs les plus faibles de la littérature dans des milieux équivalents (TAB. VII). Le nombre de données (33) place cette espèce en 11^e position d'abondance. Mais ces faibles valeurs sont à relier à l'exigence de l'espèce pour des éléments rocheux, une caractéristique qui n'est présente sur notre zone d'étude que dans les secteurs où un relief plus marqué (cheminées volcaniques et dykes) permet la présence d'éboulis (voir GUÉLIN *et al.*, 2020). Le Traquet motteux est ainsi rare ou absent des plateaux qui abritent de fortes densités d'Alouettes des champs. Avec la régression très forte de l'espèce à basse altitude en France (plaines et moyenne montagne, ISSA *in* ISSA & MULLER, 2015) et en Europe (VAN TURNHOUT & VAN OOSTEN *in* KELLER *et al.*, 2020) des massifs comme les monts Dore apparaissent aujourd'hui comme des zones refuges pour le Traquet motteux tant qu'un pâturage extensif y maintient une végétation herbacée assez rase.

TABLEAU VII.– Synthèse bibliographique de densité du Traquet motteux dans des milieux comparables aux estives des monts Dore.
Bibliographic summary of density of the Wheatear in environments comparable to the summer pastures of the Monts Dore.

Auteur	Année de publication	Méthode	Surface	Milieu / Altitude	Densité au km ²
Présente étude	2024	DS par points	65 km²	Estives des monts Dore (>1 300 m)	4
COMBRISON	2009	?	1,5 km ²	Dévoluy, Hautes-Alpes (1 900-2 100 m)	20,6
CATZFLITZ	1976	Quadrat	3,4 km ²	Col de Balme (Suisse), (1 900-2 450 m)	2,5
BAZZI <i>et al.</i>	2015	Transect	0,7 km ²	Grigna, Préalpes italiennes (1 100-2 000 m)	20,9
BAZZI <i>et al.</i>	2015	Transect	0,7 km ²	Monte Muggio, Préalpes italiennes (1 100-2 000 m)	50,7
GUÉLIN <i>et al.</i>	2020	Quadrat	0,51 km ²	Monts-Dore, estives rocheuses (1 350-1 700 m)	12
LOVATY	2017	DS par trajets et quadrat	47 km ²	Causse de Sauveterre, Lozère (1 000 m)	2,1-2,5

DS : Distance Sampling

Linotte mélodieuse - *Carduelis cannabina*

Avec 11 couples/km² (IC₉₅ %=[7;18]), la Linotte mélodieuse atteint dans ces milieux des densités bien plus élevées que celles relevées dans des milieux d'altitude équivalente (Tableau 8) ce qui peut être dû à l'homogénéité de notre zone d'étude constituée quasi exclusivement d'espaces ouverts peu perturbés et stables qui lui sont favorables, avec les quelques zones de genêts nécessaires pour sa reproduction. Mais nous sommes loin des densités (30 à 50 couples/km²) mesurées parfois à plus basse altitude (BARNAGAUD *in* ISSA & MULLER, 2015)

dans des milieux qui doivent lui fournir davantage de ressources alimentaires (graines) et de sites de nidification (arbustes). La densité est proche de celle relevée en 2019 sur des zones agricoles granitiques toutes proches (9,9 couples/km²; MEURET & GUÉLIN, 2023). La population de notre zone d'étude (725 couples, IC₉₅ %=[438;1200]), contrairement à celles de plaine, n'est pas menacée par l'intensification agricole ou la fermeture des milieux à cause de la déprise rurale, facteurs responsables de la régression de la Linotte mélodieuse en France (BARNAGAUD *in* ISSA & MULLER, 2015). Son

TABLEAU VIII.– Synthèse bibliographique de densité de la Linotte mélodieuse dans des milieux comparables aux estives des monts Dore.
Bibliographic summary of density of the Common Linnet in environments comparable to the summer pastures of the Monts Dore.

