



# SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE RALE DES GENETS

*- ÉTAT DES CONNAISSANCES ET RETOURS  
D'EXPERIENCES DE MESURES DE PROTECTION -*



AGIR pour la  
BIODIVERSITÉ  
ANJOU



CENTRE D'ÉCOLOGIE  
FONCTIONNELLE  
& ÉVOLUTIVE

PRÉFET  
DE LA RÉGION  
PAYS DE LA LOIRE  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE RÔLE DES GENETS

## ÉTAT DES CONNAISSANCES ET RETOURS D'EXPERIENCES DE MESURES DE PROTECTION

### Rédaction:

Soumaya BELGHALI (UMR 5175 CEFE – LPO Anjou), Tiphany HERCÉ (LPO Anjou), Aurélien BESNARD (UMR 5175 CEFE)

### Comité de relecture :

Amélie LECOQ (DREAL PDL) – Sandrine BOULIGAND (DREAL PDL) – Sarah WOLF (CPIE MEUSE) –  
Laurie-May GONZALES (CPIE Meuse) - Jacques COMOLET-TIRMAN (MNHN) – Gregory ANGLIO (DREAL CVL)

### Citation recommandée :

Belghali, Hercé & Besnard – 2021 – Synthèse bibliographique sur le Rôle des genêts. Etats des connaissances et retours d'expériences de mesures de protection. Rapport pour la DREAL Pays de Loire et PNA Rôle des genêts. 71 pages.

### STRUCTURE COORDINATRICE :



AGIR pour la  
BIODIVERSITÉ  
ANJOU

#### Ligue pour la Protection des Oiseaux Anjou

35 rue de la Barre  
49 000 ANGERS  
Tél. : 02.41.44.44.22  
<http://www.lpo-anjou.org>

### STRUCTURE PARTENAIRE :



CENTRE D'ÉCOLOGIE  
FONCTIONNELLE  
& ÉVOLUTIVE

#### UMR 5175 - Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive

1919, route de Mende  
34 293 MONTPELLIER 5  
Tél. : 04 67 61 32 02  
<http://www.cefe.cnrs.fr>

Projet financé dans le cadre du PNA Rôle des genêts par la DREAL Pays de la Loire

# TABLE DES MATIERES

<b>Liste des figures .....</b>	<b>5</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>7</b>
<b>Contexte et objectifs .....</b>	<b>8</b>
<b>Méthode de recherche documentaire .....</b>	<b>9</b>
1. Ressources électroniques et bases de données.....	9
A. Moteur de recherche académique et bases de données CNRS en ligne .....	9
B. Portails des revues en ligne.....	9
C. Base de données du programme LIFE en ligne .....	9
D. Moteur de recherche Google .....	10
2. Ressources documentaires des bibliothèques.....	10
3. Personnes ressources.....	10
<b>Situation de l'espèce .....</b>	<b>11</b>
1. Présentation de l'espèce .....	11
2. Distribution et structure génétique de la population .....	11
3. Effectifs et statuts de conservation.....	13
4. Menaces pesant sur l'espèce .....	16
<b>Biologie et écologie du Rôle des genêts.....</b>	<b>17</b>
1. Habitats des Rôles des genêts .....	17
A. Types d'habitats utilisés .....	17
B. Caractéristiques des habitats prairiaux sélectionnés par les mâles.....	18
C. Caractéristiques des habitats prairiaux sélectionnés par les femelles.....	21
D. Microhabitat des prairies sélectionnées .....	23
E. Rôles de l'attraction sociale et des ressources alimentaires dans la sélection de l'habitat .....	24
F. Caractéristiques de l'habitat en fonction de la fréquence et de la date de fauche.....	24
G. Sélection de l'habitat en fonction des inondations et de la pluviométrie .....	26
H. Utilisation des habitats alternatifs .....	27
2. Alimentation.....	29
3. Reproduction.....	30
A. De l'arrivée de migration à la ponte.....	30
Système d'appariement .....	30

Construction du nid .....	31
Ponte .....	31
B. De l'incubation à l'indépendance des juvéniles .....	32
Incubation.....	32
Soins apportés aux jeunes.....	33
Âge d'envol des juvéniles .....	34
C. Localisation des nids et domaines vitaux .....	34
Distance entre le poste de chant du mâle et le nid.....	34
Localisation des nids.....	35
Taille du domaine vital utilisé par les adultes et les juvéniles en période de reproduction .....	36
D. Chronologie de la reproduction .....	37
Des dates d'arrivée sur les sites de reproduction étalées tout au long de la saison .....	37
Détermination des dates d'appariement en fonction de la fréquence du chant du mâle .....	37
Étalement des dates de ponte et observations des pics des deux initiations de nichées .....	38
Des dates d'éclosions variables selon les régions et les années : cas en France .....	39
Observations tardives de soins maternels .....	41
Date d'envols des juvéniles .....	41
E. Dates des mues et de capacité de vol des adultes.....	42
Mues en zone de reproduction .....	42
Mues en zone d'hivernage .....	43
4. Déplacements intra-saisonniers importants .....	44
A. Evidences concernant la mobilité de l'espèce au cours de la saison de reproduction.....	44
B. Distances variables et importantes parcourues au cours de la saison de reproduction .....	45
C. Un comportement certainement induit par un système de polygamie séquentielle et par des perturbations.....	46
5. Hivernage et Migration .....	46
A. Chronologie de la migration .....	47
B. Distribution hivernale des Râles des genêts.....	48
C. Voies de migration .....	50
D. Stratégies de migration .....	51
E. Types d'habitats et utilisation de l'espace .....	51
F. Menaces sur les zones d'hivernage et en migration.....	52
6. Survie et dispersion .....	52
Taux de survie.....	52

Dispersion.....	52
<b>Retours d'expériences sur l'efficacité de mesures de conservation .....</b>	<b>54</b>
1. Restauration et maintien de l'habitat du Râle des genêts .....	54
A. Restauration .....	54
B. Maintien des prairies favorables pour les Râles des genêts et lutte contre l'abandon.....	55
2. Présence de couverts assurant la survie et le succès reproducteur des Râles des genêts.....	56
A. Mise en place de couverts précoces .....	56
B. Choix de la date de fauche des prairies et succès reproducteur .....	57
Date de fauche et calendrier de reproduction.....	57
Date de fauche et phénologie de la reproduction : détermination individuelle .....	59
Dates de fauche adaptées aux déplacements intra-saisonniers.....	60
Étalement des dates de fauche .....	60
3. Protections localisées des individus.....	61
Surface à protéger autour des postes de chant .....	61
Test de fixer les territoires par la repasse sur des parcelles favorables .....	62
4. Réduction de la mortalité durant la fauche .....	63
A. Technique de fauche : centrifuge et lente .....	63
B. Localisations et largeurs pertinentes des bandes refuges .....	64
5. Programme de réintroduction : le cas de l'Angleterre.....	65
6. Conclusion .....	66
<b>Bibliographie.....</b>	<b>68</b>

## LISTE DES FIGURES

<b>FIGURE 1</b> : REPRESENTATION DE RALES DES GENETS : 1. ET 2. MALES ADULTES LORS DE LA REPRODUCTION, 3. FEMELLE ADULTE EN REPRODUCTION, 4. MALE ADULTE NON REPRODUCTEUR, 5. JUVENILE ET 6. POUSSIN DE QUELQUES JOURS (EXTRAIT DE SCHÄFFER & KOFFIJBURG, 2004).....	11
<b>FIGURE 2</b> : DISTRIBUTION DES DETECTIONS DE MALES DE RALES DES GENETS EN PERIODE DE REPRODUCTION (EXTRAIT DE FOURCADE ET AL., 2013) .....	12
<b>FIGURE 3</b> : MODELISATION DE LA DISTRIBUTION POTENTIELLE DES RALES DES GENETS EN PERIODE DE REPRODUCTION (PROBABILITE DE PRESENCE) TENANT COMPTE DES VARIABLES ENVIRONNEMENTALES LIEES A L'ÉCOLOGIE DES RALES DES GENETS ET DES BIAIS D'ÉCHANTILLONNAGES (EXTRAIT DE FOURCADE ET AL., 2013) .....	12
<b>FIGURE 4</b> : NOMBRE DE PAYS SELON LA TENDANCE DES POPULATIONS DE RALES DES GENETS EN EUROPE DE 2000 A 2012 (EXTRAIT DE KOFFIJBURG ET AL., 2016).....	13
<b>FIGURE 5</b> : EVOLUTION DU NOMBRE DE MALES CHANTEURS DE RALES DETECTES DANS DIFFERENTS PAYS (EXTRAIT DE KOFFIJBURG ET AL., 2016) .....	14
<b>FIGURE 6</b> : EVOLUTION DU NOMBRE DE MALES CHANTEURS DES RALES DES GENETS ENTRE LES ANNEES 1980 ET 2020 EN FRANCE(DONNEES PNA, 2020)15	15
<b>FIGURE 7</b> : DEPARTEMENTS OCCUPES PAR LE RALE EN FRANCE DURANT QUATRE PERIODES DE 1930 A 2009 (EXTRAIT DE FOURCADE ET AL., 2013). .....	15
<b>FIGURE 8</b> : REPARTITION DES EFFECTIFS FRANÇAIS DE MALES CHANTEURS PAR DEPARTEMENT EN 2019 ET 2020 (DONNEES PNA).....	15
<b>FIGURE 9</b> : SELECTION DE L'HABITAT PAR LES MALES DES RALES DES GENETS DANS L'EST DE LA POLOGNE (EXTRAIT DE BUDKA & OSIEJUK, 2013).....	19
<b>FIGURE 10</b> : REPOSE DES CINQ ESPECES ETUDIEES A LA PROPORTION DE PRAIRIE ET A LA DENSITE DE HAIES SELON LE RAYON CONSIDERE AUTOUR DE CHAQUE MALE CHANTEUR (EXTRAIT DE BESNARD ET AL., 2016).....	21
<b>FIGURE 11</b> : CARACTERISTIQUES DE L'HABITAT DANS LES DOMAINES VITAUX DES SIX FEMELLES RADIO-TAGGEES SUIVIES PAR ARBEITER ET AL. (2017).....	22
<b>FIGURE 12</b> : COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES DE L'HABITAT DES POSTES DE CHANTS DES MALES AVEC UNE DETECTION OU NON DE NICHEE (A GAUCHE, 1= PRESENT, N=23 ; 0=ABSENT, N=55) ; ET DES SITES SANS DETECTION DE NICHEE EN RELATION AVEC L'ACTIVITE DIURNE DES MALES (A DROITE, 1= PRESENT, N=28 ; 0=ABSENT, N=27) (EXTRAIT D'ARBEITER ET AL., 2017). .....	23
<b>FIGURE 13</b> : CARACTERISTIQUES DE LA VEGETATION ET HAUTEUR DE LA LITIERE SELON A. LE TYPE D'UTILISATION ET LA DATE DE FAUCHE (M= FAUCHE, N=39 ; G= PATURAGE, N=26 ; NO=SANS UTILISATION, N=13) (EXTRAIT D'ARBEITER ET AL., 2017), B. LA DATE DE FAUCHE ET LE NOMBRE D'ANNEES SANS FAUCHE (EXTRAIT D'ARBEITER ET AL., 2018). .....	26
<b>FIGURE 14</b> : PREDICTION DE L'HABITAT FAVORABLE POUR LES RALES DES GENETS EN FONCTION DE LA PERTE D'UNE HETEROGENEITE DANS LES 100 HA AUTOUR DE CHAQUE MALE CHANTEUR (EXTRAIT DE DORRESTEIJN ET AL., 2015).....	27
<b>FIGURE 15</b> : DISTRIBUTION DES ZONES D'ETUDES DANS LE NORD-EST DE LA HONGRIE PRESENTANT LA ZONE SOUMIS AUX INONDATIONS (BODROGZUG PL SITE) ET LES TROIS AUTRES ZONES DE REPORTS DES RALES DES GENETS (BOLDOGH ET AL., 2016).....	28
<b>FIGURE 16</b> : NOMBRE D'ŒUFS PAR PONTE EN FONCTION DE LA DATE DE DEBUT DE L'INCUBATION (1ER MAI=1). LES DONNEES DE COLL SONT REPRESENTEES PAR DES CERCLES, CELLES DE NORTH UIST PAR DES TRIANGLES ET CELLES DE SOUTH UIST PAR DES CARRÉS (EXTRAIT DE TYLER, 1996).....	32
<b>FIGURE 17</b> : DUREE DE L'INCUBATION EN FONCTION DE LA DATE DU PREMIER JOUR D'INCUBATION (EXTRAIT DE TYLER & GREEN, 1996). .....	33
<b>FIGURE 18</b> : PROPORTION DES POUSSINS ACCOMPAGNES PAR UNE FEMELLE EN FONCTION DE LEUR AGE (D'APRES L'ÉTUDE DE GREEN ET AL., 1997 ET GREEN, 2010).....	34
<b>FIGURE 19</b> : MINIMUM ET MAXIMUM DE LA DUREE DES COUPLES (VOIR TEXTE), MOMENT DE LA SEPARATION DANS LE CYCLE DE REPRODUCTION, DATE DE LA PREMIERE ASSOCIATION (1 MAI =1) ET DISTANCE ENTRE LE NID ET LE POSTE DE CHANT NOCTURNE DU MALE POUR LES NEUF COUPLES DE RALES DES GENETS RADIO-TAGGES. LES COUPLES MARQUES D'UN ASTERISQUE ONT PRODUIT UNE SECONDE PONTE (TYLER & GREEN, 1996). .....	35
<b>FIGURE 20</b> : DESCRIPTION DU TYPE D'HABITAT DANS LESQUELS LES NIDS ONT ÉTÉ TROUVÉS AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION EN ÉCOSSE (EXTRAIT DE TYLER 1996). .....	36
<b>FIGURE 21</b> : EVOLUTION DU NOMBRE DE MALES CHANTEURS RECENSES ET D'INITIATION DE COUVEE AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION (EXTRAIT D'ARBEITER ET AL., 2017). .....	39
<b>FIGURE 22</b> : DATE DES ECLOSIONS EN FRANCE SELON LES REGIONS (EXTRAIT DE DECEUNINCK, 1997). .....	41
<b>FIGURE 23</b> : DATES D'INITIATION DES NICHEES DES RALES DES GENETS ET NOMBRES CUMULES DE NICHEES AVEC DES POUSSINS SOIT INDEPENDANTS SOIT VOLANTS DANS LA ZONE D'ÉTUDE D'ARBEITER (2020) EN ALLEMAGNE (EXTRAIT DE LA THESE D'ARBEITER, 2020). .....	42
<b>FIGURE 24</b> : SCORE DE LA MUE DES REMIGES PRIMAIRES DE FEMELLES CAPTUREES EN ÉCOSSE EN 1998-2003, 2005, 2006 ET 2009 ACCOMPAGNEES (TRIANGLES) OU NON (RECTANGLES) DE POUSSINS (D'APRES L'ÉTUDE DE GREEN (2010). LE SCORE 0 CORRESPONDANT A LA PRESENCE DE TOUTES LES ANCIENNES PLUMES ET LE SCORE 50 A LA PRESENCE DES 10 NOUVELLES REMIGES PRIMAIRES.....	43
<b>FIGURE 25</b> : NOMBRE MOYEN DE MALES CHANTEURS DURANT LES COMPTAGES DE FIN MAI-DEBUT JUIN (VALEUR DE GAUCHE) ET DE FIN JUIN-DEBUT JUILLET (VALEUR DE DROITE) A PLUS BASSE ET PLUS HAUTE ALTITUDE (EXTRAIT DE BRAMBILLA & PEDRINI, 2011). .....	45
<b>FIGURE 26</b> : DISTRIBUTION MONDIALE DU RALE DES GENETS EN PERIODE DE REPRODUCTION (MARRON) ET EN PERIODE D'HIVERNAGE (EN JAUNE LA ZONE MAJORITAIRE, ET EN BLEU LES ZONES D'HIVERNAGE DECOUVERTES PLUS RECEMMENT POUR DES RALES DES GENETS ECOSSAIS), ET LOCALISATION DES VOIES MIGRATOIRES (FLECHES BLEUES) (EXTRAIT DE HENNIQUE ET AL., 2013). .....	48
<b>FIGURE 27</b> : DISTRIBUTION DE TOUTES LES OBSERVATIONS DE RALE DES GENETS (A) ET RESULTATS DE LA MODELISATION DE SA DISTRIBUTION HIVERNALE (B) (WALTHER, 2012).....	49

**FIGURE 28** : SITES DE REPRODUCTION ET D’HIVERNAGE DE QUELQUES RALES DES GENETS SUIVIS INDIVIDUELLEMENT, (A) PAR BAGUAGES DANS L’ETUDE DE WALTHER (2008), (B) GEOLocalISATEURS DANS L’ETUDE DE GREEN (2013) ET (C) BALISES ARGOS DANS L’ETUDE DE PESKE & VLCEK (2017), CHAQUE COULEUR REPRESENTEE SUR LA DERNIERE CARTE CORRESPONDANT AU TRACE D’UN INDIVIDU. .... 50

**FIGURE 29** : TENDANCE DE MALES CHANTEURS DE RALE DANS LES PRAIRIES RESTAUREES (EN ROUGE, CROISSANCE FORTE  $P>0.05$ ), DANS LE PARC DE DVIETE (EN BLEU, CROISSANCE MODEREE  $P<0.01$ ), ET A L’ECHELLE DE LA LETTONIE (EN JAUNE, POPULATION STABLE) D’APRES (K̄ERUS ET AL., 2015). ..... 55

**FIGURE 30** : SCHEMATISATION D’UNE FAUCHE CENTRIFUGE BENEFIQUE A LA FUITE DES RALES DES GENETS ET D’UNE FAUCHE CENTRIPETE AUGMENTANT LA MORTALITE (ILLUSTRATIONS DU GUIDE TECHNIQUE DU PROGRAMME LIFE + NATURE RALE DES GENETS 2011-2015). ..... 63

## RESUME

Le déclin des Râles des genêts en France, dont les effectifs n'atteignent plus que quelques centaines de mâles chanteurs ces dernières années, est en grande partie dû à l'intensification des pratiques agricoles, aux fauches trop précoces, rapides et simultanées, ainsi qu'à la disparition et à la fragmentation de leur habitat. En France, l'espèce se trouve majoritairement dans les prairies de fauche des plaines alluviales, mais dans d'autres pays elle occupe également d'autres types d'habitats. Si les mâles comme les femelles semblent préférer les prairies fauchées l'année précédente, leur offrant certainement une certaine structure de végétation et d'épaisseur de la litière adaptée, des prairies non gérées sont également utilisées en grand nombre. Des arrivées et des départs ont lieu de manière continue tout au long de la saison sur les sites de reproduction. Les individus peuvent parcourir plusieurs centaines de kilomètres au sein de la même saison de reproduction, en réponse à des perturbations ou pour la recherche de partenaires. Les connaissances actuelles sur l'utilisation plus précise de l'habitat, notamment par les femelles, au cours de la reproduction sont très parcellaires et reposent sur très peu de données. Ainsi, le nid d'un des neufs couples suivis par une étude pilote en Ecosse a été retrouvé à 160 m du mâle chanteur le plus proche. Les mâles chanteurs semblent se poster à une distance minimale de 200 m les uns des autres, bien qu'ils effectuent des visites régulières sur les territoires voisins. D'après une étude basée sur des analyses génétiques, les juvéniles indépendants, mais toujours non volants, peuvent se trouver entre 149 et 601 m du poste de chant de leur père. L'âge d'envol des juvéniles a été revu et est soupçonné correspondre à l'âge moyen de 44 jours. Les études ont montré qu'il faut de fait attendre la mi-septembre pour que l'ensemble des juvéniles aient atteint la capacité à voler et que les femelles aient complété leur mue. Avant cela, les juvéniles et les adultes en mue, restent vulnérables aux fauches et aux distances trop éloignées de zones refuges. Les voies et les zones de migration des Râles des genêts nichant en France ne sont à ce jour pas connues. Si la plus grande proportion des individus de l'espèce semble hiverner dans le sud-est de l'Afrique, les individus écossais suivis par géolocalisateurs ont hiverné entre le Nigeria et le Ghana et dans le bassin du Congo.

Les pays ayant vu leurs effectifs de Râles des genêts augmenter ces dernières années ont généralement mis en place un ensemble de mesures simultanément, ce qui rend complexe l'identification des mesures les plus efficaces. De plus, l'efficacité des mesures n'est évaluée que de manière très indirecte à travers une corrélation entre mise en place des mesures et effectifs de mâles les années suivantes. Dans ces pays, les fauches ont été repoussées à mi-août sur certaines prairies et dans des rayons de 250 m autour de chaque mâle chanteur, des couverts précoces ont été mis en place pour accueillir l'espèce à son arrivée et des techniques de fauches évitant des mortalités directes s'ajoutant à la préservation de zones refuges ont été instaurées. Certains pays ont aussi restauré des habitats de prairies et des cours d'eau. La forte augmentation de l'espèce observable en Europe de l'est dans les années 1990, a eu lieu, quant à elle, lors de l'arrêt involontaire de pratiques associées à l'agriculture intensive et lors de l'abandon de parcelles de culture. D'autres régions présentant des effectifs qui se maintiennent se caractérisent par un paysage hétérogène en type d'habitats et par un étalement des dates de fauche permettant de maintenir des habitats favorables tout au long de la saison de reproduction.

En conclusion, ce travail de synthèse bibliographique confirme que les données sur l'écologie de l'espèce en général mais aussi sur l'efficacité des mesures de gestion sont lacunaires, parfois même inexistantes et reposent largement sur des tailles d'échantillons très petites et sur des méthodes souvent indirectes. Des études ambitieuses et si possible à plus large échelle, coordonnées au niveau européen, sont nécessaires pour combler ces lacunes.

## CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le Rôle des genêts (*Crex crex*) est un rallidé occupant aujourd’hui, en France, essentiellement les prairies de fauche des vallées alluviales (Deceuninck, 1999). L’espèce est protégée au niveau international par la Convention de Berne et est classée sur l’Annexe 1 de la Directive Oiseaux en Union Européenne. Elle est protégée en France en application des articles L-411.1 et L-411.2 du code de l’environnement par l’arrêté du 29 octobre 2009 instaurant une protection des oiseaux, des œufs et des nids ainsi que des aires de repos et des sites de reproduction de l’espèce. En quelques dizaines d’années, les populations françaises ont connu un déclin majeur de leurs effectifs et une rétractation de la distribution des individus dans quelques zones, alors qu’elle était répartie sur l’ensemble du territoire national antérieurement. L’espèce est à présent classée « En Danger » dans la liste rouge des oiseaux nicheurs de France (MNHN, 2020). Plusieurs programmes et actions de conservation en faveur du Rôle des genêts ont été développés en France, dont deux programmes LIFE en 1997 et 2011 et d’un Plan National d’Actions de 2005 à 2009 et reconduit de 2013 à 2018. Malgré ces mesures, l’espèce est toujours en déclin, les effectifs de mâles chanteurs ayant décliné de 2 450 mâles chanteurs dans les années 1980 à 223 mâles chanteurs en 2020 (Broyer, 1985 et données PNA).

Ce document fait suite au bilan du dernier Plan National d’Actions réalisé en 2019 en faveur du Rôle des genêts, qui a mis en avant l’important manque de connaissances pour faire face au déclin de l’espèce. Ce document, issu d’une commande de la DREAL Pays de la Loire à la LPO Anjou et à l’UMR5175 Centre d’Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, a pour objectif, dans un premier temps, de présenter un état actualisé des connaissances sur le Rôle des genêts et son écologie ; et dans un second temps de synthétiser des retours d’expériences de certaines actions de conservation ayant eu lieu en Europe. Il s’appuie donc à la fois sur des publications scientifiques et de rapports d’études internationaux, et est complété par des commentaires de gestionnaires ou de scientifiques interrogés spécifiquement pour la rédaction de cette synthèse.

## METHODE DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Le corpus bibliographique a été constitué grâce à différentes ressources électroniques et bases de données en ligne, aux bibliothèques académiques et nationales et aux contacts de certaines personnes ou organisations. Les requêtes informatiques ont été faites sous les mots clés « Crex crex » et « Corncrake », puis selon des recherches plus ciblées de certains documents, sous la déclinaison du nom de l'espèce dans différentes langues. Les documents qui forment la bibliographie traitent donc directement du Rôle des genêts ou, plus rarement, d'un groupe d'espèces comprenant ce dernier.

### 1. RESSOURCES ELECTRONIQUES ET BASES DE DONNEES

#### A. MOTEUR DE RECHERCHE ACADEMIQUE ET BASES DE DONNEES CNRS EN LIGNE

Tout d'abord, de nombreuses références ont été récupérées via le moteur de recherche académique Google Scholar et des bases de données bibliographiques dont bénéficient le CNRS telles que Web of Science, Scopus, HAL et Open Dissertations.

Tous les articles scientifiques récents répondant à la requête ont été repérés lors de cette première phase, essentiellement via Google Scholar, Web of Science et Scopus. L'accès à une partie des documents associés aux références a toutefois été permis par d'autres sources (les revues en ligne, les bibliothèques, Researchgate, contact direct avec les auteurs...).

Une partie de la littérature « grise » -c'est-à-dire toute la littérature qui n'est pas publiée par des éditeurs comme par exemple les thèses, rapports de stage, plans d'actions ou rapports d'étude - a été récupérée grâce à Google Scholar, HAL et Open Dissertations, mais la grande majorité a été repérée et récupérée via les autres voies de recherche décrites ci-dessous.

#### B. PORTAILS DES REVUES EN LIGNE

Une recherche sur les portails des revues a également permis d'obtenir quelques articles qui n'avaient pas été détectés ou qui n'étaient pas accessibles précédemment (notamment les plus anciens), la disponibilité en ligne des articles numérisés étant très variable en fonction des revues et des volumes recherchés.

#### C. BASE DE DONNEES DU PROGRAMME LIFE EN LIGNE

La base de données du programme LIFE a fourni les descriptions de chaque LIFE qui a été réalisé sur l'espèce, les rapports de fin des projets nommés « Rapports Layman » et les « After-life report » pour certains projets.

Ce corpus de documents liés aux LIFE mais également aux autres plans d'actions, a été enrichi par les envois de documents par différentes personnes impliquées dans les plans de conservation et grâce au moteur de recherche Google.

## D. MOTEUR DE RECHERCHE GOOGLE

Le moteur de recherche google.com a été questionné sur différents mots clés (« Corncrake report », « Crex crex »...). Des documents très variés et internationaux ont ainsi été récupérés comme des rapports de thèse et de stage, des rapports liés aux LIFE ainsi que d'autres plans d'actions, guides techniques, etc.

## 2. RESSOURCES DOCUMENTAIRES DES BIBLIOTHEQUES

Les bibliothèques françaises et internationales ont archivé et numérisé certains documents sur le Rôle des genêts (thèses, rapports de stage, plans d'actions, revues et ouvrages) qui ont pu être identifiés et pour certains récupérés.

Les références des documents ont pu être obtenues par les outils suivant selon les pays : Sudoc (France), thèse.fr (France), Worldcat (International), Opengrey (Européen), BASE – Bielefeld Academic Search Engine (international), BICTEL (France et Belgique), DART-Europe (Europe), DissOnline (Allemagne), DIVA (Scandinavie), EThOS (Royaume-Unis), NDLTD : Networked Digital Library of Theses and Dissertations, RERODOC (Suisse).

Concernant les publications scientifiques plus anciennes ou éditées dans des revues non libres d'accès sur internet, les outils cités ont permis de déterminer la localisation de ces articles. Plus d'une quinzaine d'articles et d'ouvrages d'intérêts ont pu être récupérés ou consultés à la Bibliothèque du CEFE à Montpellier ou à celle du Muséum national d'Histoire naturelle à Paris. D'autres ont pu être récupérés dans des revues numérisées par ces bibliothèques.

Les thèses et rapports de stages internationaux ont largement été détectés par ce circuit. Si l'obtention des documents n'a pas pu se faire directement (environ la moitié des thèses), elles se sont faites physiquement à la bibliothèque, par contact avec les auteurs ou via le moteur de recherche google.

## 3. PERSONNES RESSOURCES

D'autre part, les contacts avec des personnes impliquées à l'international et en France pour la conservation du Rôle des genêts ont permis d'obtenir des thèses, des articles et des documents sur les projets de gestion mis en place. Une grande partie des documents et de commentaires personnels traitant de la mise en place de mesures de gestion et de l'évaluation de leur efficacité a ainsi été obtenue.

## SITUATION DE L'ESPECE

### 1. PRESENTATION DE L'ESPECE

Le Râle des genêts fait partie des Gruiformes et de la famille des rallidés. Il se trouve être la seule espèce du genre *Crex* avec le Râle des prés (*Crex egregia*) qui niche en Afrique tropicale (Del Hoyo et al., 1996). Il s'agit d'une espèce de 27-30 cm de longueur et de 46-53 cm d'envergure; et pesant 140-235 g pour les mâles ayant servi de référence en France et 139-196 g pour les femelles ayant servi de référence en Pologne (sachant que les individus de l'ouest de l'Europe, surtout les écossais, sont en moyenne plus lourds que ceux d'Europe de l'est (Fourcade, 2014)). Leur plumage est brun-roussâtre strié de noir et dimorphisme sexuel est très faible (bleu plus prononcé sur la tête et dans le cou pour les mâles) (figure 1). Les immatures se distinguent difficilement des femelles adultes, tandis que les juvéniles naissent couverts d'un duvet noir (Schäffer & Koffijberg, 2004). Les Râles des genêts sont peu visibles, préférant se déplacer à couvert dans les herbes hautes. Les individus sont généralement solitaires bien qu'il existe une certaine attraction sociale pour l'établissement des territoires (Budka & Osiejuk, 2013).

