
Caractérisation des vergers favorables à la nidification du Moineau friquet (*Passer montanus*) et étude de son déclin en Wallonie

Auteur : Kleijnen, Gaëtan

Promoteur(s) : Dufrêne, Marc; 9771

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master en bioingénieur : gestion des forêts et des espaces naturels, à finalité spécialisée

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/9477>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

**CARACTÉRISATION DES VERGERS
FAVORABLES À LA NIDIFICATION DU MOINEAU
FRIQUET (*PASSER MONTANUS*) AU PAYS-DE-HERVE
ET ÉTUDE DE SON DÉCLIN EN WALLONIE**

GAËTAN KLEIJNEN

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER BIOINGÉNIEUR EN GESTION DES FORÊTS ET ESPACES NATURELS**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2019-2020

**CO-PROMOTEURS : ANTOINE DEROUAUX
MARC DUFRÊNE**

Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique de Gembloux Agro-Bio Tech.

Le présent document n'engage que son auteur.

This document may not be reproduced by any means without the permission of the author and the Dean of Gembloux Agro-Bio Tech.

This document commits its author only.

**CARACTÉRISATION DES VERGERS
FAVORABLES À LA NIDIFICATION DU MOINEAU
FRIQUET (*PASSER MONTANUS*) AU PAYS-DE-HERVE
ET ÉTUDE DE SON DÉCLIN EN WALLONIE**

GAËTAN KLEIJNEN

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER BIOINGÉNIEUR EN GESTION DES FORÊTS ET ESPACES NATURELS**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2019-2020

**CO-PROMOTEURS : ANTOINE DEROUAUX
MARC DUFRÊNE**

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont rendu ce travail de fin d'études possible, que ce soit en m'ayant aidé sur le fond ou sur la forme de ce travail en tant que tel, ou en ayant contribué à la protection de cette espèce par des actions concrètes ou par son suivi scientifique. Je tiens plus particulièrement à remercier :

- Les membres académiques de mon jury, les professeurs Yves Brostaux, Adeline Fayolle, Arnaud Monty et mon co-promoteur académique, le professeur Marc Dufrêne, m'ayant guidé dans les analyses de mes données et sans qui les résultats ne seraient pas aussi pertinents.
- Natagora, en particulier Antoine Derouaux, mon second co-promoteur et également Jean-Yves Paquet, membre de mon jury, pour leurs conseils avisés aussi bien sur la méthode d'échantillonnage que sur les points à analyser, ainsi que pour leurs expertises pour l'interprétation de mes résultats.
- Le Centre Belge de Bagueage, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (SPP Politique scientifique) et tous les bagueurs bénévoles qui collectent les données et participent au financement du système. En particulier, j'aimerais remercier le Groupe 12 – Emberiza sans qui ce travail n'aurait certainement jamais existé, les deux colonies suivies étant à la base des questions de recherches de ce travail. Je tiens à citer Roger Ponsen qui me forme encore aujourd'hui et qui a mis en place les nichoirs de l'actuelle colonie à Saint-Jean-Sart, Marc Grailet et Nadine Depresseux qui suivent actuellement cette colonie et André Lambotte, le responsable du groupe.
- Thomas Coppée pour ses conseils avisés quant aux méthodes d'analyse des données.
- Tous les agriculteurs et propriétaires terriens qui m'ont aimablement autorisé à circuler dans leurs prairies et à les inventorier.
- Le GT Ornitho de Natagora Pays-de-Herve qui a financé plusieurs nichoirs pour renforcer la colonie située à Aubin-Neufchâteau, mais aussi pour développer et créer d'autres colonies, et qui a fourni ses données du suivi du Moineau friquet et de la Chevêche d'Athéna.
- Mon entourage m'ayant soutenu dans ce travail. