

Caractéristiques spatiales des territoires et domaines vitaux de la Gorgebleue à miroir
dans un paysage fragmenté de marais salants

Elisa GRÉGOIRE



Photos : Elisa Grégoire

REMERCIEMENTS

De nombreuses personnes m'ont conseillée, aidée et soutenue tout au long de ce stage et je leur adresse de chaleureux remerciements. Tout d'abord, je remercie vivement Laurent Godet et Matthieu Marquet qui sont à l'origine de ce stage et qui m'ont fait confiance pendant ces sept mois intenses. Merci à toute l'équipe du laboratoire Géolittomer, à Denis Mercier et au Parc naturel régional de Brière pour leur accueil.

Je ne remercierai jamais assez Marie-Christine Eybert qui m'a offert la possibilité de travailler sur un jeu de données extraordinaire sur la population de Gorgebleues des Bolles, ainsi que toute son équipe, en particulier Patrick Bonnet, Sophie Questiau et Thomas Geslin. Merci pour votre accueil, vos conseils, et les bons moments passés autour des tables de baguage. Merci à Jérôme Fournier pour son aide précieuse sur le terrain qui nous a permis de suivre nos mâles pendant plus de trois semaines ! Merci de m'avoir fait découvrir le monde du baguage, maintenant que j'y ai mis le pied, je ne pense pas en sortir de sitôt. Merci également à toute l'équipe d'Arild Johnsen sans qui nous n'aurions sans doute pas réussi autant de captures. J'adresse également de vifs remerciements aux paludiers du Mès qui m'ont laissée arpenter leur marais avec bienveillance.

Un grand merci à ceux qui m'ont aidée à rédiger ce rapport. Laurent et Matthieu bien sûr pour leurs conseils, leur enthousiasme toujours communicatif et leur bonne humeur. Merci également à Vincent Devictor pour ses lumières sur les statistiques.

Enfin, merci à tous ceux et celles qui m'ont fait passer un super séjour à Nantes et en Brière : Marie, Elie et Marie avec qui j'ai partagé bien plus qu'un bureau, Marianne, Lorène et Kévin pour leur visites dans les marais et leur intérêt (et merci Marianne pour tes conseils cartographiques !), et tous ceux que j'ai croisés sur les camps de baguage du mois d'août et qui m'ont permis de faire mes premiers pas dans ce milieu, en particulier Pierre et Françoise avec qui j'ai bagué ma première Gorgebleue !



SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	1
II. MATERIEL ET METHODES	3
1. Espèce modèle : la Gorgebleue à miroir de Nantes	3
2. Site d'étude	4
3. Cartographie des sites d'étude	5
4. Présentation des jeux de données	5
5. Variables dépendantes.....	7
6. Variables indépendantes : structure paysagère	8
7. Méthodes d'analyses	10
7.1 Partition du jeu de données.....	10
7.2 Distribution des territoires en fonction de la structure paysagère	11
7.3 Lien entre la condition physique des mâles et les caractéristiques paysagères des territoires qu'ils occupent.....	11
7.4 Lien entre la prédation des nids et les caractéristiques paysagères autour des nids	11
III. RESULTATS	12
1. Distribution des territoires en fonction de la structure paysagère.....	12
2. Lien entre la condition physique des mâles et les caractéristiques paysagères des territoires qu'ils occupent	12
3. Lien entre la prédation des nids et les caractéristiques paysagères autour des nids	13
4. Domaine vital des mâles de Gorgebleue à miroir dans les marais du Mès.....	13
4.1 Evolution de la taille des domaines vitaux pendant le suivi	14
4.2 Individus flottants	14
4.3 Individus cantonnés : taille moyenne du territoire	15
4.4 Comportements atypique	15
IV. DISCUSSION	16
1. Distribution des territoires en fonction de la structure paysagère.....	16
2. Lien entre la condition physique des mâles et les caractéristiques paysagères des territoires qu'ils occupent	17
3. Lien entre la prédation des nids et les caractéristiques paysagères autour des nids	17
4. Domaines vitaux des mâles de Gorgebleues à miroir dans les marais salant du Mès	18
V. PERSPECTIVES D'ETUDE ET CONSERVATION	20
BIBLIOGRAPHIE	21

I. INTRODUCTION

Les organismes ne se répartissent pas de façon aléatoire dans le paysage : leur distribution est contrainte par un certain nombre de facteurs tels que la disponibilité en ressources alimentaires, la présence d'abris ou de postes de chants pour les passereaux chanteurs, l'exposition face aux prédateurs ou encore les relations inter et intra-spécifiques. La sélection de l'habitat par une espèce représente les processus de choix individuels basés sur des critères bien souvent difficiles à appréhender et qui conduisent au pattern de distribution de l'espèce (Douglas 2003). Pour les espèces soumises à des rythmes saisonniers telles que les passereaux migrateurs, qui ne peuvent pas se reproduire tout au long de l'année, la sélection d'un bon site de reproduction est primordiale (Danchin 2005). La qualité et la quantité de descendance produite découlera pour partie de ce choix. Etudier la distribution des individus et les caractéristiques de l'habitat qu'ils utilisent en période de reproduction permet de mieux cerner les exigences écologiques d'une espèce.

L'écologie du paysage s'intéresse au lien entre les structures spatiales paysagères et les processus écologiques (Burel et Baudry 1999). Cette approche divise le paysage en trois entités distinctes : la *matrice* englobe les *patches* d'habitats disponibles pour les espèces. Ces patches sont éventuellement connectés par des *corridors*, qui remplissent le rôle de passage, de filtre ou de barrière. Les marais salants forment des paysages anthropisés très géométriques où les patches peuvent être représentés par les îlots terrestres que constituent les talus englobés par la matrice que représentent les surfaces inondées (Fig. 1). Dominik et al. (2012) ont étudié la répartition des communautés de



Fig. 1 : Marais salants du Mès. Filtre bleu : bassin (matrice) ; filtre vert : talus (patches).

passereaux dans les marais salants de Guérande (Loire Atlantique). Sur l'ensemble des espèces de passereaux terrestres de leur étude, la Gorgebleue à miroir est la seule à se répartir préférentiellement au cœur des marais salants, là où le paysage est le plus fragmenté. Elle peut représenter jusqu'à 40% du peuplement nicheur dans ces zones (Taillandier et al. 1985 dans Allano et al. 1994). Notre étude se centre sur cette espèce afin de mieux comprendre sa répartition au sein des marais salants. Les salines guérandaises étaient jusqu'au XX^e siècle une des principales zone de

reproduction du morphotype nantais de la Gorgebleue *Luscinia svecica namnetum*, endémique de la façade atlantique française. Il a pourtant vu ses effectifs chuter drastiquement avant de disparaître au début du XXI^e siècle avec le déclin de l'exploitation salicole (Geslin et al. 2002). Depuis les années 60, les activités d'extraction de sel ont repris, et le passereau a recolonisé les sites. L'espèce est protégée en France depuis 1981, mais ses populations, bien qu'en extension à l'heure actuelle, restent fragiles et suivies de près. Notre étude s'appuie sur le suivi d'une population à long terme et sur le radiopistage de onze mâles suivis pendant la période de reproduction 2013. Elle découle d'un projet de collaboration entre le parc naturel régional de Brière et le laboratoire GéolitoMer.

Nous nous sommes intéressés aux caractéristiques paysagères des territoires défendus par les mâles ainsi qu'à leur domaine vital. Chez les oiseaux, le territoire est défini comme la zone défendue - souvent par le mâle ou par le couple - par des comportements territoriaux (chants, parades, chasses des intrus...). Le domaine vital, plus vaste, représente l'ensemble des zones utilisées par l'individu pour toutes ses activités normales de recherche de nourriture, de partenaire, de matériaux de construction pour les nids, etc. (Noble 1939 et Burt 1943 dans Anich et al. 2009). L'objectif de cette étude est de comprendre en quoi les structures paysagères déterminent la distribution et les caractéristiques spatiales des territoires ainsi que le taux de prédation des nids chez la Gorgebleue à miroir. Nous avons également cherché à savoir si ces liens peuvent varier en fonction des caractéristiques individuelles des mâles étudiés. Quatre axes ont structuré notre recherche :

- 1) Nous avons commencé par étudier la distribution des territoires des mâles dans un secteur densément peuplé par les Gorgebleues afin de définir le type de structure paysagère préférée par les individus. La distance entre les territoires a également été prise en compte dans les analyses afin de détecter un éventuel facteur social dans la répartition des individus.

- 2) Nous avons également testé l'influence de la condition physique des mâles sur leurs préférences vis-à-vis des structures paysagères des territoires qu'ils occupent. On peut en effet supposer que les mâles ayant une meilleure condition physique soient plus compétitifs et occupent les territoires les plus attractifs.

- 3) Chez la population étudiée, la prédation est responsable de la perte de près de 15% des nichées (Geslin 2002). Ce paramètre est un facteur important de la régulation des populations de Gorgebleues, et nous avons formulé l'hypothèse qu'il doit être pris en compte par les individus lors du choix du site de nidification. L'influence des caractéristiques paysagères de la zone autour des nids, et celle de la distance entre les nids, sur la prédation des nids ont donc été étudiées.

- 4) Enfin, pour mieux comprendre l'utilisation de l'espace par les Gorgebleues et cerner leurs stratégies de reproduction, nous avons souhaité compléter cette étude par une approche comportementale en étudiant les domaines vitaux de onze mâles pendant la saison de reproduction 2013.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Espèce modèle : la Gorgebleue à miroir de Nantes

La Gorgebleue à miroir est un passériforme migrateur de la famille des Muscicapidés (Sibley et Ahlquist 1991) présentant une large répartition géographique : elle est présente dans une grande partie du paléarctique de l'Espagne à l'est de la Sibérie, mais également jusqu'en Alaska (Svensson et al. 2009). Plus d'une dizaine de sous-espèces ont été décrites (Zink et al. 2003), mais certains auteurs préfèrent parler de morphotype étant donnée la faible distance génétique entre ces sous-espèces (Questiau et al. 1998 ; Eybert et al. 2004). Selon les morphotypes, les quartiers d'hivernages se distribuent du nord-est de l'Afrique à l'ouest de l'Inde (Svensson et al. 2009). Cette espèce peut nicher dans des milieux assez variés. A l'exception des populations des sierras espagnoles, elle reste néanmoins inféodée aux milieux humides. Au nord, elle affectionne les toundras arbustives, les bois de saules et de trembles, les zones humides arbustives ou les plaines inondables (Snow et al. 1998 in Mellison 2007 ; Eckert et Mactavish 2004). En Hongrie, on la rencontre dans les roselières (Báldi et Kisbenedek 1999 ; Báldi 2004), en Belgique, on peut la trouver dans des fossés de culture (Verroken 2002) voire même au sein des champs de colza en Allemagne (Berndt et Hölzel 2012). Le morphotype nantais *Luscinia svecica namnetum*, est endémique de la façade atlantique française. Il se reproduit du bassin d'Arcachon jusqu'en baie du Mont Saint Michel et hiverne principalement au Portugal (Eybert et al. 1989 ; Eybert et al. 1999), dans le sud-est de l'Espagne et au Maroc. Ce morphotype est inféodé aux milieux littoraux ouverts caractérisés par une salinité importante (Thomas 2006), bien qu'on puisse dorénavant le retrouver plus à l'intérieur des terres, comme en Vienne où un couple nicheur a été observé dans des cultures de colza (Richet et Liégeois 2009) et, plus communément, en roselière comme en Brière. Les oiseaux arrivent sur leur site de reproduction en mars-avril. Les mâles arrivent en premier et défendent un territoire par des comportements territoriaux (chants, parades nuptiales...) pour attirer une femelle. L'espèce est socialement monogame avec des filiations extra-paire*¹ très fréquentes (Questiau et al. 1999). Deux pontes de 3 à 6 œufs ont lieu successivement en avril et en juillet, avec des pontes de remplacement possibles en cas d'échec. Le nid est situé au sol et camouflé par des herbes ou caché dans un trou peu profond. La femelle assure l'incubation pendant 13 à 14 jours, puis le mâle aide au nourrissage des jeunes pendant 13 à 14 jours supplémentaires. L'espèce est insectivore opportuniste et les jeunes sont principalement nourris avec des arthropodes récoltés en début de saison sur les vases exondées en bordure de bassin et sur les talus enherbés (Allano et al. 1988). La migration post-nuptiale s'effectue ensuite entre août et septembre (Geslin 2002).

¹ Voir le lexique en fin de rapport.

En France, le morphotype *namnetum* est en progression depuis les années 60. L'augmentation des effectifs s'est accompagnée d'une extension de son aire de répartition vers les côtes nord de la Bretagne et vers l'intérieur du continent (Eybert et al. 2004 ; Anonyme à paraître). Rogeon et Sordello (2012) notent toutefois une tendance à la baisse depuis 2001. De par sa distribution au niveau mondial, la Gorgebleue ne bénéficie que d'un statut UICN* de « préoccupation mineure » (IUCN 2013). L'espèce est toutefois classée dans l'annexe I de la Directive Oiseau 79/409/CEE et en annexe II de la convention de Berne. En France, elle bénéficie d'une protection nationale depuis 1981. Eybert et Questiau (1999) notent toutefois que l'espèce reste vulnérable à cause des pressions exercées sur les zones humides qu'elle fréquente tant en période de reproduction que d'hivernage.

2. Site d'étude

Les marais salants de la Presqu'île Guérandaise ont été formés par l'homme au fil des siècles dès le IV^e siècle jusqu'à aujourd'hui (Buron 1999 ; Buron 2000). Leur structure géométrique composée de bassins plus ou moins étalés à la salinité changeante offre un paysage très particulier pour l'avifaune qui les fréquente (Bonnet 1984) (Fig. 2). Les passereaux terrestres qui nichent dans les marais profitent des talus enherbés et utilisent les quelques buissons ou arbustes présents comme postes de chant. La Gorgebleue est particulièrement adaptée au paysage de salines, c'est en effet une des seules espèces que l'on retrouve au cœur des marais salants, là où le paysage est le plus fragmenté (Dominik et al. 2012).

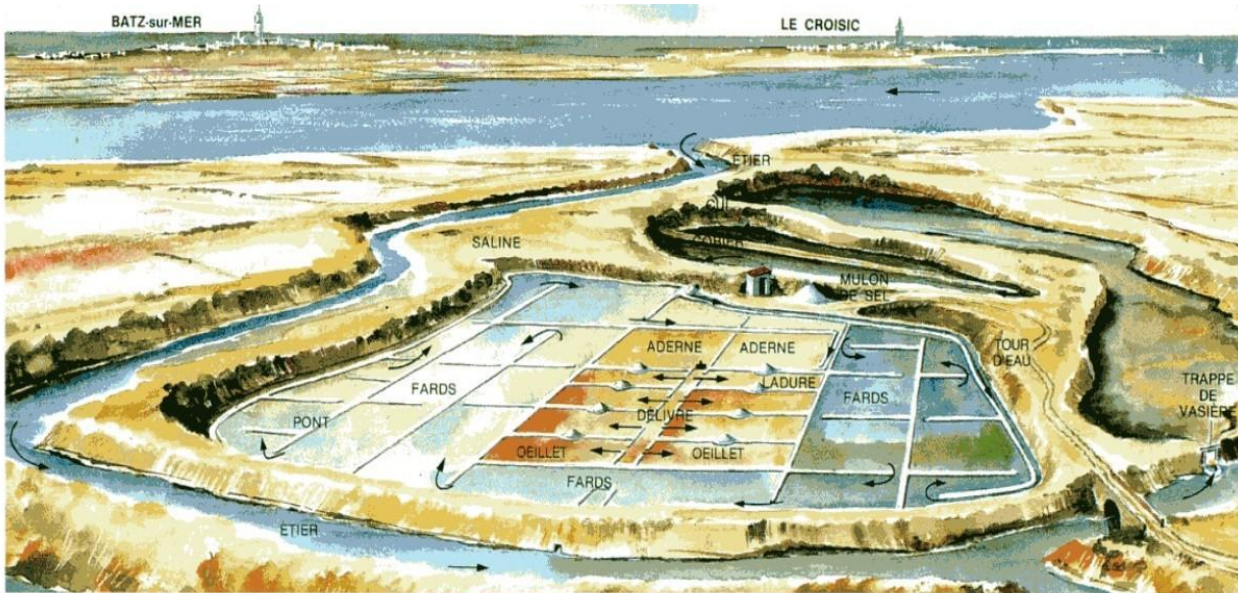


Fig. 2 : Schéma du fonctionnement hydraulique d'une saline. D'après Buron (2000).

Au sud des marais salants de Guérande, dans le secteur des Bolles (87 ha) (Fig. 3), une importante population de Gorgebleues a fait l'objet d'un suivi à long terme précis et régulier. Nous disposons d'un jeu de données exceptionnel qui nous a permis de conduire des analyses sur plusieurs années portant sur la distribution des territoires et la prédation des nids. L'étude des domaines vitaux des

mâles a été menée sur un autre site compris dans le périmètre du parc naturel régional de Bière et géographiquement proche du secteur des Bolles, à l'ouest du marais du Mès. Ce marais s'étend plus au nord de Guérande sur près de 586 hectares (Fig. 3). Il présente un environnement moins ouvert que le marais de Guérande de par son étalement et l'abandon de certaines salines entraînant l'embroussaillage des talus (Gauvin 2012 ; observation personnelle). Il abrite des densités de Gorgebleues plus faibles que le secteur des Bolles.

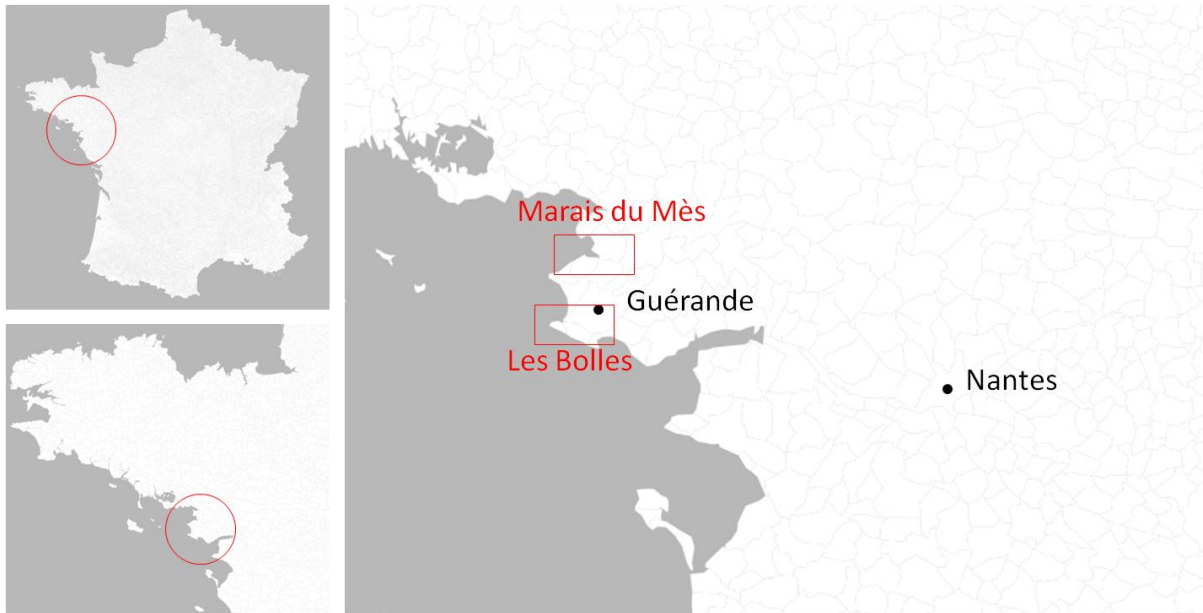


Fig. 3 : Localisation des sites d'étude. *Source* : GEOFLA IGN 2013.

3. Cartographie des sites d'étude

Les deux secteurs d'étude ont été cartographiés par photo-interprétation à partir d'orthophotographies (photographies aériennes) datant de 2009. Deux types d'entités ont été vectorisés sous logiciel SIG* (logiciel QGis 1.7 ®) en utilisant une échelle de zoom au 1 : 500 : les zones hostiles à l'installation des Gorgebleues (bassins salicoles et zones fermées caractérisées par un recouvrement arbustif de 100%) et les zones potentiellement favorables (talus enherbés). Cette étape est indispensable pour le calcul d'indices qui permettront de caractériser la structure paysagère. Les cartographies des deux sites d'étude que nous avons réalisées sont présentées en annexes 1 et 2.

4. Présentation des jeux de données

- Jeu de données sur le site des Bolles

Depuis 1994 un suivi régulier des Gorgebleues à miroir est réalisé sous la direction de Marie-Christine Eybert (CNRS, Rennes) et de ses collaborateurs et étudiants successifs (Patrick Bonnet, Sophie Questiau et Thomas Geslin pour les principaux) sur le secteur des Bolles. Les campagnes de terrain ont consisté à capturer, baguer, mesurer et suivre de nombreux individus. Les oiseaux sont

capturés à l'aide de pièges au sol appâtés aux vers de farine ou de pièges poteaux équipés de repasse* (Fig. 4). Chaque individu est équipé d'une bague en aluminium (bague MNHN*) portant un numéro unique ainsi que de trois bagues de couleur facilitant sa reconnaissance individuelle lors des contacts visuels. Les oiseaux sont également pesés ($\pm 0,1\text{g}$) et mesurés : longueur de l'aile ($\pm 0,5\text{ mm}$), du tarso-métatarse* ($\pm 0,1\text{ mm}$) et du bec ($\pm 0.05\text{ mm}$). Deux classes d'âge sont distinguées (cf Fig. 4) : les mâles dits « 2A » sont dans leur deuxième année civile, ils se reproduisent pour la première fois. Les autres mâles sont dits « +2A ».

De 1997 à 2011, l'emplacement du barycentre de la quasi-totalité des territoires a été relevé chaque année sur le secteur des Bolles. Les territoires ont été délimités par les postes de chants les plus extrêmes fréquentés par les mâles. Les nichées ont également été suivies pendant plusieurs années (de 1994 à 2009). Les nids ont été quotidiennement recherchés pendant la période de nidification, puis suivis afin de déterminer le succès ou l'échec de la couvée (Geslin 2002). Dans cette étude, seuls les nids considérés comme réussis (au moins un jeune à l'envol) et les nids prédatés (traces de prédation avérées) ont été pris en compte.

- Jeu de données sur le site du Mès

Ce jeu de données a été acquis dans le cadre de ce stage en avril et mai 2013. En plus d'être bagués, mesurés, âgés et sexés, les mâles piégés sur les marais du Mès ont été équipés d'émetteurs radio spécialement fabriqués pour le morphe *namnetum* par la société *Biotrack*TM (poids de 0,4 g). Les émetteurs étaient collés sur le rachis* des deux rectrices* centrales afin d'assurer une bonne fixation et de permettre à l'oiseau de se débarrasser facilement de l'émetteur lors de la mue post-nuptiale* (cf Fournier et al. 2013 pour la méthodologie développée spécialement pour cette étude en annexe 5).

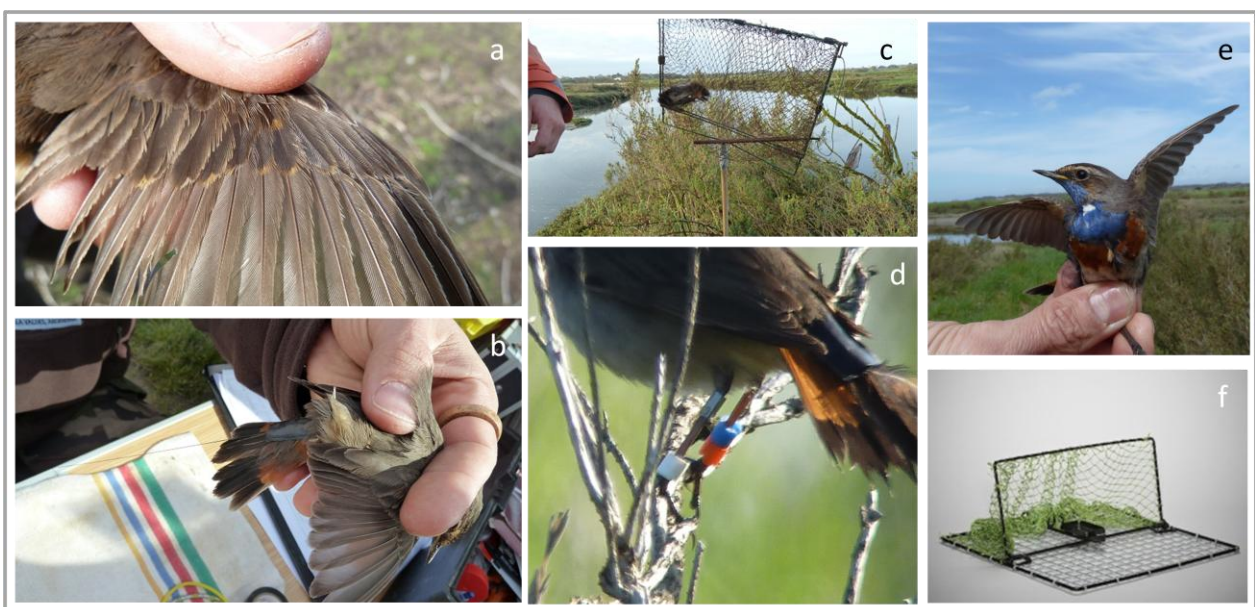


Fig. 4 : a = individu 2A (2^{ème} année calendaire) reconnaissable aux tâches rousses apicales des grandes

couvertures alaires*, les couvertures qui les remplacent lors de la mue post-nuptiale* suivante ne comportant pas ces tâches ; b = émetteur de radiopistage collé sur le rachis* des deux rectrices* centrales ; c = piège poteau ; d = bagues métallique (MNHN*) en haut du tarso-métatarse* gauche et bagues couleurs (bas du tarso-métatarse* gauche et droit) ; e = mâle de Gorgebleue à miroir avant le relâcher ; f = piège au sol. Photos : a – e : *Elisa Grégoire*. f : <http://www.aurouze.fr>.

Les oiseaux ont été suivis quotidiennement pendant la durée de vie des émetteurs (moy = 23 jours \pm 2,3) grâce à des antennes télémétriques (antenne Yagi 4MHz) reliées à des récepteurs (récepteur Sika 4MHz). Leur localisation ainsi que leur comportement (lorsque l’oiseau était visible) ont été systématiquement reportés sur une carte du site au 1 : 12000 puis répertoriés sous SIG*. Les individus ont été repérés par triangulation et/ou approche directe dès que possible, en prenant soin de limiter au maximum le dérangement potentiel. Le suivi a débuté au plus tôt vers 4h30 le matin et s’est achevé au plus tard vers minuit afin d’avoir des localisations de jour comme de nuit et de repérer les dortoirs des mâles.

5. Variables dépendantes

Quatre variables dépendantes ont été sélectionnées pour cette étude. Nous avons ensuite cherché à les mettre en lien avec les caractéristiques paysagères territoires des individus (variables indépendantes).

- Distribution des territoires

La distribution des territoires de mâles de Gorgebleues sur le secteur des Bolles a été étudiée sur plusieurs années. Elle a été comparée à une distribution théorique aléatoire afin de mettre en évidence les structures paysagères préférées par les individus. Pour une année donnée, le nombre de territoires observés sur le secteur a été redistribué de manière aléatoire, formant ainsi le lot de territoires théoriques. Afin de standardiser et de simplifier les analyses, un territoire a été défini comme le cercle de 70 m de rayon ayant pour centre le barycentre des territoires observés sur le terrain. Cette surface correspond à la surface moyenne d’un territoire réel calculée grâce aux données de radiopistage de 2013 sur le site du Mès ([cette étude](#)).

- ICP = Indice de Condition Physique des individus

Un Indice de Condition Physique (noté ICP par la suite) a été calculé pour chaque individu selon la méthode décrite par [Geslin \(2002\)](#). Une régression linéaire a permis de corriger la masse en fonction de l’heure de la pesée ($r^2 = 0,40$; $p < 0,001$; $N = 285$ pour le jeu de données des Bolles ; $r^2 = 0,73$; $p < 0,01$; $N = 11$ pour celui du Mès). Les valeurs ont été arbitrairement standardisées à 8h. La taille corporelle résume deux mesures biométriques. Elle correspond aux coordonnées factorielles sur l’Axe I (CFAI) d’une Analyse en Composantes Principales (ACP) comprenant la

longueur de l'aile et la longueur du tarse*. Cet axe explique 58,1% de la variance totale pour le jeu de donnée des Bolles et 65,1 % pour le Mès. L'ICP correspond alors aux résidus d'une nouvelle régression linéaire entre la masse corrigée et la taille corporelle (Masse = 0,023 CFAI + 14,7 ; $r^2 = 0,001$ Masse = 0,053 CFAI + 14,3 ; $r^2 = 0,0079$ pour le Mès).

- Prédation des nids

La prédation des nids a été étudiée durant plusieurs années sur le secteur des Bolles. Afin de caractériser les zones utilisées par les adultes pendant l'incubation et le nourrissage des jeunes, nous avons considéré une surface correspondant à un cercle de 30 m de rayon autour de chaque nid. Selon [Eybert \(Comm. Pers.\)](#), les parents prospectent en effet une trentaine de mètres autour du nid pour nourrir les poussins. [Bonnet \(1984\)](#) note que les Gorgebleues semblent sélectionner les sites leur permettant un rythme de nourrissage élevé. Il constate que ces sites peuvent se présenter sous forme de petites surfaces de vase exondées et que les adultes exploitent plus intensément les sites proches du nid (10-15 mètres) en fin d'incubation.

- Caractéristiques des domaines vitaux

Cette analyse a été réalisée sur les données récoltées dans le Mès par radiopistage de onze mâles sur un site de près de 2,3 km². Après 23 jours de suivis en moyenne par oiseau, 712 localisations ont été relevées (en moyenne 65 ± 16 par mâle). La taille des domaines vitaux de chaque mâle a été estimée par la méthode du Polygone Minimal Convexe (MCP) ([White et Garrot 1990](#)). Le domaine vital est alors défini en reliant, pour chaque mâle, les localisations les plus extrêmes, sans créer d'angle interne au polygone supérieur à 180°. Cette méthode présente l'avantage de prendre en compte toutes les localisations de l'oiseau, et donc d'inclure les localisations extrêmes qui peuvent correspondre à des incursions sur le domaine vital d'un autre mâle à la recherche d'une femelle à féconder. De la même façon, les territoires ont été délimités en ne prenant en compte que les localisations où nous avons observé un comportement territorial du mâle (ici : chant, *mate-guarding* = surveillance des femelles, poursuite des intrus...). Même si le nombre d'individus suivis est conséquent pour une étude par radiopistage, il reste insuffisant pour mener des analyses statistiques solides. Nous nous sommes donc contentés d'analyses descriptives.

6. Variables indépendantes : structure paysagère

Lorsqu'on cherche à caractériser le paysage utilisé par une espèce, trois grandes notions peuvent être prises en compte ([Burel et Baudry 1999](#)) :

- *la fragmentation de l'habitat*, qui correspond à la diminution de la surface totale de cet habitat à cause de son morcellement en unités distinctes,

- *l'hétérogénéité spatiale*, qui dépend de la diversité des éléments qui composent le paysage et de leurs relations spatiales,
- *et la connectivité*, qui désigne la connexion physique entre deux patches de même type.

Le logiciel FRAGSTAT 3.3 autorise le calcul d'une multitude d'indices paysagers qui doivent permettre d'apprécier ces trois caractéristiques essentielles d'un paysage. Dans cette étude, notre choix s'est porté sur des indices non redondants - donc non colinéaires dans les analyses (coefficient de corrélation de Pearson inférieur à 0,7) – peu nombreux, et les plus simples possibles. Ils sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tb I : Indices paysagers choisis.

Indice	Calcul	Description	Indicateur	Transform-ation
PLAND	$\frac{\sum_{i=1}^n a_i}{A} \times 100$ <p>a_i = aire du patch terrestre i A = aire totale de la zone</p>	Pourcentage de surface terrestre comprise dans la zone	Surface terrestre disponible et diversité paysagère	Aucune
COHESION	$\left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{\sum_{i=1}^n p_i \sqrt{a_i}} \right] \cdot \left[1 - \frac{1}{\sqrt{a}} \right]^{-1} \times 100$ <p>p_i = périmètre du patch i a_i = aire du patch i a = aire du paysage</p>	$0 \leq \text{COHESION} \leq 100$ Plus l'indice est faible, plus les patches terrestres sont petits, subdivisés, et physiquement séparés	Connectivité entre les patches terrestres	Aucune
TE	$\sum_{i=1}^n e_i$ <p>e_i = longueur totale du périmètre du patch terrestre i</p>	Longueur totale du linéaire d'écotone* entre le milieu terrestre et le milieu aquatique	Disponibilité en écotone* et fragmentation paysagère	$\sqrt{\text{TE}}$
SHM	$\text{SHM} = \frac{p_i}{\min p_i}$ <p>p_i = périmètre du patch i $\min p_i$ = périmètre minimal d'un patch théorique de surface identique à celle de p_i</p>	Complexité de la forme des patches : SHM = 1 pour un cercle et augmente au fur et à mesure que la forme se complexifie	Complexité de forme des patches terrestres	Ln (SHM)

Dans la mesure où l'on ne travaille que sur deux entités différentes : zones hostiles aux Gorgebleues / zones potentiellement favorables, PLAND peut être considéré comme un indice de diversité paysagère. TE mesure quant-à lui la longueur totale du linéaire de séparation des deux entités. A ce titre, il peut être considéré comme une mesure de la fragmentation paysagère.

Afin de tenir compte des effets de voisinage, la distance entre les individus a systématiquement été prise en compte. Pour les deux premières questions, il s'agit de la distance moyenne du barycentre du territoire en question aux autres territoires présents une année donnée ; pour l'analyse de la

prédation des nids, il s'agit de la distance moyenne du nid en question aux autres nids de la même couvée. Tout au long de l'analyse, on notera cette distance DIST.

Des transformations ont été appliquées à certains de ces indices afin que leur distribution se rapproche d'une distribution gaussienne. Ainsi, pour la suite des analyses, nous travaillons sur $rTE = \sqrt{TE}$ plutôt que sur TE ; sur $\ln SHM = \ln (SHM)$ plutôt que sur SHM ; et sur $\ln DIST = \ln (DIST)$ plutôt que sur DIST.

Toutes les analyses statistiques ont été conduites grâce au logiciel R (versions 2.11.1 et 3.0.1). Les analyses nécessitant un logiciel de SIG* ont été réalisées sous ArcView 3.2 ou sous QuantumGIS 17.0. Enfin, les indices paysagers ont été calculés grâce au logiciel FRAGSTATS 3.3. Notons que l'utilisation du logiciel ImageJ a permis l'exportation des données cartographiques pour le calcul des indices paysagers.

Pour toutes les analyses statistiques, les prérequis inhérents à chaque méthode employée ont été vérifiés selon les recommandations de [Zuur et al. \(2010\)](#). Pour les modèles mixtes, l'homogénéité des variances pour chacune des modalités des facteurs aléatoires a par exemple été systématiquement vérifiée.

7. Méthodes d'analyses

7.1 Partition du jeu de données

Le jeu de données concernant la population des Bolles est particulièrement conséquent car il regroupe plus de 15 ans de suivis. Néanmoins, la densité de Gorgebleues nicheurs sur les Bolles a diminué au cours des années, en même temps que la pression d'observation. Pour plus de rigueur dans l'analyse, il a donc été décidé de scinder le jeu de données en ne gardant que les années où le nombre d'observations (de territoires ou de nids) dépassait un seuil arbitraire. Les années exploitées ainsi que les seuils choisis sont reportés dans le tableau II.

Tb II : Récapitulatif des jeux de données exploités pour chaque question.

Intitulé de la question	Secteur d'étude	Année retenues	Seuil (par années)	Moyenne
1 Sélection des territoires	Les Bolles	1997 à 2003	> 30 territoires exploitables	39 ± 4,4
2 Lien entre la condition physique des mâles et les caractéristiques paysagères des territoires qu'ils occupent	Les Bolles	1997 à 2001 + 2004	entre 20 et 30 territoires exploitables	25 ± 3,8
3 Lien entre la prédation des nids et les caractéristiques paysagères des zones de nidification	Les Bolles	1995 à 2001	> 30 nids exploitables	39 ± 6,8
4 Etude des domaines vitaux des mâles	Marais du Mès	2013	-	-

7.2 Distribution des territoires en fonction de la structure paysagère

Les caractéristiques paysagères ont été calculées pour chaque territoire, théorique ou aléatoire. Un modèle linéaire généralisé mixte (noté GLMM par la suite) a été utilisé afin de comparer les caractéristiques paysagères des territoires observés et des territoires théoriques aléatoires pour les différentes années de suivis (package lme4 sous R). Cette méthode permet de prendre en compte des données récoltées sur plusieurs années en s'affranchissant des problèmes de colinéarité temporelles et spatiales. Le facteur « année » est ainsi considéré comme un facteur aléatoire, tandis que les facteurs fixes correspondent aux quatre indices paysagers et à la distance moyenne d'un territoire aux autres territoires présents la même année (DIST). La variable réponse, quant-à elle, est binaire et représente le caractère théorique ou observé du territoire.

Une sélection de modèles grâce au critère AIC a permis de déterminer la meilleure combinaison de facteurs expliquant le caractère théorique ou aléatoire d'un territoire (package MuMIn sous R).

7.3 Lien entre la condition physique des mâles et les caractéristiques paysagères des territoires qu'ils occupent

Les variations de l'indice de condition physique (ICP) ont été analysées au vu de différents facteurs. L'ICP ayant une distribution gaussienne, un modèle linéaire mixte a été utilisé. Les facteurs fixes considérés sont les mêmes que précédemment (indices paysagers et distance entre les territoires), et l'année est, là encore, considérée comme un facteur aléatoire. De plus, l'ICP étant significativement différent chez les mâles 2A et chez les mâles +2A (test de Student, $t = -2,16$; $df = 150$; $p = 0,0372$), l'âge a également été considéré comme un facteur aléatoire.

7.4 Lien entre la prédation des nids et les caractéristiques paysagères autour des nids

Un dernier GLMM a permis de mettre en évidence le lien entre l'état du nid (prédaté ou réussi), et les caractéristiques paysagères ainsi que la distance du nid aux autres nids de la même couvée (DIST). Le taux de prédation par an a été considéré comme un facteur aléatoire de même que l'âge des parents. En effet, selon Geslin (2002), les œufs de jeunes parents (2A) sont significativement plus prédatés que ceux de leurs congénères expérimentés (+2A).

Là encore, une sélection de modèles grâce au critère AIC a révélé le modèle expliquant le mieux l'état prédaté ou réussi de la couvée.

III. RÉSULTATS

1. Distribution des territoires en fonction de la structure paysagère

Le GLMM fait apparaître trois facteurs en lien avec le caractère théorique ou observé des territoires. Deux apparaissent significatifs : lnDIST ($z = 3,36$; $p < 0,001$) et lnSHM ($z = 2,72$; $p < 0,01$) ; tandis qu'on note une tendance pour le troisième : rTE ($z = 1,65$; $p = 0,098$). La meilleure combinaison de facteurs pour expliquer le caractère théorique ou observé du territoire comprend ces trois facteurs (TbIII).

Tb III : Résultats de la sélection de modèle (critère AIC). AIC = 719 ; N = 535.

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-14,869	3,717	-4,000	0,000	***
lnDIST	2,020	0,577	3,502	0,000	***
lnSHM	1,013	0,365	2,773	0,006	**
rTE	0,023	0,010	2,261	0,024	*

Signif. codes: '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1

De simples représentations en « boîte à moustache » (Fig. 5) permettent de vérifier le sens de la relation entre les trois facteurs et le caractère théorique ou observé du territoire.

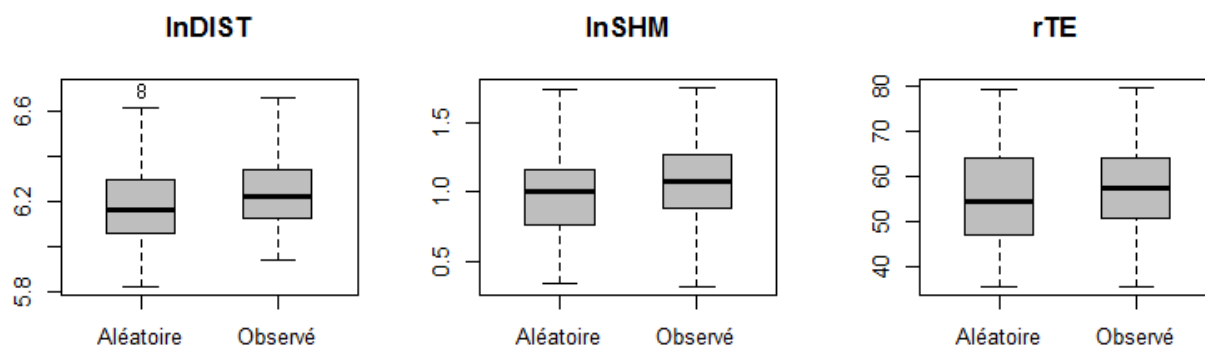


Fig. 5 : Comparaison de la distribution des facteurs pour les territoires aléatoires et observés.

Les Gorgebleues à miroir mâles ne se distribuent pas de façon aléatoire dans le paysage. Les territoires observés des mâles sont en effet plus distants les uns des autres que dans une distribution aléatoire (DIST = 518 ± 83 mètres pour les territoires observés contre 493 ± 87 mètres pour les théoriques) ; ils possèdent également des formes de patches terrestres plus complexes et un linéaire d'écotone* plus important (lnSHM et rTE supérieur).

2. Lien entre la condition physique des mâles et les caractéristiques paysagères des territoires qu'ils occupent

Le modèle linéaire à facteurs mixtes ne montre aucun lien significatif entre les facteurs fixes et l'indice de condition physique des mâles (Tb IV). La condition physique de mâles ne semble donc

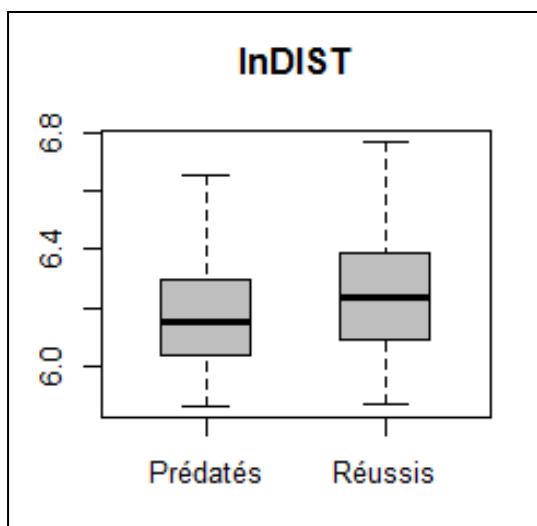
pas avoir de lien direct sur la distribution de ceux-ci en termes de choix de structure paysagère ou de distance entre les territoires.

Tb IV : Effets fixes du modèle linéaire à facteurs mixtes (N = 153).

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	39,313	50,491	0,779
PLAND	0,023	0,036	0,638
rTE	0,006	0,010	0,656
lnSHM	-0,149	0,246	-0,606
lnDIST	-0,459	0,365	-1,260
COHESION	-0,372	0,505	-0,736

3. Lien entre la prédation des nids et les caractéristiques paysagères autour des nids

Le GLMM révèle un facteur déterminant pour le devenir des œufs : la distance moyenne du nid aux autres nids de la même couvée (lnDIST, $z = 2,76$; $p < 0,01$). Lorsqu'on applique la sélection de modèle sur critère AIC, la distance (lnDIST) est l'unique variable retenue (AIC = 363,7 ; N = 270).



Les nids prédatés ont une distance moyenne aux autres nids plus faible que les nids réussis (Fig. 6). Des nids proches les uns des autres ont donc plus de chance d'être prédatés que des nids isolés.

Fig. 6 : Distance (transformée) moyenne aux autres nids pour les nids prédatés et réussis.

4. Domaine vital des mâles de Gorgebleue à miroir dans les marais du Mès

Les onze mâles que nous avons suivis en 2013 ont des tailles de domaine vital très variables (2,2 à 21 ha). La cartographie des domaines vitaux déterminés par la méthode des MCP est présentée en annexe (Annexe 3).

4.1 Evolution de la taille des domaines vitaux pendant le suivi

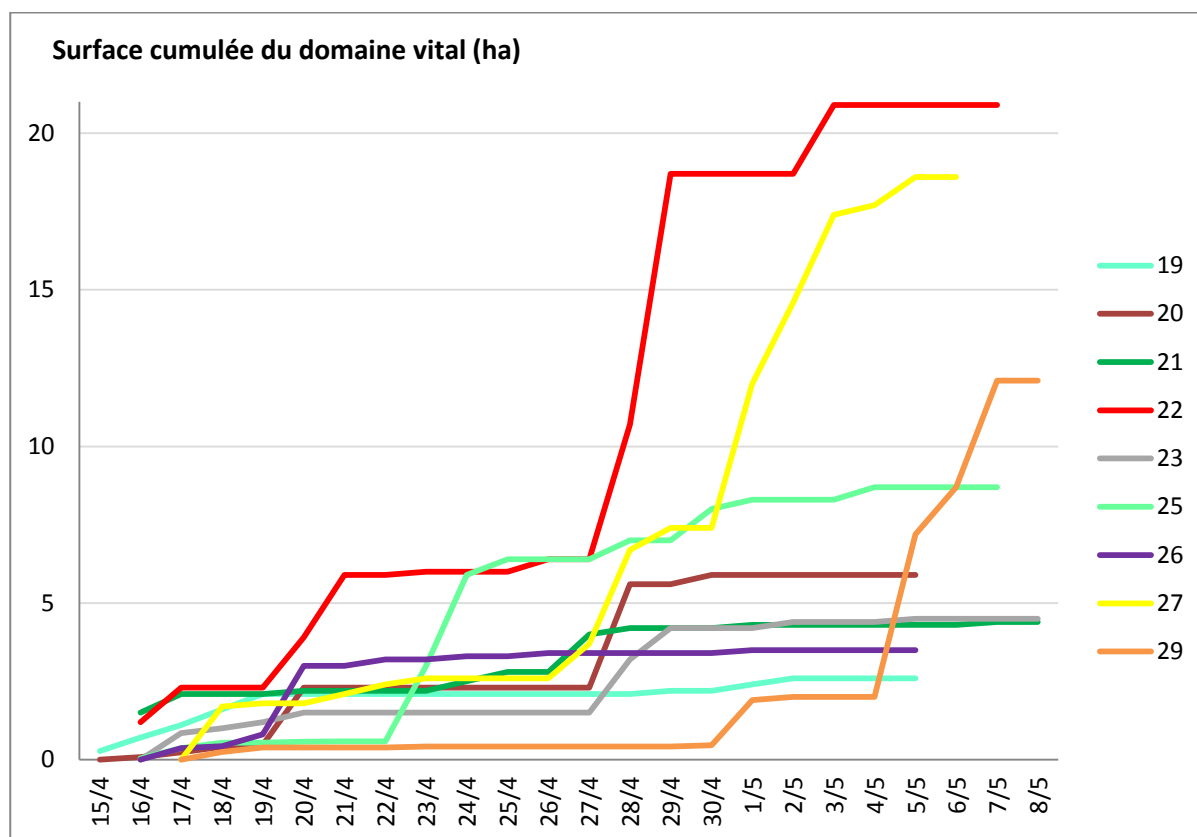


Fig. 7 : Evolution de la taille des domaines vitaux de 9 mâles pendant les 24 jours de suivis.

Les mâles 18 et 24 n'ont pu être suivis que les deux premières semaines (perte du signal pour le 18, et disparition de l'oiseau pour le 24). Les neuf mâles restants ont été traqués pendant un peu plus de trois semaines. Quatre d'entre eux (mâles 19, 21, 23 et 26) ne montrent pas d'extension de leur domaine vital au cours de l'étude. La surface cumulée des domaines vitaux des mâles 20, 25 et 29 augmente subitement pour ensuite se stabiliser. Ce phénomène est dû à des visites hors du cœur de leur domaine vital dès la deuxième semaine du suivi. Les deux derniers mâles (21 et 27) n'ont cessé d'agrandir leur domaine vital. Il est très difficile pour ces deux mâles de définir une zone « cœur » dans leur domaine vital.

4.2 Individus flottants

Parmi les individus suivis, le 22 ne semble défendre aucun territoire. Il n'a en effet jamais été observé avec un comportement territorial. Il possède un des plus grands domaines vitaux avec le mâle 27. Ce dernier a été observé en train de chanter à plusieurs reprises, mais ne semble pas défendre une zone précise. Les premières observations de comportement territorial pour ce mâle datent de la fin de la première semaine. Il se cantonnait alors sur son « premier territoire », à l'est de son domaine vital final (cf cartographie des territoires en annexe 4). Il a été ensuite aperçu en train de chanter à plusieurs reprises en fin de radiopistage (début de la quatrième semaine) sur ce qui

pourrait former un « second territoire », un peu plus à l'ouest. Notons que le mâle 27 est le seul jeune individu (2A) que nous avons suivi lors de l'étude.

4.3 Individus cantonnés : taille moyenne du territoire

Chez les individus cantonnés (défendant une même zone tout au long de l'étude ; mâles 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 29), la taille moyenne du territoire est de $50,8 \pm 47,3$ ares. Chez nos huit individus, le territoire représente en moyenne 9,4 % ($\pm 6,3$) du domaine vital. L'espace utilisé pendant la période de reproduction est donc quasiment 10 fois plus important que la zone activement défendue.

4.4 Comportements atypiques

Le mâle 24 a présenté un comportement atypique. Les premiers jours de suivi, cet oiseau est resté très cantonné à un même buisson qu'il défendait tout au long de la journée. Il passait également la nuit dans ces arbustes. Mais dès le 23 avril jusqu'au 28 avril (date de perte du signal), il se rendait chaque soir vers 21h30 dans une roselière située à près de 900 m de distance. Il chantait quelques minutes avant de se taire et de passer la nuit dans la roselière (voir annexes 3 et 4). Au petit matin (vers 5h30), il chantait encore un peu avant de repartir vers son territoire diurne. Ce comportement a déjà été observé chez un mâle lors d'un premier radiopistage sur le secteur des Bolles en 2012 (Godet, données non publiées). Cette année, les mâles 25 et 27 ont également été localisés dans des petites roselières à plusieurs reprises : en journée et en soirée pour le mâle 25 ; et deux nuits consécutives en fin de suivi pour le mâle 27. Le 25 n'a, à notre connaissance, pas chanté dans les roselières, mais le 27 a présenté le même type de comportement que le 24 (arrivée vers 21h30-22h et départ à 5h40 accompagnés de quelques chants). Malheureusement, les émetteurs étant en fin de vie, nous avons perdu sa trace le lendemain de la détection de ce comportement.

IV. DISCUSSION

1. Distribution des territoires en fonction de la structure paysagère

Les mâles de Gorgebleues à miroir ne se distribuent pas aléatoirement sur le secteur. Le pattern de distribution des individus résulte de processus décisionnels souvent complexes qui leur permettent de choisir les habitats de reproduction les plus favorables (Jones 2001 ; Danchin *et al.* 2005). Ici, les zones préférées comportent des patchs terrestres à formes complexes et un linéaire d'écotone* important. Ces résultats concordent avec l'analyse de Geslin (2002) qui note que les Gorgebleues sélectionnent les secteurs ayant un plus grand nombre d'intersections de talus, variable qui peut être mise en lien avec la complexité des formes terrestres. Ces sites sont en effet plus facilement défendables, fournissent plus de nourriture et d'abris contre les prédateurs, au même titre que les intersections de haies dans les bocages (Constant *et al.* 1976 dans Geslin 2002). Le linéaire d'écotone* correspond à la zone de transition entre les talus et les bassins. Il s'agit essentiellement de vases exondées qui représentent les principales zones de nourrissage de l'espèce en début de période de reproduction (Allano *et al.* 1988). La disponibilité en ressource alimentaire apparaît donc comme un facteur déterminant pour l'installation des Gorgebleues. La distance aux autres mâles joue également un rôle important. Elle est plus importante que pour une distribution aléatoire car les mâles évitent que leurs territoires ne se chevauchent, mais elle reste néanmoins relativement faible et on observe des zones d'agrégation de territoires. En effet, chez la Gorgebleue à miroir, les appariements extra-paire* apportent de réels avantages d'un point de vue génétique (Fossøy *et al.* 2008) et semblent même être indispensables (Fossøy *et al.* 2006). Il se pourrait donc qu'il existe une distance « optimale » entre les territoires, assez importante pour limiter la compétition entre les mâles et pour la nourriture, tout en restant assez faible pour autoriser ces appariements.

Nos résultats soulignent l'adaptation du morphotype nantais aux paysages particulièrement découpés des marais salants. Les territoires sont établis là où les patchs terrestres sont complexes et fragmentés, au cœur des marais salants. Dominik *et al.* (2008) ont travaillé sur les assemblages spécifiques des communautés d'oiseaux terrestres présents dans les marais salants guérandais. Leur étude montre une diminution de la diversité spécifique dans les habitats les plus fragmentés, au cœur des marais. La distribution des Gorgebleues sur ces sites pourrait donc résulter d'une stratégie d'évitement de la compétition interspécifique pour les ressources trophiques et/ou pour les sites de reproduction.

2. Lien entre la condition physique des mâles et les caractéristiques paysagères des territoires qu'ils occupent

Il est particulièrement difficile de différencier la qualité d'un individu et celle de son territoire (Balbontín et Ferrer 2008). Bien que ce ne soit pas l'objectif de notre étude, cela nous amène tout de même à interpréter nos résultats avec prudence. Les facteurs intrinsèques aux individus qui influencent le choix d'un territoire de reproduction sont en effet particulièrement difficiles à comprendre et à analyser (Jones 2001, Danchin et al. 2005), et nous n'avons étudié que deux de ces facteurs : l'âge et la condition physique des mâles.

Selon nos analyses, les mâles +2A ont une meilleure condition physique que les mâles 2A, ce qui s'explique notamment par la fidélité au site d'hivernage qui leur permet une meilleure défense des zones d'alimentation en hiver (Geslin 2002). De plus, les mâles +2A arrivent plus tôt sur les sites de reproduction que les mâles 2A (Geslin et al. 2004). On pourrait donc s'attendre à ce que les mâles ayant une bonne condition physique, arrivés plus tôt et plus expérimentés choisissent des territoires particuliers. Or, selon nos résultats, ni l'âge des mâles, ni leur condition physique n'ont d'influence sur la distribution des mâles. Cependant, on sait que les mâles expérimentés (+2A) défendent un territoire plus important que les mâles naïfs (2A) (Geslin 2002), ce qui n'a pas pu être pris en compte dans nos analyses. On se heurte ici à une des limites de notre étude. Il est toutefois intéressant de noter que chez ce passereau, le plumage et la coloration (notamment ultraviolette) jouent un rôle primordial dans la sélection sexuelle (Johnsen et al. 1998). Il serait donc pertinent pour de futures investigations de prendre en compte à la fois la condition physique des mâles, leur âge, et leur attrait vis-à-vis des femelles.

3. Lien entre la prédation des nids et les caractéristiques paysagères autour des nids

Les prédateurs principaux des nichées de Gorgebleues dans les marais salants sont la belette (*Mustela nivalis*) et les campagnols (*Microtus sp*) : ils représentent 72 % des prélèvements sur la population des Bolles selon Bonnet (1984). Nos résultats montrent que la proximité d'un nid aux autres nids de la même couvée a une influence sur la prédation des nids. En effet, les nids les plus proches les uns des autres sont plus prédatés que les nids isolés. Cela peut être directement lié à la stratégie de chasse des prédateurs. Belette et rongeurs sont de petits mammifères chassant au sol, donc se déplaçant sur les talus dans les marais. La belette est notamment connue pour tuer des quantités de proies supérieures à ses besoins immédiats (Croquet 2007). On peut supposer que lorsqu'elle découvre un nid de passereau, elle prospecte les alentours pour en trouver d'autres, ce qui augmente la probabilité pour les nids proches les uns des autres d'être prédatés.