Auteur	Année de publication	Méthode	Surface	Milieu / Altitude	Densité au km ²
Présente étude	2024	DS par points	65 km²	Estives des monts Dore (>1 300 m)	11
BAZZI <i>et al.</i>	2015	Transect	0,7 km ²	Grigna, Préalpes italiennes (1 100-2 000 m)	2,5
GUÉLIN F. <i>et al.</i>	2018	DS par points	80 km ²	Plateau agricole – 63 (1 000 m)	7,2
MEURET & GUÉLIN	2023	DS par points	24 km ²	Plateaux agricoles granitiques (63)	9,9
FULLER <i>et al.</i>	2002	Quadrat	1,75 km ²	Angleterre, prairies (300 m)	1-5,1

DS : Distance Sampling

maintien est tributaire de celui de l'élevage bovin extensif. La nidification en semi-colonie induit une répartition hétérogène qui relativise les densités mesurées. Sur une zone de 24 km² toute proche (milieux agricoles sur substrat granitique), DULPHY & GUÉLIN (2023) ont montré une diminution de près de 70 % des effectifs entre 1992 (32,4 couples/km²) et 2019 (9,9 couples/km²).

Coucou gris - *Cuculus canorus*

La densité du Coucou gris sur notre zone d'étude (0,5 couple/km², IC₉₅ %=[0,3;0,8]) est deux à trois fois plus faible que celles données par la littérature en milieu boisé. En Auvergne, LOVATY (1979) donne un maximum de 1,4 couple/km² dans des forêts de plaine de l'Allier et ISSA (in ISSA & MULLER, 2015) de 1,4 à 1,6 couple/km² dans les massifs forestiers français de grande superficie. Il n'existe pas à notre connaissance de mesures de densité dans des prairies subalpines comparables à celles que nous avons étudiées. La faiblesse des densités obtenues peut provenir d'une richesse trophique (chenilles) plus faible à ces altitudes. Les densités et la diversité des espèces parasitées peuvent aussi être un facteur explicatif. En effet, parmi les six espèces les plus abondantes sur nos relevés seul le Pipit farlouse est connu pour être un hôte régulier du Coucou gris (GÉROUDET, 2010). La régression marquée de cette espèce hôte notée par GUÉLIN (2023) et CLAMENS & GUÉLIN (2024) pourrait donc avoir un impact négatif sur les populations de Coucou gris à ces altitudes.

Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*)

La Fauvette à tête noire est un passereau des milieux arborés et buissonnants. Il peut donc être surprenant qu'elle arrive en cinquième position quand on classe par abondance décroissante les espèces de nos milieux majoritairement ouverts. Avec 6 couples/km² (IC₉₅ % = [4;7]) et un total d'un peu plus de 300 couples (IC₉₅ %=[241;464]) sur 65 km², ces valeurs sont cependant bien en dessous de celles obtenues dans ses milieux boisés de prédilection à plus basse altitude où les densités varient en France entre 33 et 600 couples/km² (DECEUNINCK in ISSA & MULLER, 2015). Sur notre zone d'étude, la Fauvette à tête noire est présente dans les saulaies très basses et les hautes mégaphorbiaies des vallons humides. Entre 2008 et 2023, la base de données Faune-AuRA.org fournit pour l'Auvergne 405 données de nidification probable ou certaine de cette espèce au-dessus de 1 300 m d'altitude avec une altitude renseignée. Mais seulement sept sont des nidifications certaines avec deux nourrissages de nichée à 1 388 m et 1 424 m et cinq de jeunes fraîchement envolés. 95,6 % des données concernent des mâles chanteurs. Cette distribution s'explique par la difficulté à pénétrer ces milieux buissonnants très fermés, au sol souvent gorgé d'eau, et donc à prouver la réalité de la nidification de la Fauvette à tête noire dans ces milieux marginaux pour elle.

CONCLUSION

Sur notre zone d'étude de 65 km², les huit espèces analysées totalisent 1 494 mâles chanteurs sur 1 940, soit 77 % des contacts, c'est à dire une

TABLEAU IX. – Synthèse bibliographique de densité du Coucou gris dans des milieux comparables aux estives des monts Dore.

BBibliographic summary of density of the Common Cuckoo in environments comparable to the summer pastures of the Monts Dore.

Auteur	Année de publication	Méthode	Surface	Milieu / Altitude	Densité au km ²
Présente étude	2024	DS par points	65 km²	Estives des monts Dore (>1 300 m)	0,5
GUÉLIN	2021	Quadrat	0,4 km ²	Bocage boisé collinéen (La Serre)	1,3
MEURET & GUÉLIN	2023	DS par points	24 km ²	Plateaux agricoles granitiques (63)	1,5

DS: Distance Sampling

grande majorité du peuplement. Ces espèces ont une densité cumulée de 135,5 couples/km² ou 13,6 couples/10 ha. Nous pouvons raisonnablement estimer que la densité totale du peuplement avien de ces estives, avec les autres espèces non étudiées par Distance Sampling, est proche de 150 à 180 couples/km² (15-18 couples/10 ha).