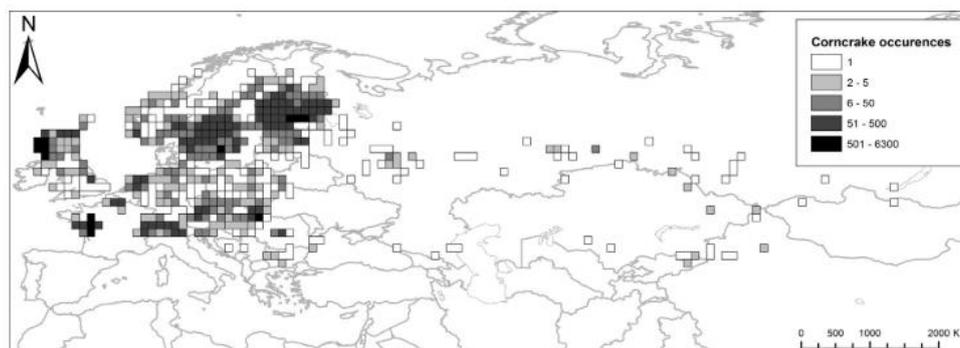


**Figure 1** : Représentation de Râles des genêts : 1. et 2. mâles adultes lors de la reproduction, 3. femelle adulte en reproduction, 4. mâle adulte non reproducteur, 5. juvénile et 6. poussin de quelques jours (extrait de Schäffer & Koffijberg, 2004)

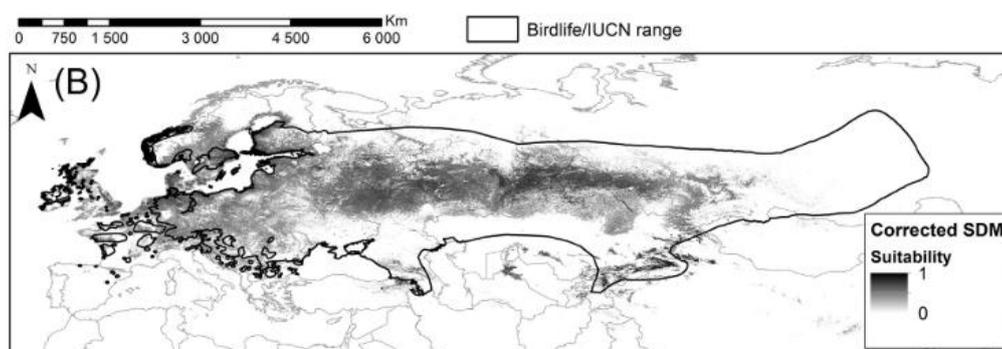
### 2. DISTRIBUTION ET STRUCTURE GENETIQUE DE LA POPULATION

L'aire de distribution des Râles des genêts en saison de reproduction recouvre une large part de l'Europe et du nord de l'Asie (BirdLife International, 2016, Fourcade et al., 2013). Cette distribution est connue par les comptages nocturnes des mâles chanteurs, qui reposent sur des protocoles différents selon les régions et les pays, et qui présentent des pressions d'observations plus importantes à l'ouest

qu'à l'est de l'aire de nidification (figure 2). La carte de répartition de l'espèce en période de reproduction a donc été modélisée selon les paramètres environnementaux, l'écologie de l'espèce et les biais d'échantillonnage (Fourcade et al., 2013 ; figure 3).



**Figure 2 :** Distribution des détections de mâles de Râles des genêts en période de reproduction (extrait de Fourcade et al., 2013)



**Figure 3 :** Modélisation de la distribution potentielle des Râles des genêts en période de reproduction (probabilité de présence) tenant compte des variables environnementales liées à l'écologie des Râles des genêts et des biais d'échantillonnages (extrait de Fourcade et al., 2013)

Une étude génétique de la population à large échelle a été réalisée sur une partie étendue de l'aire de nidification (de la France à la Russie de l'ouest) dans le cadre de la thèse de Fourcade (2014). Cette étude a permis d'obtenir des informations concernant la diversité génétique des populations de Râles des genêts. Les analyses se sont basées sur 496 échantillons récoltés de mai à juillet en 2011 et 2012 dans 15 localisations différentes réparties en Europe, ainsi qu'à partir d'échantillons récoltés en 2000, 2011 et 2012 en France pour des analyses plus ciblées.

Les résultats des analyses révèlent que les populations de Râles des genêts présentent une diversité élevée à l'échelle de la population globale, mais également à l'échelle des populations même pour celles ayant subi une très forte réduction des effectifs ces dernières années (Fourcade, 2014; Fourcade et al., 2019). C'est le cas de la population de l'ouest de la France qui en 12 ans, malgré une diminution importante du nombre de mâles chanteurs, a vu un maintien important de la diversité génétique au vu de la taille de la population (Fourcade et al., 2019). Par ailleurs, bien que les analyses montrent une faible structure génétique sur l'ensemble de l'aire de répartition, trois groupes se distinguent au sein de la population globale, un en Europe de l'est, un en Ecosse et un comprenant la France et l'Italie (Fourcade, 2014; Fourcade et al., 2016). Ceci s'ajoute au fait qu'il existe un déséquilibre démographique sur l'aire de répartition, les tendances démographiques des populations de l'ouest ayant dernièrement beaucoup diminuées contrairement à celles des populations de l'est. Il est ainsi émis l'hypothèse d'un flux de gènes majoritairement dirigé depuis les populations d'Europe de l'est vers les populations d'Europe de l'ouest, flux pouvant apporter de la diversité génétiques aux petites populations

périphériques et contribuer à la faible structure génétique observée et à la diversité génétique maintenue dans les petites populations (Fourcade, 2014; Fourcade et al., 2016).

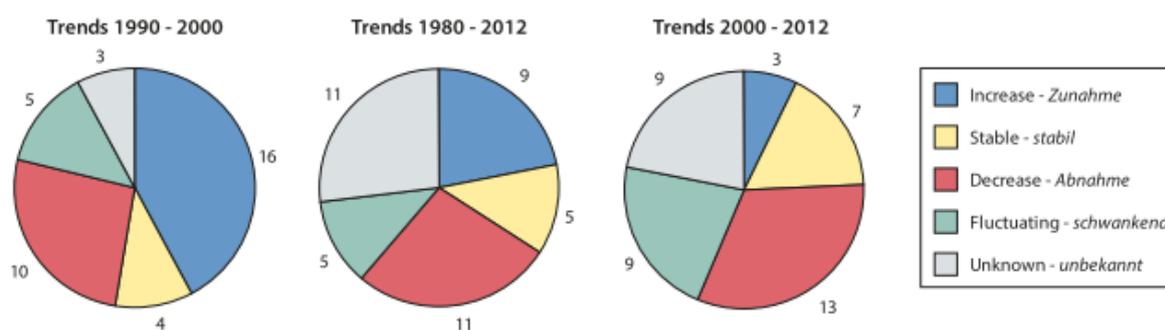
### 3. EFFECTIFS ET STATUTS DE CONSERVATION

*En Europe*

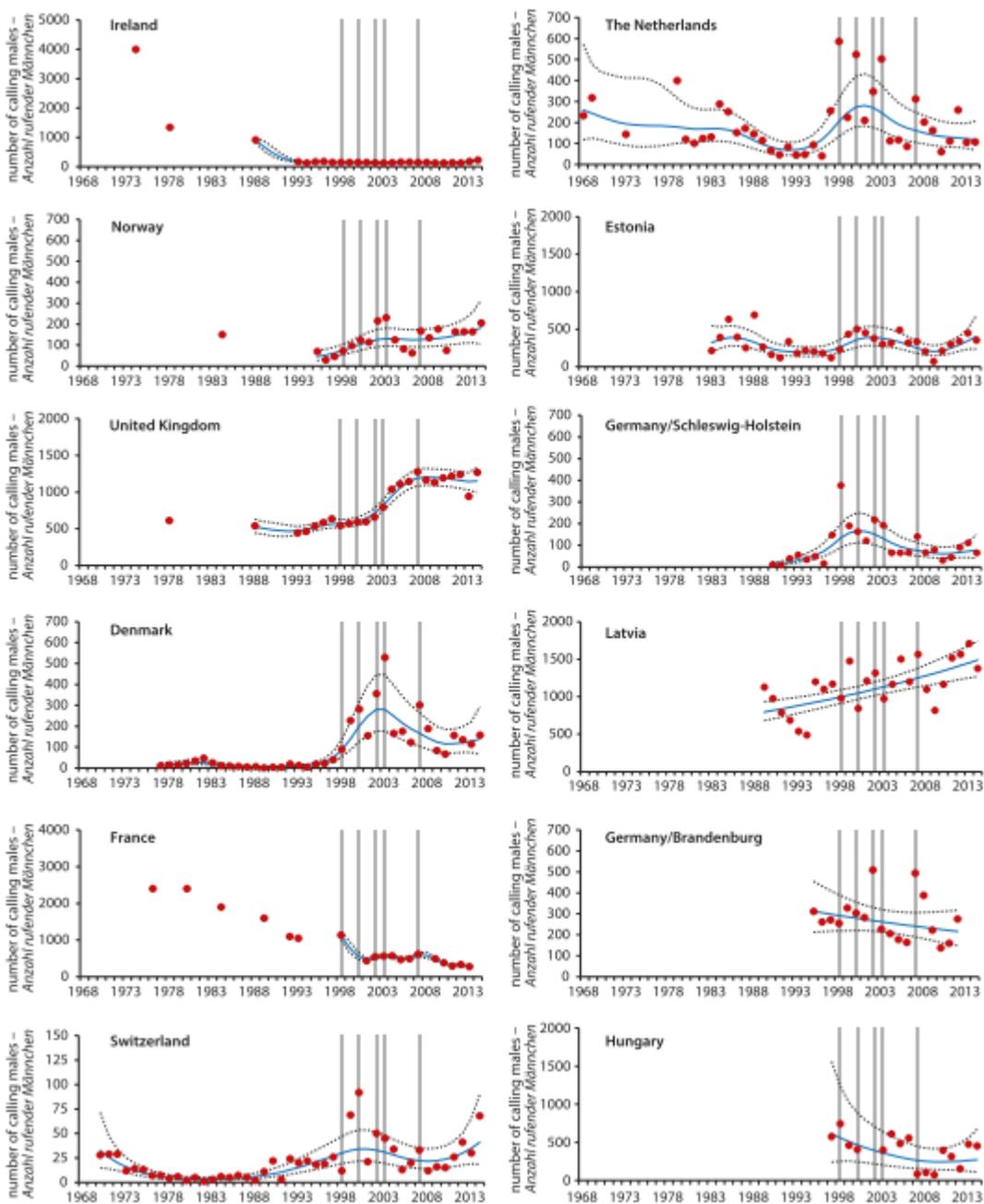
L'effectif européen a été estimé en 2016 entre 3 et 7 millions de mâles chanteurs (BirdLife International, 2016). La population nicheuse en Europe avait été auparavant estimée à 92 000 – 233 000 mâles chanteurs à partir de questionnaires rendant compte des effectifs pour 34 pays européens entre 1985 et 1994 (Crockford et al., 1996). Cependant, les recensements réalisés par la suite en Russie ont mis en évidence la présence de près de 90 % des effectifs sur son territoire (Mischenko & Sukhanova, 1999).

De plus, les années 1990 ont vu une augmentation conséquente des populations des Râles des genêts à l'est de l'Europe suite aux bouleversements politiques et socio-économique dans ces années. Ces bouleversements ont en effet provoqué un abandon des cultures et une diminution importante des pratiques liées à une agriculture intensive comme l'utilisation de pesticides (Koffijberg et al., 2016 ; Grishchenko & Prins, 2016). Cette dynamique très positive peut très certainement être à l'origine des pics d'effectifs observés entre 1998 et 2003 dans les autres pays d'Europe (Koffijberg et al., 2016). Le statut de l'espèce à l'échelle mondiale est ainsi passé de « vulnérable » dans les années 1990 à « quasi-menacée » en 2004 et à « préoccupation mineure » aujourd'hui (IUCN, 2016).

Cependant, bien que les effectifs se montrent très fluctuants, dans de nombreux pays les tendances se sont aujourd'hui inversées par rapport aux pics des années 1990 et les populations de Râles des genêts sont désormais majoritairement en déclin (*figures 4 et 5*; Koffijberg et al., 2016). Ce déclin est particulièrement prononcé dans les pays les plus à l'ouest de l'aire de nidification et en bordure d'aire de répartition, pays qui accueillent également de faibles effectifs.



**Figure 4** : Nombre de pays selon la tendance des populations de Râles des genêts en Europe de 2000 à 2012 (extrait de Koffijberg et al., 2016).



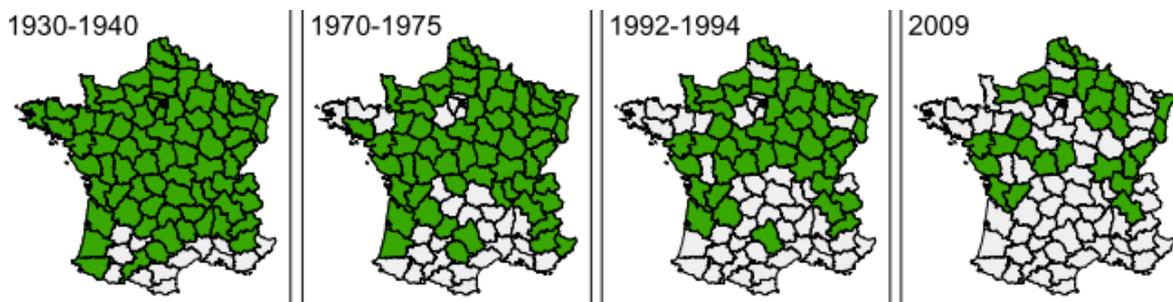
**Figure 5 :** Evolution du nombre de mâles chanteurs de Râles détectés dans différents pays (extrait de Koffijberg et al., 2016)

*En France*

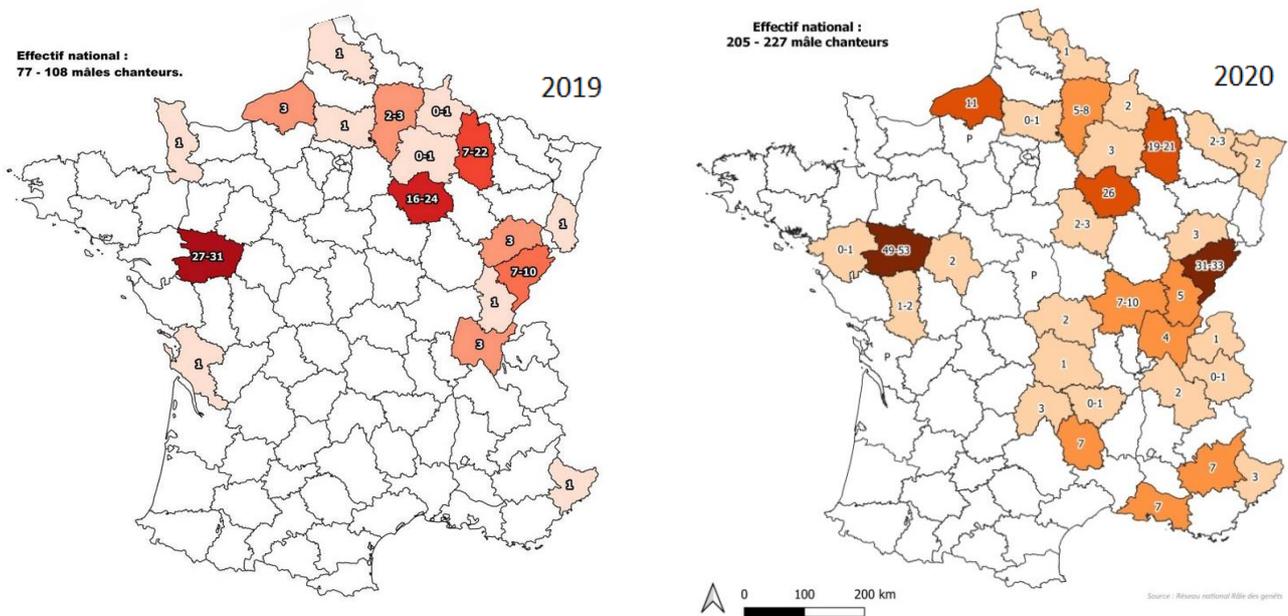
En France, l'espèce a vu ses effectifs passer de 2 450 mâles chanteurs en 1982-1984, à 223 mâles chanteurs en 2020 (figure 6 ; Broyer, 1985 et données PNA, 2020). Son déclin en France s'observe également par une forte rétractation de sa répartition (figure 7) (Fourcade, 2014). Les Râles des genêts sont aujourd'hui considérés « en danger » à l'échelle nationale. Dans les régions où l'espèce persiste, elle est classée « en danger critique », à l'exception des Pays-de-la-Loire où l'espèce est « en danger » (MNHN, 2021), avec de faibles effectifs enregistrés aux échelles départementales (figure 7).



**Figure 6 :** Evolution du nombre de mâles chanteurs des Râles des genêts entre les années 1980 et 2020 en France (données PNA, 2020)



**Figure 7 :** Départements occupés par le Râle en France durant quatre périodes de 1930 à 2009 (extrait de Fourcade et al., 2013).



**Figure 8 :** Répartition des effectifs français de mâles chanteurs par département en 2019 et 2020 (données PNA)

#### 4. MENACES PESANT SUR L'ESPECE

Parmi les principales menaces pesant sur les Râles des genêts, on trouve l'intensification de l'agriculture et la perte d'habitat. En effet, le déclin des populations est en partie lié aux fauches précoces, rapides et simultanées qui sont responsables de nombreux échecs de reproduction. Elles provoquent la destruction des nids et des juvéniles non volants, mais aussi, dans une moindre mesure, la mortalité des adultes (Broyer, 1996 ; Green et al., 1997a ; Pedrini et al., 2012 ; Tyler et al., 1998). Les autres formes d'intensification agricole comme le drainage, la régulation des crues, la fertilisation ou encore l'application d'intrants provoquent des fauches plus précoces et des habitats moins diversifiés et moins favorables aux Râles des genêts. Ces évolutions sont apparues au début du 20<sup>e</sup> siècle et se sont accélérées dans les années 1960 notamment dans l'ouest de l'Europe, (Abebe et al., 2006). Par ailleurs, la disparition et la fragmentation des habitats des prairies et de nombreuses zones humides, par artificialisation des sols, la conversion en cultures de maïs, tournesol ou céréales ou encore par l'abandon des prairies et la fermeture du milieu, sont également des facteurs très importants de déclin de l'espèce (Abebe et al., 2006). D'autres menaces, moins étudiées, peuvent aussi avoir un impact comme le changement climatique, les changements dans la pluviométrie ou le régime hydrique, l'inondation des nichées notamment par des crues printanières, la diminution des ressources alimentaires (due à de multiples facteurs dont l'utilisation d'insecticides), les collisions avec les câbles électriques, les barbelés ou les voitures (Schäffer & Koffijberg, 2004 ; Tyler & Green, 2004 ; Inderwildi et al., 2017). La prédation et la chasse des Râles des genêts, cette dernière observée entre autres en migration (*voir partie 5. F. Menaces sur les zones d'hivernage et en migration*), peuvent également avoir des impacts, même si cela semble être en moindre proportion par rapport aux pertes d'habitats (Baha El Din et al., 1996 ; Arbeiter & Franke, 2018 ; Tyler & Green, 2004). Concernant les menaces comme les pathogènes pouvant toucher les Râles des genêts, Fourcade et al. (2014) ont montré qu'il existait un gradient de prévalence de la malaria aviaire d'ouest en est de l'Europe, avec seulement 3% des individus étudiés en France qui étaient infectés, contre 30% en Russie. De manière générale, les menaces pesant sur la survie des individus en dehors de la zone de reproduction, lors de la période de migration et d'hivernage, restent pratiquement inconnues (Stowe & Green, 1997).

# BIOLOGIE ET ECOLOGIE DU RALE DES GENETS

## 1. HABITATS DES RALES DES GENETS

Il est à noter que la plupart des études de l'habitat utilisé par le râle se sont basées sur les localisations utilisées par les mâles pour chanter pendant la nuit, localisations qui peuvent être différentes des zones visitées pendant la journée. En effet, les sites nocturnes sont peut-être sélectionnés pour amplifier les chants à partir d'un poste légèrement en hauteur et ne sont peut-être pas de bons indicateurs des habitats de reproduction optimaux. D'autre part, si l'habitat optimal n'est pas présent en surface suffisante, il est également possible que certains mâles n'aient d'autres choix que de sélectionner des sites de moindre qualité. Enfin, l'habitat utilisé par les femelles peut se révéler différent de ceux étudiés dans la majorité des articles à travers la localisation des mâles. Seule une étude, présentée ci-dessous, a tenté de répondre à ces interrogations en étudiant les habitats occupés par des femelles et ceux présentant un bon succès reproducteur.

### A. TYPES D'HABITATS UTILISES

Le Râle des genêts est une espèce prairiale, qui occupe toutefois un type d'habitat pouvant varier au cours de la saison et selon les régions. Sur la partie ouest de leur aire de nidification, les Râles sont très majoritairement recensés dans les prairies de fauche présentes dans les plaines alluviales (Budka & Osiejuk, 2013, Broyer, 1992), mais également en altitude comme dans les Alpes (Brambilla & Pedrini, 2011 ; Inderwildi et al., 2017) et sur les côtes comme en Ecosse et en Irlande (Tyler, 1996a). De nombreuses études montrent une plus grande préférence pour les prairies de fauche que pour les pâturages sans mentionner cependant de gradient d'intensité des pâtures (Keišs, 2005, Berg & Hiron, 2012, Budka & Osiejuk, 2013).

En plus des prairies de fauche, d'autres milieux peuvent accueillir, en Europe, des densités élevées de Râles des genêts. En effet, alors que dans certaines régions plusieurs auteurs ont montré que les mâles chanteurs évitaient les champs cultivés (voir par exemple Budka & Osiejuk, 2013 ; Keišs, 2005), dans d'autres régions un nombre important de Râles des genêts se reproduit dans les cultures de luzerne, de carvi, de colza et de céréales comme le blé. Par exemple, aux Pays-Bas, un nombre important de Râles des genêts s'installe dans les champs de luzerne et de blé d'hiver sur les sols argileux de polder (Koffijberg, 2017). De même, en Roumanie, un nombre important de mâles chanteurs a été détecté dans les champs de luzerne (Dorresteijn et al., 2015). Dans l'est de la Norvège, certains individus se reproduisent dans les champs de maïs (Direktoratet for naturforvaltning, 2008). Koffijberg (2017) note également que des reproductions sont observées dans les bordures des champs aux Pays-Bas.

Par ailleurs, d'autres habitats de zones humides peuvent accueillir des Râles des genêts. En effet, dans l'étude de Dorresteijn et al. (2015), le deuxième type d'habitat occupé par les Râles des genêts après les cultures, était les phragmitaies (*Phragmites australis*) (31 mâles recensés dans cet habitat contre 25 dans les prairies de fauche et 9 dans les pâturages). En Allemagne, dans l'aire protégée de Schorfheide-Chorin, très peu de Râles sont présents mais ils y occupent les tourbières (Schorfheide-Chorin, 2019) et l'espèce est également observée dans les marais près de Ljubljana en Slovénie (DOPPS - Birdlife Slovenia, 2003).

Les jachères accueillent également des Râles des genêts dans certaines régions. Par exemple, en Roumanie et en Suède, Dorresteijn et al. (2015) et Berg & Hiron (2012) ont tous deux montré que

certain mâles chanteurs établissaient leur territoire au sein de jachères (respectivement 11% et 15% des territoires étaient dans les jachères, contre respectivement 22% et 14% qui étaient dans des prairies de fauches non abandonnées). Par ailleurs, l'établissement de territoires dans des prairies non utilisées ou dans des parcelles agricoles abandonnées a été montré à plusieurs reprises et peut se révéler très important en termes d'effectifs accueillis (Keišs, 2005 ; Berg & Hiron, 2012 ; Grishchenko & Prins, 2016). Keišs (2005) a en effet présenté dans son étude, menée en Lettonie, que les densités de mâles chanteurs étaient plus élevées dans les prairies abandonnées (3,5/km<sup>2</sup>) que dans les prairies non gérées (2,85/km<sup>2</sup>) et que dans les autres types de cultures abandonnées (2,7/km<sup>2</sup>) tandis que qu'elles étaient les plus faibles dans les prairies fauchées (1,6/km<sup>2</sup>). En Suède, Berg & Hiron (2012) ont aussi montré que les prairies non gérées accueillait 31% des territoires de râles de leur étude contre 14% pour les prairies fauchées. Par ailleurs, Grishchenko & Prins (2016) ont observé, en 2014, dans l'ouest de la Russie, 22 mâles chanteurs au sein de 96 parcelles abandonnées. Ces mâles ont été détectés principalement sur des parcelles non utilisées depuis 5 à 15 ans et dominées à 80-90% par des plantes herbacées comme *Anthriscus sylvestris*, *Galium odoratum* et *Trifolium pratense*. Toutefois, aucune de ces études n'a comparé les caractéristiques et la hauteur du couvert avec celles des prairies fauchées au moment de l'arrivée des Râles des genêts, bien que cela puisse influencer le choix des Râles au cours de la saison (Budka & Osiejuk, 2013).

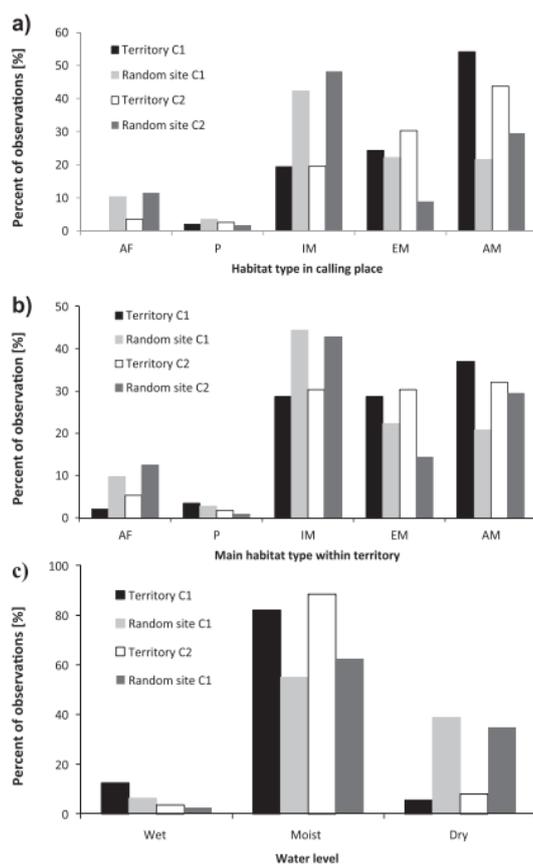
## B. CARACTERISTIQUES DES HABITATS PRAIRIAUX SELECTIONNES PAR LES MALES

Quelques auteurs se sont intéressés plus finement à la sélection d'habitat dans des zones prairiales.

Budka & Osiejuk (2013), entre autres, ont étudié la sélection de l'habitat par une population de 206-229 mâles chanteurs dans l'est de la Pologne, dans la Vallée de la Rivière de Nurzec. Cette vallée comprend 46 km<sup>2</sup> de prairies de fauche inondées majoritairement en raison des barrages de castors puis secondairement par les fontes des neiges au printemps et les pluies. Dans cette étude, le suivi des mâles chanteurs a été réalisé en 2012 par deux comptages de nuit successifs conduits en mai et en juin correspondant à la période de la première et de la seconde nichée. Les facteurs qui influençaient la localisation des postes de chant exacts des mâles et de leurs territoires (considérés comme un rayon de 100 m autour des postes de chant), ainsi que leur évolution au cours de la saison de reproduction, ont été étudiés par comparaison avec des sites sélectionnés aléatoirement dans la zone d'étude.

### **Gestion, humidité et superficie**

Pour cette population, durant les deux parties de la saison, les mâles ont préféré les habitats humides et ont évité les habitats secs, et 59% des individus ont été observés dans des prairies, intensives et extensives, qui sont fauchées au moins une fois pendant la saison. L'étude de la localisation précise du poste de chant ou du territoire a montré que les mâles occupaient préférentiellement les prairies extensives et abandonnées, et évitaient les champs et les prairies intensives. Les analyses de cette étude ont montré par ailleurs que la probabilité de présence du Râle des genêts était positivement corrélée avec le niveau d'eau et à la superficie de la prairie abandonnée la plus proche (*figure 9*).



**Figure 9** : Sélection de l'habitat par les mâles des Râles des genêts dans l'est de la Pologne (extrait de Budka & Osiejuk, 2013)

### Evolution de la sélection en fonction de l'évolution de la présence de couvert

Dans cette même étude, il a cependant été noté que la préférence d'habitat par les mâles différait entre la première et la deuxième partie de la saison de reproduction.

Dans la première partie de la saison, les territoires recouvraient majoritairement des prairies abandonnées, tandis que dans la deuxième partie de la saison ils recouvraient plus des prairies de fauches extensives, alors même que les prairies abandonnées étaient en plus large proportion. Les localisations plus précises des postes de chant, quant à elles, se trouvaient plus dans les prairies abandonnées que dans les prairies extensives, que cela soit pour la première ou la deuxième partie de saison.

La présence de végétation haute à l'arrivée des mâles semble être un facteur important dans le choix d'habitat et l'évolution de ce choix au cours de la saison. Dans la deuxième partie de la saison, une végétation haute et dense couvrait une plus grande partie de la zone d'étude. La croissance de la végétation et le fauchage de certaines parties de la zone d'étude sont considérés par les auteurs comme des facteurs ayant amené les mâles à modifier les limites de leur territoire ou à les abandonner pour en occuper de nouveaux. Ceci expliquerait, par exemple, une proportion plus grande de prairie de fauche dans les territoires en deuxième partie de saison par rapport à la première. Des changements dans le choix de l'habitat au cours de la saison, pouvant être associé à une évolution du couvert, ont aussi été observés dans d'autres régions d'Europe et viennent appuyer cette idée. En effet, l'étude de Tyler (1996), en Ecosse, a montré que 23 % (n=22) des nids des premières nichées étaient dans les prairies de fauches tandis que 80% (n=15) des nids des deuxièmes nichées y étaient détectés. En dehors des prairies de fauche, l'habitat le plus utilisé dans cette étude s'est trouvé être les lits d'orties. Stowe et Hudson (1991a) montrent également qu'en début de saison, les individus ont niché, et ont passé plus

de temps qu'en deuxième partie de saison, près des bâtiments, des ruines, des bordures de champs et des patches d'iris, puis dans un deuxième temps ont occupé les prairies de fauche. Brambilla & Pedrini (2011), dans une étude réalisée entre 1997 et 2010 dans la province de Tronto dans le nord de l'Italie, ont également mis en avant des abondances plus importantes à une altitude plus basse (en moyenne 975 m) durant une première période de mai-début juin, puis plus importantes durant une deuxième de fin juin-juillet à une altitude plus élevée (en moyenne à 1 175m). Les auteurs interprètent ce changement d'abondance par des mouvements d'individus s'adaptant à l'évolution de la croissance de la végétation avec l'altitude, à l'avancée des fauches au cours de la saison et à l'évolution de la disponibilité des proies.

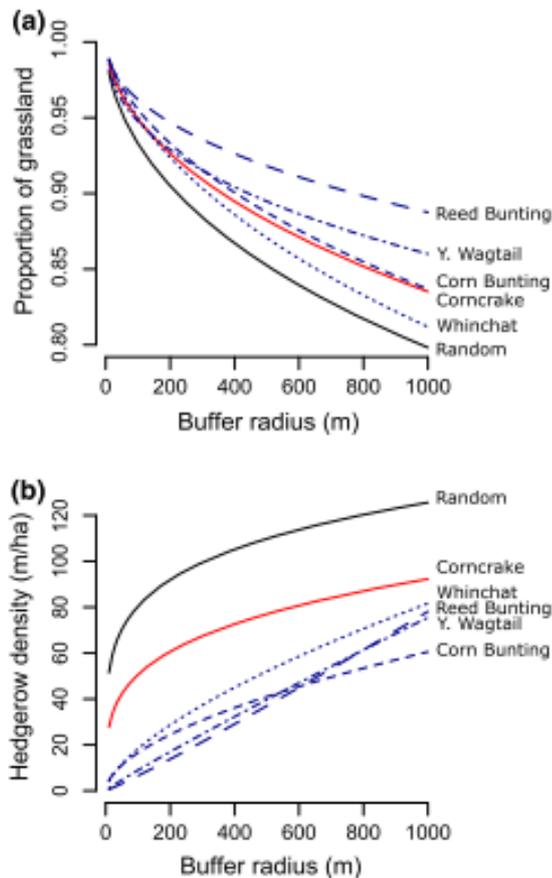
### **Fossés et arbustes**

Par ailleurs, l'étude de Budka & Osiejuk (2013) a montré que les mâles sélectionnent certaines structures du paysage (fossés, arbustes...) mais présentent également une évolution dans cette sélection au cours de la saison. En effet, la distance au fossé le plus proche était significativement plus courte pour les territoires occupés par rapport aux zones aléatoires. Ces fossés avaient une largeur de 0,5-1,5 m et une profondeur d'environ 0,5-2,0 m et étaient envahis par des herbes, des plantes et des arbustes et les bandes autour n'étaient pas coupées lors du fauchage. Certains des mâles ont été recensés en début de saison dans des fragments de végétation autour des arbustes et des fossés. Cependant, dans la deuxième partie de la saison, la distance moyenne entre les mâles et les arbustes, les fossés et les prairies abandonnées était plus grande que lors de la première période.

Berg & Hiron (2012) a également mis en évidence que les fossés étaient plus fréquents dans les territoires du Rôle des genêts que dans des sites aléatoires, ce qui vient confirmer les résultats de Budka & Osiejuk (2013) et mais aussi d'Arbeiter et al. (2017a) (*voir partie suivante*) qui ont respectivement montré une sélection des fossés par les mâles et les femelles.

### **Lisière de forêts et haies**

Quelques études ont mis en avant que les Rôles des genêts ne semblent pas éviter les lisières de forêts et les haies. D'une part, Berg & Hiron (2012) ont montré, dans leur étude en Suède, que 42% des mâles chanteurs étaient situés à moins de 100 m de la lisière des forêts. Leur répartition par rapport aux lisières n'était pas significativement différente de l'aléatoire, tandis que d'autres espèces prairiales les évitaient. D'autre part, la composition du paysage a été étudiée en France, le long de la Loire, à partir de données récoltées lors de deux comptages nocturnes en mai et juin en 2009, 2010, 2011 et 2013 (Besnard et al., 2016). Afin d'étudier la sélection des composantes du paysage par les individus, les auteurs ont étudié la distance aux haies de chacun des 340 mâles chanteurs des Rôles des genêts détectés ainsi que d'autres passereaux prairiaux et ont réalisé des comparaisons avec des points aléatoires. Les résultats montrent alors que si les passereaux évitent les haies, les Rôles des genêts sont moins sensibles à leur densité (*figure 10*). Les auteurs supposent que cela est lié à une moins grande vulnérabilité des Rôles des genêts face aux prédateurs suivant les haies. Ils émettent également l'hypothèse que les haies aient moins d'impacts négatifs sur la communication sociale qu'elles n'ont chez d'autres espèces, d'autant plus que des buissons peuvent être utilisés pour des postes de chant.



**Figure 10** : Réponse des cinq espèces étudiées à la proportion de prairie et à la densité de haies selon le rayon considéré autour de chaque mâle chanteur (extrait de Besnard et al., 2016)

### C. CARACTERISTIQUES DES HABITATS PRAIRIAUX SELECTIONNES PAR LES FEMELLES

L'étude d'Arbeiter et al. (2017a) a suivi six femelles par télémétrie dans le nord-est de l'Allemagne, à la frontière avec la Pologne, entre 2013 et 2015 dans le but d'identifier leurs choix d'habitats. Les six femelles ont été suivies pendant une durée moyenne de 14,7 jours (extrêmes de 4 et 33 jours) avec un nombre de localisations de 23 en moyenne pour chacune (extrêmes de 7 et 46). Sur les mêmes années, parmi les mâles chanteurs présents, 78 ont été suivis de nuit, trois fois par mois de mai à juillet, et suivi de jour cinq fois tous les trois à cinq jours. Sur les 23 sites où des chants diurnes ont été observés, des femelles ont été capturées sur huit d'entre eux et des juvéniles ont été observés sur 15 autres. L'identification des caractéristiques de l'habitat sélectionné par les femelles s'est faite en partie par la comparaison de ces 23 sites avec les 55 autres sites où des appels diurnes représentatifs d'un appariement n'ont pas été observés.

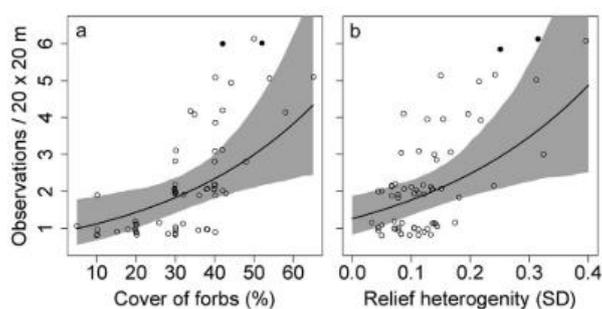
#### **Diversité végétale, fossés et faibles hauteurs de litières**

Pour les domaines vitaux des femelles suivies par télémétrie, les caractéristiques d'habitat sélectionnées les plus importantes étaient un recouvrement élevé de plantes herbacées (>30%) associé à une bonne diversité globale en espèces végétales et un relief hétérogène. La comparaison des sites où la présence de femelles ou de juvéniles a été prouvée avec les sites où ils n'ont pas été observés, a montré que les femelles sélectionnaient des sites avec un faible recouvrement de carex (maximum 12%), des hauteurs de litière plus faibles ( $1,3 \pm 1,9$  cm) et un relief plus hétérogène (figure 11). Ces sites

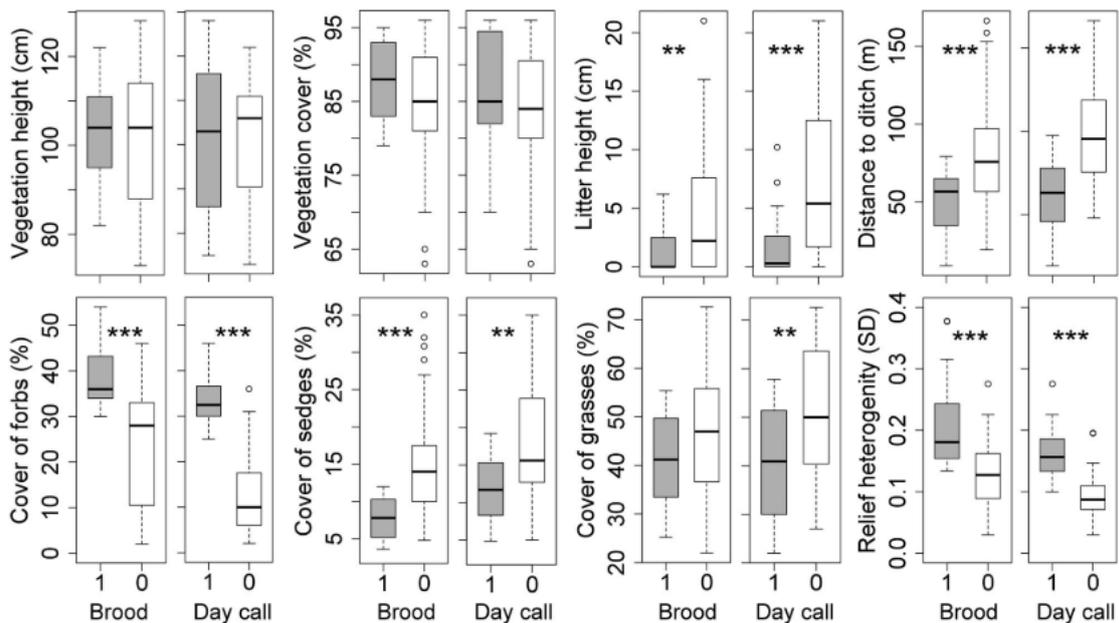
sélectionnés par les femelles présentait des différences d'élévation de 50-100 cm dans un rayon de 0,1 ha et étaient situés plus près des fossés ou des bords de prairie (10 à 80 m).

Les mêmes variables d'habitat se sont montrées significativement différentes entre les sites avec une activité d'appel diurne des mâles, signe d'une potentielle présence de femelle, et les sites avec uniquement une activité d'appel nocturne des mâles. Les sites d'appels diurnes comprenaient une couverture d'herbe d'au moins 25 % et la couverture de carex ne dépassait pas 19 %. La hauteur moyenne de la litière était de 1,7cm et les distances aux fossés ou aux bords des champs variaient entre 19 et 98 m. Les sites où seuls les appels nocturnes ont été enregistrés présentaient, quant à eux, une couverture plus faible de végétation herbacée (minimum 2%), une couverture plus élevée de carex (maximum 35%), des hauteurs de litière plus élevées ( $7,4 \text{ cm} \pm 6,0$ ), des distances plus grandes aux fossés (jusqu'à 166 m) et un relief plus homogène (*figure 12*).

La variation structurelle de la végétation semble être un facteur clé pour la sélection de l'habitat chez les femelles. Les interprétations proposées par les auteurs sont qu'une végétation diversifiée offre une faible résistance à la marche avec simultanément une couverture élevée, mais également une augmentation de l'abondance des ressources alimentaires et de leur accessibilité ; et qu'une hétérogénéité de relief facilite cette diversité de végétation.



**Figure 11** : Caractéristiques de l'habitat dans les domaines vitaux des six femelles radio-tagguées suivies par Arbeiter et al. (2017a).



**Figure 12** : Comparaison des caractéristiques de l'habitat des postes de chants des mâles avec une détection ou non de nichée (à gauche, 1= présent, n=23 ; 0=absent, n=55) ; et des sites sans détection de nichée en relation avec l'activité diurne des mâles (à droite, 1= présent, n=28 ; 0=absent, n=27) (extrait d'Arbeiter et al., 2017a).

#### D. MICROHABITAT DES PRAIRIES SELECTIONNEES

La composition floristique et la structure de la végétation des sites sélectionnés par les mâles chanteurs ont été étudiées en France dans le Val de Saône en 1984 et 1987 (Broyer, 1992). Cette étude a montré une préférence du Rôle pour les prairies hygrophiles présentant une certaine hauteur de couvert (40-45cm pour la strate basse).

Dans cette étude, l'auteur a réalisé des relevés botaniques sur quadrat, sur 28 points tirés de façon à rendre compte de la composition des prairies sur une étendue de 500 ha en 1984, puis sur 20 points répartis sur 116 ha en 1987. Les relevés ont également été réalisés sur les places de chants des mâles (n=24 en 1984 et n=13 en 1987). La liste des espèces, leur taux de recouvrement et la hauteur de la végétation ont été étudiés pour chaque relevé. Il en résulte que les mâles étaient majoritairement localisés dans les habitats à tendance hygrophile avec des espèces telles que *Alopecurus geniculatus*, *Phalaris arundinacea*, *Heleocharis uniglumis*, *Mentha aquatica*, *Caltha palustris*, *Stelaria palustris*, *Carex sp.* ... Dans les prairies où les Rôles des genêts ont été détectés, Broyer (1992) décrit que la végétation herbacée est définie par une première strate de tiges et de hampes de graminées et de quelques autres plantes élevées (*Rumex*, *Euphorbia*...), et une strate basse plus dense dans laquelle les bases de végétaux se mêlent à d'autres plus basses (*Mentha*, *Trifolium*, *Oenanthe*, *Achillea*...). Dans les sites de relevés où se trouvaient les Rôles des genêts, cet auteur a montré que la strate haute mesurée en 1984 était comprise en 0,60 et 1,20 m et la strate basse mesurée en 1987 était de 40 à 45 cm. Cette recherche d'une certaine hauteur de végétation par les Rôles des genêts est confirmée par l'étude de Berg & Hiron (2012) réalisée à partir du suivi de 113 mâles chanteurs en 2006 et 2007 en Suède. Ces auteurs ont en effet montré que la hauteur moyenne de la végétation dans les territoires du Rôle des genêts était de 59 cm contre 31 cm dans les territoires tirés aléatoirement.

Par ailleurs, Tyler (1996) rapporte que les Rôles des genêts évitent les végétations et un tapis de végétation trop denses qui peuvent entraver leurs déplacements. Cette étude réalisée en Ecosse et en Irlande, entre mi-mai et août entre 1992 et 1994, par le suivi télémétrique de mâles, a montré qu'ils

n'occupaient pas les zones de végétation les plus denses. Ce résultat pourrait expliquer le choix de prairies fauchées régulièrement mentionné par Arbeiter et al. (2017a).

Dans l'étude de Broyer (1992), les Râles des genêts ont montré une préférence pour les prairies inondables du Val de Saône plutôt que celles des prairies de Bresse non inondées, ce qu'explique l'auteur par la différence dans les dates de développements des différents types de végétations. En effet, cette étude a suivi la dynamique de la végétation dans les prairies de fauche de la plaine de Saône et celles, non inondables, en Bresse. Pour ce faire, elle a évalué, fin avril 1984, la contribution des principaux groupes systématiques au recouvrement végétal d'une strate supérieure à 15 cm au démarrage de la végétation haute. Elle a ainsi montré qu'à la même date, les prairies inondables présentaient principalement des carex et des cardamines tandis que les prairies de Bresse présentaient principalement des graminées. Ces résultats ont amené l'auteur à la conclusion que les prairies inondables présentaient un décalage du passage d'une végétation de type hivernal (*Cardamine pratensis*, *Fritillaria meleagris*, *Ranunculus repens*, *acris*...) à une végétation de type estival, avec donc une représentation forte des graminées plus tardive. Ce qui laisse supposer des préférences en termes de type de végétation de la part des Râles des genêts.

#### E. ROLES DE L'ATTRACTION SOCIALE ET DES RESSOURCES ALIMENTAIRES DANS LA SELECTION DE L'HABITAT

Par ailleurs, Budka & Osiejuk (2013) ont également montré que d'autres facteurs que la végétation pouvaient être impliqués dans le choix d'habitat comme par exemple l'attraction sociale. En effet, l'étude a mis en évidence, pour la deuxième partie de la saison, que la présence de voisins était un facteur important dans la localisation des mâles chanteurs. Une telle distribution spatiale des mâles peut confirmer le rôle de l'attraction sociale dans le chant et la tendance à former des petits groupes, potentiellement pour renforcer la capacité des mâles à attirer les femelles.

D'après l'étude de Broyer (1992), les ressources en arthropodes-proies ne semblent pas être un facteur influençant le choix des prairies inondables par les Râles des genêts. Afin de tester le rôle éventuel du facteur trophique sur le choix de l'habitat, des pièges Barber ont été posés aléatoirement du 28 au 30 mai dans les prairies inondables du Val de Saône ainsi que dans les prairies de fauche en Bresse où les Râles sont absents. Seuls les collembolés étaient en plus grande quantité dans les prairies inondables mais ces espèces ne font *a priori* pas partie des proies préférentielles des Râles des genêts d'après la littérature (Schäffer & Koffijberg, 2004). En 1987, la pose de pièges Barber chaque 15 du mois de mars à juillet a confirmé que les prairies inondables ne présentaient pas une source en arthropodes plus importante que les prairies de Bresse non inondées. Cependant, cette étude n'a pas porté sur les autres taxons pouvant appartenir à son régime alimentaire comme les mollusques, les larves ou encore les lombrics.

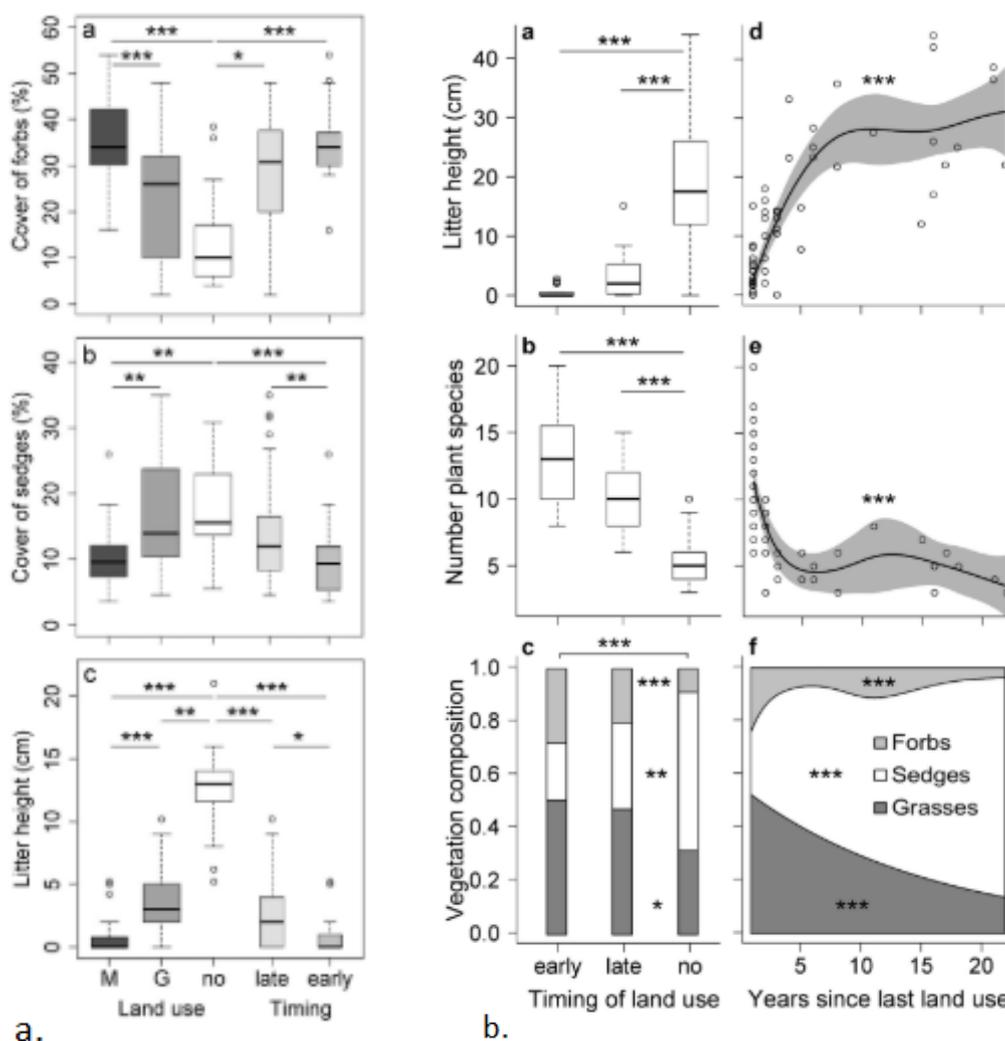
#### F. CARACTERISTIQUES DE L'HABITAT EN FONCTION DE LA FREQUENCE ET DE LA DATE DE FAUCHE

L'étude d'Arbeiter et al. (2017a) a montré que la fréquence de fauche et le moment de l'utilisation des terres l'année précédente avaient des effets significatifs sur les variables de végétation impliquées dans la sélection de l'habitat par les femelles telles que la couverture de plantes herbacées, la couverture de carex, le nombre d'espèces végétales et la hauteur de la litière.

En effet, la fauche annuelle et le pâturage ont eu des effets significatifs positifs sur la couverture de plantes herbacées et le nombre d'espèces végétales. De plus, les fauches ayant eu lieu avant le 15 juillet de l'année précédente ont conduit à une plus grande couverture herbacée, un plus grand nombre d'espèces végétales et une plus faible couverture de carex sur les parcelles. Les sites pâturés de l'étude, sans que l'intensité de pâturage ne soit mentionnée, présentaient aussi une plus grande diversité d'espèces, mais ne présentaient pas de différence significative avec les sites abandonnés en termes de couverture d'herbacées. De plus, le type de gestion et la date des fauches avaient dans cette étude un effet significatif sur la hauteur de la litière. En effet, les prairies fauchées et pâturées présentaient des hauteurs de litières plus faibles que les prairies abandonnées, et les hauteurs les plus faibles ont été trouvées dans les prairies fauchées avant le 15 juillet (*figure 13*).

Des résultats similaires sont présent dans l'étude d'Arbeiter et al. (2018) ayant étudié des mâles (*figure 13*). Cependant, les auteurs estiment qu'une fauche tardive de l'année précédente procure des caractéristiques de végétations adéquates aux besoins des Râles des genêts. Cette étude met également en avant que l'augmentation du nombre d'années sans gestion d'une prairie à un effet significatif négatif sur sa probabilité d'être occupée, et cela dès l'année suivant une absence de fauche. Toutefois de nombreuses études ont montré, dans certaines régions, la présence de fortes densités de Râle des genêts dans des prairies abandonnées (*voir partie Habitat des Râles des genêts*).

Par ailleurs, l'étude d'Arbeiter et al. (2020) montre que des fauches ou des pâturages après le 15 juillet ou des absences totales de fauche ont des impacts positifs significatifs l'année suivante sur l'abondance et la diversité de proies nécessaires aux Râles des genêts (coléoptères, escargots...).



**Figure 13** : Caractéristiques de la végétation et hauteur de la litière selon a. le type d'utilisation et la date de fauche (M= fauche, n=39 ; G= pâturage, n=26 ; no=sans utilisation, n=13) (extrait d'Arbeiter et al., 2017a), b. la date de fauche et le nombre d'années sans fauche (extrait d'Arbeiter et al., 2018).

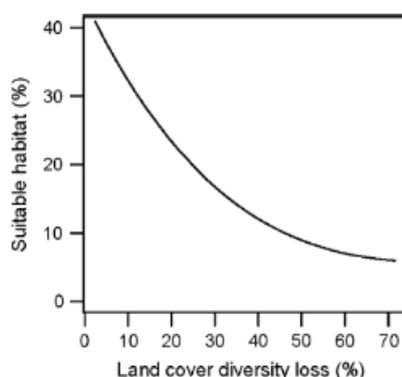
## G. SELECTION DE L'HABITAT EN FONCTION DES INONDATIONS ET DE LA PLUVIOMETRIE

Les questions de sélection de l'habitat selon le gradient d'humidité restent encore à approfondir. Toutefois, Schäffer & Koffijberg (2004) font mention de l'importance des inondations sur le développement de la végétation appropriée sur les sites de reproduction pouvant avoir des conséquences comme celle de retarder la fauche. Les auteurs mentionnent d'un autre côté le fait que des crues trop tardives peuvent rendre inaccessibles des sites de reproduction ou noyer des nichées. Ils préconisent ainsi de maintenir des lieux de reproduction alternatifs appropriés en dehors des plaines inondables. Par ailleurs, Paquet & Derouaux (2016) abordent également la corrélation positive entre la pluviosité de mai-juin et la présence de Râles des genêts, qui a eu lieu certaines années en Wallonie. Cette corrélation peut potentiellement être liée au retard de la croissance de la végétation due à l'humidité, à un report des dates de fauche et donc à la présence d'un habitat sur une plus longue période au cours de la saison de reproduction.

## H. UTILISATION DES HABITATS ALTERNATIFS

Par ailleurs, une étude a montré l'importance la présence d'une hétérogénéité d'habitat, pour la conservation des Râles des genêts (Dorresteijn et al., 2015).

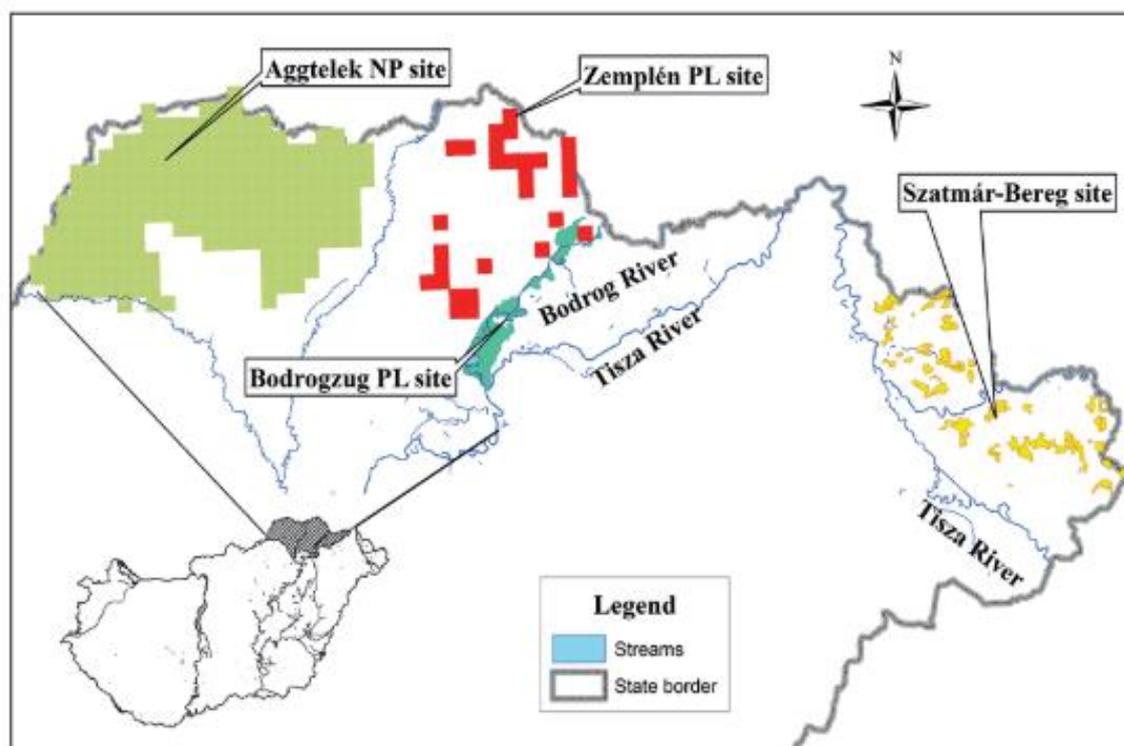
Ce constat découle de l'étude des localisations de mâles chanteurs lors de deux comptages en mai et juin en 2013, dans une région de 3 100 km<sup>2</sup> dominée par l'agriculture traditionnelle en Roumanie, ainsi que de simulations visant à évaluer les effets potentiels de l'homogénéisation du paysage. Au moment de l'étude, la région présentait une mosaïque d'habitats comprenant 47% de forêt, 20% de pâturage et 25% de terres cultivables. La distribution des mâles chanteurs a été modélisée selon différentes variables à trois échelles différentes. Dans les 250 m autour des mâles détectés, les auteurs ont étudié la proportion de la couverture de végétation forestière, un indice de l'hétérogénéité structurale locale mesuré par variance spectrale, la position topographique et l'humidité potentielle du sol. Dans les 100 ha autour de chaque mâle chanteur, ils ont testé un indice de diversité de Simpson d'occupation du sol et de rugosité du terrain, et à l'échelle du bassin versant du village, ils ont testé l'indice de diversité de Simpson de la couverture du sol, la densité de la bordure, la proportion de la couverture terrestre arable, et la rugosité du terrain. Les 114 Râles des genêts détectés étaient présents dans les prairies et les champs arables, et occupaient de préférence des zones humides, à faible topographie, présentant une grande diversité de couverture des sols à l'échelle de 100 ha. La simulation de la perte de diversité de la couverture du sol dans les 100 ha a révélé que même une réduction modérée de la diversité de la couverture du sol pouvait réduire considérablement l'étendue de l'habitat approprié au Rôle des genêts (*figure 14*). Par exemple, une diminution globale de 11 % de la diversité de la couverture du sol entraînait une perte de 33 % de l'habitat approprié au Rôle des genêts, et une diminution de 35 % de la diversité de la couverture induisait une perte de 66 % d'habitat potentiel.



**Figure 14** : Prédiction de l'habitat favorable pour les Râles des genêts en fonction de la perte d'une hétérogénéité dans les 100 ha autour de chaque mâle chanteur (extrait de Dorresteijn et al., 2015).

Au vu de leurs résultats, les auteurs s'interrogent sur l'intérêt des autres habitats pour l'espèce. Une mosaïque d'occupation des sols diversifiée, des parcelles non fauchées, des bordures de champs ou des fossés peuvent fournir des sites de reproduction ou d'abri de même que des ressources alimentaires pour les Râles des genêts en début de saison avant que la hauteur de végétation ne soit suffisante mais aussi en fin de saison après des travaux agricoles. Un mosaïquage du paysage peut donc, d'après cette étude, proposer différents types d'habitats qui peuvent se montrer complémentaires à une gestion appropriée des prairies de fauches. Face à ces constats, les auteurs mentionnent aussi l'importance d'un maintien d'une multifonctionnalité des exploitations agricoles et d'une coordination des actions des fauches, ceci afin de créer une structure de végétation hétérogène à l'échelle du paysage incluant de nombreuses parcelles non fauchées jusqu'à tard dans la saison.

L'utilisation d'une diversité d'habitat, notamment pour faire face à des perturbations, a été mise en avant par certaines études. En effet, lors de perturbations, comme lors d'inondations printanières importantes par exemple, le report vers différents habitats de substitution peut être important et se montrer diversifié. Un cas de réaction des Râles des genêts à une forte crue en 1983 dans le Val de Saône (France) a ainsi été observé par Broyer (1992). En effet, les crues de 1983 ayant submergé une partie importante des prairies d'avril à début juin, les Râles des genêts furent recensés à la mi-mai dans une zone de transition entre la plaine de Saône et de Bresse où se trouvent des élevages et des maraîchages. Plus précisément, les mâles chanteurs au 14-15 mai ont été localisés par l'auteur à 54% dans les haies ou en lisière de bosquet, à 21% dans les prés, à 15% dans les friches, des jonchaies et des plaques d'orties et à 10% dans la frange non submergée des prairies de fauche. Une baisse de 27% des effectifs de mâles chanteurs a été relevée entre 1982 et 1983 (pour un effectif de 34 mâles en 1982), certains s'étant donc potentiellement installés dans d'autres régions plus lointaines. L'auteur rapporte qu'au 21 mai, le mâle chanteur détecté le plus loin de la limite de l'eau se trouvait à 1 km 750 m et que les 16 mâles encore détectés étaient revenus sur les sites occupés avant l'inondation dans les 24 à 48h qui suivirent le retrait des eaux. L'étude de Boldogh et al. (2016), dans le nord-est de la Hongrie, précise également l'importance du maintien de sites de report potentiel en cas d'inondations des zones occupées habituellement. L'étude a consisté en un suivi d'un total de 4 194 territoires de Rôle des genêts cumulés entre 1997 et 2006, sur quatre sites couvrant environ 1 500 km<sup>2</sup> (figure 15). Les auteurs ont montré que des inondations prolongées entraînaient la disparition de l'espèce dans une des régions (Bodrozug) en 2005-2006, tandis que dans les autres sites, le nombre de territoires avait été multiplié par cinq, par trois, et par deux (Szatmár-Bereg). Le nombre de territoires était négativement corrélé avec le niveau d'eau maximal de la rivière Tisza en avril-mai sur le site de Bodrozug, tandis que cette corrélation était positive sur les trois autres sites. Ces résultats confirment que les échanges entre les populations étaient liés aux changements de niveaux d'eau et confirment aussi l'importance de sites alternatifs, ici à grande échelle.



**Figure 15 :** Distribution des zones d'études dans le nord-est de la Hongrie présentant la zone soumise aux inondations (Bodrozug PL site) et les trois autres zones de reports des Râles des genêts (Boldogh et al., 2016).

## 2. ALIMENTATION

Le régime alimentaire des Râles des genêts semble principalement constitué d'insectes de taille supérieure à 10 mm et de leurs larves, de gastéropodes, d'araignées, ainsi que potentiellement de vers de terre et de végétaux.

En effet, une analyse de la composition de fèces a été réalisée par Arbeiter et al. (2020) suite à la capture de 22 Râles des genêts (17 mâles, deux femelles et trois juvéniles) entre 2012 et 2015 dans une plaine inondable du nord-est de l'Allemagne. Ces captures ont eu lieu en mai et juin sur les probables sites de reproduction ou dans des bandes refuges en juillet. L'analyse au microscope de la composition des fèces leur a permis d'identifier la composition du régime alimentaire de ces individus. Des coléoptères ont été retrouvés dans 95% des échantillons et constituaient 43% des proies identifiées avec un tiers appartenant à la famille des Carabidés. Des escargots et des limaces ont été retrouvés dans 82% des échantillons, des araignées dans 77%, des larves de coléoptères dans 55% et des vers de terre dans 41%. Des sauterelles, grillons et diptères ont également été trouvés dans ces fèces. La longueur moyenne des proies identifiées dans cette étude était de  $11,2 \pm 9,8$  mm. Suite à ces analyses, une comparaison avec les ressources disponibles a été réalisée en comparant le contenu des fèces avec 30 échantillons récoltés à l'aide de pièges Barber en 2005 et 2013 sur certains sites de captures. Les proies capturées par cette méthode étaient principalement des coléoptères (32% de taille inférieure à 10 mm et 26% de taille supérieure à 10 mm), des larves de coléoptères (18%), des araignées (16%), d'autres insectes (7%) et des gastéropodes (1%). Il en résulte donc que les Râles des genêts ont consommé plus de gastéropodes et de coléoptères de taille supérieure à 10 mm par rapport à leur disponibilité dans le milieu et moins de coléoptères de taille inférieure à 10 mm. Il est toutefois à noter que l'utilisation de pièges Barber a pu sous-estimer l'abondance des gastéropodes présents et que le taux de digestion des proies peut être variable et impacter la détermination du régime alimentaire. Dans cette étude, aucune différence significative de régime alimentaire entre mâles et femelles n'a été mise en évidence. L'analyse sur les juvéniles n'a pas révélé de larves de coléoptères dans leur régime alimentaire. Cependant les tailles d'échantillons sont très petites (notamment pour les femelles et les juvéniles, respectivement deux et trois individus) et des études supplémentaires sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

Schäffer & Koffijberg (2004) font également part, à partir de commentaires personnels basés sur des observations sur le terrain et sur des analyses d'estomacs, d'autres sources d'alimentation possibles et de potentielles variations entre régions. Ces auteurs mentionnent en effet les odonates, les fourmis, les vers de terre, les jeunes amphibiens, des parties vertes de plantes, des jeunes pousses et des graines dans l'alimentation des Râles des genêts. D'après ces auteurs, la composition en espèces d'invertébrés semble également varier de manière importante entre régions, avec par exemple plus de vers de terre dans l'est de la France par rapport à l'ouest. Cependant, selon les études, la détection des restes de vers de terre consommés peut être altérée par la digestion. Cela peut être le cas dans l'étude d'Arbeiter et al. (2020) où la disponibilité des vers de terre dans les sites n'a par ailleurs pas été échantillonnée.

Schäffer & Koffijberg (2004) mentionnent également la possibilité d'un changement de régime alimentaire à l'automne après la saison de reproduction, se tournant potentiellement davantage vers du matériel végétal. Cependant, le régime alimentaire hors période de reproduction reste à étudier tout comme les exigences alimentaires en termes de besoins énergétiques en période de reproduction qui pourraient être une contrainte pour un bon succès reproducteur.

### 3. REPRODUCTION

#### A. DE L'ARRIVÉE DE MIGRATION A LA PONTE

##### *SYSTEME D'APPARIEMENT*

Les Râles des genêts présentent un système de polygamie successive pour la réalisation de deux nichées au cours de la saison de reproduction (Tyler, 1996). Les couples se forment avant la réalisation de chaque nichée, mais un changement de partenaire entre les deux est possible (Tyler, 1996 ; Schäffer & Koffijberg, 2004). Les couples s'associent généralement pour plusieurs jours et se séparent ensuite au moment de la ponte (Tyler, 1996 ; Green et al., 1997).

L'existence de ce système de polygamie successive a tout d'abord été mise en évidence lors du suivi par télémétrie conduit durant la thèse de Tyler (1996). L'identité des mâles accompagnant des femelles radio-taguées a en effet pu être déterminée pour chacune des deux nichées au cours d'une même saison de reproduction. Une des femelles s'est ainsi associée avec un mâle différent pour chacune des deux tentatives de reproduction tandis que les deux autres se sont associées avec le même mâle. Une autre femelle a formé un couple avec des mâles différents pour ses deux tentatives de reproduction mais avait été trouvée en association avec le mâle de sa deuxième tentative de reproduction peu de temps avant sa première tentative. Un tel système d'appariement a été confirmé par les analyses génétiques de Green (2019) qui ont révélé que les deux nichées d'une des femelles étudiées avaient le même père (avec des dates de première ponte espacées de 34 jours), tandis que celles d'une autre femelle correspondaient à deux mâles différents (avec des dates de première ponte espacées de 31 jours). Par ailleurs, lorsque des mâles visitent les territoires des mâles voisins, des accouplements hors couples semblent possibles (Schäffer & Koffijberg, 2004 ; Sklíba & Fuchs, 2004a).

La durée d'appariement des mâles et des femelles a également été suivie par télémétrie pour neuf Râles des genêts en 1993 et 1994 sur l'île de Coll en Ecosse (Tyler, 1996). Pour ces couples, il a été constaté que les individus n'étaient associés que pour une durée assez courte avant le début de la couvaison. Les individus appariés (basé sur le fait qu'ils étaient détectés à moins de 5 m l'un de l'autre) ont été vus sur une durée médiane de 10,5 jours non consécutifs mais cette durée est très variable. Elle variait, en effet, de 3 et 23 jours selon les couples. Cette durée pouvait aussi comprendre un ou deux jours où les individus n'étaient pas détectés ou alors étaient vus à une distance comprise entre 5 et 100 m l'un de l'autre. Cependant, le nombre de jours consécutifs d'observation d'individus associés était en moyenne de 8 jours (compris entre 3 et 14 jours) (Tyler, 1996).

L'étude de Tyler (1996) révèle également que la durée d'appariement précédant la première nichée est plus longue que celle précédant la deuxième nichée. Les durées médianes de la formation du couple étaient en effet de 10,5 jours avant la première ponte (n=6) et de seulement cinq jours avant la deuxième ponte (n=3). Le nombre de jours consécutifs en couple était de huit jours et de cinq jours avant chacune des nichées (Tyler, 1996).

La séparation des neuf couples, que cela soit pour la première ou la deuxième couvée, s'est réalisée pendant la ponte, en moyenne cinq jours avant l'incubation de la première ponte et quatre jours avant l'incubation de la deuxième ponte (Tyler, 1996).

Durant cette étude, le nombre d'œufs pondus au moment de la séparation des couples n'a pu être relevé que dans un seul cas. Deux œufs étaient présents dans le nid au moment de la séparation du couple (Tyler & Green, 1996). De plus, dans une étude en volière, Schäffer & Koffijberg (2004)

rappellent que des femelles attaquaient des mâles au cours de la ponte ce qui conduisait à l'éloignement des mâles.

Par la suite, dès la première nuit de suivi après la séparation du couple, les neuf mâles étudiés dans la thèse de Tyler (1996) ont été entendus en train de chanter. Ce qui suggère qu'ils pouvaient dès lors chercher d'autres partenaires sexuels, et ceci à une distance comprise entre 0 et 1100 mètres du poste de chant initial pour ces neuf mâles suivis, dont quatre d'entre étaient au-delà de 150 mètres de distance (Tyler and Green, 1996).

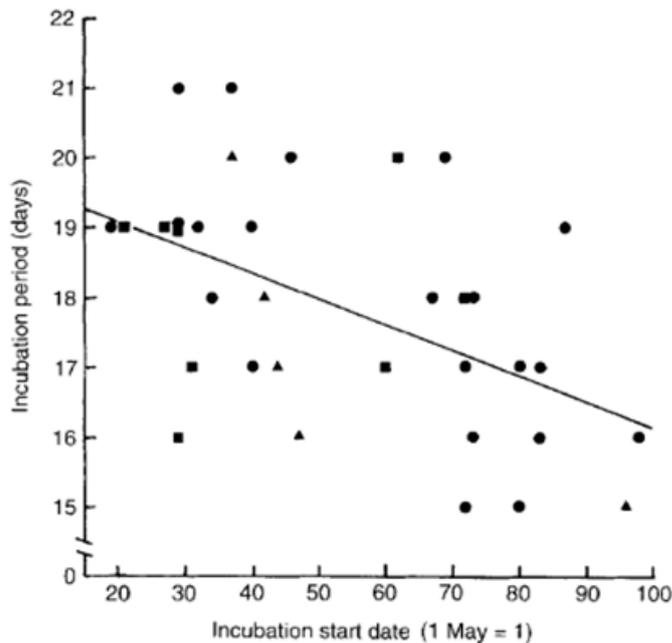
#### *CONSTRUCTION DU NID*

Schäffer et Koffijberg (2004) décrivent le nid comme une coupe faite d'herbes sèches, de 12-15 cm de diamètre et de 3-4 cm de profondeur. Ces mêmes auteurs rapportent des observations de construction de nids en volières. En captivité les mâles ont construit plusieurs ébauches de nids au sol et cachés par la végétation, et ont tenté d'attirer des femelles par leur chant. Les femelles ont ensuite choisi une des ébauches de nids, et cette dernière a été finalisée par le mâle et la femelle. Cependant, il est à noter que Tyler (1996) rapporte des différences entre le comportement de mâles en volière et des mâles radio-pistés dans son étude. Si les mâles en captivité se sont impliqués dans le nourrissage des juvéniles cela n'a pas été le cas pour ceux qui ne l'étaient pas.

#### *PONTE*

Les femelles réalisent généralement deux pontes successives par saison de reproduction et environ 7-12 œufs ont été observés par ponte en Ecosse (à partir de 56 nids dont 21 trouvés par prospection et 35 nids trouvés par suivis de femelles radio-tagguées) (Tyler, 1996) (*figure 16*). Pour cinq nids suivis lors de la ponte au cours de ce même projet, un nombre moyen d'œufs pondus par jour a été estimé à 1,21 par Green et al. (1997). Cette estimation a été obtenue par deux méthodes. D'une part, en période de ponte, l'observation de l'apparition d'un certain nombre d'œufs entre deux contrôles de nids ou entre un contrôle du nid et le début de l'incubation, a permis d'estimer un nombre d'œufs pondus par jour de 1,16, c'est-à-dire par exemple 12 œufs en 8 jours. D'autre part, les auteurs ont réalisé un calcul à partir de la date à laquelle les femelles ont cessé de s'occuper de la première nichée et la date de début de l'incubation de la seconde nichée. Ce calcul a estimé une ponte de 1,25 œuf par jour. Cependant, il reste une incertitude pour cette dernière méthode qui considère, en effet, que la seconde ponte débute dès l'indépendance de la première couvée.



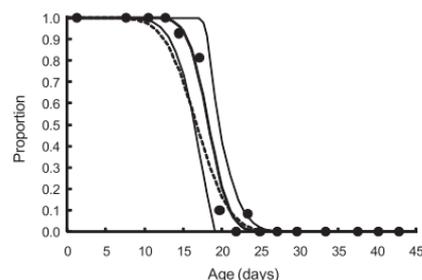
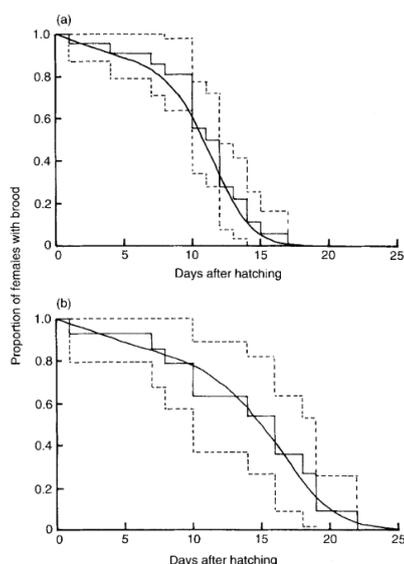


**Figure 17 :** Durée de l'incubation en fonction de la date du premier jour d'incubation (Extrait de Tyler & Green, 1996).

#### SOINS APPORTES AUX JEUNES

La femelle semble s'occuper seule des poussins qui, nidifuges, quittent le nid un à deux jours après l'éclosion et s'éloignent progressivement du nid (Schäffer & Koffijberg, 2004 ; Stow et Hudson, 1991). D'après Schäffer & Koffijberg (2004), les femelles fournissent de la chaleur aux juvéniles pendant plusieurs jours, et en particulier la nuit, et les nourrissent pendant trois à cinq jours avant de leur montrer la nourriture. Parfois, au cours de cette période, des mâles ont été observés près des femelles, probablement pour tenter une nouvelle reproduction (Schäffer & Koffijberg, 2004).

La durée moyenne des soins apportés aux jeunes par les femelles a été estimée à 18,3 jours (compris entre 16,4 et 19,6 jours) par Green (2010), à partir du suivi de 32 femelles sur les mois d'août et septembre. Cette moyenne, basée sur la capture ou l'observation d'adultes et de poussins en Ecosse entre 1998 et 2009, n'est pas significativement différente de celle estimée par un suivi télémétrique de neuf femelles mené par Green et al. (1997) en Ecosse et en Irlande entre 1985 et 1994 (figure 18). Cette dernière étude montre aussi que la durée moyenne des soins apportés à la première nichée est plus courte que pour la deuxième, cette durée de soin étant de 11,6 jours et 16,7 jours respectivement (Green et al., 1997).



**Figure 1.** Proportion of Corncrake chicks that were accompanied by the mother in relation to their age. Points show proportions for groups of 10–16 chicks binned by age and plotted at the mean age of chicks in the bin. The thick curve represents the probit model in which the proportion of chicks expected not to be with the mother is given by a cumulative normal distribution of age at independence with mean 18.26 days and standard deviation 2.15 days. Thin curves show 95% confidence limits. The dashed curve represents the result obtained by radiotracking mothers (mean 16.73 days, standard deviation 3.36 days, taken from Green *et al.* 1997b).

**Figure 18 :** Proportion des poussins accompagnés par une femelle en fonction de leur âge (d’après l’étude de Green *et al.*, 1997 et Green, 2010).

### ÂGE D’ENVOL DES JUVENILES

L’âge auquel les juvéniles acquièrent la capacité de voler a longtemps été décrit comme étant d’environ 35 jours, d’après Cramp et Simmons (1980) qui faisaient mention d’un âge de 34 à 38 jours. Cependant, d’autres études mentionnent à présent un âge de 45 jours environ (Green, 2019). En effet, le suivi télémétrique de 29 juvéniles par Donaghy *et al.* (2011) en Irlande permet d’avoir une estimation des âges et dates de départ des juvéniles des sites de reproduction, et donc un âge maximum d’acquisition de la capacité à voler. Cette étude réalisée en Irlande met ainsi en évidence que le départ des juvéniles a lieu lorsqu’ils atteignent un âge compris entre 36 et 55 jours et pour un âge moyen de 44 jours. C’est en effet à cet âge que les juvéniles voient leurs rémiges primaires formées complètement, comme cela a été mis en avant d’après une étude en captivité de Green & Tyler (2005). S’il n’existe pas d’étude du développement des rémiges des juvéniles qui sont âgés de plus de 40 jours nés *in natura*, l’étude de Tyler & Green (2004) montre que les rémiges des juvéniles nés *in natura* ne sont pas complètement développées avant qu’ils aient atteint un poids moyen de 169 g, alors que les juvéniles de 35 jours capturés dans l’étude pèsent environ 140 g.

## C. LOCALISATION DES NIDS ET DOMAINES VITAUX

### DISTANCE ENTRE LE POSTE DE CHANT DU MALE ET LE NID

Peu d’informations sont à ce jour disponibles concernant la distance des nids par rapport aux postes de chants des mâles chanteurs. Pour les neuf couples suivis par télémétrie par Tyler et Green (1996), les nids ont été localisés à des distances comprises entre 45 et 160 mètres du poste de chant occupé par le mâle, avec une distance moyenne de 101 mètres. Les seconds nids étaient cependant significativement plus éloignés du poste de chant (en moyenne à 133 mètres) que les premiers nids (85 m en moyenne) (*figure 19*).

**Table 1.** Minimum and maximum duration of the pair bond (see text), timing in the breeding cycle of separation, date of first association (1 May = 1) and distance of nest site from the male's nocturnal singing position for 9 pairs of radio-tagged Corncrakes. Pairs marked with asterisks were producing second clutches

Pair number	Date of first association	Duration of the pair bond (days)		Days between separation and incubation start	Distance from singing place to nest (m)
		Minimum	Maximum		
1	12	7	13	6	80
2	12	14	23	7	85
3	16	8	11	3	110
4	20	6	7	6	80
5	21	8	10	4	45
6	23	10	10	4	105
7*	62	5	6	3	115
8*	67	3	3	4	125
9*	70	5	5	7	160
Mean	–	7	10	5	101

**Figure 19 :** Minimum et maximum de la durée des couples (voir texte), moment de la séparation dans le cycle de reproduction, date de la première association (1 mai =1) et distance entre le nid et le poste de chant nocturne du mâle pour les neuf couples de Râles des genêts radio-taggués. Les couples marqués d'un astérisque ont produit une seconde ponte (Tyler & Green, 1996).

#### LOCALISATION DES NIDS

La localisation des nids reste encore également soumise à de nombreuses incertitudes. Des études à l'étranger, dans des contextes paysagers parfois différents, permettent toutefois d'obtenir des informations quant aux types d'habitats pouvant être choisis pour la nidification.

Arbeiter et al. (2017a) rapportent que, en plus de la démonstration de la présence de femelles ou de poussins plus près des fossés ou des bordures que les sites sans enregistrement de reproduction, des nids ont été trouvés près des bordures des prairies (distance minimale de 30 m) ou des fossés (distance minimale de 10 m).

L'étude de Tyler (1996), en Ecosse, a permis de décrire le type d'habitat entourant 37 nids trouvés grâce au suivi de femelles équipées de radio-émetteurs. Avec l'avancée de la saison, les nids des premières et deuxièmes nichées n'ont pas été trouvés dans les mêmes types d'habitats (*figure 20*). Les nids des premières nichées ont en effet été trouvés à 23 % (n=22) dans les prairies de fauches tandis que les nids des deuxièmes nichées y ont été trouvés à 80% (n=15). En dehors des prairies de fauche, l'habitat le plus utilisé s'est trouvé être les lits d'orties.

Stowe et Hudson (1991a) rapportent également que les Râles de leur étude, suivis par télémétrie en Ecosse, ont utilisé des habitats différents entre le début et la suite de la saison de reproduction. Dans un premier temps, en début de saison, les individus ont passé plus de temps et ont niché près des bâtiments, des ruines, des bordures de champs et des patches d'iris, puis dans un deuxième temps dans les prairies de fauche.

Par ailleurs, Green et al. (1997) mentionnent des différences dans la localisation des nids selon les régions, comme entre l'Ecosse et l'Irlande. D'après les auteurs, si en Ecosse, le premier nid de la plupart des femelles est trouvé dans des hautes herbes ou de la végétation en bord de marais, en Irlande, où l'herbe pousse plus tôt, la plupart des premiers nids étaient localisés dans des prairies.

Table 3.8. Location of nests by habitat. The number of nests at which incubation started in each habitat is shown by 10 day periods. The first period is days 11-20 (1 May=1). All nests were found by location of radio-tagged females. Nests found by searching or nests known before female was tagged are excluded. The number and percentage of nests in habitats that would normally be mowed is also given. See text for description of habitat classification.

Habitat class	Number of nests starting incubation by ten-day periods (1=1 May)								
	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
nettles	0	5	5	1	0	1	0	0	0
Cow parsley	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Rough grass	0	0	1	1	0	0	0	1	0
Nettle and cow parsley	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Iris and grass	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Umbellifer and grass	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Marsh marigold	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Meadow (M)	0	0	1	1	1	1	3	3	1
Herb meadow (M)	0	0	0	0	0	0	2	0	1
Grass meadow (M)	0	1	1	0	0	0	1	0	0
Total for all mowed habitats	0	1	2	1	1	1	6	3	2
Total in all habitats	1	6	10	3	2	2	7	4	2
% in mowed habitats	0	17	20	33	50	50	86	75	100

(M) - habitats which are harvested by mowing

**Figure 20** : Description du type d'habitat dans lesquels les nids ont été trouvés au cours de la saison de reproduction en Ecosse (Extrait de Tyler 1996).

#### TAILLE DU DOMAINE VITAL UTILISE PAR LES ADULTES ET LES JUVENILES EN PERIODE DE REPRODUCTION

Quelques études font état de la taille du domaine vital des femelles, des mâles et des juvéniles qui diffèrent entre eux et évoluent au cours de la saison de reproduction.

Premièrement, le domaine vital des femelles au moment de la reproduction est estimé à 5,5 ha d'après le suivi par télémétrie réalisé par Stowe et Hudson (1991a) entre 1984 et 1987 en Ecosse. Il varie fortement entre les individus, entre 0,24 et 28 ha, une femelle ayant un domaine vital couvrant même jusqu'à 96 ha. La surface médiane du domaine vital en phase de pré-incubation était de 3 ha et n'excédait pas 1 ha durant l'incubation et l'élevage de jeunes de moins de 13 jours (les suivis n'ayant pas pu s'étendre au-delà). Il est à noter que le nombre exact de femelles suivies par balise dans cette étude n'est pas mentionné. Il est d'au minimum cinq pour 89 Râles capturés au total dont 31 femelles et un total de 58 balises posées. La fréquence de la récupération des localisations n'est également pas précisée pour ce travail télémétrique et les suivis n'ont pas pu être réalisés jusqu'à l'indépendance des juvéniles.

Deuxièmement, dans cette même étude, le domaine vital médian des mâles est de 15,7 ha (variant entre 3 ha et 51 ha selon les individus). Plus précisément, entre mai et juillet, la surface maximale du domaine vital mensuel n'excédait pas 26 ha et la surface médiane n'excédait pas 8 ha.

Enfin, Green (2019) a montré, à travers l'étude génétique de 14 nichées, que les juvéniles de moins de 20 jours se trouvaient à une distance de 4 à 151 m de la place de chant de leur père, et que les juvéniles indépendants mais non volants pouvaient être entre 149 m et 601 m de cette place de chant. Les juvéniles volants de cette étude ont été capturés quant à eux jusqu'à 823 m de cette place.

Par ailleurs, il a été montré par Sklíba & Fuchs (2004b) que le domaine vital des mâles pouvait être étendu par un comportement d'exploration des territoires des mâles voisins. Cette étude s'est basée sur le suivi télémétrique de 11 mâles pendant trois jours consécutifs entre 6 h et 21 h en 1999 et en 2000 dans le sud de la République Tchèque. Ceci a permis de constituer 19 zones utilisées sur des périodes de trois jours par ces individus et de réaliser un modèle afin d'analyser les mouvements des mâles. Il a ainsi été établi que pour neuf cas, les déplacements des mâles n'étaient pas indépendants de la position des mâles voisins, ce qui peut être décrit comme une visite du territoire d'un voisin. En effet, la majorité des mâles qui avaient un mâle voisin, jusqu'à environ 600 m de leur site d'appel nocturne, ont été localisés au moins une fois à moins de 48 m du site d'appel du voisin. Il ressort également de ces analyses, que les mâles avec des voisins proches avaient entrepris des visites plus fréquentes mais moins longues dans les territoires voisins. Les mâles ont effectivement réalisé des visites tous les jours, ou tous les deux jours, lorsque les voisins étaient proches, contre une fois tous les trois jours lorsque les voisins étaient plus éloignés. Le maximum de temps passé dans le territoire voisin a été noté pour une distance entre les deux postes de chant d'environ de 200 m. De plus, il a été observé que les mâles avaient tendance à être silencieux sur le territoire d'un voisin et qu'ils étaient capables de traverser un habitat inadapté (100 m de forêt dans un cas) séparant leur propre territoire de celui du voisin. Une des explications possibles à un tel comportement peut être une recherche de femelles.

#### D. CHRONOLOGIE DE LA REPRODUCTION

##### *DES DATES D'ARRIVEE SUR LES SITES DE REPRODUCTION ETALEES TOUT AU LONG DE LA SAISON*

Les premières arrivées des mâles des genêts sur les sites de reproduction en Europe ont lieu en avril bien que ces premières dates d'arrivées soient très variables entre régions (*voir partie Hivernage et migration*). Par ailleurs, les déplacements pouvant se montrer très importants entre les deux nichées, les arrivées et les départs des mâles sur les sites de reproduction peuvent s'échelonner sur plusieurs mois, d'avril à juillet (*voir partie Déplacements intra-saisonniers*, Schäffer & Koffijberg, 2004 ; Verbelen et al., 2016 ; Arbeiter et al., 2017b). Il est de plus à noter que seules les arrivées des mâles sont détectables via leur chant. La présence de femelles est connue uniquement par la détermination d'un appariement, détecté par un changement dans la fréquence de chant du mâle (*voir ci-dessous*).

##### *DETERMINATION DES DATES D'APPARIEMENT EN FONCTION DE LA FREQUENCE DU CHANT DU MALE*

Le suivi des chants nocturnes et diurnes des mâles peut être un moyen efficace pour la détection d'un appariement des mâles.

En effet, les périodes d'arrêt du chant nocturne des mâles se sont montrées être des indicateurs de la présence d'un appariement d'après l'étude de Tyler and Green (1996). Les auteurs ont mis en avant que dans leur cas, les mâles ont chanté 92% de leur temps entre 23h et 2h du matin lorsqu'ils n'étaient pas appariés tandis qu'ils n'ont chanté que 12% de leur temps lorsqu'ils étaient appariés. Pour les dix mâles suivis dans cette étude, huit ont produit significativement moins de chants lorsqu'ils étaient accompagnés de femelles, un en a produit plus et un a eu la même fréquence de chant. Cependant pour ces deux derniers individus, l'échantillonnage de suivi était faible (5 et 4 nuits de suivis

respectivement). Durant la période où les mâles suivis étaient avec des femelles, ils ont été silencieux lors de toutes les sessions d'écoute.

L'étude montre ainsi que la fréquence de chant peut être un bon indicateur pour détecter la formation de couples mais que plusieurs nuits de suivis sont nécessaires pour conclure. En effet, pour les nuits isolées où les mâles ont été silencieux, 11 fois sur 33 (33%), les femelles n'ont pas été vues avec le mâle le jour précédent. Au contraire, dans le cas de mâles silencieux deux nuits consécutives, 7 fois sur 8 (88%) une femelle a été vue au moins une nuit sur les deux avec le mâle. Pour des mâles chantant deux nuits consécutives, 22 fois sur 24 (92%) aucune femelle n'avait été vue avec les mâles. Dans cette étude, les facteurs météorologiques (nuages, pluie, vent) ne semblaient pas avoir d'impact sur la présence ou l'absence de chant (Tyler & Green, 1996).

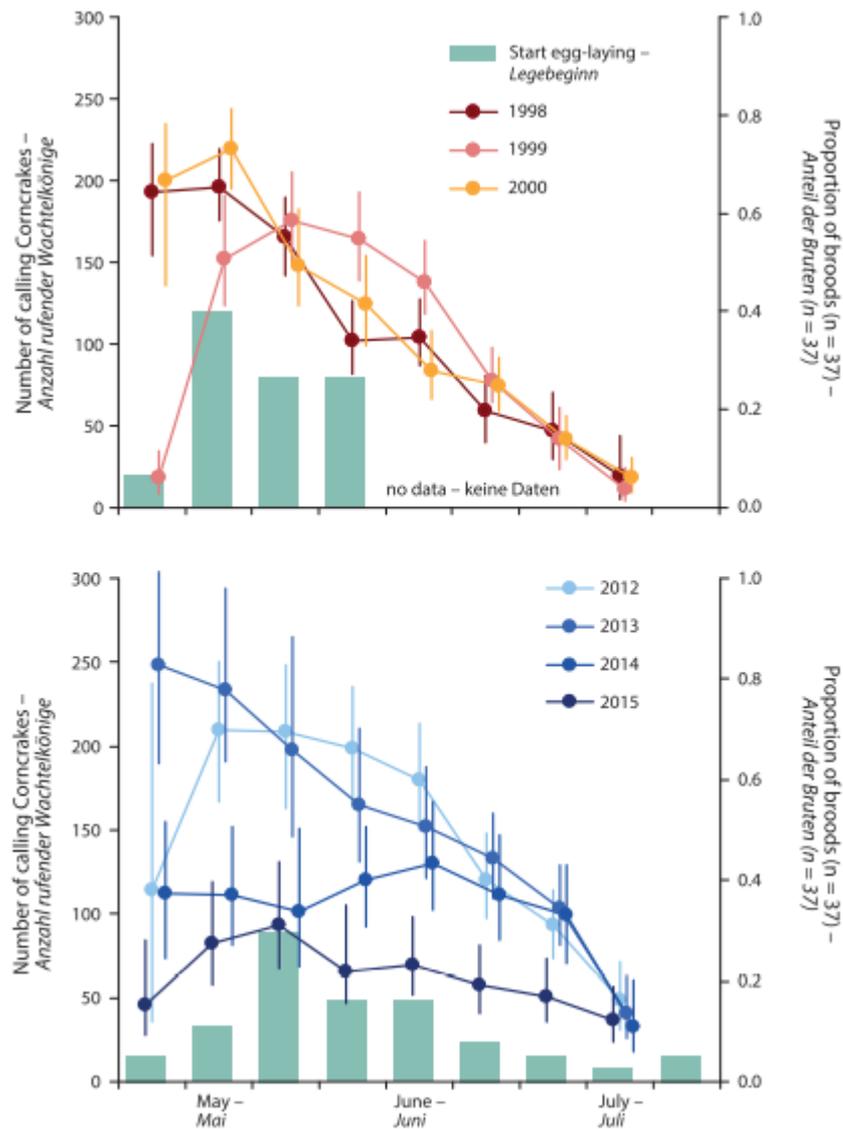
De plus, lorsque les chants nocturnes se font plus rares mais que s'ajoutent des chants à l'aube et parfois en journée, alors un couple est très probablement formé (*comm. pers.* Green).

#### *ÉTALEMENT DES DATES DE PONTE ET OBSERVATIONS DES PICS DES DEUX INITIATIONS DE NICHEES*

Quelques études ont mis en évidence un étalement des pontes entre début mai et mi-juillet, avec l'existence de deux pics d'initiation de couvées plus ou moins détectables selon les cas.

Des dates des pontes ont été observées ou calculées à partir de l'âge des juvéniles par l'étude d'Arbeiter et al. (2017b) en Allemagne. D'après cette étude, les premières pontes peuvent être initiées dès début mai avec un pic à la mi-mai, puis des débuts de pontes sont étalés jusqu'à mi-juillet (figure 17). Cependant, lors de la récolte des données, les nids et les juvéniles ont été détectés lors des fauches et très peu d'entre elles ont eu lieu à la fin juillet et durant le mois d'août. Des couvées plus tardives ont pu, de ce fait, ne pas être remarquées. Les études, en Ecosse, de Green (2010) et Green et al. (1997b) ont estimé que les dernières pontes étaient déposées en moyenne respectivement au 17 juillet (avec des valeurs comprises entre le 10 et le 25 juillet) et au 13 juillet.

Par ailleurs, si Broyer (1995) a mis en évidence l'existence de deux pics d'éclosion, et donc de pontes, ce n'est pas le cas de l'étude d'Arbeiter et al. (2017b) dans laquelle les pics de premières et secondes couvées ne sont pas clairement distinguables et dans laquelle les pontes semblent se dérouler tout au long de la saison (figure 17). Les couvées initiées mi-juin peuvent par exemple être des premières nichées mais aussi des deuxièmes nichées car les premières nichées précoces peuvent déjà être indépendantes à cette date. Cependant, un deuxième pic a pu ne pas être détecté du fait d'un biais d'observation des pontes tardives (non détectées dues aux fauches concentrées sur les mois précédant août).



**Figure 21** : Evolution du nombre de mâles chanteurs recensés et d'initiation de couvée au cours de la saison de reproduction (extrait d'Arbeiter et al.,2017b).

#### DES DATES D'ÉCLOSIONS VARIABLES SELON LES RÉGIONS ET LES ANNÉES : CAS EN FRANCE

L'étude de Deceuninck et al. (1997) a mis en avant, à partir du calcul des dates d'éclosion, qu'il pouvait exister des différences notables dans le calendrier de reproduction des Râles des genêts entre régions d'un même pays (cas de la France dans cette étude) et entre les années pour une même région (figure 22).

Lors de cette étude, des observateurs ont capturé les juvéniles observés lors des fauches ayant eu lieu en 1994 et 1995 dans cinq régions, les Basses Vallées Angevines (Maine-et-Loire), le Val de Charente (Charente et Charente-Maritime), l'estuaire de la Loire (Loire Atlantique), le val de Saône (Côte d'or et Saône-et-Loire) et l'estuaire de la Seine (Seine-Maritime). L'âge de ces juvéniles a pu être déterminé et il a ainsi été mis en avant des disparités dans les dates de pontes selon les régions et les années. En effet, une reproduction plus précoce semble avoir eu lieu en Charente, en Charente-Maritime et dans les Basses Vallées Angevines que dans les autres régions d'étude. Les dates d'éclosions peuvent

également varier au même endroit en fonction des années, potentiellement en lien avec les conditions météorologiques d'après les auteurs. Par exemple en Charente-Maritime les données de 1995 montrent que les éclosions ont eu lieu une dizaine de jours plus tôt qu'en 1994. Cependant, toutes les données de cette étude sont dépendantes des dates de fauches de chaque région et année. Il est donc difficile de déterminer s'il s'agit d'un biais lié aux décalages des dates de fauches ou d'une réelle différence dans les dates de pontes.

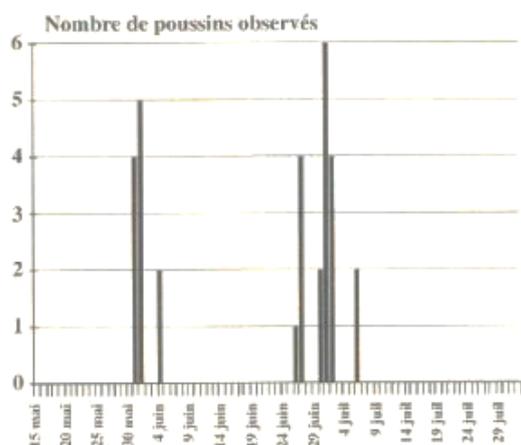


FIG. 3.– Dates d'éclosion des poussins calculées d'après l'estimation de l'âge des individus observés lors des suivis des fauches en Charente en 1995.

*Dates of hatching calculated from age estimation of those young birds seen during controlled cutting in Charente in 1995.*

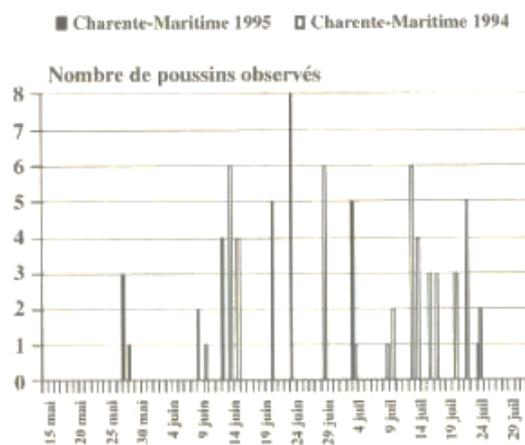


FIG. 4.– Dates d'éclosion des poussins calculées d'après l'estimation de l'âge des individus observés lors des suivis des fauches en Charente-Maritime en 1994 et 1995.

*Dates of hatching calculated from age estimation of those young birds seen during controlled cutting in Charente-Maritime in 1994 and 1995.*

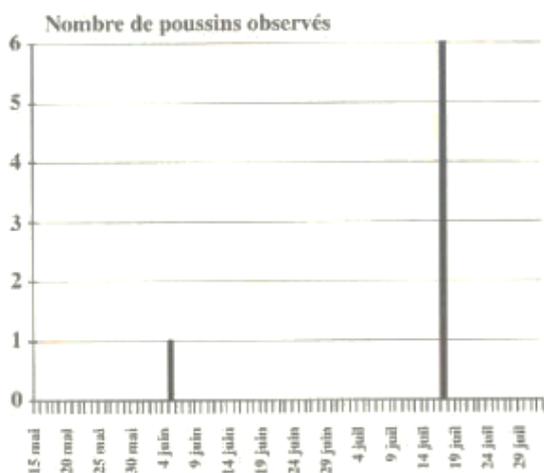


FIG. 5.– Dates d'éclosion des poussins calculées d'après l'estimation de l'âge des individus observés lors des suivis des fauches en Val de Saône en 1995.

*Dates of hatching calculated from age estimation of those young birds seen during controlled cutting in Val de Saône in 1995.*

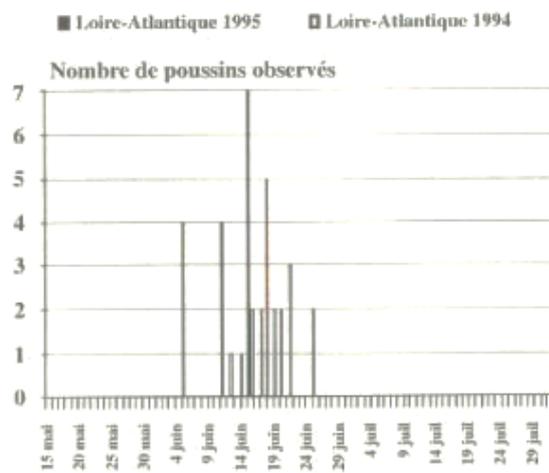
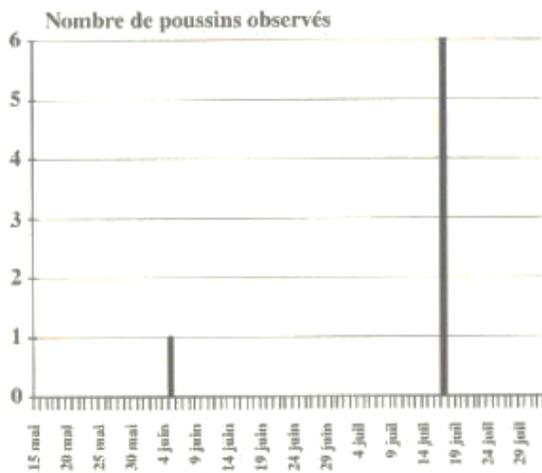
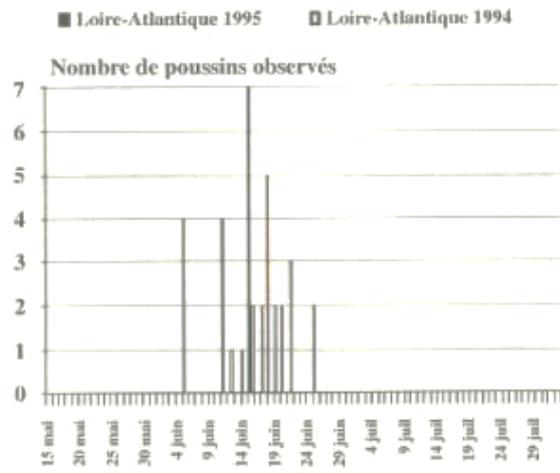


FIG. 6.– Dates d'éclosion des poussins calculées d'après l'estimation de l'âge des individus observés lors des suivis des fauches en Loire-Atlantique en 1994 et 1995.

*Dates of hatching calculated from age estimation of those young birds seen during controlled cutting in Loire-Atlantique in 1994 and 1995.*



**FIG. 5.**– Dates d'éclosion des poussins calculées d'après l'estimation de l'âge des individus observés lors des suivis des fauches en Val de Saône en 1995.  
*Dates of hatching calculated from age estimation of those young birds seen during controlled cutting in Val de Saône in 1995.*



**FIG. 6.**– Dates d'éclosion des poussins calculées d'après l'estimation de l'âge des individus observés lors des suivis des fauches en Loire-Atlantique en 1994 et 1995.  
*Dates of hatching calculated from age estimation of those young birds seen during controlled cutting in Loire-Atlantique in 1994 and 1995.*

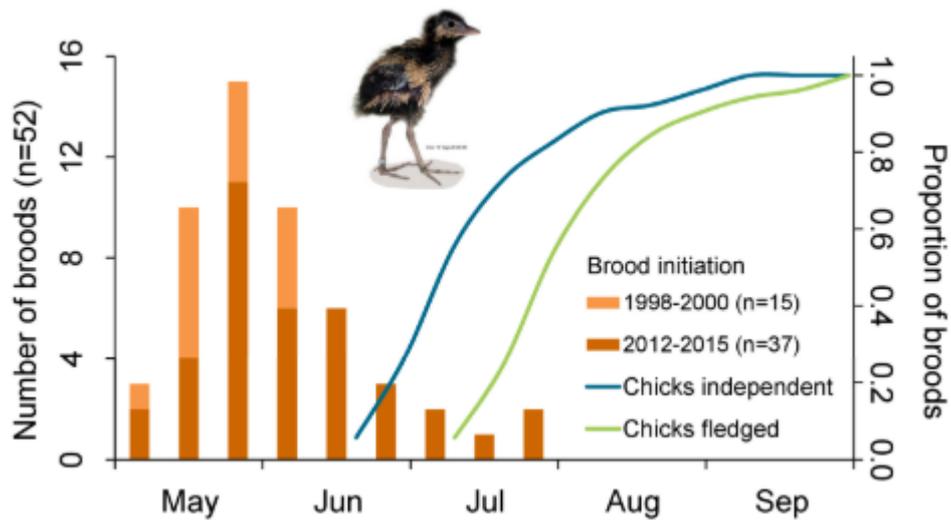
**Figure 22 :** Date des éclosions en France selon les régions (Extrait de Deceuninck, 1997).

#### OBSERVATIONS TARDIVES DE SOINS MATERNELS

Des soins maternels apportés aux juvéniles ont été observés jusqu'après la mi-août par l'étude de Green (2010). Les travaux de l'auteur ont en effet mis en avant que 71% (15/21) des femelles capturées entre le 1 et 17 août étaient accompagnées de poussins, mais aucune des 11 femelles observées à des dates ultérieures n'était accompagnée de poussins.

#### DATE D'ENVOLS DES JUVENILES

La totalité des juvéniles nés lors d'une saison de reproduction n'est souvent capable de voler qu'à la mi-septembre. En effet, le suivi de 29 juvéniles par télémétrie en Irlande par Donaghy et al. (2011), a montré que le départ du site de naissance de la première nichée a lieu globalement entre la mi-juillet et la 1<sup>ère</sup> semaine d'août et le départ de la deuxième nichée a lieu entre le 20 août et la mi-septembre. Le suivi de 52 nichées en Allemagne par Arbeiter (2020) a également mis en avant que 80% d'entre elles peuvent s'envoler sans dérangement pour un retard de fauche au 15 août (figure 23).



**Figure 23** : Dates d'initiation des nichées des Râles des genêts et nombres cumulés de nichées avec des poussins soit indépendants soit volants dans la zone d'étude d'Arbeiter (2020) en Allemagne (Extrait de la thèse d'Arbeiter, 2020).

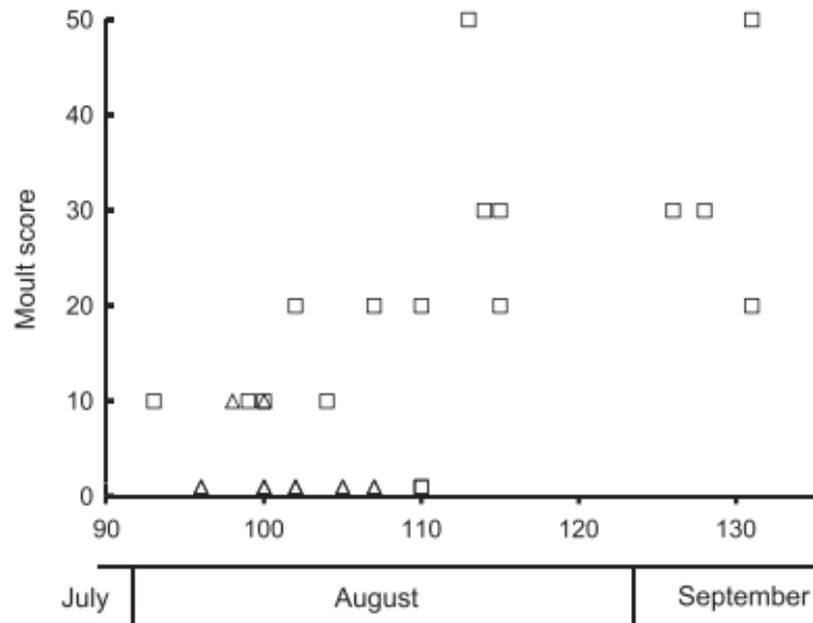
## E. DATES DES MUES ET DE CAPACITE DE VOL DES ADULTES

### *MUES EN ZONE DE REPRODUCTION*

Les mâles et les femelles commencent une mue postnuptiale simultanée des rémiges et des rectrices en août juste après la reproduction. La perte en quelques jours de toutes leurs rémiges primaires et secondaires les rend incapables de voler pendant quelque temps, comme cela a été observé lors de suivis en Pologne, en Irlande et en Ecosse d'après Green et al. (1997).

En effet, l'étude de Green (2010) a permis de préciser que les femelles capturées dont les primaires n'avaient pas atteint la moitié de la mue complète n'avaient pas la capacité de voler, et qu'une durée moyenne de mue complète était de 32,6 jours ( $\pm 13,0$  jours).

La date moyenne du début de la mue des femelles capturées dans l'étude de Green (2010) était le 12 août ( $\pm 4,7$  jours). La date moyenne de la fin de la mue des primaires correspond, quant à elle, au 13 septembre (Green 2010). La mue peut être terminée à la fin août – mi-septembre, mais parfois les tectrices sont encore en mues en octobre. D'après Demongin (2015), les individus dont les ailes muent tardivement (octobre) semblent être des nicheurs tardifs. Ceci a été vérifié par Green (2010) qui a montré que pour les femelles capturées avant le 15 août, celles qui étaient accompagnées de poussins présentaient des mues moins avancées que celles qui étaient seules (figure 20). La mue des rémiges semble ainsi débuter pendant ou après la période de soins apportés à la dernière couvée. Il est à noter qu'au cours de cette étude, certaines femelles accompagnées de nichées ont pu s'enfuir et éviter la capture. Leur mue n'avait donc probablement pas encore commencé.



**Figure 24** : Score de la mue des rémiges primaires de femelles capturées en Ecosse en 1998-2003, 2005, 2006 et 2009 accompagnées (triangles) ou non (rectangles) de poussins (d'après l'étude de Green (2010)). Le score 0 correspondant à la présence de toutes les anciennes plumes et le score 50 à la présence des 10 nouvelles rémiges primaires.

Par ailleurs, la mue post-juvénile est partielle entre mi-juillet et mi-septembre à la fin de la croissance alors que les rémiges sont encore en train de pousser, et elle se termine un mois plus tard avec la mue de la tête et du corps (Demongin, 2015).

### MUES EN ZONE D'HIVERNAGE

Dans les zones d'hivernage, une mue prénuptiale partielle a lieu entre décembre et mars-avril et est limitée à la tête et au corps (peut-être pas complètement), à la queue et parfois à certaines couvertures (Demongin, 2015). Une mue prénuptiale partielle des juvéniles a lieu, quant à elle, de février à avril et inclut les tectrices et une partie des couvertures (Demongin, 2015).

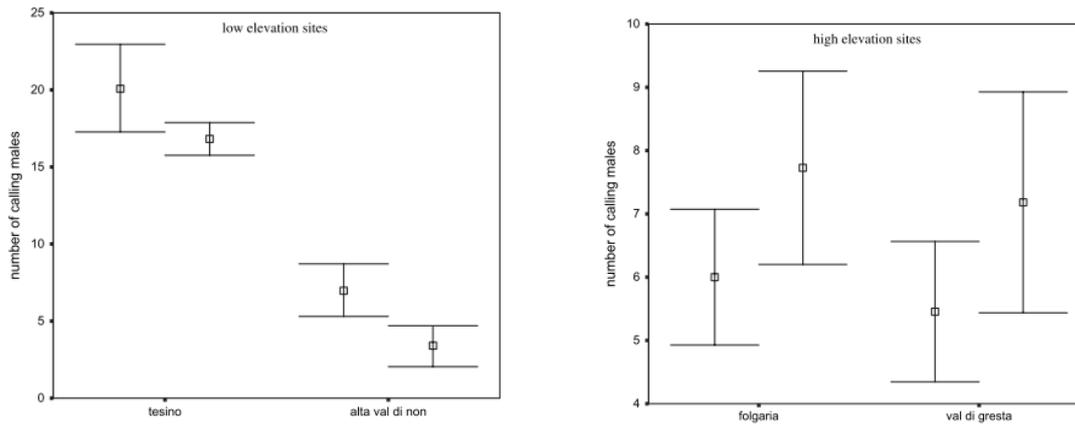
#### 4. DEPLACEMENTS INTRA-SAISONNIERS IMPORTANTS

Les Râles des genêts sont très mobiles au cours de la saison de reproduction et les déplacements étudiés, uniquement pour les mâles jusqu'à présent, représentent parfois plusieurs centaines de kilomètres. Ces déplacements peuvent s'expliquer par l'évolution des conditions de l'habitat au cours de la saison (notamment due aux fauches) et par leur mode de reproduction en polygamie séquentielle pour la réalisation de plusieurs nichées qui est globalement de deux par femelle.

##### A. EVIDENCES CONCERNANT LA MOBILITE DE L'ESPECE AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION

Plusieurs études ont révélé le comportement mobile de l'espèce au cours de la saison de reproduction, par la description d'arrivées et de départs de mâles chanteurs tout au long de la saison de reproduction. En effet, Mikkelsen et al. (2013) ont détecté, en Norvège, l'apparition de chants sur de nouveaux territoires tout au long de la période de mai à juin. Ainsi, 42% des territoires apparaissent après le 15 juin (56/132 territoires). En parallèle, des abandons de territoires ont été observés au cours des mois de juin et juillet. Ainsi, 68% (52 territoires) ont été abandonnés avant le 15 juin. Ces chiffres illustrent qu'une proportion conséquente de territoires sont abandonnés avant même l'apparition de nouveaux oiseaux. Ces observations sont cohérentes avec les résultats d'Arbeiter et al. (2017a) en Allemagne, qui considèrent comme très probables des arrivées et des départs continus sur des secteurs de reproduction tout au long de la saison. Dans cette dernière étude, les mâles chanteurs ont été comptés à deux reprises, à la mi-mai et à la mi-juin, dans toute la zone d'étude de 54 km<sup>2</sup>, et tous les dix jours, de début mai à fin juin, dans certains secteurs de cette zone de 1998 à 2000 et de 2012 à 2015. Les sites ont été considérés comme désertés si aucune activité de chants n'était détectée lors de trois suivis consécutifs étalés sur 30 jours et les nouvelles détections de chants sur des territoires abandonnés ont été considérées comme des colonisations par un nouvel individu. Au total 412 occupations de sites ont été enregistrées, puis, un modèle a été utilisé pour estimer la probabilité d'occupation d'un site en tenant compte des biais de détection et en travaillant en population ouverte. Il a ainsi été mis en avant que dans la zone d'étude, tout au long de la saison de reproduction et pour chaque période de dix jours, il existe des arrivées et des départs en continu.

Par ailleurs, les résultats de l'étude de Brambilla & Pedrini (2011), dans les Alpes, laissent également supposer un déplacement des mâles au cours de la saison et plus précisément, dans ce contexte, un report des individus des altitudes les plus basses vers des altitudes plus hautes avec l'avancée de la saison. Ces conclusions proviennent de la comparaison des comptages de mâles chanteurs, suivis entre 1997 et 2010 dans le nord de l'Italie, sur deux zones à des altitudes différentes (une zone d'altitude moyenne de 975,5 m, l'autre à une altitude de 1 175 m en moyenne). Chaque zone a été suivie à deux moments de la saison de reproduction, une première fois fin mai-début juin avant la première fauche puis une deuxième fois fin juin-début juillet entre la première et la deuxième fauche. Ces comptages ont ainsi mis en évidence pour les basses altitudes des abondances plus élevées lors de la première période que lors de la deuxième, tandis que l'inverse est observé aux altitudes plus élevées (*figure 25*), ce qui suggère un déplacement altitudinal des mâles chanteurs au cours de la saison de reproduction. Les différences d'altitude de ces deux catégories sont cependant faibles et toutes les zones n'ont pas été suivies toutes les années.



**Figure 25** : Nombre moyen de mâles chanteurs durant les comptages de fin mai-début juin (valeur de gauche) et de fin juin-début juillet (valeur de droite) à plus basse et plus haute altitude (extrait de Brambilla & Pedrini, 2011).

## B. DISTANCES VARIABLES ET IMPORTANTES PARCOURUES AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION

La confirmation qu'une proportion importante d'individus se déplace au cours de la saison de reproduction et une première estimation des distances parcourues et de la fréquence de ces déplacements ont été obtenues en Norvège par le suivi individuel des mâles chanteurs à partir de l'identification de leur chant (Mikkelsen et al., 2013).

Cette étude montre que les individus suivis ont pu se déplacer sur des distances parfois supérieures à 300 km, que certains ont réalisé plusieurs déplacements au cours de la saison de reproduction et que quelques-uns sont revenus sur des sites qu'ils avaient précédemment occupés dans la même saison. Ces résultats proviennent de l'analyse de 83 chants originaires de 60 territoires différents enregistrés entre mai et juillet 2009 dans deux régions très éloignées de Norvège, à l'est et au sud-ouest. En considérant une marge d'erreur due à un degré de similarité possible entre le chant de certains individus, 31 à 45 mâles ont été détectés. Parmi eux 19 individus sont présumés avoir réalisé 29 déplacements, dont huit en ayant effectué plus d'un. Ces déplacements s'étalent sur des distances de 0,3 à 404 km (médiane de 318 km) avec, selon le degré de similitude des chants considéré, 24% à 61% des mâles s'étant déplacés à plus de 0,3 km et 18% à 48% à plus de 10 km. Les déplacements ayant eu lieu à plus de 300 km dans cette étude représentent un déplacement entre les deux sites de suivis séparés par des habitats peu favorables pour les Râles des genêts. De plus, certains enregistrements suggèrent que certains mâles s'étant déplacés du sud-ouest à l'est de la Norvège sont ensuite revenus sur leur premier site.

La mobilité des mâles suivis en Norvège a été confirmée par des recaptures au cours de la même saison de reproduction de 11 Râles des genêts bagués (Mikkelsen, 2010). Parmi ces individus, les recaptures successives ont eu lieu à 132 km de distance pour un de ces individus, à 67 km de distance pour un autre individu et à moins de 10 km pour la moitié des individus. L'effort de capture a cependant été plus grand à proximité du lieu de baguage initial ce qui peut induire un biais dans les distances de recapture. D'autres reprises de mâles bagués à des endroits éloignés de plusieurs centaines de kilomètres au cours de la même saison de reproduction ont également été réalisées à différents endroits en Europe. C'est le cas par exemple d'un mâle capturé en République tchèque le 4 juin 1999 et recapturé en Suisse le 1er juillet 1999 soit à 614 km de distance (Inderwildi et al., 2017b).

## C. UN COMPORTEMENT CERTAINEMENT INDUIT PAR UN SYSTEME DE POLYGAMIE SEQUENTIELLE ET PAR DES PERTURBATIONS

Quelques rares études ont cherché à comprendre les facteurs influençant ces déplacements des mâles chanteurs au cours de la saison de reproduction. Il en résulte que si des perturbations, comme par exemple les fauches, peuvent induire des départs de mâles, elles n'expliquent pas, à elles seules, ces déplacements. Les caractéristiques de l'habitat ne se sont pas non plus révélées comme ayant un effet déterminant sur le choix de rester ou non sur les sites de reproduction. La recherche d'un nouveau partenaire pour produire une autre nichée peut être une des explications à ces déplacements.

En effet, le rôle des fauches sur le déclenchement des déplacements des mâles a été mis en évidence par le suivi individuel par identification aux chants de l'étude de Mikkelsen et al. (2013) en Norvège. Les dernières détections des mâles ont, en effet, eu lieu peu avant la fauche des sites dans 52% des cas (n=80). Les dernières détections ayant eu lieu un à trois jours avant la fauche sauf dans quelques cas où les mâles ont été détectés en bordure de parcelles encore un à deux jours après les fauches. Cependant, les cas de déplacements probables observés dans cette étude ne sont pas tous corrélés à la fauche du site. Parfois, les départs ont eu lieu bien avant la fauche. Dans d'autres cas, des mâles se sont déplacés alors qu'ils occupaient des champs de céréales qui n'ont pas été récoltés avant la fin de la saison de reproduction.

Par ailleurs, les Râles des genêts se reproduisent dans un habitat changeant au cours de la saison de reproduction et l'évolution des conditions locales peut imposer des déplacements. Cependant, l'étude de Michalska-Hejduk et al. (2017) a montré, en Pologne, que si les habitats des Râles des genêts avaient bien évolué au cours de la saison, les caractéristiques propres des habitats n'ont pas impacté le choix des mâles de rester ou de partir du site d'étude. Pour cette étude, les auteurs ont réalisé six comptages de Râles des genêts du 12 mai au 4 juillet 2001, et ont considéré un départ si le mâle n'a pas été détecté deux fois consécutives. En parallèle, sur cette période de suivis, ils ont caractérisé l'habitat à trois reprises et de manière étalée. Pour les 170 territoires de mâles détectés avant le 20 juin, ni les types de communautés végétales, ni les indicateurs de lumière et d'humidité du sol, ni la densité de la végétation n'ont eu d'effet significatif sur le fait que des mâles restent ou abandonnent le site au cours de la saison de reproduction.

Une autre raison expliquant les déplacements intra-saisonniers importants des mâles mentionnés par les auteurs de ces études (Michalska-Hejduk et al., 2017 ; Mikkelsen et al., 2013), peut certainement être la recherche de femelles pour la réalisation d'un autre appariement, un tel comportement augmentant probablement les chances de succès reproducteur dans un système de polygamie séquentielle à double nichée.

## 5. HIVERNAGE ET MIGRATION

Les Râles des genêts sont des migrateurs au long cours, se déplaçant principalement de nuit entre leurs sites de reproduction en Europe, utilisés d'avril à septembre, et leurs sites d'hivernage en Afrique (Del Hoyo, 1996). Les zones d'hivernage, les voies et les stratégies de migration, l'habitat utilisé, les mouvements intra-saisonniers et les menaces présentes sur les sites d'hivernages restent encore à ce jour peu connues. De nombreuses questions se posent également concernant la relation entre les zones de reproduction, les zones d'hivernage et les voies de migration empruntées.

## A. CHRONOLOGIE DE LA MIGRATION

L'arrivée des Râles des genêts en Europe, sur les sites de reproduction, a principalement lieu à partir du mois d'avril (Schäffer & Koffijberg, 2004). La date d'arrivée moyenne a été estimée au 21 mai (30 avril-15 juin) par Green et al. (1997) à partir d'une enquête par questionnaire envoyée à 28 pays de l'aire de reproduction de l'espèce, dans les années 1990. Cependant, ces dates d'arrivées sont très variables selon les régions. Dans l'ouest de la France par exemple, des observations ont montré l'apparition des premiers Râles vers le début avril (avec également des détections plus précoces certaines années comme au 15 mars en 1999), date plus précoce que dans d'autres régions (Schäffer & Koffijberg, 2004). En Pologne, l'étude de Schäffer (1999) met en avant des arrivées en moyenne le 4 mai (28 avril-6 mai). En Ecosse, cette même date d'arrivée fin avril-début mai a été observée en 2011 pour cinq mâles porteurs de géolocalisateurs (Green, 2013). Au Pays-Bas, les effectifs les plus importants de Râles ne sont pas observables avant la dernière semaine de mai ou début juin (Koffijberg & Van Dijk, 2001). D'autre part, dans certaines régions, les arrivées n'ont pas lieu avant la mi-juin et ces dates correspondent très certainement à des déplacements suite à une première ponte finalisée ou suite à des perturbations sur des sites utilisés plus précocement. C'est le cas par exemple de la Wallonie où, entre 1966 et 2015, sur 214 mâles détectés, 124 l'ont été en juin (58%) contre seulement 43 en mai (soit 20%) et 46 en juillet (21%) (Verbelen et al., 2016). Toutefois, il est à noter que les mâles arrivent probablement un peu avant les femelles sur les sites de nidification, et plusieurs jours peuvent se dérouler entre la date d'arrivée réelle des mâles et le début de leur chant qui permet en général de les détecter (Green et al., 1997).