Les caractéristiques paysagères étudiées autour des nids ne semblent, quant-à elles, n'avoir aucun effet sur la prédation ou la réussite des nids. Néanmoins, même si cela n'apparaît pas à notre

échelle, [Bonnet \(1984\)](#) montre qu'il existe une mauvaise corrélation entre la hauteur du nid et celle du talus sur lequel il est construit pour les nids prédatés ; alors que cette corrélation est bonne pour les nichées réussies. Les caractéristiques physiques du site même de construction du nid ont donc une influence sur la prédation des nids, alors que la structure paysagère de la zone autour des nids ne semble pas en avoir. Il serait cependant intéressant de pousser les investigations jusqu'à une caractérisation précise de l'habitat en terme de structure (hauteur, couvert végétal...) et de diversité spécifique de la végétation autour des nids pour affiner notre analyse.

4. Domaines vitaux des mâles de Gorgebleues à miroir dans les marais salant du Mès

Parmi les neufs mâles que nous avons pu suivre pendant trois semaines, nous observons plusieurs stratégies différentes. La plupart sont des individus cantonnés, qui défendent un territoire par des chants et autres comportements territoriaux. Certains de ces mâles ont d'ailleurs été aperçus en compagnie de femelles pendant ou après le suivi. La taille des territoires des individus du Mès ($50,8 \pm 47,3$ ares) correspond à celle rencontrée dans les Bolles. Sur ce secteur, [Bonnet](#) notait en effet en [1984](#) une surface moyenne comprise entre $28,7 \pm 5,1$ a et $46,8 \pm 61,4$ a selon la densité des individus, les territoires étant plus petits dans les zones les moins densément peuplées. [Geslin \(2002\)](#) trouvait des territoires dont la surface variait entre $40 \pm 0,29$ a et $52 \pm 0,43$ a toujours selon la zone.

On note chez trois mâles cantonnés (20, 25 et 29) des excursions hors de leur territoire, qui peuvent correspondre à des tentatives d'accouplements avec la femelle d'un mâle voisin. Ces appariements extra-paire* sont courants pour de nombreuses espèces d'oiseaux ([Petrie et Kempenaers 1998](#) ; [Griffith et al. 2002](#)), et [Smiseth et Amundsen \(1995\)](#) notent que chez la Gorgebleue à miroir les deux sexes y participent activement en se rendant régulièrement sur les territoires voisins.

Sur l'ensemble de nos individus, seuls deux mâles ne semblent pas cantonnés. Le 22 est un mâle dit « flottant » : nous n'avons détecté aucun comportement territorial et l'avons régulièrement contacté sur le territoire d'autres mâles. Même si la présence de ce type d'individus est connue au travers de nombreux taxons, il n'est pas évident d'en comprendre les causes ([Sergio et al. 2009](#)). On peut soit considérer les individus flottants comme de mauvais compétiteurs, exclus de la reproduction par les autres mâles, soit y voir une réelle stratégie de compromis entre les coûts énergétiques de la reproduction (défense de la femelle, soins parentaux...) et la possibilité d'appariement extra-paires*. Le mâle 22 présente le meilleur ICP des individus étudiés sur le Mès. Il paraît donc peu probable qu'il soit un mauvais compétiteur. Néanmoins, même si la condition physique entre en jeu dans la sélection sexuelle, chez cette espèce le choix des femelles est grandement influencé par le plumage (symétrie, coloration ultraviolette, importance du miroir...) ([Johnsen et al. 1997](#) ; [Johnsen et al. 1998](#) ; [Rohde et al. 1999](#)). Il se peut donc que le mâle 22, malgré sa bonne condition physique,

ne soit pas attractif pour les femelles. Notons cependant que dans l'étude de [Questiau et al. \(1999\)](#), 41,9 % des oisillons sont issus de fertilisations extra-paires. Dans un tel contexte, on ne peut rejeter l'hypothèse d'une stratégie mise en place par certains mâles qui consisterait à ne fertiliser que les femelles déjà appareillées, sans subir les coûts énergétiques de l'élevage des jeunes, ce qui pourrait être le cas du mâle 22. Le mâle 27 quant-à lui semble avoir déplacé son territoire au cours de notre étude. Son domaine vital est particulièrement important, et il a fait de nombreuses excursions au sein des territoires voisins. Il s'agit d'un mâle 2A, donc dans sa première année de reproduction. On peut donc supposer que son inexpérience l'amène à adopter plus de comportements exploratoires que ses congénères +2A.

Les cas du mâle 24 est un peu plus délicat. Très cantonné en journée, il défendait un petit territoire mais allait passer la nuit dans une roselière éloignée de près d'un kilomètre. Ce comportement, bien qu'atypique, n'est pas unique : des excursions nocturnes dans les roselières ont déjà été rapportées sur le secteur des Bolles en 2012 ([Godet, données non publiées](#)). Certaines populations de *Luscinia svecica namnetum* nichent au sein des roselières ([Champagnon 2012](#)). Celles-ci sont aussi utilisées par des individus nichant au cœur des marais salants après la saison de reproduction : les oiseaux y séjournent au mois d'août et de septembre avant de migrer vers leurs sites d'hivernage ([Eybert et al. 2004](#)). Ces milieux sont également utilisés en haltes migratoires par de nombreuses espèces paludicoles qui y trouvent de quoi renouveler leurs réserves d'énergie ([Chenaival et al. 2011](#)). Même s'il est difficile d'expliquer le comportement des mâles utilisant les roselières en période de reproduction grâce à nos seules données, on peut émettre l'hypothèse que ces sites représentent des zones de nourrissage intéressantes utilisées par les individus qui se reproduisent sur les marais. Les mâles 25 et 27 ont en effet également été contactés dans des petites roselières à proximité de leurs territoires (en journée pour le mâle 25, et de nuit pour le 27). Ce type de comportement est particulièrement intéressant d'un point de vue évolutif. Les populations de Gorgebleues en France sont en effet en extension depuis plusieurs années, et on retrouve des couples nicheurs dans des habitats jusqu'alors inutilisés par l'espèce (cf Matériel et méthodes). La conquête de ces nouveaux habitats a peut être été rendue possible par des comportements comme ceux présentés par nos mâles 24, 25 et 27 qui se reproduisent dans un milieu tout en exploitant un autre habitat pendant la reproduction. Selon [Bolnick et al. \(2003\)](#), les phénomènes de spécialisation individuelle peuvent en effet – bien que ce ne soient pas une généralité – amener à la conquête de nouveaux habitats pour une espèce.

V. PERSPECTIVES D'ÉTUDE ET CONSERVATION

Notre étude amène un certains nombre de réponses, mais des questions restent encore en suspens. Il est en effet particulièrement intéressant lorsqu'on étudie la distribution d'une espèce de corréler les préférences des individus à leur succès reproducteur afin de déterminer si leurs choix sont adaptatifs ou non, et s'ils apportent un réel avantage (Chalfoun et Martin 2007 ; Berg 2008). Après un fort déclin, dû notamment à l'arrêt des activités salicoles (Geslin et al. 2002), le morphotype nantais est en progression et semble conquérir de nouveaux habitats. Une étude comparative des taux de croissances des populations et du succès reproducteur des individus dans les différents habitats exploités par le morphe *namnetum* permettrait notamment de mieux comprendre sa dynamique et d'orienter les actions de conservation.

Concernant la distribution des populations dans les marais salants, nous avons pu mettre l'accent sur les structures paysagères préférées par ce passereau si particulier. Néanmoins, pour des questions d'investissement de temps, l'étude n'a pu être menée qu'à une seule échelle découpant le paysage en zones potentiellement favorables et en zones hostiles à l'installation des Gorgebleues. Il serait maintenant intéressant de travailler à une échelle plus fine en cartographiant plus précisément les habitats et la végétation présente et en prenant notamment en compte le nombre de postes de chants (Allano et al. 1994). Cependant, une telle étude demande un important travail de cartographie et d'analyses de terrain, car la morphologie et la végétation des talus dans les marais salants est en constante évolution.

Enfin, le suivi par radiopistage de onze mâles cette année a permis de mieux comprendre la stratégie de reproduction des mâles dans les marais salants. Il serait toutefois intéressant de reconduire l'expérience dans les marais afin de pouvoir étudier le lien entre la taille et la forme des domaines vitaux et leurs caractéristiques paysagères. Il pourrait également être pertinent de poursuivre l'expérimentation dans d'autres types d'habitats afin de comprendre les mécanismes d'adaptation des individus et leur utilisation de l'espace.

BIBLIOGRAPHIE

ANICH N.M., BENSON T.J., BEDNARZ J.C., (2009). Estimating territory and home-range sizes: do singing locations alone provide an accurate estimate of space use? *The Auk*, 126(3), 626-634.

ANONYME, (*à paraître*). Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Cahiers Oiseaux. (version provisoire de 2008). Ministère en charge de l'écologie – MNHN.

ALLANO L., BONNET P., CONSTANT P., EYBERT M.C., (1988). Premières données sur le régime alimentaire des jeunes Gorgebleues (*Luscinia svecica namnetum*, Mayaud) au nid dans un marais salant exploité (Guérande, Loire-Atlantique). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 306 (Série III), 369-374.

ALLANO L., BONNET P., CONSTANT P., EYBERT M.C., (1994). Structure de l'habitat et densité de populations chez la Gorgebleue à miroir *Luscinia svecica namnetum* Mayaud. *Revue d'Ecologie*, 49(1), 21-23.

BALBONTÍN J., FERRER M., (2008). Density-dependence by habitat heterogeneity: individual quality versus territory quality. *Oikos*, 117, 1111-1114.

BÁLDI A., (2004). Area requirements of passerine birds in the reed archipelago of Lake Velence, Hungary. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 50 (1), 1-4.

BÁLDI A., KISBENEDEK T., (1999). Species-specific distribution of reed-nesting passerine birds across reed-bed edges: effects of spatial scale and edge type. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 45(2), 97-114.

BERG, A., (2008) Habitat selection and reproductive success of Ortolan Buntings *Emberiza hortulana* on farmland in central Sweden – the importance of habitat heterogeneity. *Ibis*, 150, 565-573.

BERNDT A.M., HÖLZEL N., (2012). Energy crops as a new bird habitat: utilization of oilseed rape fields by the rare bluethroat (*Luscinia svecica*). *Biodiversity and conservation*, 21 (2), 527-541.

BOLNICK D.I., SVANBÄCK R., FORDYCE J.A., YANG L.H., DAVIS J.M., HULSEY C.D., FORISTER M.L., (2003). The Ecology of Individuals: Incidence and Implications of Individual Specialization. *The American naturalist*, 161(1), 1-28.

BONNET P., (1984). Les passereaux marqueurs d'anthropisation dans un marais salant de l'ouest de la France [Guérande]. Thèse de Doctorat Université de Rennes, 174 p.

BUREL F., BAUDRY J., (1999). *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*, TEC & DOC, Paris.

BURON G., (1999). Bretagne des marais salants. 2000 ans d'histoire, SKOL VREIZH, Morlaix.

BURON G., (2000). Homme du sel. Bretagne des marais salants **, SKOL VREIZH, Morlaix.

- BURT W.H., (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24, 346-352.
- CHALFOUN A.D., MARTIN T.E., (2007). Assessments of habitat preferences and quality depend on spatial scale and metrics of fitness. *Journal of Applied Ecology*, 44, 983-992.
- CHAMPAGNON J., (2012). Etude du succès reproducteur de la Gorgebleue à miroir de Nantes (*Luscinia svecica namnetum*) sur la réserve Pierre Constant durant la saison de reproduction 2008. Rapport d'étude du Parc naturel régional de Brière, Saint Joachim, 11p.
- CHENAVAL N., LORILLIERE R., DUGUE H., DOXA A., (2011). Phénologie et durée de halte migratoire de quatre passereaux paludicoles en migration post-nuptiale en estuaire de la Loire. *Alauda*, 79(2), 149-156.
- CONSTANT P., EYBERT M.C., MAHEO R., (1976). Avifaune reproductrice du bocage de l'Ouest. C.R. Table ronde C.N.R.S. « Ecosystèmes Bocagers », Rennes, 333-338.
- CROQUET V., (2007). La Belette *Mustela nivalis* (Linné, 1766). ONCFS, 4p.
- DANCHIN E., GIRALDEAU L-A., CÉZILLY F., (2005). Ecologie comportementale. Cours et questions de réflexion. DUNOD, Paris, 664p.
- DOMINIK C., MENANTEAU L., CHADENAS C., GODET L., (2012). The influence of salina landscape structures on terrestrial bird distribution in the Guérande basin (Northwestern France). *Bird Study*, 59(4), 483-495.
- DOUGLAS W.M., (2003). Toward an ecological synthesis: a case of habitat selection. *Oecologia*, 136, 1-13.
- ECKERT C.D., MACTAVISH B., (2004). Home of the Bluethroat: Canada's first Bluethroat nest and other noteworthy sightings from Ivvavik National Park, Yukon. *Birders Journal*. 12, 250-257.
- EYBERT M.C., CONSTANT P., ALLANO L., (1989). Premières données sur le territorialisme hivernal observé chez la Gorgebleue (*Luscinia svecica* L.). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 309 (Série III), 243-249.
- EYBERT M.C., QUESTIAU S., (1999). Gorgebleue à miroir blanc de Nantes *Luscinia svecica namnetum*. 484 - 485 in ROCAMORA G., YEATMAN-BERTHELOT D., (1999). Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherches de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation, SEOF/LPO, Paris, 560p.
- EYBERT M.C., GESLIN T., QUESTIAU S., BEAUFILS M., (1999). La baie du Mont Saint-Michel : nouveau site de reproduction pour deux morphotypes de Gorgebleue à miroir blanc (*Luscinia svecica namnetum* et *Luscinia svecica cyanecula*). *Alauda*, 67, 81-88.
- EYBERT M.C., BONNET P., GESLIN T., QUESTIAU S., (2004). La Gorgebleue, BELIN EVEIL NATURE, Paris.
- FOSSEØY F., JOHNSEN A., LIFJELD J.T., (2006). Evidence of obligate female promiscuity in a socially monogamous passerine. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 60, 255-259.