Les milieux étudiés sont très originaux car ils sont le résultat d'une transformation anthropique historique par le pâturage d'estive qui maintient exceptionnellement des milieux ouverts de type alpin à moyenne altitude (JOLY & LECOMPTE, 1988). Les Pipits spioncelles sont particulièrement abondants dans cette zone de moyenne montagne extrêmement restreinte. Les Pipits des arbres nichant fréquemment dans des sites sans arbres mais avec des rochers comme perchoirs sont également très particuliers. Quant au Pipit farlouse, il s'agit d'un des derniers bastions français de l'espèce. Les Alouettes des champs et leurs densités exceptionnelles sont également à souligner. Ces estives, résultat d'une transformation profonde du milieu originel par l'homme, sont donc des zones refuge pour des espèces qui ont régressé à basse altitude à la suite notamment des changements d'occupation des terres et de l'intensification agricole.

Parmi les espèces étudiées, certaines sont connues pour être sensibles au réchauffement climatique (JIGUET *et al.*, 2007; RIGAL *et al.*, 2023) comme le Traquet motteux, le Pipit farlouse et le Pipit des arbres. Cette étude (et les autres études qui l'ont précédée depuis cinq ans sur le massif des monts Dore) propose des estimations d'effectifs de tous ces passereaux potentiellement impactés qui permettront ainsi une comparaison avec les données obtenues dans le futur.

Pour compléter ces outils de suivi, nous lançons actuellement des circuits du programme STOM (Suivi Temporel des Oiseaux de Montagne) au-dessus de 1 400 mètres même si les massifs auvergnats sont de petite superficie, pour évaluer la capacité de cette méthodologie à mesurer localement tous les changements à venir. Enfin, la reprise d'ici cinq à dix ans des quadrats ou points d'écoute effectués depuis 2019 devrait permettre d'en savoir davantage sur les modifications de ces populations dans le contexte des changements globaux. ●

BIBLIOGRAPHIE - SITOGRAPHIE

Ce projet est le fruit d'une collaboration entre les observateurs bénévoles de la LPO AuRA, la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy, la réserve naturelle nationale de la vallée de Chaudesfour et le syndicat mixte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne. Remerciements à Olivier ROQUETANIÈRE (PNR des Volcans d'Auvergne) qui a réalisé les cartes et François LOVATY et François SUEUR pour leur relecture constructive de la première version du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE - SITOGRAPHIE

- ANTONETTI (P.), BRUGEL (E.), KESSLER (F.), BARBE (J.-P.) & TORT (M.) 2006.– *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif Central, 984 p.
- AURIER (R.), FARGEIX (C.), GUÉLIN (F.) & MEURET (J.-P.) 2015.– Étude de l'avifaune du Domaine Royal de Randan (Puy-de-Dôme). *Le Grand-Duc*, 83 : 89-106.
- BAZZI (G.), FOGLINI (C.), BRAMBILLA (M.), SAINO (S.) & RUBOLINI (D.) 2015.– Habitat management effects on Prealpine grassland bird communities. *Italian Journal of Zoology*, 82 (2) : 251-261.
- BUCKLAND (S.T.), ANDERSON (D.R.), BURNHAM (K.P.) & LAAKE (J.L.) 1993.– *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, London. 446 p.
- BUCKLAND (S.T.), ANDERSON (D. R.), BURNHAM (K. P.), LAAKE (J.L.), BORCHERS (D.L.) & THOMAS (L.) 2001.– *Introduction to Distance Sampling*. Oxford University Press, Oxford.
- CATZEFUS (F.) 1976.– Les oiseaux nicheurs du Col de Balme (Trient, VS). *Bulletin de la Murithienne*, 93 : 81-92.
- CLAMENS (A.) 2024.– Estimation de la population nicheuse du Pipit spioncelle (*Anthus spinoletta*) au sommet du Puy-de-Dôme (63, France). *Le Grand-Duc*, 92 : 40-43.
- CLAMENS (A.) & GUÉLIN (F.) 2024.– Évolution des populations d'Alouette des champs (*Alauda arvensis*), de Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) et de Pipit des arbres (*Anthus trivialis*) en Auvergne sur une période de treize ans. *Le Grand-Duc*, 93 : 1-13.
- KABOUCHE (B.), FUTTI (A.), KAYSER (Y.) & OLIOSO (G.) 2009.– *Atlas des oiseaux nicheurs de PACA*. Delachaux & Niestlé, Paris.
- DULPHY (J.-P.) 2006.– Suivi ornithologique d'une estive du Cantal pendant trois années. *Le Grand-Duc*, 68 : 9-14.