Le départ des Râles des genêts vers l'Afrique après la saison de reproduction, bien que moins évident à étudier, débute au mois d'août avec probablement un pic en septembre (Del Hoyo, 1996; Stowe & Hudson, 1991b; Walther et al., 2012). Plusieurs études viennent appuyer cette idée d'un départ majoritairement en septembre, telles que des observations en Afrique du Nord fin septembre – début octobre provenant d'une synthèse réalisée à partir de l'interview de 50 ornithologues, des données de baguages et de la littérature (Stowe & Hudson, 1991b). La capture de 767 Râles des genêts entre le 6 septembre et le 11 octobre 1994 avec un pic de capture au 22 septembre dans les filets de chasse en Egypte confirme ces résultats (Baha El Din et al., 1996), de même que l'arrivée en Afrique de l'Ouest en octobre des cinq mâles suivis par géolocalisateurs depuis l'Ecosse (Green, 2013). De plus, le suivi par balises Argos depuis l'Allemagne et la République Tchèque de 12 mâles entre 2012 et 2015 a montré un départ en migration sur la première semaine de septembre pour six d'entre eux et entre le 20 et le 31 août pour trois autres (les autres n'ayant pas pu être suivis jusqu'au départ en migration) (Peške & Vlček, 2017). Cependant, des différences entre les régions, entre les sexes, entre les adultes et les juvéniles sont aussi possibles mais sont peu étudiées. En effet, Green (2010) a montré que pour les 32 femelles capturées dans cette étude en Ecosse, la date moyenne de la fin de la mue des primaires, et donc la capacité de partir en migration, correspond au 13 septembre. Quant aux juvéniles, Donaghy et al. (2011) a mis en évidence par une étude télémétrique en Irlande, que les départs des sites de reproduction de la première nichée a lieu généralement entre la mi-juillet et la première semaine d'août et le départ de la deuxième nichée entre le 20 août et la mi-septembre. Cependant lors des départs, la question de l'utilisation de sites de pré-migration et de sites intermédiaires, ou d'un départ en migration reste non tranchée.

L'étude de Stowe & Hudson (1991b) fait état que suite à ces départs d'Europe en août-septembre, des cas d'observations de passages ont eu lieu en Afrique du Nord fin septembre – début octobre, au Kenya en novembre et dans le sud-est de l'Afrique en décembre. Pour ce qui est des départs des sites d'hivernage, ils sont décrits comme débutant à partir des mois de février – mars, avec des passages

ensuite observés en Afrique du Nord début avril. L'étude de Green (2013) montre une arrivée des cinq mâles, suivis par géolocalisateurs depuis l'Ecosse, en Afrique de l'Ouest (entre le Nigeria et le Ghana) en octobre puis un déplacement après 30-50 jours dans l'ouest du Congo où les individus sont restés de novembre à mars. Il semble donc exister un assez fort étalement des dates de migration mais aussi des déplacements au cours de l'hiver entre zones d'hivernage.

## B. DISTRIBUTION HIVERNALE DES RALES DES GENETS

Tout comme les dates de migration, la distribution du Râle hors saison de reproduction est mal connue. Si les observations de terrain et la modélisation de la distribution potentielle hivernale suggèrent une répartition hivernale majoritairement dans le sud-est de l'Afrique (Del Hoyo, 1996 ; Walther et al, 2012), des suivis individuels de Râle des genêts mettent en avant également des zones d'hivernages plus occidentales, notamment pour des individus venant de l'ouest de l'Europe (Walther, 2008 ; Green, 2013) (*figure 26*).

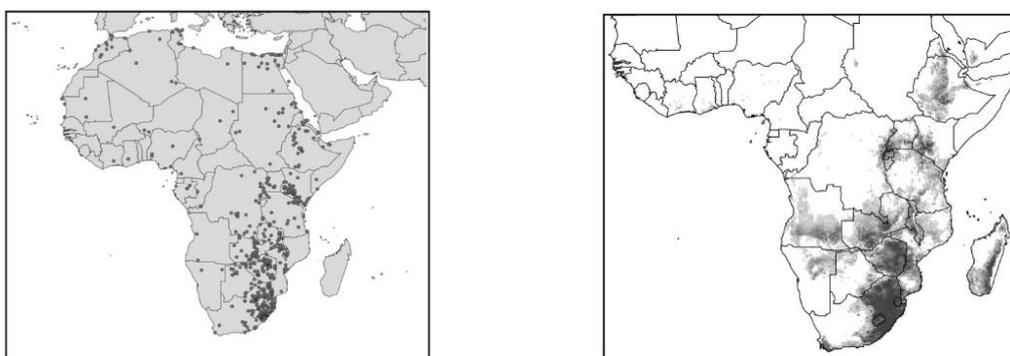


**Figure 26** : Distribution mondiale du Râle des genêts en période de reproduction (marron) et en période d'hivernage (en jaune la zone majoritaire, et en bleu les zones d'hivernage découvertes plus récemment pour des Râles des genêts écossais), et localisation des voies migratoires (flèches bleues) (source de la carte : Hennique et al., 2013).

Les données recueillies par Walther et al en 2012, ainsi que la modélisation réalisée dans cette même étude, permettent aujourd'hui d'estimer une distribution hivernale couvrant 3 567 933 km<sup>2</sup> très majoritairement dans le sud-est de l'Afrique (Ouganda, Kenya, sud-est de la République Démocratique du Congo, Tanzanie, Zambie, Malawi, une partie du Botswana et du Mozambique, Zimbabwe, Lesotho, Swaziland et l'est de l'Afrique du Sud) (*figure 27*). Un hivernage en Afrique du sud-est, au Kenya, Tanzanie et Zambie a été confirmé par la pose de balises Argos sur 12 mâles capturés en République Tchèque et en Allemagne entre 2012 et 2015 (dont 9 mâles suivis jusqu'au départ en migration et 6

ayant pu être suivis tout au long de leur migration), (Peške & Vlček, 2017) (*figure 28 c*). Des observations très occasionnelles en Afrique de l'ouest sont aussi relevées par cette étude. Walther (2008) mentionnait déjà de rares observations, entre décembre et février, de Râles des genêts en Afrique de l'ouest (Mali, Ghana, Cameroun) mais également au Soudan et même proches de la Méditerranée.

Il est à noter que la carte de distribution de l'étude de Walther et al. (2012) est établie à partir d'un nombre relativement limité d'observations (environ 1200) qui sont distantes dans le temps et probablement soumises à un fort biais géographique concernant l'effort d'échantillonnage (plus d'observateurs en Afrique du Sud qu'au Congo par exemple). De plus, la prédiction de la distribution hivernale, réalisée à partir d'un modèle basé sur des variables climatiques, présente des différences notables avec les observations réelles. Cette carte de distribution des Râles des genêts en Afrique est donc à prendre avec précaution du fait de ces deux limites méthodologiques (extrapolation simplement sur la base climatique et fort biais géographique des prospections).

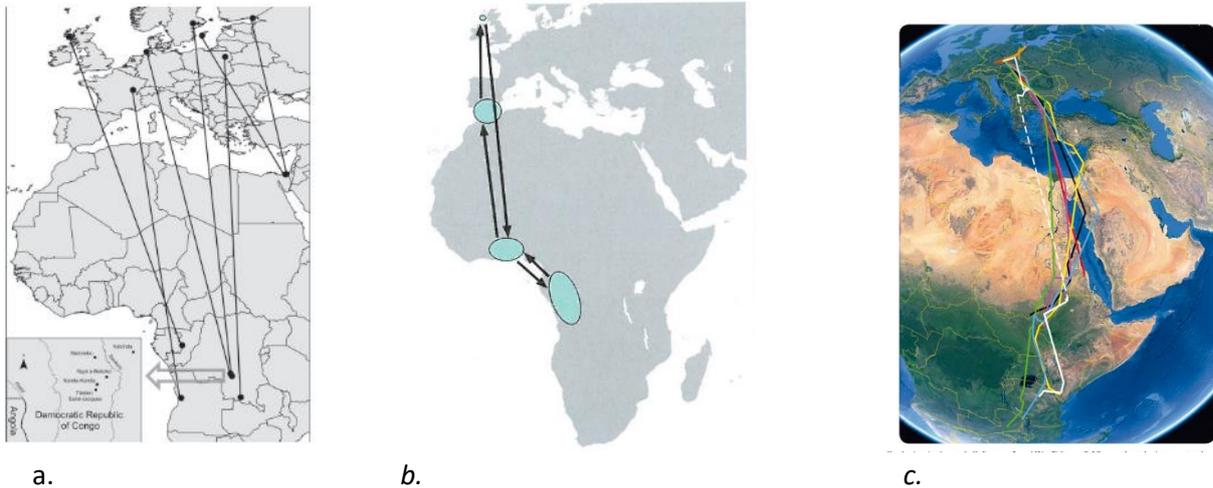


**Figure 27 :** Distribution de toutes les observations de Râle des genêts (a) et résultats de la modélisation de sa distribution hivernale (b) (Walther, 2012)

D'autres études reposant sur du suivi individuel ont d'ailleurs validé la présence d'autres sites d'hivernage en Afrique centrale et occidentale. En effet, les cinq géolocalisateurs récupérés (sur 50 posés) sur des mâles d'un même site de reproduction en Ecosse, ont montré que tous ces individus avaient hiverné dans le bassin du Congo avec une étape de 30 à 50 jours au Nigeria et Ghana (Green, 2013) (*figure 28 b*). Ceci recoupe le résultat obtenu par Walther en 2008 qui met en avant un hivernage au Congo, en République Démocratique du Congo et en Angola de cinq individus bagués dans différents pays tels que l'Ecosse et la Pologne (Ecosse, France, Pologne, entre 1929 et 1994) (*figure 28 a*). La question est posée par ces auteurs sur la relation entre la faible quantité d'observations réalisées en Afrique centrale et de l'ouest et les effectifs plus faibles des populations de l'ouest de l'Europe.

Il faut retenir que ces études précises de la migration et de l'hivernage par baguage ou par balises reposent sur peu d'oiseaux et qu'elles ne concernaient que des mâles adultes.

Les Râles des genêts nichant en France, n'ont à ce jour, fait l'objet d'aucune étude afin de déterminer leur zone d'hivernage. Une reprise de bague d'un individu bagué dans le Jura en mai 1970 a eu lieu en mars 1971 dans la province de Cuanza Sul en Angola (Walther, 2008) mais ceci est la seule donnée disponible pour les populations françaises.



**Figure 28** : Sites de reproduction et d'hivernage de quelques Râles des genêts suivis individuellement, (a) par baguages dans l'étude de Walther (2008), (b) géolocalisateurs dans l'étude de Green (2013) et (c) balises Argos dans l'étude de Peške & Vlček (2017), chaque couleur représentée sur la dernière carte correspondant au tracé d'un individu.

### C. VOIES DE MIGRATION

La migration des Râles des genêts se réalise selon plusieurs voies dont au moins une à l'Est traversant notamment l'Égypte et le Soudan, une à l'Ouest passant par la péninsule ibérique et principalement le Maroc, une passant par la Tunisie et une traversant la Mer Rouge avec des entrées au Soudan et en Éthiopie (Stowe & Hudson, 1991b ; Del Hoyo, 1996 ; Walther et al., 2012). La supposition d'un passage important et majoritaire par les voies de l'Égypte et du Moyen-Orient est mise en avant notamment par l'étude de Walther et al. en 2012 qui a utilisé 1284 données d'observations. Un fort biais dans l'effort d'échantillonnage est cependant présent dans ces travaux, et les voies migratoires utilisées selon l'origine des individus sont encore mal connues. Ainsi l'utilisation de la voie ouest par des individus venant de l'ouest de l'Europe a été confirmée par le suivi des cinq mâles équipés de géolocalisateurs de l'étude de Green (2013). Au sein de cette étude, ces cinq individus venant d'Écosse ont migré dans les deux sens par la voie ouest. Ils ont rejoint leurs sites d'hivernage via le Royaume-Uni, la France, le Maroc et l'Algérie avant de traverser le Sahara, puis sont revenus par le Maghreb et l'Espagne.

L'utilisation de la voie est par des Râles des genêts se reproduisant en République Tchèque et en Bavière a été démontrée par le suivi des six mâles équipés de balises Argos de l'étude de Peške & Vlček (2017). Au sein de cette étude, trois individus ont atteint leur site d'hivernage en passant par la Méditerranée puis l'Égypte, et trois individus ont traversé la Méditerranée, l'Arabie Saoudite puis la Mer Rouge (Peške & Vlček, 2017). Une donnée de baguage d'un individu provenant du nord-est de l'Allemagne suggère que les individus de cette zone utilisent la même voie que les individus de l'étude de Peške & Vlček (2017), en indiquant un passage par Chypre (Walther, 2008). De même, des bagues d'individus provenant de Suède et de Finlande ont été contrôlées dans le Sinaï nord en Égypte en octobre 1971 et en septembre 1991 (Walther, 2008).

Cependant, le contrôle de bagues de Râles des genêts venant de la même zone géographique des Pays-Bas laisse supposer que la corrélation entre zone de reproduction et voie de migration n'est pas totale. En effet, des bagues d'individus bagués dans ces zones ont été récupérées en France, en Belgique et en Suisse tandis qu'un autre individu a été tué en Syrie en avril 1976 (6 ans après son baguage) (Van den Bergh, 1991).

En ce qui concerne la population française, nous ne possédons à ce jour aucune certitude sur la voie de migration empruntée et la zone d'hivernage des individus.

#### D. STRATEGIES DE MIGRATION

Deux stratégies de migration des Râles des genêts semblent se distinguer : une stratégie de migration continue et une stratégie de migration entrecoupée de longues haltes.

En effet, parmi les six individus suivis par balises Argos le long de la voie est, certains ont migré très rapidement en parcourant jusqu'à 1 600 km en 48h, d'autres individus ont, quant à eux, migré plus lentement et de manière entrecoupée, résidant de manière prolongée notamment dans le sud du Soudan (Peške & Vlček, 2017). Les mâles provenant d'Ecosse ont également réalisé une étape importante de 30 à 50 jours entre le Nigéria et le Ghana avant de voler presque 2 000 km en cinq jours pour atteindre l'ouest du Congo où ils sont restés de novembre à mars.

D'autre part, la migration semble se dérouler par la même voie dans les deux sens. En effet, Walther (2008) ne soutient pas l'hypothèse d'une migration en boucle qui a pu être proposée dans certains écrits (Cramp & Simmons, 1980) et qui se basait sur les observations plus nombreuses en Tunisie au printemps et en Egypte et à Chypre en automne. Le chemin de retour emprunté par les cinq mâles écossais ne confirme également pas cette hypothèse (Green, 2013). Sur le chemin de retour, ces cinq individus ont en effet traversé le Sahara puis le Maghreb et l'Espagne après un bref passage de nouveau par l'Afrique de l'ouest a été observé pour au moins un oiseau. Ce passage reste cependant difficile à déterminer, la latitude n'ayant pas pu être estimée précisément à ce moment des équinoxes (Green, 2013).

#### E. TYPES D'HABITATS ET UTILISATION DE L'ESPACE

Les différents types d'habitats utilisés sur les sites de passage et d'hivernage du Rôle des genêts en Afrique ont été analysés par Walther et al, 2012 à partir de plus de 200 observations provenant de sources différentes. D'après cette étude, les Râles des genêts utilisent principalement les habitats de types prairies (à 67,9% les prairies naturelles dominées par les graminées, les pâturages, les prairies naturelles dans les forêts, les savanes, les aérodromes...), puis les zones humides (à 21,8% les zones herbeuses des lieux de drainages, en bordures des zones humides, des plaines inondables, des rivières, des ruisseaux ou des barrages mais aussi les marais saisonniers et permanents), et en moindre proportion les champs de cultures (blé, avoine, maïs, millet, sucre de canne...) et des champs abandonnés ou négligés. D'autre part, il est à noter que des mâles suivis par balises Argos de l'étude Peške & Vlček (2017) ont résidé un long moment dans le sud du Soudan dans une nouvelle zone agricole qui a été créée depuis les dernières décennies par irrigation. Les localisations des géolocalisateurs de Green (2013) ne sont pas assez précises pour définir le type d'habitat utilisé. Toutefois, la région utilisée est composée de savanes, de champs et de pâturages de même que de forêts avec des zones maintenues ouvertes par les éléphants de forêts, les buffles et les antilopes (Green, 2013). Concernant le comportement des Râles, Taylor a relevé en 1984 une tendance à former des groupes lors de la période d'hivernage.

Enfin, des études fines restent à mener pour décrire et comprendre l'effet des changements environnementaux saisonniers et annuels sur les mouvements et la distribution hivernale des Râles des genêts. En effet, les résultats de Green (2013) posent la question des causes des mouvements intra-hiver importants, comme ceux observés par le départ de première halte au Ghana et Nigéria au bout de

30 -50 jours pour atteindre l'ouest du Congo 5 jours plus tard, qui seraient peut-être déclenchés par des assèchements de l'habitat et déterminés par les patrons de précipitations.

## F. MENACES SUR LES ZONES D'HIVERNAGE ET EN MIGRATION

Les menaces pesant sur les Râles des genêts dans les zones d'hivernage et en migration sont encore mal connues. Une des menaces répertoriées est celle de la chasse, notamment la chasse au filet sur les côtes de l'Égypte qui semble importante sur les Râles des genêts lors de la migration d'automne. Baha El Din et al. (1996) ont ainsi comptabilisé 487 Râles des genêts tués en 1993 et 767 en 1994 dans cette zone. L'étude d'Eason et al. (2016) a également montré que les Râles des genêts représentaient l'espèce la plus touchée par cette chasse en Égypte (en dehors des cailles) avec 3 108 individus tués en cinq ans entre 2008 et 2012. Cependant, les autres menaces potentielles que sont le changement d'utilisation des terres dans ces zones d'hivernage en profonde mutation ou le changement climatique n'ont pas encore fait l'objet de travaux de recherches.

## 6. SURVIE ET DISPERSION

### *TAUX DE SURVIE*

Bien que la durée de vie maximale recensée par baguage d'un Râle des genêts soit de 6 ans (Schäffer & Koffijberg, 2004), le taux de survie annuelle est globalement estimé à 0,2 – 0,3, tout en comprenant quelques variations selon les catégories de sexe et d'âge (Green, 2004). Ainsi, cette étude a montré que le taux de survie de femelles adultes est estimé à 0,259 et ne diffère pas de manière significative de celui estimé pour les mâles adultes à 0,298. Ces résultats proviennent de l'utilisation de trois méthodes : la récupération de bagues d'oiseaux morts, la capture-marquage-recapture par baguage, et la distinction des adultes d'un an des adultes plus âgés par la forme des rémiges secondaires. Une autre étude, Green (1999), a montré que la survie des mâles de première année est du même ordre de grandeur que les résultats de Green (2004), et qu'il n'y a pas de différence significative entre les taux de survie de la première et de la deuxième nichée. Par ailleurs, l'étude de Tyler & Green (2004) en Écosse a cherché à estimer la survie des poussins jusqu'à l'âge de huit jours. Pour 34 nichées suivies dans les années 90, il a été montré que 85% d'entre elles étaient toujours constituées d'au moins un poussin huit jours après l'éclosion. Il a par ailleurs montré que si ni la température ni les précipitations ayant eu lieu après l'éclosion n'ont eu d'effet significatif sur la perte complète de la nichée et sur la proportion juvéniles survivants au sein d'une nichée, cette proportion s'est cependant montrée dépendante de la taille de la nichée à l'éclosion. Ce qui peut potentiellement s'expliquer par une compétition pour la nourriture apportée par la femelle. Il est donc à noter que la survie inter-annuelle des Râles des genêts étant faible, la fécondité joue donc un prépondérant dans le maintien des populations.

### *DISPERSION*

Les informations connues à ce jour quant à la dispersion des individus, que cela soit en termes de proportion de philopatrie, de différence inter-générationnelle ou de distance entre les sites de dispersion soulèvent encore de nombreuses questions pour une meilleure compréhension des flux et la conservation de l'espèce.

Budka et al. (2020) ont cherché à étudier la fidélité inter-annuelle des mâles au site de reproduction entre 2015 et 2018 en Pologne. Dans ce cas la philopatrie s'est révélée très faible, avec seulement 2-5% des 40 à 56 mâles recapturés l'année suivante. Lors de cette même étude, le suivi des territoires

occupés chaque année a montré qu'en moyenne 32% territoires ont été constitués au même endroit qu'un territoire de l'année précédente.

La distance de dispersion, au moins pour les mâles, est très variable et semble différer entre les jeunes et les adultes. L'étude de Green (1999), réalisée en Irlande et en Ecosse, à partir de données de baguages, a montré que la plupart des mâles adultes sont retournés à quelques kilomètres de l'endroit où ils avaient été bagués, et que les oiseaux bagués juvéniles semblent s'être dispersés plus loin sans pouvoir en être tout-à-fait assuré à ce jour. En effet, dans cette étude les mouvements supérieurs à 10 km entre années ont été relevés en plus grande proportion pour les juvéniles (20%) que pour les mâles adultes (6%) mais les échantillons de cette étude sont faibles et la différence entre juvéniles (10 recapturés les années suivantes sur 339 bagués) et adultes mâles (30 recapturés les années suivantes sur 582 bagués) n'est pas significative. De plus, les longs mouvements ont probablement été sous-échantillonnés au vu de la distribution spatiale de l'effort de recapture. Une correction de ce biais d'échantillonnage dans le modèle suggère des proportions de déplacements plus importantes et plus différentes entre les classes d'âge (43% de recapture à plus de 10 km les années suivantes pour les oiseaux bagués comme poussins et 10% pour ceux bagués comme mâles adultes).

Si cette étude de Green (1999) a également montré que plusieurs individus ont été capturés deux années consécutives à des distances inférieures à un kilomètre, des individus ont recapturés jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres et d'autres études font références à des sites choisis par un même individu d'une année à l'autre éloignés de plusieurs centaines de kilomètres. En effet, un des mâles suivis par balises Argos depuis la République Tchèque s'est installé dans les Dolomites en Italie le 24/25 juin. La distance avec son site de nidification précédent était donc de 350 km. Les dernières données en mai de suivi du deuxième mâle de République Tchèque portant une balise Argos dans cette étude ont montré qu'il était revenu en Serbie dans un lieu où il avait effectué une longue halte l'année précédente (Peške & Vlček, 2017).

Il est à noter que ces connaissances sur la dispersion ne concernent que les mâles et que des différences peuvent potentiellement exister entre l'Ecosse, l'Irlande et d'autres zones de l'aire de reproduction. Toutefois au vu des dispersions intra-annuelles et inter-saisonniers (*voir partie Déplacements intra-saisonniers*) ajouté aux apports des études génétiques (*voir partie Distribution et structure génétique des populations*) les flux sont soupçonnés importants entre populations et restent encore à mieux étudier.

Ces premiers éléments de réponse au sujet de la dispersion appuient d'autant plus les questions sur les estimations de survie par capture-marquage-recapture qui sont sûrement sous-estimées. Ils posent également des questions sur le niveau géographique de coordination nécessaire pour l'étude et la conservation de l'espèce.

## RETOURS D'EXPERIENCES SUR L'EFFICACITE DE MESURES DE CONSERVATION

Une des mesures majeures, pour répondre aux besoins des Râles des genêts (adultes et juvéniles) en période de reproduction, est de préserver des milieux prairiaux qui proposent une certaine hauteur et densité de couvert et une certaine structure et richesse floristique qui garantissent des ressources alimentaires et une protection contre les prédateurs. La disponibilité de cet habitat, tout au long de la période de reproduction, et jusqu'au départ en migration, est déterminante pour assurer la stabilité voire l'augmentation des effectifs de l'espèce. En effet, le Rôle des genêts est une espèce à courte durée de vie (Schäffer & Koffijberg, 2004), à turn-over rapide, dont la dynamique repose de fait très largement sur la fécondité. Une bonne fécondité est donc une condition essentielle pour permettre la viabilité de ses populations. Dans ce contexte, une des principales menaces qui pèsent sur les populations de Râles, en France mais aussi à l'étranger, est la fauche précoce et simultanée de grands ensembles d'habitats prairiaux. Ces fauches occasionnent une perte d'habitat de reproduction mais également des mortalités directes lors des passages des faucheuses. Ces derniers interviennent souvent avant le développement des capacités de vol des poussins, mais aussi avant la fin de la mue des adultes qui sont donc incapables d'échapper aux machines. Par ailleurs, une autre menace pesant sur les Râles des genêts est la perte et la modification de l'habitat prairial.

Face à ces constats, un panel d'initiatives a été mis en œuvre en Europe afin d'assurer un couvert végétal adéquat à l'espèce, adapté à la phénologie de sa reproduction et tendant à réduire la mortalité des individus lors des fauches. D'autre part, afin d'enrayer la perte d'habitat, certaines zones ont bénéficiées des programmes de restauration. Enfin, un cas de réintroduction de Râles des genêts, ayant lieu depuis de nombreuses années, nous permet d'obtenir un recul sur cette action. Si l'efficacité de certaines de ces mesures ou actions a pu être évaluée directement, beaucoup d'évaluations de l'efficacité ne reposent que sur des corrélations indirectes entre mise en place des mesures et évolution des effectifs les années suivantes.

### 1. RESTAURATION ET MAINTIEN DE L'HABITAT DU RALE DES GENETS

La disparition des habitats des Râles des genêts est une menace importante pesant sur les populations. Les prairies, de plus en plus abandonnées, subissent une fermeture du milieu et les modifications du fonctionnement des cours d'eau impactent les dynamiques écosystémiques et la présence d'un habitat propice aux Râles.

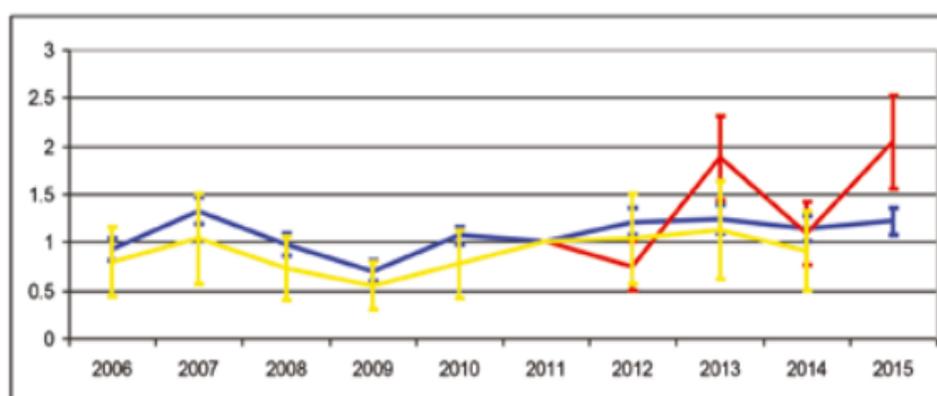
#### A. RESTAURATION

Dans certains cas des actions de restauration d'habitats ont donc été menées. Un cas d'étude de restauration du milieu ayant eu un effet positif avéré sur les Râles des genêts est un cas de mise en place d'un programme LIFE en Lettonie. Ce programme, ayant pour but de faire face à la disparition des prairies et la baisse du niveau d'eau de la Dviete dans cette zone, a été mené entre 2010 et 2015. Il était porté par le Latvian Fund For Nature (Keruš et al., 2015). Dans la zone ciblée, le régime du système hydraulique du Dviete a été restauré sur 2 km et 113 ha d'arbres et arbustes ont été enlevés, créant une zone continue favorable aux Râles des genêts sur 300 ha. En parallèle de ces actions, afin de maintenir des zones favorables à la reproduction de l'espèce, des contrats de locations des terrains pour du pâturage extensif (avec la présence de chevaux "Konik" et bovins "Highlander") ont été conclus

entre l'association locale et les propriétaires. Dans un premier temps, ces contrats étaient signés pour 4 ou 5 ans puis les suivants ont été convenus pour 10 ans. Afin de maintenir l'état des prairies et pâturages dans le temps, lorsque les contrats arrivent à échéance, ils sont renégociés par l'association Dvieta Valley Parish Association. Cette association, animant la zone, s'est engagée sur 20 ans, jusqu'en 2035, pour œuvrer au maintien des prairies restaurées.

Ce programme de restauration a permis de retrouver les courbes et les fonctions de la Dvieta et de retrouver la présence de prairies favorables aux Râles des genêts. Les effectifs de ces derniers ont ainsi montré une augmentation beaucoup plus importante dans les zones restaurées que dans le reste du parc et dans le reste du pays (*figure 29*). Les fluctuations observées dans l'évolution des effectifs peuvent potentiellement être expliquées par des actions de gestion qui ont eu lieu au sein du projet.

Le principal problème rencontré lors de ce programme a été la coopération avec les propriétaires fonciers. En effet, avant le lancement du projet, la préparation des actions s'est reposée sur des accords oraux avec les personnes volontaires, et non sur des accords écrits. L'expérience ultérieure a montré que le refus d'un propriétaire, qui était auparavant favorable au projet, a eu un impact significatif sur le résultat. Ce refus a en effet empêché la restauration de la continuité écologique du cours d'eau.



**Figure 29** : Tendence de mâles chanteurs de Râle dans les prairies restaurées (en rouge, croissance forte  $p > 0.05$ ), dans le parc de Dvieta (en bleu, croissance modérée  $p < 0.01$ ), et à l'échelle de la Lettonie (en jaune, population stable) d'après (Kerus et al., 2015).

## B. MAINTIEN DES PRAIRIES FAVORABLES POUR LES RALE DES GENETS ET LUTTE CONTRE L'ABANDON

Suite à la restauration de prairies accueillantes pour le Râle des genêts, le second défi est de maintenir ces prairies sur le long terme. Un entretien des milieux prairiaux est de fait nécessaire pour éviter une fermeture du milieu.

Ceci a été réalisé de différentes manières selon les plans de conservation, soit par la mise en place des contrats de fauche avec les agriculteurs (Kerus et al., 2015), soit par l'utilisation d'un pâturage très extensif, comme cela a été le cas en Lettonie avec l'utilisation de bovins et de chevaux (Kerus et al., 2015) et en l'Allemagne avec l'utilisation de buffles d'eau dans certaines zones (Schorfheide-Chorin, 2019). L'entretien des prairies doit être extensif pour la préservation de leur qualité et leur potentiel d'accueil des Râles des genêts (*voir partie Habitat*). En effet, l'utilisation de fertilisants et le drainage

provoquent une modification de la végétation, et diminuent la diversité floristique présente dans les prairies au relief varié (dépressions, bosses, zones inondables, zones en pente...). La diversité et l'abondance de la ressource alimentaire des Râles des genêts peuvent ainsi également être impactées et ceci d'autant plus si d'autres types d'intrants tels des produits phytopharmaceutiques sont utilisés.

Cependant, un exemple doit retenir l'attention quant aux conditions dans lesquelles se sont parfois mis en place ces contrats face à l'abandon des prairies et les conséquences non désirées qui en ont découlé. En effet, afin de contrer l'abandon des prairies, des indemnités ont été instaurées en 2000 dans la province de Trento en Italie dans le cadre du Programme pour le Développement Rural. L'objectif de ces contrats était de maintenir 14 000 ha de prairies entre 2000 et 2006. Cependant, ces indemnités ont conduit à une fauche simultanée de toutes les parcelles, les agriculteurs ayant joint leurs efforts pour gagner du temps et maximiser les bénéfices économiques. Les fauches ont donc été réalisées en un ou quelques jours et sans zones marginales qui restaient auparavant non fauchées et qui sont devenues également fauchées pour les gains économiques. Il a été ainsi observé, dans ce cas précis, que le passage d'une fauche spatialement et temporellement hétérogène à une fauche simultanée a coïncidé avec un déclin des populations de Râles des genêts dans la région alors que les autres régions montraient une certaine stabilité sur cette même période d'étude en Europe occidentale (Brambilla & Pedrini, 2013).

## 2. PRESENCE DE COUVERTS ASSURANT LA SURVIE ET LE SUCCES REPRODUCTEUR DES RALES DES GENETS

La protection des Râles des genêts passe tout d'abord par la présence d'un couvert adapté à la phénologie de sa reproduction afin d'assurer un bon succès reproducteur. Les Râles des genêts réalisent en général deux pontes successives, et la réussite de ces deux pontes a été estimée comme nécessaire pour assurer la viabilité des populations dans l'étude de Green (1999). Le choix de la date de fauche permettant d'assurer un envol des jeunes produits est donc un facteur déterminant pour assurer la viabilité des populations de l'espèce. Au-delà des dates de fauches, se pose également la question de la surface en herbe utilisée lorsque les individus sont les plus vulnérables et incapables de fuir devant la faucheuse (juvéniles encore non volants et adultes en mue). De plus, dans un esprit de gestion à l'échelle d'un ensemble de prairies, une fauche échelonnée dans le temps et dans l'espace peut s'avérer une option intéressante face à la disparition simultanée du couvert, permettant notamment de maintenir des zones de couverts favorables entre lesquelles les individus peuvent circuler et servir ainsi de zones refuges.

### A. MISE EN PLACE DE COUVERTS PRECOCES

La présence de végétation haute au moment de l'arrivée des Râles des genêts en avril (*voir partie Reproduction*) est une condition essentielle et limitante pour l'installation des individus sur un territoire dans l'objectif de débiter son cycle reproducteur (*voir partie Habitat*).

C'est la raison pour laquelle le National Parks & Wildlife Service (NPWS) en Irlande a installé le Corncrake Farm Plan Scheme (CFPS) (Rapport National Parks & Wildlife Service, 2015). L'objectif de ce plan est d'engager les agriculteurs dans un plan quinquennal de création et de maintien de zones ELC

(Early and Late Cover) présentant une couverture précoce et tardive. Un des buts est d'obtenir des blocs de couverts précoces d'au moins 0,1 ha correspondant à au moins 5 % de l'ensemble des terres gérées pour le Rôle des genêts. La création d'un couvert prenant 2 à 3 ans, une période de planification de 5 ans est donc nécessaire. Dans ce programme, les prescriptions de couverture se concentrent sur des espèces à tige rigide mais à croissance éparse comme le persil des vaches, les iris et les orties. Ceci afin de fournir une hauteur et une densité de végétation qui correspondent aux besoins de l'espèce (*voir partie Habitat*). Les cultures labourées, comme les pommes de terre ou les céréales, n'ont pas été retenues comme des alternatives adéquates pour fournir un couvert d'accueil à l'arrivée des Rôles des genêts.

Sur les prairies adjacentes à ces créations de couvertures précoces, le plan de gestion demande également un engagement des agriculteurs pour un retard de fauche au 15 juillet, et dans le cas d'une présence de Rôles des genêts, une fauche centrifuge au 20 août ou au 1<sup>er</sup> septembre dans un rayon de 250 m.

En 2015, la superficie couverte par ces accords de cinq ans représentait au total 59,24 ha pour dix exploitations agricoles inscrites au Corncrake Farm Plan Scheme et réparties dans la ZPS de la péninsule de Mullet, la ZPS de Fanad Head et la ZPS de Malin Head. Parmi cette surface totale contractualisée, environ 5 % (2,98 ha) est destiné à la création de couverts précoces et à leur entretien sur cinq ans. L'approche privilégiée par les gestionnaires a consisté à cibler les zones contiguës à des plans existants, afin de former une unité de gestion foncière plus vaste, capable d'attirer et d'accueillir les rôles des genêts.

Certains propriétaires fonciers se sont engagés volontairement à la création de ces zones ELC sur leurs terres, d'autant qu'il n'y a pas d'impact négatif important sur les revenus des agriculteurs. D'autres propriétaires n'ont pas souhaité l'introduction d'espèces végétales ciblées sur leurs terres et une autre méthode a donc été utilisée pour créer une couverture précoce en dehors de ce Corncrake Farm Plan Scheme. Ceci a été réalisé par la fertilisation des zones marginales et l'exclusion du bétail, ce qui a permis à la végétation naturelle de se développer plus rapidement que dans les champs environnants afin de fournir une couverture précoce pour l'arrivée des Rôles des genêts.

## B. CHOIX DE LA DATE DE FAUCHE DES PRAIRIES ET SUCCES REPRODUCTEUR

### *DATE DE FAUCHE ET CALENDRIER DE REPRODUCTION*

Permettre deux nichées avec succès implique une fauche au mois de septembre au vu des connaissances actuelles sur l'écologie de l'espèce, sa phénologie et de certains retours d'expérience.

Ainsi l'étude de Donaghy (2007) en Irlande rapporte un envol de la seconde nichée vers le 7 septembre en moyenne). La capacité à voler des femelles (après complétion de leur mue estivale) et donc à fuir devant les faucheuses peut être, elle aussi, très tardive. En effet, d'après Green (2010) sur les 21 femelles étudiées en Ecosse, la date moyenne de fin de mue de leurs primaires était le 13 septembre.

Une étude de la proportion de nichées impactées selon la date de fauche a été réalisée par Arbeiter (2020) en Allemagne sur un échantillon de 52 nichées (figure 25). La date des pontes des nichées a été déterminée par la recherche de nids (n=5) et la capture ou l'observation des juvéniles (n=47) tout en considérant que la moyenne de la période de ponte et d'incubation est de 25 jours. La date d'envol des jeunes étant définie à 50 jours à partir de la dernière détection de chant. Ainsi, dans cette étude aucune nichée n'a atteint la capacité de voler avant le mois de juillet alors que 80% des nichées ont

potentiellement atteint ce stade au 15 août (*figure 23*). Une fauche au 15 juillet permet, dans cette étude, à 65% des nichées d'avoir atteint l'indépendance et d'être assez rapides pour échapper aux fauches centrifuges avec présence de bandes refuges à proximité (Tyler et al., 1998).

Toutefois, les fauches précoces sont fréquentes au mois de juillet sur les sites d'étude et ont pu introduire un biais dans les dates d'observation des nichées, ceci conduisant à un argumentaire circulaire (les nichées tardives n'ayant pas lieu, le pourcentage de nichées précoces est surestimé). De plus, il est à noter que la phénologie et le calendrier de la reproduction sont variables selon les pays, les secteurs de nidification et les années (Arbeiter et al., 2017b ; Deceuninck et al., 1997 ; Broyer, 1995 ; Budka et al., 2014, v. *partie Reproduction*). Enfin, la date d'envol s'avère très certainement plus tardive, l'âge d'envol des juvéniles étant très probablement plus élevé que celui utilisée dans l'étude (*voir partie Reproduction*).

### **Étude de cas de choix de dates de fauche tardives**

L'Écosse, cas particulièrement intéressant au vu de l'augmentation significative des effectifs de Râles des genêts observée depuis les années 1990, a mis en place depuis ces années des fauches à des dates appropriées à la phénologie de l'espèce et susceptibles de protéger les deux nichées (Beaumont, 2016). Tout au long des années 1990, différents programmes ont ainsi été mis en place en Écosse afin de contractualiser des parcelles dans le but qu'il n'y ait pas de fauche ni de pâturage avant début août. Ces contractualisations ont été complétées, dès le début des années 1990, par la mise en place de protections locales lors de la détection de mâles chanteurs à l'échelle de l'ensemble de l'Écosse. La fauche n'est ainsi autorisée dans un rayon de 250 m autour du mâle qu'à partir du 1<sup>er</sup> août partout en Écosse et après le 10 août uniquement dans les réserves RSPB. C'est notamment dans ces dernières réserves que les effectifs de Râles se maintiennent le mieux (O'Brien et al., 2006). Dans les années suivantes, ces mesures ont été adoptées dans le cadre de programmes agro-environnementaux financés par le gouvernement avec des paiements échelonnés pour des fauches au 1<sup>er</sup> août, 15 août et septembre (Beaumont, 2016).

D'autres régions tendent à mettre en place des contrats pour assurer que les parcelles ne soient pas fauchées avant mi-août ou septembre. C'est le cas à Murnauer-Moos, en Bavière, où les fauches ont également majoritairement lieu en septembre avec un soutien financier de 1 000 euros/ha (avec minoritairement des sites fauchés au 1<sup>er</sup> août). L'efficacité de la gestion appliquée dans cette région ne peut cependant être caractérisée qu'à travers une observation de la stabilité de la population (à effectif faible de 30-35 mâles chanteurs) (*comm. Pers. Heiko Liebel*).

### **Étude de cas de choix de dates de fauche trop précoces**

Dans d'autres localités, des mesures sont également mises en place pour repousser les fauches mais à des dates définies en juin ou en juillet, ne permettant donc de préserver qu'une des deux nichées. C'est le cas dans les Alpes en Italie (province de Trento), où le Programme de développement rural initié en 2000 encourage l'absence de fauche entre le 5 mai et le 15 ou 25 juillet selon l'altitude afin de s'adapter aux mouvements des Râles des genêts au cours de la saison (Pedrini et al., 2012). Suite à l'instauration de ces mesures, il a été observé que les populations sont toujours en diminution dans la plupart des régions italiennes (Pedrini et al., 2012).

Un autre exemple concerne le parc de Warta Mouth en Pologne. Dans cette zone, il est imposé de ne pas faucher ou pâturer avant le 15 juin, et, dans le cas de détection de Râles des genêts sur une parcelle

de ne pas faucher avant le 15 juillet (*comm. pers.* Michal Wolowik). Cependant, pour cette zone, l'évaluation de l'efficacité de cette mesure et le suivi des tendances des effectifs n'ont pas été réalisés (*comm. pers.* Michal Wolowik).

### **Étude de cas de fauches précoces associées à des fauches tardives localisées**

Dans un autre exemple, aux Pays-Bas, la maîtrise foncière par des gestionnaires de la biodiversité et la location de terrain à des agriculteurs, permettent d'instaurer des fauches retardées au 15 juin ou au 1<sup>er</sup> juillet pour la conservation de l'avifaune et de la flore (Koffijberg, 2017). Cependant, ces dates de fauche viennent perturber les Râles des genêts dans leur cycle reproducteur car elles sont trop précoces. Ces contrats sont donc complétés par la mise en place de fauche au 1<sup>er</sup> ou au 15 août lorsque des Râles sont localisés dans des parcelles non protégées (*comm. pers.* Jan Schoppers). L'efficacité de ces mesures n'a pas été évaluée.

Par ailleurs, il est à noter qu'aux Pays-Bas, les individus ne sont pas tous sur ces prairies fauchées mais qu'un nombre important de Râles des genêts s'installent dans les champs de luzerne et de blé d'hiver sur les sols argileux des polders. Dans les champs de luzernes, la récolte a lieu fin mai début juin et ne permet, pas plus que les prairies fauchées précocement, un bon succès reproducteur. Les champs de blé, quant à eux, ne sont pas récoltés avant août. Aux Pays-Bas, des reproductions sont également observées dans les bordures de champs (Koffijberg, 2017). Les mesures ne peuvent donc pas se concentrer uniquement sur les prairies de fauche. Les effectifs nationaux, bien que fluctuants, restent à des niveaux faibles aux Pays-Bas avec les mesures mises en place actuellement (un maximum de 260 mâles détectés en 2012 et un minimum de 41 en 2017 avec un nombre de 118 en 2018) (Boele A. et al., 2020).

#### **DATE DE FAUCHE ET PHENOLOGIE DE LA REPRODUCTION : DETERMINATION INDIVIDUELLE**

Une autre approche possible pour définir les dates de fauche repose sur le calcul de la date d'envol des juvéniles dans les cas de protection ciblée d'individus. Le choix de la date est, dans ce cas, défini à partir de la date d'un appariement local estimé par les données de chant du mâle et la connaissance de la durée des différents stades de la reproduction (*v. partie sur la reproduction*). Cependant, la durée des appariements (entre 5 et 10,5 jours), des pontes (8 jours et commençant lors de la période d'appariement) et d'incubation (17-18 jours) retenues pour ces calculs ne sont connues qu'à travers le suivi d'un très petit effectif de 9 couples étudiés en Ecosse dans les années 1990 (Tyler, 1996b). Par ailleurs, les durées de soins aux jeunes présentent des variations. Les résultats de Green (2010) mettent en avant une durée moyenne de soin de 18,3 jours. Green et al. (1997) montrent une durée de soin plus courte pour la première nichée (11,6 jours) que pour la deuxième (16,7 jours). Enfin, l'âge auquel les juvéniles sont capables de s'envoler et de fuir devant les faucheuses, est considéré aujourd'hui autour de 45 jours. A partir de ces données, on estime donc aujourd'hui que la fauche est possible globalement 70 jours après la détection de l'appariement afin de permettre aux juvéniles de devenir volants. Mais les fortes variations et incertitude de la durée de chaque étape rendent ce chiffre assez fragile scientifiquement et cela n'est qu'en considérant la réalisation d'une seule des deux nichées successives.

### **Étude de cas de retard de fauche ciblé à partir de données individuelles**

La ZPS de la Basse-Elbe en Basse-Saxe, en Allemagne, est un des rares exemples de retards de fauche mis en place d'après le calcul des dates d'envol (début juillet, début août ou début septembre) (Rapport

LIFE+ Wachtelkönig & Uferschnepfe). Pour l'année 2019, la date d'accouplement (ou potentiellement d'abandon de la parcelle) a été définie pour 18 mâles sur les 23 détectés en se basant sur les suivis de l'interruption des chants nocturnes, des appels diurnes et l'utilisation de la repasse (*v. partie sur la reproduction*). A partir du mois de juillet, s'il y avait suspicion d'abandon plutôt que d'appariement alors la protection ne s'est pas appliquée. Une fois la date d'appariement définie, la date d'envol des juvéniles, donc de la fauche possible, a été déterminée pour début juillet, début août ou début septembre pour chaque cas. Cette date a été calculée en ajoutant 55 jours à la fin de la phase d'accouplement, en considérant une phase de ponte de 3 jours, une phase d'incubation de 17 jours et une phase d'acquisition d'indépendance et de capacité à voler des poussins de 5 semaines (la source de ces valeurs n'est pas détaillée dans l'étude). Dans cette zone, près de la moitié des territoires des Râles ont ainsi été fauchés après la mi-août d'après les calculs. Les fauches dans cette zone sont également réalisées de manière lente et centrifuge, ce qui peut contribuer à la stabilité des effectifs observés. L'effet de ces mesures de 2019 n'est pas connu mais le déclin de cette population se poursuit depuis 2018 (après 6 ans de stabilité) comme dans beaucoup de sites allemands, sans que la raison ne soit encore claire (*comm. pers.* Christiane Hinck).

#### *DATES DE FAUCHE ADAPTEES AUX DEPLACEMENTS INTRA-SAISONNIERS*

Une autre option de gestion consiste à travailler à l'échelle du paysage et à définir des dates de fauches adaptées aux dynamiques temporelles écologiques de la croissance de la végétation et des mouvements des Râles des genêts. Il existe très peu d'endroits où ce mode de gestion a été jusqu'à présent instauré. Le seul cas que nous avons recensé est celui d'une gestion différenciée selon l'altitude, dans les sites Natura 2000 à Trento en Italie (Pedrini, 2012). Les Râles ayant tendance à se reporter à des altitudes plus élevées avec l'avancée de la saison de reproduction, en dessous de 1 000 m d'altitude la fauche est interdite entre le 5 mai et le 15 juillet et jusqu'au 25 juillet au-dessus de 1000 m. De plus, dans cette zone, la fauche centrifuge est imposée dans ces parcelles et les dates peuvent être repoussées de 5 à 10 jours de manière à s'adapter chaque année à l'arrivée des Râles. Cependant dans cette zone, les fauches des prairies sont simultanées et totales et les résultats de suivis montrent que, malgré les fauches échelonnées selon l'altitude, les populations de Râles des genêts sont globalement en diminution.

#### *ETALEMENT DES DATES DE FAUCHE*

La gestion en mosaïque dans la répartition des dates de fauches des différentes parcelles est une option de gestion peu testée malgré son intérêt potentiel au regard de la menace importante que représentent des fauches simultanées. En effet, ces mosaïques peuvent permettre de maintenir en permanence des parcelles favorables aux juvéniles et aux femelles. Cependant, du fait de la rareté des exemples de ce type de gestion, les facteurs à prendre en compte tels que les surfaces et les dates d'échelonnement de ces fauches en mosaïques sont également peu étudiés. La détection des appariements par le chant et une estimation de l'âge des juvéniles, du domaine vital utilisé par ces juvéniles et de leur distance de fuite possible pourraient permettre de déterminer les dates et les localisations des fauches des différentes parcelles à gérer en mosaïque.

#### **Etude de cas**

L'effet positif du mosaïquage est observé en Italie dans une zone qui a la particularité de présenter des fauches en mosaïque, la zone de Tesino, et qui se trouve être le seul endroit en Italie où la population de râle se maintient à une densité correcte (Pedrini, 2012). Le mosaïquage mis en place dans cette zone

est « passif », car lié à une subdivision des parcelles entre différents propriétaires qui ne fauchent pas de façon simultanée. Ces prairies de Tesino sont toutefois aujourd'hui menacées par l'abandon de la fauche et donc la fermeture des milieux.

### 3. PROTECTIONS LOCALISEES DES INDIVIDUS

Une autre méthode de gestion, utilisée entre autres dans les cas de petites populations et en complément des contractualisations de parcelles, consiste à instaurer des protections locales lorsque des mâles chanteurs sont détectés, notamment dans des parcelles non contractualisées. La surface et la date de fauche à préconiser sur cette surface doivent alors répondre au mieux à l'écologie de l'espèce. Afin de mettre ces mesures en place, il est au minimum nécessaire de disposer d'une estimation de la localisation des nids et des femelles par rapport aux mâles chanteurs détectés, de connaître la taille et les caractéristiques des domaines vitaux utilisés par ces individus et la durée de protection nécessaire à mettre en œuvre. Si cette durée nécessaire à la préservation des deux nichées semble donc être déterminée à la mi-août voire septembre d'après plusieurs études (*voir partie précédente*), très peu d'études ont pu quantifier les deux premiers points.

#### *SURFACE A PROTEGER AUTOUR DES POSTES DE CHANT*

Un choix de rayon de 250 m de protection autour des mâles chanteurs est depuis longtemps mis en place par certains pays ou préconisé par d'autres cherchant à y tendre (Arbeiter, 2020 ; Donaghy, 2007 ; Inderwildi et al., 2017 ; Laudelout et al., 2020 ; O'Brien et al., 2006). D'après l'étude de Tyler (1996), une surface de rayon de 250 m autour du mâle chanteur est considérée comme pouvant englober les nids et la surface utilisée par les juvéniles encore dépendants des soins maternels. En effet, dans cette étude le nid le plus éloigné du mâle se trouvait à 160 m et les résultats du radio-pistage des femelles ont montré une surface de 3,2 ha utilisés lorsqu'elles étaient encore accompagnées des poussins (donc une surface de rayon d'environ 100 m). Ce choix de rayon (160 m de distance avec le nid +100 mètre de domaine vital de la femelle) a donc pour but d'éviter la destruction du nid et des juvéniles avant l'indépendance aux soins maternels. Il est à noter que les données ayant permis ce calcul proviennent d'un faible échantillon de 9 couples suivis par télémétrie.

Cependant, lors des fauches tardives, il est nécessaire d'éviter également la mortalité des juvéniles non volants. Afin de connaître la surface de protection pour atteindre ce but, Green (2019) a étudié pour 14 nichées les distances entre la capture de juvéniles encore non volants et les postes de chant de leur père. Ceci en se basant sur des marqueurs microsatellites et en l'absence de dérangement par les fauches. Les résultats montrent que les juvéniles de moins de 20 jours se trouvaient à une distance de 4 à 151 m de la place de chant de leur père, et que les juvéniles indépendants mais non volants peuvent être entre 149 m et 601 m de cette place de chant. Les juvéniles volants se trouvaient quant à eux jusqu'à 823 m de cette place.

Cette étude a donc conduit Green (2019) à proposer plus récemment une surface de rayon de 500 m non fauchée autour des mâles chanteurs afin d'éviter la mortalité directe des juvéniles non volants et répondre à leurs besoins.

#### **Étude de cas**

Quelques exemples montrent l'utilisation, parfois depuis de nombreuses années, du choix d'un rayon de 250 m autour des mâles chanteurs pour assurer une protection. En Ecosse par exemple, une fauche

tardive dans ce rayon est une des mesures mises en place dès les années 1990 et qui ont été corrélées à l'augmentation significative des effectifs des Râles des genêts. Ceci est réalisé depuis 1992 à l'échelle de l'Ecosse, en interdisant la fauche entre le 15 mai et le 31 juillet. Cependant, dans les réserves RSPB des principales îles où les populations de Râles se maintiennent le mieux, depuis 1991 la fauche n'a pas lieu dans ce rayon de 250 m autour des mâles entre début mars et le 10 août (O'Brien et al., 2006). Ce choix de 250 m est également utilisé en Irlande où le « Corncrake Grant Scheme » propose des paiements échelonnés pour des retards de fauches dans ce rayon (250 euros/ha pour des fauches au 5 août, 325 euros/ha pour des fauches au 20 août, 375 euros/ha pour des fauches au 1<sup>er</sup> septembre avec un ajout de 45 euros/ha pour une fauche centrifuge). En 2018, en Irlande 125 agriculteurs ont ainsi été impliqués pour un total de 352,78 ha couverts (O'Donoghue, 2019). Ce choix de rayon a également été adopté en Flandre, avec un retard jusqu'au 15 août, aussi associé à une fauche centrifuge. Cependant, peu de progrès vers le rétablissement des populations a été observé dans cette zone malgré ces actions (Paquet & Derouaux, 2016).

D'autre part, en Suisse, mais aussi dans le district de Freiburg en Allemagne et en Wallonie où les présences de Râles se font plus rares, les surfaces protégées autour des mâles chanteurs sont aujourd'hui beaucoup plus restreintes avec un choix de rayon plus petit. Ainsi, en Suisse depuis 1996, des contrats d'un an sont mis en place lors de la détection de Râles des genêts. Ces contrats permettent d'instaurer une fauche au 15 août et sur 1 ha (rayon d'environ 60 m autour des mâles chanteurs) associée à des bandes refuges de 5 à 10 mètres sur les parcelles concernées (Inderwildi, 2016 ; Inderwildi et al., 2017a). Des clôtures peuvent également être installées dans les zones de pâturage. Dans cette zone, le montant de l'indemnité varie entre 1500 et 3000 CHF/ha selon la perte financière des agriculteurs. Dans le district de Freiburg, en Allemagne, autre zone à faible densité de Râles, les contrats annuels instaurent une protection de 3 ha (rayon d'environ 100 m) autour des mâles chanteurs jusqu'à septembre. S'ajoute à ces 3ha une bande de 50 m de large dont la fauche est également retardée mais qui peut être fauchée si besoin avec une fauche lente allant de l'extérieur vers l'intérieur (*comm. pers* Ingmar Harry). Nous pouvons enfin prendre l'exemple de la Wallonie où actuellement une superficie de 4ha (rayon de 112 m) est protégée pour au moins 65 jours lors de détection d'un mâle chanteur (Laudelout et al., 2020).

Dans ces deux derniers cas, des naissances ont été observées (*comm. pers* Ingmar Harry, Inderwildi, 2016). En Suisse, ces contrats pourraient être l'explication de l'augmentation du nombre de nidifications probables et certaines (évolution de 9 entre 1970 et 1994 à 61 sûres et 176 probables entre 1996 et 2015) ainsi que du nombre de Râles des genêts. Toutefois, il est possible qu'une partie de ces augmentations provienne d'une augmentation de l'effort de suivi en parallèle de la mise en place des mesures de gestion (Inderwildi, 2016 ; Inderwildi et al., 2017). Laudelout et al. (2020) calculent d'ailleurs qu'avec la mise en place des 4 ha recommandé aujourd'hui en Wallonie, un tiers des nids de l'étude de Tyler (1996) (dont les distances aux mâles sont connues) auraient été directement détruits par la faucheuse.

#### **TEST DE FIXER LES TERRITOIRES PAR LA REPASSE SUR DES PARCELLES FAVORABLES**

La localisation des territoires des mâles ne peut être anticipée, les études ayant montré jusqu'à présent une très faible philopatrie et réutilisation des sites d'une année à l'autre pour l'établissement des territoires (*voir partie Survie et Dispersion*). Afin de maîtriser l'emplacement des territoires pour une protection individualisée, l'idée a été émise de provoquer par la repasse l'installation des mâles en début de saison sur des parcelles favorables. Cependant cette méthode a été testée de nombreuses fois

au Royaume-Unis et les retours d'expériences laissent peu d'espoir quant à la réussite d'une telle méthode (*comm. pers.* Rhys Green).

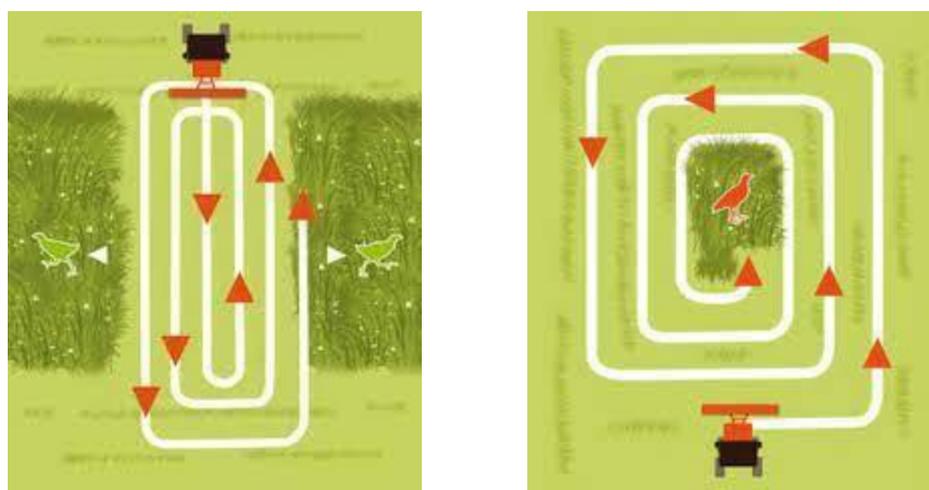
#### 4. REDUCTION DE LA MORTALITE DURANT LA FAUCHE

En dehors d'assurer un couvert, il apparaît comme essentiel de réduire les mortalités occasionnées par les fauches elles-mêmes, ces fauches pouvant se dérouler sur des lieux et à des dates où des individus non volants peuvent encore se trouver. En effet, de telles mortalités annihilent à la fois la reproduction, affectant de fait la fécondité qui est le paramètre contribuant le plus à la dynamique de ces populations, mais aussi la survie des adultes représentant ainsi un impact potentiellement considérable sur les populations.

Si la vitesse de fauche et la largeur de la faucheuse sont indéniablement impliquées dans la destruction de nids et de la mortalité de juvéniles et d'adultes, aucune étude n'a observé les différences d'impacts en fonction des outils agricoles, de leur vitesse ou de leur largeur existant en France et en Europe. De même, l'efficacité de l'utilisation de barre d'effarouchement devant la barre de coupe n'a jamais été quantifiée. Afin de réduire la mortalité directe induite par les fauches, il est donc largement préconisé de réaliser des fauches centrifuges et lentes en laissant des bandes refuges non fauchées de taille suffisante et bien localisées. Le but de ces mesures est de permettre aux juvéniles et aux adultes en mue d'avoir le temps de fuir devant la faucheuse et de pouvoir se réfugier dans un habitat favorable accessible. Il faut pour que cette mesure soit efficace que ce refuge soit aussi de taille suffisante pour permettre aux nichées de finir la saison tout en évitant l'aggravation du risque de prédation et la création de pièges écologiques.

##### A. TECHNIQUE DE FAUCHE : CENTRIFUGE ET LENTE

La technique de fauche centrifuge est préconisée par de nombreux plans de gestion (Crockford et al., 1996 ; Inderwildi et al., 2017 ; Williams et al., 2008) afin de réduire la mortalité directe des juvéniles non volants qui se retrouvent piégés lors des fauches centripètes (*figure 30*).



**Figure 30** : Schématisation d'une fauche centrifuge bénéfique à la fuite des Râles des genêts et d'une fauche centripète augmentant la mortalité (illustrations du Guide technique du Programme LIFE + Nature Râle des genêts 2011-2015).

L'efficacité de fauches centrifuges pour assurer une meilleure survie des Râles des genêts a été démontrée par comparaison avec l'impact des fauches centripètes par Broyer (1996). Dans cette étude, la mortalité des juvéniles non volants a été de 17,5% lors des fauches centrifuges et de 86% lors des fauches centripètes. Pour les 86 individus étudiés de 1994 et 1995 cette étude a également noté une mortalité lors des fauches centrifuges de 2,3% pour les adultes et les juvéniles capables de voler.

## B. LOCALISATIONS ET LARGEURS PERTINENTES DES BANDES REFUGES

Deux études ont montré l'efficacité des bandes refuges pour éviter la destruction des nichées lors des fauches et permettre aux juvéniles d'atteindre l'âge d'envol. Ces résultats proviennent respectivement de l'observation de fuites d'adultes et de juvéniles en Allemagne (Arbeiter et al., 2017c) et en France (Broyer, 2003). Les comportements de fuite des individus devant les faucheuses ont été observés dans le cas des fauches centripètes laissant une bande refuge au centre du circuit entre 10m et 30m de large (Arbeiter et al., 2017c et Broyer, 2003), ainsi que lors de fauches centrifuges laissant des bandes refuges de 5 m de large en bordure de parcelles (Broyer, 2003).

Dans tous les cas, ces bandes refuges se sont montrées efficaces pour l'accueil des Râles des genêts, avec un accueil plus important des juvéniles lors de la fuite devant les faucheuses. Broyer (2003) a confirmé, après la fauche, que la densité de Râles des genêts dans les bandes refuges de 10 m était plus élevée que dans le reste des prairies fauchées (de 4,7 individus/ha et de 1,3 respectivement en 1996 et 1997). Cependant, parmi les Râles présents dans les bandes refuges de 10 m de large, 88,5% et 100% (respectivement en 1996 et 1997) des individus étaient des juvéniles. De même, dans l'étude d'Arbeiter et al. (2017c) alors que 68% des adultes étudiés (n=31) se sont échappés vers les bords de la parcelle ou vers les parcelles voisines non fauchées, cela n'a pas été le cas pour la majorité des familles (70%, n=10) et des juvéniles (76%, n=37) qui sont restés au sein de la parcelle. Ceci peut s'expliquer par le fait que les juvéniles encore incapables de voler ne peuvent parcourir des zones découvertes (observation des distances parcourues pour rejoindre un autre couvert par les juvéniles de 8,5 m en moyenne avec un maximum de 30 m) aussi grandes que les adultes (moyenne de 29,5 m avec un maximum de 100 m avec une fuite par vol observée dans 78% des cas) (Arbeiter et al., 2017c). Les bandes ont été utilisées dans cette étude par 49 % des juvéniles indépendants, 30 % des familles et 23 % des adultes de l'étude. Toutefois ces bandes refuges se sont également montrées utiles pour les adultes à partir d'une certaine distance entre le lieu de dérangement et la bordure de la parcelle. En effet, dans l'étude de Broyer (2003), lorsque la distance entre la faucheuse et la bordure de la prairie était supérieure à 59,6 m, moins de la moitié des adultes ont pu joindre le bord de la prairie fauchée comme ils le réalisent pour des distances plus petites. A partir de cette distance de 59,6 m, la plupart des individus ont soit échoué dans leur fuite, soit survécu au fauchage en utilisant les bandes refuges.

La localisation et l'agencement des bandes refuges sont donc très importantes afin d'éviter une mortalité lors de la fauche. Ce facteur peut se montrer plus important que la taille des bandes refuges pour réduire la mortalité directe (mais pas pour accueillir les juvéniles jusqu'à leur envol) (Broyer, 2003). En effet, dans l'étude de Broyer (2003) lors des fauches centripètes, une bande de 10m non fauchée a permis d'éviter 33,3% des contacts entre les juvéniles et la faucheuse (9 contacts sur 27 observés en 1996 et 1997). Lors des fauches centrifuges, les 5 m non fauchés en bord de parcelle ont permis d'éviter 34,9% (15 sur 43) des contacts entre les juvéniles et la faucheuse.

La largeur des bandes refuges est importante pour un accueil des juvéniles jusqu'à leur envol et permettre leur survie. Des bandes refuges de 10 m de large se sont montrées efficaces pour éviter la

mortalité directe des juvéniles et des adultes lors des fauches (Broyer, 2003 ; Arbeiter et al., 2017c). Cependant, il s'agit de la largeur recommandée comme strictement minimale à appliquer car les individus quittent ensuite ces bandes (Arbeiter et al., 2017c). De plus, un risque de prédation peut être questionné dans des bandes refuges peu larges. Cette étude d'Arbeiter et al. (2017) montre que si tous les adultes ont quitté les bandes le jour suivant la fauche, des bandes refuges de 15-30 m de large ont, quant à elles, permis à des juvéniles indépendants d'y rester jusqu'à 22 jours après la fauche, ceci malgré la présence de prairies voisines non fauchées (Arbeiter et al., 2017).

## 5. PROGRAMME DE REINTRODUCTION : LE CAS DE L'ANGLETERRE

Une autre possibilité pour la gestion conservatoire de l'espèce cible repose sur la réintroduction. Des exemples de réintroduction réalisés en Angleterre nous permettent d'obtenir un peu de recul sur cette option (communications RSPB, Pensthorpe et communications personnelles R. Green). En effet, un tel programme a été réalisé au sein de la réserve RSPB de Nene Washes dans le Cambridgeshire au Royaume-Uni, alors que les Râles des genêts y avaient disparu vers 1920 (Carter & Newbery, 2004). Ce programme, mis en place par le Pensthorpe Conservation Trust, la RSPB, English Nature et la Société zoologique de Londres, a ainsi permis le relâcher de 50 à 100 juvéniles par an entre 2002 et 2016 avec un objectif de réinstallation d'une population stable de 30 à 50 mâles chanteurs. Ces relâchers ont été couplés à une gestion de plus de 100 ha d'habitat en faveur du Rôle des genêts, avec des fauches retardées à la fin du mois d'août. A partir de 2016, des relâchers ont eu lieu sur un autre site, à Norfolk dans la Wensum Valley, 69 oiseaux (32 mâles et 37 femelles), 154 (68 mâles et 86 femelles) et plus de 150 ont été lâchés respectivement en 2016, 2017 et 2018, puis d'autres relâchers se sont poursuivis en 2019 et 2020.

Le recul sur l'opération de réintroduction depuis 2002 à Nene Washes de juvéniles élevés en captivité, permet d'obtenir quelques indices sur l'efficacité d'un tel programme. Tout d'abord il a été noté que les Râles des genêts se sont reproduits avec succès en captivité, bien que l'utilisation d'incubateur et le nourrissage à la main aient ensuite été nécessaires. En effet, à partir d'un effectif de 30 juvéniles importés d'un élevage allemand en 2001 et 2002, 140 œufs ont été pondus en 2003. Si le programme a commencé en 2002 avec le lâcher de seulement six poussins (suite à une prédation par la Belette d'Europe dans les enclos) et que l'année suivante aucun Rôle n'a été entendu ou vu dans la zone de relâcher, les années suivantes ont été plus encourageantes. Dès 2003, 52 juvéniles ont été lâchés, puis entre 50 et 100 individus ont été réintroduits par an. Les données de début de programme laissent également supposer un bon succès d'adaptation des juvéniles à leur environnement ainsi que leur départ en migration. Un suivi par radiopistage a en effet montré que seul un des juvéniles suivis avait été perdu par prédation avant le départ en migration. Une donnée de baguage a aussi montré que la voie de migration utilisée par les Râles écossais a été empruntée par une femelle réintroduite; cette dernière ayant été retrouvée frappée par une voiture dans le sud de la France en 2017. De plus, le baguage et la recapture d'individus ont montré que le taux de retour de migration des Râles des genêts relâchés est proche de ceux nés dans les prairies écossaises (20%). Il a par ailleurs été observé que sur un échantillon de 11 Râles qui ont pu être capturés sur le site de réintroduction, 9 d'entre eux étaient des oiseaux relâchés l'année précédente, les deux mâles non bagués étaient peut-être issus d'une reproduction dans la réserve l'année précédente. Il est également possible que des Râles écossais s'arrêtaient à cet endroit pour la reproduction en étant attirés par les chants des Râles relâchés. A Norfolk, 4 mâles lâchés l'année précédente ont pu être recapturés en 2017. Des reproductions ont aussi été observées depuis 2004 sur la réserve Nene Washes. Les effectifs y ont atteint 12 mâles chanteurs

en 2008, 21 en 2010 et entre 18 et 21 en 2015. En 2021, cinq ans après l'arrêt des relâchers une petite population (étude en cours pour les effectifs) est toujours présente à Nene Washes, avec presque tous les mâles de cette population suivis sur le site qui ne sont pas nés en captivité. En parallèle, la réintroduction à Norfolk ne semble pas montrer des signes de succès. Ceci pourrait en partie être dû à la présence d'un pâturage excessif sur ce site, pâturage qui aurait un impact sur les nids (*comm. pers.* R. Green).

### **Technique d'élevage et de relâcher**

L'élevage à l'origine de ces programmes repose sur un effectif de trente juvéniles élevés en captivité qui ont été importés d'Allemagne en 2001 et 2002. Lors de leur arrivée une première quarantaine a été réalisée au zoo de Chester puis les individus ont intégré des installations adaptées pour la reproduction et l'hivernage des Râles au Whipsnade Wild Animal Park et au Pensthorpe Conservation Trust. Les Râles des genêts étaient rassemblés à l'automne et en hiver puis mis dans des enclos séparés lors de la reproduction. Les mâles chantant le plus fort étaient ensuite placés avec une femelle. Lorsqu'environ trois œufs étaient pondus les mâles étaient retirés afin qu'ils ne se fassent pas agresser par les femelles. Comme les premières années d'élevage ont subis de lourdes pertes chez les poussins élevés par les femelles captives, les œufs étaient par la suite placés en incubateurs lors de ce programme. Les poussins étaient ensuite nourris à la main, tout en gardant un contact avec les humains le plus réduit possible. Aux alentours du 10<sup>ème</sup> jour, les juvéniles ont été transférés dans des enclos sur les sites de lâcher. Ils y étaient nourris avec des proies vivantes capturées au filet et des graines. Le but de cette opération était qu'ils acquièrent leur autonomie alimentaire. C'est au bout de 28 jours, après un contrôle vétérinaire, que les juvéniles étaient finalement relâchés dans la réserve. Cette date a ensuite été repoussée au 35<sup>ème</sup> puis au 45<sup>ème</sup> jour.

## 6. CONCLUSION

Il est important de maintenir la présence et la qualité de l'habitat correspondant aux besoins des Râles des genêts et de protéger les deux nichées successives des femelles jusqu'à leur envol. Des retours d'expériences de certaines actions de conservation des Râles des genêts ont permis d'observer leur possible efficacité. Ceci tout en notant que l'efficacité de ces expériences a rarement pu être évaluée directement, mais plus souvent par l'étude des corrélations indirectes entre mise en place des mesures et évolution des effectifs locaux des Râles des genêts les années suivantes. Ainsi pour faire face à la disparition d'un habitat favorable, un exemple a montré l'effet positif de la création d'une zone d'habitat favorable et continue de taille suffisante (300 ha) sur les effectifs de Râles des genêts. Ceci a été réalisé par la restauration du régime du système hydraulique de la rivière adjacente aux prairies, par le débroussaillages d'arbres et arbustes, puis par le maintien de prairies par du pâturage très extensif (Keruec et al., 2015). Le maintien des prairies et d'un milieu ouvert a également été obtenu par l'instauration d'indemnités pour la réalisation de fauche. D'autant plus que les prairies extensives fauchées annuellement semblent être plus sélectionnées par les Râles des genêts que les pâturages ou les prairies non fauchées. Les retours d'expériences montrent que certains écueils sont à éviter et que certaines conditions de fauches se sont montrées efficaces pour l'augmentation des effectifs. En effet une expérience d'introduction d'indemnités pour des fauches sans conditions a provoqué le passage d'une fauche spatialement et temporellement hétérogène à une fauche en période de reproduction simultanée et sans laisser de zones marginales, ce qui a provoqué une chute des effectifs des Râles des genêts (Brambilla & Pedrini, 2013a). D'autres contractualisations, au contraire, sont liées à des augmentations d'effectifs. C'est le cas la mise en défend des prairies jusqu'à début ou mi-août dans des rayons de 250 m autour de chaque mâle chanteur. Par ailleurs, bien que les effets des différents outils

agricoles, de leur vitesse ou leur largeur n'aient pas été testé, des études ont montré l'effet positif direct des fauches centrifuges et de la présence de bandes refuges de 10 m de large sur la survie des adultes et des juvéniles. Les bandes refuges de 15-30 m de large se sont montrés comme capables d'accueillir les juvéniles sur un plus long terme. De plus, les expériences ont montré que la localisation des bandes refuges est également d'une grande importance car au-delà d'une certaine distance juvéniles et adultes sont dans l'incapacité de les rejoindre.

Pour la prise en compte de l'occupation fluctuante des sites par les Râles des genêts d'une année à l'autre (*voir partie Survie et dispersion*) Arbeiter et al. (2018) propose des dates de fauches flexibles et une concentration des fauches les plus tardives, nécessaire en septembre pour la protection des deux nichées, sur les prairies occupées par les Râles des genêts. Un étalement des dates de fauche, pour faire face à l'impact de la disparition simultanée du couvert, l'utilisation de fauches centrifuges avec des bandes refuges de largeur suffisantes et bien localisées, sont ainsi conseillés. Tout comme des protections individuelles localisées dans un rayon d'au moins 250 m autour des mâles chanteurs, qui ont déjà montré leur efficacité, bien qu'il a été montré que les juvéniles non volants (environ jusqu'à l'âge de 45 jours, soit environ 70 jours après la détection de l'appariement (*voir partie Reproduction*)) s'éloignent jusqu'à 600 m du poste de chant de leur père.

Arbeiter et al. (2018) recommandent également des valorisations financières des fauches tardives et de développer une utilisation alternative du foin dans les cas de fauches repoussées à fin août ou septembre. Cela est le cas dans le nord-est de l'Allemagne, où une centrale de chauffage régionale est alimentée par les prairies fauchées entre juillet et septembre (Wichtmann et al., 2016). Par conséquent, la production d'énergie pourrait fournir un revenu alternatif et augmenter l'acceptation des mesures de protection des Râles des genêts.

## BIBLIOGRAPHIE

- Abebe, Y. D., Baker, N., & Berruti, A. (2006). International Single Species Action Plan for the Conservation of the Maccoa Duck. *AEWA Technical Series*, 14(14).
- Arbeiter, S., Franke, E., Helmecke, A., & Tanneberger, F. (2017a). Habitat preference of female Corncrakes *Crex crex*: implications for the conservation of breeding sites in a secretive species. *Bird Study*, 64(2), 255–263.
- Arbeiter, S., Roth, T., Helmecke, A., Haferland, H., & Bellebaum, J. (2017b). How to count a vagabond? – Population estimation in the Corncrake *Crex crex*. *Vogelwelt*, 137(March), 6.
- Arbeiter, S., Helmecke, A., & Bellebaum, J. (2017c). Do Corncrakes *Crex crex* benefit from unmown refuge strips? *Bird Conservation International*, 27(4), 560–567.
- Arbeiter, S., Roth, T., Helmecke, A., Haferland, H. J., Tanneberger, F., & Bellebaum, J. (2018). Conflict between habitat conservation and Corncrake *Crex crex* brood protection in managed floodplain meadows. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 265(February), 15–21.
- Arbeiter, S., & Franke, E. (2018). Predation risk of artificial ground nests in managed floodplain meadows. *Acta Oecologica*, 86(November 2017), 17–22.
- Arbeiter, S. (2020). Challenges for the conservation of Corncrakes *Crex crex* breeding habitats in managed floodplain meadows. *Thesis. Universität Greifswald*.
- Arbeiter, S., Flinks, H., Grünwald, J., & Tanneberger, F. (2020). Diet of Corncrakes *Crex crex* and Prey Availability in Relation to Meadow Management. *Ardea*, 108(1), 55.
- Baha El Din, S. M., Salama, W., Grieve, A., & Green, R. E. (1996). Trapping and shooting of Corncrakes *Crex crex* on the Mediterranean coast of Egypt. *Bird Conservation International*, 6(3), 213–227. <https://doi.org/10.1017/S0959270900003117>
- Beaumont, D. J. (2016). The Corncrake *Crex crex* population in Scotland from 1993 to 2015 with an overview of conservation measures taken during this period Conservation management in Pak Thale-Lam Phak Bia EAA Flyway, Thailand View project The Royal Society for the Protection of. *Vogelwelt*, 136(September), 153–161.
- Berg, Å., & Hiron, M. (2012a). Occurrence of Corncrakes *Crex crex* in mosaic farmland landscapes in south-central Sweden – effects of habitat and landscape structure. *Bird Conservation International*, 22(2), 234–245.
- Besnard, A. G., Fourcade, Y., & Secondi, J. (2016). Measuring difference in edge avoidance in grassland birds: the Corncrake is less sensitive to hedgerow proximity than passerines. *Journal of Ornithology*, 157(2), 515–523.
- Boele A., Van Bruggen J., Hustings F., vAn Kleunen A., KoFFiJBerg K., vergeer J. W. & vAn der M. t. (2020). *Broedvogels in Nederland in 2018. Sovon-rapport 2020/07. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen*.
- Boldogh, S. A., Visnyovszky, T., Szegedi, Z., Habarics, B., Horváth, R., Krajnyák, C., & Lengyel, S. (2016). Where can flood refugees go? Re-distribution of Corncrakes (*Crex crex*) due to floods and its consequences on grassland conservation in North-Eastern Hungary. *Ornis Hungarica*, 24(2), 18–31.
- Birdlife International (2016). *Crex crex*. In: IUCN 2016. IUCN Red List of threatened Species. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Brambilla, M., & Pedrini, P. (2011). Intra-seasonal changes in local pattern of Corncrake *Crex crex* occurrence require adaptive conservation strategies in Alpine meadows. *Bird Conservation International*, 21(4), 388–393.

- Brambilla, M., & Pedrini, P. (2013). The introduction of subsidies for grassland conservation in the Italian Alps coincided with population decline in a threatened grassland species, the Corncrake *Crex crex*. *Bird Study*, 60(3), 404–408.
- Broyer, J. (1985) Le rôle de genêts en France (*Crex Crex*). Lyon: Union Nationale des Associations Ornithologiques.
- Broyer (1992). Le Rôle des genêts *Crex crex* : importance et tendances évolutives des populations, habitat, conditions nécessaires pour une conservation de l'espèce. Mémoire EPHE
- Broyer, J. (1995). Définition d'un calendrier de fenaisons tolérable pour la reproduction du Rôle des genêts *Crex crex* en France. *Alauda*, 63(3), 209–212.
- Broyer, J. (1996). Les « fenaisons centrifuges », une méthode pour réduire la mortalité des jeunes Rôles de genêts *crex crex* et cailles des blés *coturnix coturnix*. *Revue d'Ecologie (La Terre et La Vie)*, 51(3), 269–276.
- Broyer, J. (2003). Unmown refuge areas and their influence on the survival of grassland birds in the Saône valley (France). *Biodiversity and Conservation*, 12(6), 1219–1237.
- Budka, Michał, & Osiejuk, T. S. (2013). Habitat preferences of Corncrake (*Crex crex*) males in agricultural meadows. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 171, 33–38.
- Budka, Michal, Mikkelsen, G., Turčoková, L., Fourcade, Y., Dale, S., & Osiejuk, T. S. (2014). Macrogeographic variation in the call of the corncrake *Crex crex*. *Journal of Avian Biology*, 45(1), 65–74.
- Budka, M., Kokociński, P., Bogawski, P., Nowak, M., Biały, J. T., & Machura, M. (2020). Seasonal changes in distribution and abundance of a local Corncrake population. *Journal of Ornithology*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10336-020-01827-z>
- Carter, I., & Newbery, P. (2004). Reintroduction as a tool for population recovery of farmland birds. *Ibis*, 146 (SUPPL. 2), 221–229.
- Cramp, S. and Simmons, K. E. L. (1980) Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, vol. II. Oxford: Oxford University Press
- Crockford, N., Green, R. E., Rocamora, G., Schäffer, N., Stowe, T. J., & Williams, G. M. (1996). *European Action plan for the Corncrake (Crex crex) in Europe*.
- Deceuninck B, Fantin Pierre, Jolivet Christophe, Loir Olivier, Hermant Didier, F. M. & M. S. (1997). Chronologie de la reproduction du Rôle de genêts *Crex crex* en France : Particularités régionales et évaluation des mesures de conservation. *Alauda*, 65 (1), 91–104.
- Deceuninck, B. (1999). The Corncrake (*Crex crex*) in France. In *Proceedings International Corncrake Workshop 1998*.
- Del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (1996). Handbook of the Birds of the World. Vol 3. Lynx Edicions, Barcelona.
- Demongin L. (2015). Guide d'identification des oiseaux en main. Les 250 espèces les plus baguées en France. Beaugard-Vendon
- Direktoratet for naturforvaltning (2008). Handlingsplan for åkerrikse *Crex crex*. *Report*.
- Donaghy, A. M. (2007). Management of habitats on the Shannon Callows. *Thesis*
- Donaghy, A. M., Green, R. E., O'Halloran, J., & O'Halloran, J. (2011). Timing of autumn migration of young Corncrakes *Crex crex*: Migration of young Corncrakes. *Ibis*, 153(2), 425–428.
- DOPPS - Birdlife Slovenia (2003). *Layman's report "Establishing Long-Term Protection of Crex Crex in Slovenia."*
- Dorresteijn, I., Teixeira, L., von Wehrden, H., Loos, J., Hanspach, J., Stein, J. A. R., & Fischer, J. (2015).

- Impact of land cover homogenization on the Corncrake (*Crex crex*) in traditional farmland. *Landscape Ecology*, 30(8), 1483–1495.
- Eason, P., Rabia, B., & Attum, O. (2016). Hunting of migratory birds in North Sinai, Egypt. *Bird Conservation International*, 26(1), 39–51.
- Fourcade, Y., Engler, J. O., Besnard, A. G., Rödder, D., & Secondi, J. (2013). Confronting expert-based and modelled distributions for species with uncertain conservation status: A case study from the corncrake (*Crex crex*). *Biological Conservation*, 167, 161–171.
- Fourcade, Y. (2014). Approche intégrative de la stratégie de conservation du Rôle des Genêts. *Thèse - Université d'Angers*.
- Fourcade, Y., Keišs, O., Richardson, D. S., & Secondi, J. (2014). Continental-scale patterns of pathogen prevalence: a case study on the corncrake. *Evolutionary Applications*, 7(9), 1043–1055.
- Fourcade, Y., Richardson, D. S., Keišs, O., Budka, M., Green, R. E., Fokin, S., & Secondi, J. (2016). Corncrake conservation genetics at a European scale: The impact of biogeographical and anthropological processes. *Biological Conservation*, 198, 210–219.
- Fourcade, Y., Richardson, D. S., & Secondi, J. (2019). No evidence for a loss of genetic diversity despite a strong decline in size of a European population of the Corncrake *Crex crex*. *Bird Conservation International*, 30(2), 260–266.
- Green, R. E., Tyler, G. A., Stowe, T. J., & Newton, A. V. (1997). A simulation model of the effect of mowing of agricultural grassland on the breeding success of the corncrake (*Crex crex*). *Journal of Zoology*, 243(1), 81–115.
- Green, Rhys E, Rocamora, G., & Schäffer, N. (1997). Populations, ecology and threats to the Corncrake *Crex crex* in Europe. *Vogelwelt*, 118(April), 19.
- Green, Rhys E. (1999). Survival and dispersal of male corncrakes *crex crex* in a threatened population. *Bird Study*, 46, S218–S229.
- Green, Rhys E. (2004). A new method for estimating the adult survival rate of the Corncrake *Crex crex* and comparison with estimates from ring-recovery and ring-recapture data. *Ibis*, 146(3), 8. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.2004.00291.x>
- Green, Rhys E., & Tyler, G. A. (2005). Estimating the age of Corncrake *Crex crex* chicks from body weight and the development of primary feathers. *Ringing & Migration*, 22(3), 139–144.
- Green, Rhys E. (2010). Timing of breeding, primary moult and duration of maternal care of chicks by adult female Corncrakes *Crex crex*: Corncrake timing of breeding and moult. *Ibis*, 152(4), 826–829.
- Green, Rhys E. (2013). Tracking Scotland's corncrakes. *Birdwatch*.
- Green, R. E., Brekke, P., Ward, H., Slaymaker, M., van der Velde, M., Komdeur, J., & Dugdale, H. L. (2019). Use of microsatellite-based paternity assignment to establish where Corn Crane *Crex crex* chicks are at risk from mechanized mowing. *Ibis*, 161(4), 890–894.
- Hennique, S., Deceuninck, B., Mourgaud, G. & Chanson, C., (2013). Deuxième plan national d'actions en faveur du Rôle des genêts (*Crex crex*) 2013-2018. LPO, LPO Anjou, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, DREAL des Pays de la Loire 140 pp.
- Inderwildi, E. (2016). Population trend, time of arrival and altitudinal distribution of the Corncrake *Crex crex* in Switzerland – the results of 20 years of conservation. *Vogelwelt*, 136, 107–112.
- Inderwildi, E., Heer, L., Maumary, L., Laesser, J., & Müller, W. (2017). *Plan d'action Rôle des genêts Suisse*. *BirdLife Suisse, Zurich*, 55 p.
- Keišs, O. (2005). Impact of changes in agricultural land use on the Corncrake *Crex crex* population in Latvia. *Acta Universitatis Latviensis*, 691(January 2005), 18. <http://files/755/Keišs - Impact of changes in agricultural land use on the .pdf>

- Ķerus V., Avotiņš A. jun., Reihmanis J., D. D. (2015). Population change of the Corncrake *Crex crex* and other farmland bird species in the Dviete floodplain nature park from 2006 to 2015. – In: Restoration and management of river floodplains: experience of the LIFE+ project DVIETE. *Latvian Fund for Nature, Ri*.
- Koffijberg, K., & Van Dijk, A. J. (2001). Influx van Kwartelkoningen *Crex crex* in Nederland in 1998. *Limosa*, 74(4), 147–159.
- Koffijberg, K., Hallman, C., Keišs, O., & Schäffer, N. (2016). *Recent population status and trends of Corncrakes *Crex crex* in Europe*.
- Koffijberg, K. (2017). *Kansen scheppen voor de kwartelkoning*.
- Laudelout, A., Ryelandt, P., & Paquet, J.-Y. (2020). Proposals to improve the protection mechanisms of Corn Crane *Crex crex* in Wallonia [Propositions d'amélioration des mécanismes de protection en faveur du Rôle des genêts en Wallonie]. *Aves*, 57(1), 41–51.
- Michalska-Hejduk, D., Budka, M., & Olech, B. (2017). Should I stay or should I go? Territory settlement decisions in male Corncrakes *Crex crex*. *Bird Study*, 64(2), 232–241.
- Mikhail Grishchenko & Herbert H.T.Prins. (2016). Abandoned field succession in Russia and its potential effect on Corncrake *Crex crex* habitats -. *Vogelwelt*, 136, 175–184.
- Mikkelsen, G. (2009). Individually characteristic corncrake *Crex crex* song reveals long-distance movements within the breeding season.
- Mikkelsen, G., Dale, S., Holtskog, T., Budka, M., & Osiejuk, T. S. (2013). Can individually characteristic calls be used to identify long-distance movements of Corncrakes *Crex crex*? *Journal of Ornithology*, 154(3), 751–760.
- Mischenko, A., & Sukhanova, O. (1999). The Corncrake (*Crex crex*) in Russia (European Part ). *Proceedings International Corncrake Workshop 1998*, 77–82.
- Muséum national d'Histoire naturelle - 2003-2021. Inventaire National du Patrimoine Naturel, *Site web* : <https://inpn.mnhn.fr>.
- National Parks & Wildlife Service. (2015). *A Framework for Corncrake Conservation to 2022*. pp59
- O'Brien, M., Green, R. E., & Wilson, J. (2006). Partial recovery of the population of Corncrakes *Crex crex* in Britain, 1993-2004. *Bird Study*, 53(3), 213–224.
- O'Donoghue, B. (2019). Corncrake supporting document for Article 12 reporting period 2013-2018. National Parks & Wildlife Service, Killarney.
- Paquet, J., & Derouaux, A. (2016). Conservation du Rôle des genêts *Crex crex* en Wallonie : situation 20 ans après un projet LIFE-Nature et propositions d'actions. May 2017.
- Pedrini, P., Rizzolli, F., Rossi, F., & Brambilla, M. (2012). Population trend and breeding density of corncrake *Crex crex* (Aves: Rallidae) in the Alps: monitoring and conservation implications of a 15-year survey in Trentino, Italy. *Italian Journal of Zoology*, 79(3), 377–384.
- Peške and Vlček. (2017). Satellite telemetry of Corncrake. *Zoological and botanical Garden of the city of Pilsen, contributory organization*.
- Schäffer, N (1999) Habitatwahl und Partnerschaftssystem von Tüpfelralle *Porzana porzana* und Wachtelkönig *Crex crex*. Ph.D. thesis. Ökologie der Vögel (Ecol. Birds) 21 (1), 1–267.
- Schäffer, N., & Koffijberg, K. (2004). *Crex crex* Corncrake. *BWP Update*, 6, 57–78.
- Schorfheide-Chorin, S. office for environment B. B. reserve. (2019). Documentation of the EU-LIFE Project 2012-2019 "Improvement of the breeding and feeding habitats for the Lesser Spotted Eagle as well as for the Corn Crane and the Aquatic Warbler in the Special Protecte Area Schorfheide-Chorin."

- Skłiba, J., & Fuchs, R. (2004). Male Corncrakes *Crex crex* extend their home ranges by visiting the territories of neighbouring males. *Bird Study*, 51(2), 113–118.
- Rapport LIFE+ Wachtelkönig&Uferschnepfe (2012) - Waterlogging and grassland extensification in Lower Saxony to improve habitats of the Corncrake (*Crex crex*) and the Black-tailed Godwit (*Limosa limosa*)
- Stowe, T. J. & A. V. Hudson (1991a) Radio-telemetry studies of Corncrake in Great Britain. *Vogelwelt* 112: 10- 16.
- Stowe, T. J. and Hudson, A. V. (1991b) Corncrakes outside the breeding grounds, and ideas for a conservation strategy. *Vogelwelt* 112: 103–107.
- Stowe, T. J., & Green, R. E. (1997). Threats to the Corncrake *Crex crex* on migration and in the winter quarters. *Vogelwelt*, 118, 175–178.
- Taylor, P. B. (1984). A field study of the corncrake *Crex crex* at Ndola, Zambia.
- Tyler, Glen. (1996). The Ecology of the Corncrake with special reference to the effect of mowing on breeding. *Thesis. RSBP, University College Cork*.
- Tyler, G. A., & Green, R. E. (1996). The incidence of nocturnal song by male Corncrakes *Crex crex* is reduced during pairing. *Bird Study*, 43(2), 214–219.
- Tyler, Glen A., Green, R. E., & Casey, C. (1998). Survival and behaviour of Corncrake *Crex crex* chicks during the mowing of agricultural grassland. *Bird Study*, 45(1), 35–50.
- Tyler, G. A., & Green, R. E. (2004). Effects of weather on the survival and growth of Corncrake *Crex crex* chicks. *Ibis*, 146(1), 69–76.
- Van den Bergh, L M J (1991) Status, distribution and research on Corncrakes in the Netherlands. *Die Vogelwelt* 112, 78–82.
- Verbelen, D., Herremans, M., Derouaux, A., & Paquet, J. (2016). Corncrake *Crex crex* in Belgium : holding on to the verge of extinction Corncrake *Crex crex* in Belgium : holding on to the verge of extinction. January.
- Walther, B A. (2008). Ringing recoveries of the Corncrake *Crex crex* in Africa and Sinai. *Vogelwelt*, 29, 103–108.
- Walther, Bruno A., Taylor, P. B., Schäffer, N., Robinson, S., & Jiguet, F. (2012). The African wintering distribution and ecology of the Corncrake *Crex crex*. *Bird Conservation International*, 23(3), 309–
- Whittingham, M. J., & Evans, K. L. (2004). The effects of habitat structure on predation risk of birds in agricultural landscapes. *Ibis*, 146(SUPPL. 2), 210–220.
- Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H., 2016. Paludiculture – Productive Use of Wet Peatlands – Climate Protection – Biodiversity – Regional Economic Benefits. Schweizerbart, Stuttgart.
- Williams, G., Holmes, J., & KIRBY, J. (2008). Action Plans for United Kingdom and European rare, threatened and internationally important birds. *Ibis*, 137, S209–S213.