- FOSSEØY F., JOHNSEN A., LIFJELD J.T., (2008). Multiple genetic benefits of female promiscuity in a socially monogamous passerine. *Evolution*, 62(1), 145-156.
- FOURNIER J., GODET L., GRÉGOIRE E., MARQUET M., EYBERT M.C., (2013). Radiopistage sur la Gorgebleue à miroir *Luscinia svecica namnetum* : une technique robuste et fiable pour la pose d'émetteurs. *Alauda*, 81(2), 139-142.
- GAUVIN J., (2012). Etude de la répartition de la Gorgebleue à miroir dans les marais salants de la Presqu'île de Guérande en préalable à la mise en place d'une mesure agro-environnementale. Mémoire de stage de l'Université de Rennes, 106p.
- GESLIN T., (2002). Territorialité en périodes de reproduction et d'hivernage chez la Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*) : aspect écologique, démographique et physiologique. Thèse de Doctorat Université de Rennes, 129 p.
- GESLIN T., LEFEUVRE J-C., PAJOLEC Y., QUESTIAU S., EYBERT M.C., (2002). Slat exploitation and landscape structure in a breeding population of the threatened bluethroat (*Luscinia svecica*) in salt-pans in western France. *Biological Conservation*, 107, 283-289.
- GESLIN T., QUESTIAU S., EYBERT M.C., (2004). Age-related improvement of reproductive success in Bluethroats *Luscinia svecica*. *BirdStudy*, 51, 178-184.
- GRIFFITH S.C., OWENS I.P.F., THUMAN K.A., (2002). Extra pair paternity in birds: a review of interspecific variation and adaptative function. *Molecular Ecology*, 11, 2195-2212.
- JOHNSEN A., LIFJELD J.T., ROHDET P.A., (1997). Coloured leg bands affect male-guarding behavior in the bluethroat. *Animal Behaviour*, 54, 121-130.
- JOHNSEN A., ANDERSSON S., ÖRNBORG J., LIFJELD J.T., (1998). Ultraviolet plumage ornamentation affects social mate choice and sperm competition in bluethroats (Aves: *Luscinia s. svecica*): a field experiment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 265, 1313-1318.
- JONES J., (2001). Habitat Selection Studies in Avian Ecology: A Critical Review. *The Auk*, 118(2), 557-562.
- MELLISON P.A.D., (2007). Reponse of birds to fragmentation and reduction of willow thicket habitats in the Southern Arctic tundra. Master's thesis in ecology of the University of Tromsø, 31p.
- NOBLE G.K., (1939). The role of dominance in the social life of birds. *The Auk*, 56, 263-273.
- PETRIE M., KEMPENAERS B., (1998). Extra-pair paternity in birds: explaining variation between species and populations. *Trends in Ecology and Evolution*, 13(2), 52-58.
- QUESTIAU S., EYBERT M.C., GAGINSKAYA A.R., GIELLY L., TABERLET P., (1998). Recent divergence between two morphologically differentiated subspecies of bluethroat (Aves: Muscicapidae: *Luscinia svecica*) inferred from mitochondrial DNA sequence variation. *Molecular Ecology*, 7, 239-245

- QUESTIAU S., EYBERT M.C., TABERLET P., (1999). Amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers reveal extra-pair parentage in a bird species: the bluethroat (*Lusciniasvecica*). *Molecular Ecology*, 8, 1331-1339.
- RICHET J.M., LIEGEOIS B., (2009). Observation de la gorgebleue de Nantes *Luscinia svecica namnetum* sur la commune de Rochereau. *L'outarde*, 46, 42-43.
- ROGEON G., SORDELLO R., (2012). La Gorgebleue à miroir *Luscinia svecica*. MNHN-SPN, version du 03 Août 2012, 10 p.
- ROHDE P.A., JOHNSEN A., LIFJELD J.T., (1999). Parental Care and Sexual Selection in the Bluethroat, *Luscinia s. svecica*: A Field-experimental Test of the Differential Allocation Hypothesis. *Ethology*, 105, 651-663.
- SERGIO F., BLAS J., HIRALDO F., (2009). Predictors of floater status in a long-lived bird: a cross-sectional and longitudinal test of hypotheses. *Journal of animal ecology*, 78, 109-118.
- SIBLEY C.G., AHLQUIST J.E., (1991). *Phylogeny and Classification of Birds. A Study in Molecular Evolution*, YALE UNIVERSITY PRESS, New Haven.
- SMISETH P.T., AMUNDSEN T., (1995). Female Bluethroats (*Luscinia s. svecica*) Regularly Visit Territories of Extrapair Males before Egg Laying. *The Auk*, 112(4), 1049-1053.
- SVENSSON L., MULLARNEY K., ZETTERSTRÖM D., GRANT P.J., (1999). *Le guide ornitho*, DELACHAUX ET NIESTLE, Paris.
- TAILLANDIER J., BONNET P., CONSTANT P., EYBERT M.C., DAVAL I., (1985). Contribution à l'étude écologique des passereaux dans les marais salants de Guérande (Loire Atlantique). *Oiseau et la Revue Française d'Ornithologie*, 55, 205-234.
- THOMAS A., (2006). Milieux de nidification de la Gorgebleue à miroir *Luscinia svecica* dans le Marais poitevin. Bilan d'observations réalisées entre 1992 et 2003. *La Gorgebleue*, 21, 35-40.
- VERROKEN D., (2002). Nidification de la Gorgebleue (*Luscinia svecica cyanecula*) dans le nord du Hainaut occidental et évolution de son statut en Belgique. *Aves*, 31(1), 23-29.
- WHITE G., GAROTT R., (1990). *Analysis of wildlife radio-tracking data*. Academic Press, New York, 383 p.
- ZINK R.M., DROVETSKI S.V., QUESTIAU S., FADEEV I., NESTEROV E.V., WESTBERG M.C., ROHWER S., (2003). Recent evolutionary history of the bluethroat (*Luscinia svecica*) across Eurasia. *Molecular Ecology*, 12, 3069-3075.
- ZUUR A.F., LENO E.N., ELPHICK C.S., (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology & Evolution*, 1 (1), 3-14

Webographie : <http://www.iucnredlist.org>

LEXIQUE

Écotone = zone de transition écologique entre deux écosystèmes ; ici l'écotone correspond à la lisière entre le milieu terrestre (talus enherbés) et le milieu aquatique (salines, vasières, étier).

Filiations extra-paire = chez la Gorgebleue à miroir, les femelles sont très fréquemment fécondées par plusieurs mâles (autres que le mâle avec lequel elle forme un couple social). Les mâles élèvent ainsi bien souvent des jeunes avec lesquels ils n'ont pas de lien de parenté direct.

MNHN = Muséum National d'Histoire Naturelle.

UICN = Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

Mue post-nuptiale = chez la Gorgebleue à miroir, les adultes renouvellent la totalité de leur plumage avant partir pour la migration post-nuptiale.

Rachis = axe central de la plume des oiseaux.

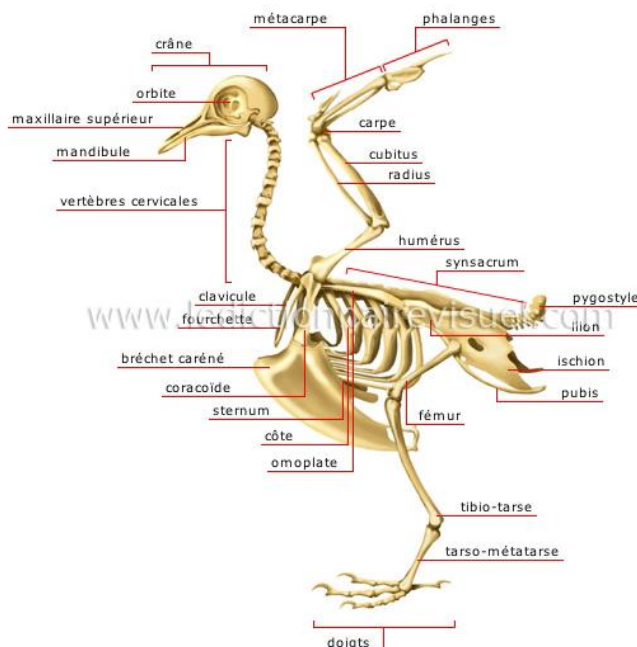
Rectrices = plumes de la queue de l'oiseau (cf schéma « Topographie de l'oiseau »).

Repasse = enregistrement du chant d'une espèce d'oiseau destinée à attirer les individus.

SIG = Système d'Information Géographique.

Tarso-métatarse = partie de la patte de l'oiseau située entre les doigts et le tibio-tarse (cf schéma « Topographie de l'oiseau »).

Grandes couvertures alaires : cf schéma « Topographie de l'oiseau ».



Topographie de l'oiseau. A gauche : squelette de l'oiseau (<http://www.kononet.com>) : à droite : aile.

LISTE DES FIGURES, TABLEAU ET ANNEXES

Liste des figures :

Fig. 1 : Marais salants du Mès. Filtre bleu : bassin (matrice) ; filtre vert : talus (patches).

Fig. 2 : Schéma du fonctionnement hydraulique d'une saline. D'après [Buron \(2000\)](#).

Fig. 3 : Localisation des sites d'étude. *Source* : *GEOFLA IGN 2013*.

Fig. 4 : a = individu 2A (2^{ème} année calendaire) reconnaissable aux tâches rousses apicales des grandes couvertures alaires*, les couvertures qui les remplacent lors de la mue post-nuptiale* suivante ne comportant pas ces tâches ; b = émetteur de radiopistage collé sur le rachis* des deux rectrices* centrales ; c = piège poteau ; d = bagues métallique (MNHN*) en haut du tarso-métatarse* gauche et bagues couleurs (bas du tarso-métatarse* gauche et droit) ; e = mâle de Gorgebleue à miroir morphotype avant le relâcher ; f = piège au sol. *Photos* : a – e : *Elisa Grégoire*. f : <http://www.aurouze.fr>.

Fig. 5 : Comparaison de la distribution des facteurs pour les territoires aléatoires et observés.

Fig. 6 : Distance (transformée) moyenne aux autres nids pour les nids prédatés et réussis.

Fig. 7 : Evolution de la taille des domaines vitaux de 9 mâles pendant les 24 jours de suivis.

Liste des tableaux :

Tb I : Indices paysagers choisis.

Tb II : Récapitulatif des jeux de données exploités pour chaque question.

Tb III : Résultats de la sélection de modèle (critère AIC). AIC = 719 ; N = 535.

Tb IV : Effets fixes du modèle linéaire à facteurs mixtes (N = 153).

Liste des annexes :

Annexe 1 : Cartographie du secteur des Bolles.

Annexe 2 : Cartographie du secteur du marais du Mès (en rouge : zone d'étude).

Annexe 3 : Cartographie des domaines vitaux des mâles de Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica namnetum*) sur les marais du Mès.

Annexe 4 : Cartographie des territoires des mâles de Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica namnetum*) sur les marais du Mès.

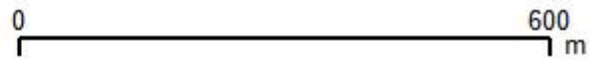
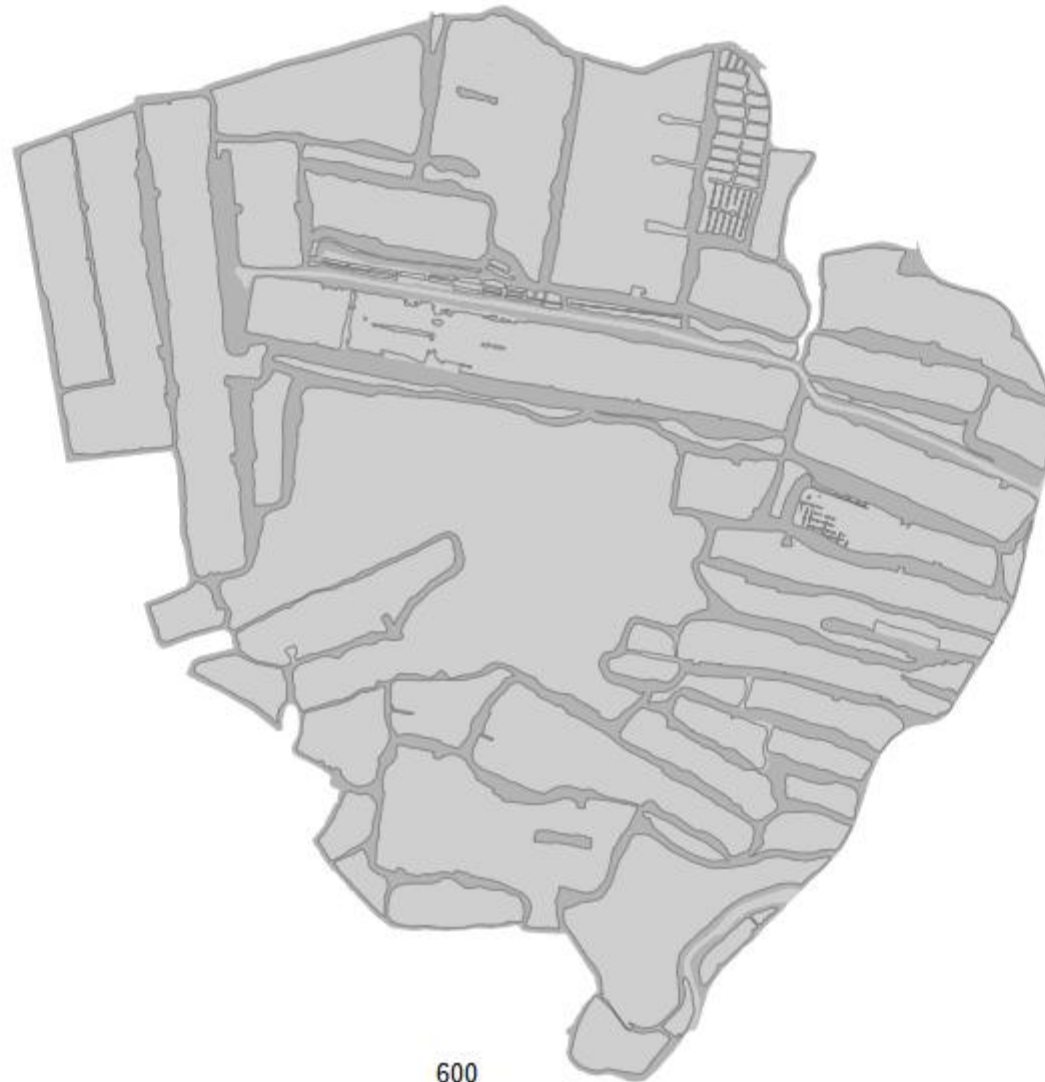
Annexe 5 : Radiopistage sur la Gorgebleue à miroir *Luscinia svecica namnetum* : une technique robuste et fiable pour la pose d'émetteurs. Jérôme Fournier, Laurent Godet, Elisa Grégoire, Matthieu Marquet et Marie-Christine Eybert.