A. CLAMENS



CYRILLE JALLAGEAS



A. CLAMENS

- DULPHY (J.-P.) & GUÉLIN (F.) 2023.– L'avifaune de plateaux agricoles granitiques au sud de Clermont-Ferrand - Trente ans après, estimation des populations de quelques espèces des années 1990 par Distance Sampling et Indices Ponctuels d'Abondance. *Le Grand-Duc*, 91 : 84-96.
- FONTAINE (B.), MOUSSY (C.), CHIFFARD CARRICABURU (J.), DUPUIS (J.), COROLLEUR (E.), SCHMAITZ (L.), LORRILLIÈRE (R.), LOÏS (G.) & GAUDARD (C.) 2020.– *Suivi des oiseaux communs en France 1989-2019: 30 ans de suivis participatifs*. MNHN-Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation, LPO BirdLife France - Service Connaissance, Ministère de la Transition écologique et solidaire. 46 p.
- FULLER (R.J.), WARD (E.), HIRD (D.) & BROWN (A.F.) 2002.– Declines of ground-nesting birds in two areas of upland farmland in the south Pennines of England. *Bird Study*, 49 (2) : 146-152.
- GÉROUDET (P.) 2010.– *Les Passereaux d'Europe. Tome 1, des coucous aux merles*. Delachaux & Niestlé, Paris.
- GUÉLIN (F.) 1988.– Le Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) en Chaîne des Puys. *Le Grand-Duc*, 33 : 27-28.
- GUÉLIN (F.) 2015.– Estimation des populations d'espèces d'oiseaux prairiales (Pipits, Alouettes) du massif du Sancy par différentes méthodes d'extrapolation. *Le Grand-Duc*, 83 : 2-23.
- GUÉLIN (F.) 2016.– Test de la méthode du Distance Sampling pour évaluer les populations de pipits et d'alouettes du plateau du Guéry dans le Sancy (63).

- Le Grand-Duc*, 84 : 77-85.
- GUÉLIN (F.) 2018.– Dénombrement par Distance Sampling des populations nicheuses de passereaux communs dans la Réserve Naturelle Nationale du Val d'Allier (03). *Le Grand-Duc*, 86 : 2-31.
 - GUÉLIN (F.) 2021.– Estimation des densités de l'avifaune commune des pentes de la Montagne de la Serre (63) par la méthode de cartographie des territoires. *Le Grand-Duc*, 88 : 95-108.
 - GUÉLIN (F.) 2023.– Variations de populations de Pipits farlouse et d'Alouette des Champs sur le plateau du Guéry entre 2014 et 2023. *Le Grand-Duc*, 91 : 115-127.
 - GUÉLIN (F.), CARRIAS (J.-F.), CLAMENS (A.), MEURET (J.-P.) & SAULAS (G.), 2018.– Évaluation des populations de passereaux communs nicheurs d'un plateau agricole du Puy-de-Dôme (France) par la méthode du « Distance Sampling ». *Alauda*, 86 (4) : 279-298.
 - GUÉLIN (F.), LEROY (T.), CLAMENS (A.) & JALLAGEAS (C.) 2020.– Étude des oiseaux nicheurs subalpins d'une vallée du massif du Sancy (63) par la méthode de cartographie des territoires. Résultats du printemps 2019. *Le Grand-Duc*, 88 : 53-74.
 - GUÉLIN (F.), LEROY (T.), CLAMENS (A.) & JALLAGEAS (C.) 2021a.– Densités remarquables du Pipit spioncelle *Anthus spinoletta* dans le massif des monts Dore (Puy-de-Dôme, Massif central, France). *Alauda*, 89 (3) : 161-170.
 - GUÉLIN (F.), LEROY (T.), CLAMENS (A.) & JALLAGEAS (C.), 2021b.– Note sur la méthode du distance sampling appliquée au Pipit spioncelle. *Le Grand-Duc*, 89 : 51-57.
 - INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL (IGN), 2018.– Cartographie CORINE Land Cover (<https://www.geoportail.gouv.fr>).
 - ISSA (N.) & MULLER (Y.), coord., 2015.– *Atlas des oiseaux de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale*. LPO/SEOF/MNHN. Delachaux & Niestlé, Paris.
 - JIGUET (F.), GADOT (A.-S.), JULLIARD (R.), NEWSON (S.) & COUVET (D.) 2007.– Climate envelope, life history traits and the resilience of birds facing global change. *Global Change Biology*, 13 : 1 672-1 684.
 - JOY (M.C.) & LECOMTE (M.) 1988.– L'origine de l'asylvatisme de haute altitude en Auvergne, une question controversée l'exemple du Cantal. *Documents de cartographie écologique*, Grenoble, volume XXXI, 49-60.
 - KELLER (V.), HERRANDO (S.), VORSEK (P.), FRANCH (M.), KIPSON (M.), MILANESI (P.), MARTI (D.), ANTON (M.), KIVANOVA (A.), KALYAKIN (A.), BAUER (H.G.) & FOPPEN (R.P.B.) 2020.– *European Breeding Bird Atlas 2, Abundance and Change*. EBCC & Lynx Edicion, Barcelona.
 - LOVATY (F.) 1979.– Essai de dénombrement du Coucou gris *Cuculus canorus* par une rapide méthode ponctuelle. *Nos Oiseaux*, 35 : 17-21.
 - LOVATY (F.) 2017.– Une vérification de la méthode du « Distance Sampling » pour recenser les traquets motteux *Oenanthe oenanthe* sur un causse de Lozère. *Alauda*, 85(1) : 53-61.
 - LOVATY (F.) 2020.– Est-il facile de recenser l'Alouette des champs *Alauda arvensis* par la méthode du « Distance Sampling » ? Test sur les pelouses d'un causse de Lozère (France). *Alauda*, 88 (1) : 3-14.
 - LOVATY (F.) 2021.– Comparaison de quatre méthodes pour recenser la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio* dans un bocage du Livradois-Forez (Puy-de-Dôme, France). *Alauda*, 89(3) : 171-179.
 - LOVATY (F.) 2022.– Relevés en « site occupancy » et en IPA versus « distance sampling » par points d'observation : exemple de l'Alouette lulu *Lullula arborea* sur les Hautes Chaumes du Forez. *Le Grand-Duc*, 90 : 53-58.
 - LPO Auvergne, 2010.– *Atlas des oiseaux nicheurs d'Auvergne*, Delachaux & Niestlé, Paris.
 - MEURET (J.-P.) & GUÉLIN (F.) 2023.– L'avifaune de plateaux agricoles granitiques au sud de Clermont-Ferrand. Estimation des populations d'oiseaux nicheurs communs au printemps 2019 par la méthode du Distance Sampling et comparaison de plusieurs méthodes et durées d'inventaire. *Le Grand-Duc*, 91 : 27-83.
 - RIGAL (R.), DAKOS (V.), ALONSO (H.), AUNINS (A.), BENKO (Z.), BROTONS (L.), CHODKIEWICZ (T.), CHYLARECKI (P.), DECARU (E.), DELMORAL (J.-C.), DOMSA (C.), ESCANDELL (V.), FONTAINE (B.), FOPPEN (R.), GREGORY (R.), HARRIS (S.), HERRANDO (S.), HUSBY (M.), IERONYMIDOU (C.), JIGUET (F.), KENNEDY (J.), KIVANOVA (A.), KMECL (P.), KUCZYNSKI (L.), KURLAVICIUS (P.), ATLEKÁLÁS (J.), LEHIKOINEN (A.), LINDSTRÖM (A.), LORRILLIÈRE (R.), MOSHØJ (C.), NELLIS (R.), NOBLE (D.), PALMESKILDSEN (D.), PAQUET (J.-Y.), PELISSIE (M.), LADEVALL (C.), PORTOLOU (D.), REIF (J.), SCHMID (H.), SEAMAN (B.), SZABO (Z.), SZEPE (T.), TELLINIFLORENZANO (G.), TEUFELBAUER (N.), TRAUTMANN (S.), VANTURNHOUT (C.), VERMOUZEK (Z.), VIKSTRÖM (T.), VORISEK (P.), WEISERBS (A.) & DEVICTOR (V.) 2023.– Farmland practices are driving bird population decline across Europe. *PNAS* May 15, 2023, 120 (21), e2216573120 (<https://doi.org/10.1073/pnas.2216573120>).
 - UNIVERSITÉ DE SAINT ANDREW (Écosse), version 2016.– Site web « Distance project website » (<http://distancesampling.org>).