Légende

Bassins



Talus



© QGIS 2013

Annexe 1 : Cartographie du secteur des Bolles.

Légende

Bassins



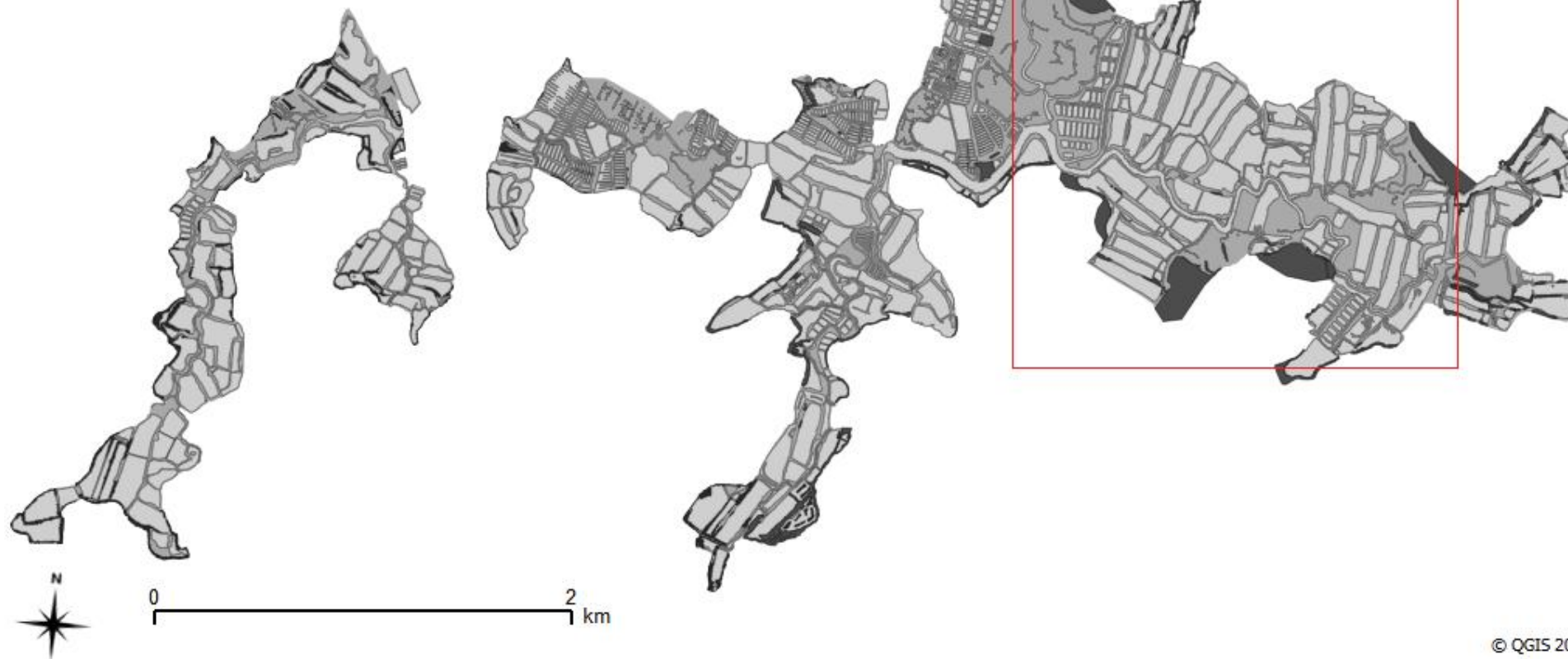
Talus



Zone de recouvrement arbustif sup. à 100%

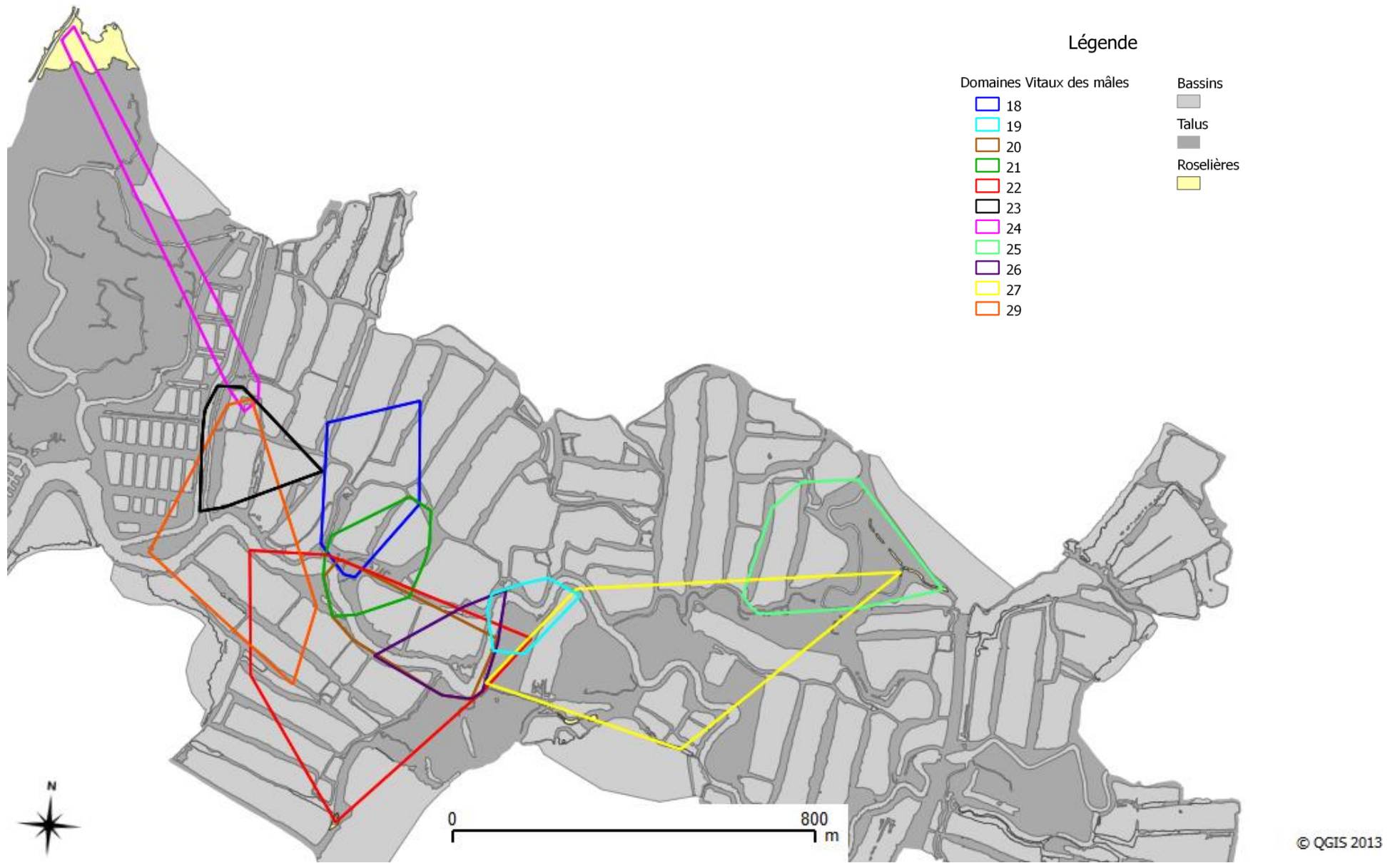


Roselières

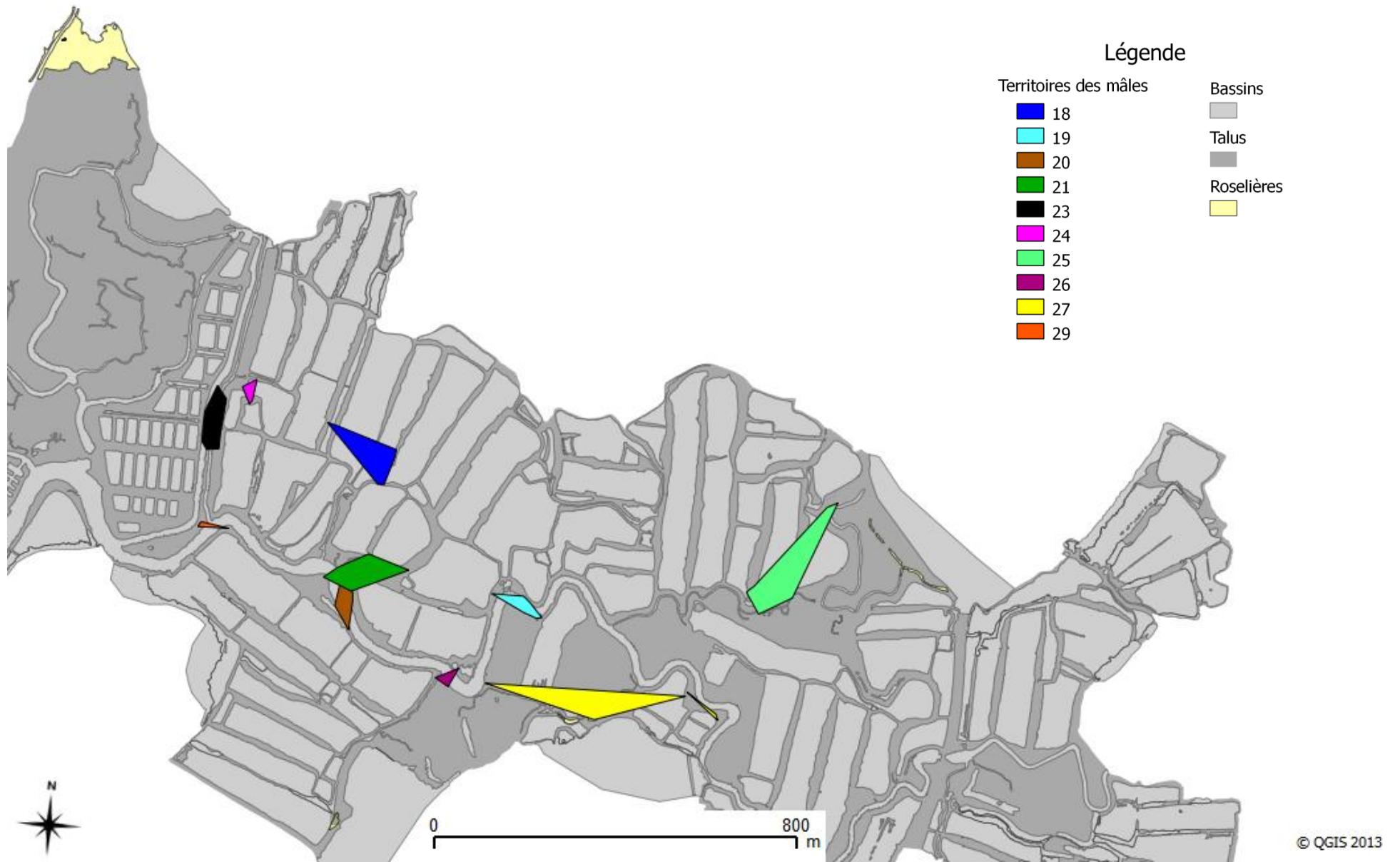


© QGIS 2013

Annexe 2 : Cartographie du marais du Mès (en rouge : zone d'étude).



Annexe 3 : Cartographie des domaines vitaux des mâles de Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica namnetum*) sur les marais du Mès.



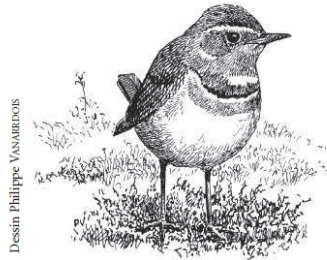
Annexe 4 : Cartographie des territoires des mâles de Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica namnetum*) sur les marais du Mès.

RADIOPISTAGE SUR LA GORGEBLEUE À MIROIR *Luscinia svecica namnetum* : UNE TECHNIQUE ROBUSTE ET FIABLE POUR LA POSE D'ÉMETTEURS

Jérôme FOURNIER ⁽¹⁾, Laurent GODET ⁽²⁾, Elisa GRÉGOIRE ⁽³⁾,
Matthieu MARQUET ⁽⁴⁾ et Marie-Christine EYBERT ⁽⁵⁾

Radiotracking Bluethroat *Luscinia svecica namnetum*: A robust and reliable technique to attach transmitters. Poser des émetteurs-radio sur des petits passereaux reste un problème délicat. Parmi les différentes techniques possibles, la technique qui consiste à coller sur les deux rectrices centrales l'émetteur semble robuste et fiable. Treize Gorgebleues à miroir ont été équipés de cette manière et ont été suivies pendant trois semaines, de jour comme de nuit. Les oiseaux n'ont visiblement pas été affectés par la pose et ont continué toutes leurs activités.

Mots clés : *Luscinia svecica namnetum*, Radiopistage, Emetteur, Technique.
Key words : *Luscinia svecica namnetum*, Radiotracking, Transmitters, Technique.



Dessin Philippe VASAROS

⁽¹⁾ Centre National de la Recherche Scientifique, UMR 7208 BOREA, 61 rue Buffon, CP53, F-75005 Paris et Muséum National d'Histoire Naturelle, Station Marine, 38 rue du Port Blanc, F-35800 Dinard, France (fournier@mnhn.fr).

⁽²⁾ Centre National de la Recherche Scientifique, Laboratoire LETG-Nantes-Géolittomer, UMR 6554 LETG, BP 81227, F-44312 Nantes cedex 3 (laurent.godet@univ-nantes.fr).

⁽³⁾ Parc Naturel Régional de Brière et Laboratoire LETG-Nantes-Géolittomer, UMR 6554 LETG, BP 81227, F-44312 Nantes cedex 3.

⁽⁴⁾ Parc Naturel Régional de Brière, Centre administratif du PNR, Ile de Fédrun, 214 rue du chef de l'île, F-44720 Saint-Joachim.

⁽⁵⁾ Centre National de la Recherche Scientifique, UMR 6553 ECOBIO, Campus de Beaulieu, Bât. 25, Avenue du Général Leclerc, F-35042 Rennes cedex (marie-christine.eybert@univ-rennes1.fr).

La Gorgebleue à miroir est une espèce qui a déjà fait l'objet de nombreuses études dans l'Ouest de la France, tant en biologie qu'en écologie et plus précisément sur la distribution spatiale des populations (e.g. BONNET, 1984; EYBERT et al., 2004; GESLIN, 2002; GESLIN et al., 2002). L'objectif du programme de recherche qui a nécessité la capture de plusieurs mâles de Gorgebleue à miroir de la sous-espèce *namnetum* et la pose d'émetteurs radio est de comprendre le rôle éventuel des structures paysagères sur le contrôle de l'importance et de la forme des domaines vitaux.

Depuis de nombreuses années, des mâles sont capturés chaque année dans les marais salants de la région guérandaise pour être équipés de bagues colorées. Cela permet d'assurer leur reconnaissance par des contrôles visuels effectués à la jumelle ou au télescope pendant la période de reproduction et sur l'aire d'hivernage de cette sous-espèce, au Portugal plus précisément. Les oiseaux sont généralement capturés à l'aide de clapnets installés sur des piquets de hauteur variable (50 cm à 150 cm). Le modèle utilisé correspond au modèle *Perch Trap* (PT30) vendu par la société *Moudry*™ (www.moudry.cz). De

manière à attirer l'oiseau, un matériel de repasse a été utilisé, soit la valise de repasse *Jama*™ ou des enceintes *RadioShak*™ équipées de lecteur MP3. La bande son a été montée à l'aide de l'application libre *Audacity* à partir d'un enregistrement de SCHULZE (2004). Les émetteurs radio ont été fabriqués spécialement pour cette sous-espèce par la société *Biotrack*™ (www.biotrack.co.uk) (type d'émetteur : « *PIP3 single celled tag* », longueur: 10 mm, largeur: 4 mm, épaisseur: 2 mm, poids maximal de 0,4 g, batterie: « *Ag317* » d'une durée de vie maximale de 23 jours, émission du signal: 20 ms et 50 ppm).

L'équipement de ce type de matériel sur un petit passereau de 15 grammes environ n'est jamais anodin (RAIM, 1978). Il faut se préoccuper de sa totale innocuité sur l'oiseau lors de la phase de pose puis pendant toute la durée de l'opération. En effet, l'objectif est de détecter tous les mouvements et comportements naturels de l'oiseau pendant la période critique où le mâle doit défendre un territoire et interagir avec les mâles voisins, eux-mêmes équipés de ce matériel d'émission. Nous avons équipés 13 mâles entre le 15 et le 17 avril 2013 dans les marais du Mès et 10 mâles entre le 11 et le 13 avril 2012 dans les marais de Guérande (Loire-Atlantique). La plupart de ces mâles sont en étroites relations puisqu'ils occupent presque tous des domaines vitaux se chevauchant, limitrophes ou espacés d'une centaine de mètres environ.

La pose d'émetteurs-radio est possible via des techniques variées qui s'organisent en deux familles: les techniques qui relèvent du système *back-pack* (sac à dos) et celles qui nécessitent le collage du matériel soit sur la peau, soit sur les plumes des oiseaux. Des travaux précédemment publiés (RAPPOLE & TIPTON, 1991, VILLARD & THIBAUT, 2001) ont testé plusieurs de ces techniques avec un succès relatif. La pose du système *back-pack* est souvent délicate car la phase d'ajustement peut s'avérer longue et fastidieuse, surtout avec l'oiseau en main. De plus, même si des solutions techniques existent, il est généralement nécessaire de recapter l'oiseau en fin d'opération pour le débarrasser du système embarqué. Pour cette raison, nous avons opté pour une technique collée qui ressemble à la première méthode proposée par VILLARD & THIBAUT (2001)

en 2013 et à une méthode identique à celle utilisée par PROVOST et al., en 2011, elle-même proche de la troisième technique proposée par VILLARD & THIBAUT (2001), avec un succès inégal.

En 2012, le système avait été posé via une technique collée sur le dos de l'oiseau. Cette technique consistait à coller l'émetteur, lui-même collé à l'aide d'une colle à base de cyanoacrylate de méthyle (*Loctite*™ *Super Glue* 3) sur un rectangle de *Chatterton*™, sur les tectrices du manteau à l'aide d'une colle vétérinaire (*3M*™ *Vetbond*™ *Tissue Adhesive*). Les oiseaux équipés ont perdu leurs émetteurs assez rapidement: 1 individu le jour même, 1 second après 1 jour, 2 individus après 2 jours, 1 autre après 3 jours, 1 individu après 5 jours et 2 individus après 9 jours. Deux individus supplémentaires avaient des émetteurs qui fonctionnaient encore après 8 et 9 jours. En revanche, un mois après la pose, tous les oiseaux les avaient perdus.

En 2013, nous avons donc opté pour une autre technique (figs. 1, 2). L'émetteur a été collé sur un rectangle prédécoupé (8 mm x 12 mm) de *Chatterton*™ à l'aide d'une colle (*Loctite*™ *Super Glue* 3) à base de cyanoacrylate de méthyle. Une fois séché, le système est recouvert d'un autre rectangle prédécoupé de *Chatterton* de manière à ce que la colle qui peut déborder ne puisse ensuite coller les rémiges, une fois l'aile de l'oiseau repliée. Ce système est ensuite collé directement sur le rachis des deux rectrices centrales juste en dessous de la glande uropygienne. Le système n'est ainsi jamais au contact direct de la peau de l'oiseau. La mue des rectrices, qui intervient en juillet chez cette espèce, permettra à l'oiseau de se débarrasser du système. Les deux rectrices centrales sont retenues par un aide-bagueur et séparées des autres rectrices qui doivent rester libres de leur mouvement. Un point de colle est ensuite appliqué sur le rachis des deux rectrices et un autre point de colle sur la face inférieure sur *Chatterton*. La prise est immédiate et l'oiseau peut être relâché quelques dizaines de secondes ensuite. La durée totale de cette opération ne nécessite qu'entre vingt et trente secondes.

Douze des treize mâles équipés ont pu être suivis pendant trois semaines de manière ininterrompue, de jour comme de nuit par deux

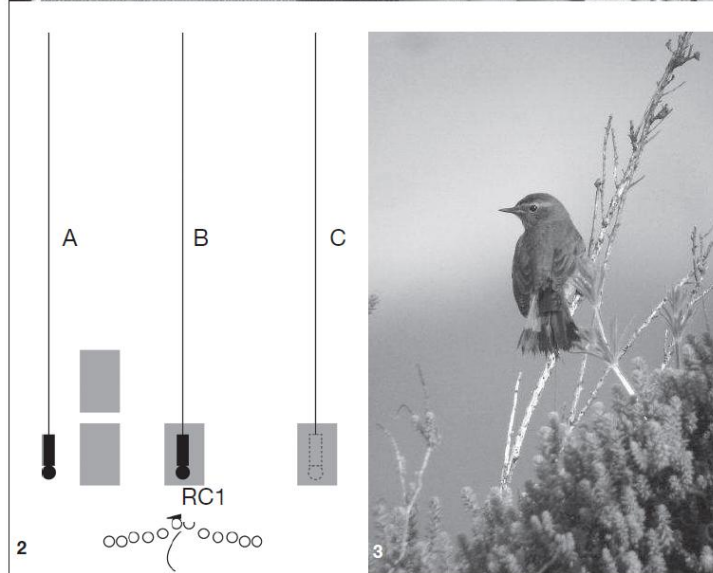


FIG. 1.– Pose de l'émetteur. *Installation of the transmitter.*

FIG. 2.– A = Émetteur et deux rectangles de « Chatterton » ; B = Émetteur collé sur le premier rectangle ; C = émetteur pris en sandwich entre les deux rectangles de « Chatterton ».

A = Transmitter and 2 rectangles of Adhesive tape ; B = Transmitter stuck on the first rectangle ; C = Transmitter sandwiched between 2 rectangles of Adhesive tape.

FIG. 3.– Oiseau équipé chantant. *Equipped bird who sings.*

personnes équipées de récepteurs-radio. Un émetteur défectueux n'a malheureusement jamais émis de signal. Lors de cette longue phase de suivi, aucun signe de perturbation n'a été détecté. Les oiseaux ont été observés chantant (FIG. 3), paradant, se déplaçant, se nourrissant et défendant leurs territoires respectifs. Aucun d'entre eux n'a visiblement cherché à se débarasser de son équipement.

Cette technique, robuste et fiable, nous semble être adaptée au suivi sur une longue période de cette espèce et sans doute d'autres espèces de petits passereaux.

REMERCIEMENTS

Les captures de Gorgebleues à miroir ont été réalisées dans le cadre d'un programme personnel du Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux du Muséum National d'Histoire Naturelle. Merci à Olivier DEHORTER et Frédéric JIGUET pour leur investissement dans ce projet. Le travail réalisé en 2013 dans les marais salants du Mès, a bénéficié d'un financement du Parc Naturel Régional de Brière. Le travail réalisé dans les marais salants de Guérande en 2012 a bénéficié de financements européens du projet INTERREG IVB (espace atlantique) « ECOSAL Atlantis » (« Ecotourisme dans les salines de l'Atlantique : une stratégie de développement intégral et durable »). Enfin, merci à Laurent DEMONGIN, Michel LECOMTE et Christian PAUCOT pour leurs échanges et leur partage en matière de bibliographie.

BIBLIOGRAPHIE

- BONNET (P.) 1984.– *Les passereaux marqueurs d'anthropisation dans un marais salant de l'Ouest de la France (Guérande)*. Thèse de l'Université de Rennes.
- EYBERT (M.-C.), BONNET (P.), GESLIN (T.) & QUESTIAU (S.) 2004.– *La Gorgebleue*. Belin, Paris, 80 p.
- GESLIN (T.) 2002.– *Territorialité en périodes de reproduction et d'hivernage chez la Gorgebleue à miroir (Luscinia svecica): aspect écologique, démographique et physiologique*. Thèse de l'Université de Rennes, Rennes.
- GESLIN (T.), LEFEUVRE (J.-C.), LE PAJOLEC (Y.), QUESTIAU (S.) & EYBERT (M.-C.) 2002.– Salt exploitation and landscape structure in a breeding population of the threatened Bluethroat (*Luscinia svecica*) in salt-pans in western France. *Biological Conservation*, 107: 283-289.
- PROVOST (P.), BARGAIN (B.), CHEVEAU (P.) 2011.– Ecologie du Phragmite aquatique *Acrocephalus paludicola* sur deux sites de halte majeurs pendant le passage postnuptial dans l'Ouest de la France. *Alauda*, 79: 53-63.
- RAIM (A.) 1978.– A radio transmitter for small passerines. *Bird Banding*, 49: 326-332.
- RAPPOLE (J.H.) & TIPTON (A.R.) 1991.– New harness design for attachment of radio transmitters to small passerines. *Journal of Field Ornithology*, 62: 335-337.
- SCHULZE (A.) 2004.– *Les oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et d'Asie occidentale*. Musikverlag Edition AMPLE. 17 Audio-CDs. 61 p.
- VILLARD (P.) & THIBAUT (J.-C.) 2001.– Quelle technique pour équiper un tout petit passereau? Télé-métrie sur la Sittelle corse *Sitta whiteheadi*. *Alauda*, 69: 329-330.

RÉSUMÉ

La Gorgebleue à miroir de Nantes (*Luscinia svecica namnetum*), qui se reproduit notamment dans les marais salants de la presqu'île de Guérande est connue pour nicher dans les zones les plus fragmentées du cœur ces marais. Nous avons voulu comprendre l'influence des structures paysagères sur la distribution et les caractéristiques spatiales des territoires et domaines vitaux ainsi que sur la prédation des nids chez cet oiseau. Nous nous sommes également demandé si ces liens pouvaient varier en fonction des caractéristiques individuelles des mâles étudiés. Les analyses ont été réalisées grâce aux données d'un suivi à long terme d'une population sur le secteur des Bolles à Guérande réalisé par l'équipe de Marie-Christine Eybert (CNRS, Rennes), et nous avons complété l'étude par un suivi télémétrique de onze mâles dans les marais du Mès sur la saison de reproduction 2013. Nous avons montré que : i) la distribution des mâles n'est pas aléatoire : ils choisissent de préférence des territoires avec des patches terrestres à forme complexe et un fort linéaire d'écotone, relativement éloignés des autres territoires ; ii) ces préférences ne dépendent pas de la condition physique des mâles ; iii) la structure paysagère autour des nids n'a pas d'influence sur la prédation des nichées, mais les nids les plus isolés ont moins de chance d'être prédatés. Enfin, le suivi par radiopistage a révélé deux types de stratégie en période de reproduction : certains mâles sont cantonnés et défendent activement un territoire tandis que d'autres possèdent un domaine vital très important, font des incursions régulières dans le territoire de leur congénères mais ne présentent pas de comportement territorial. Enfin, un comportement atypique a été noté chez un mâle qui, bien que défendant un territoire diurne dans les marais salants, passait la nuit dans une petite roselière isolée.

Mots clefs : Caractéristiques paysagères, territoires, domaines vitaux, marais salants, *Luscinia svecica namnetum*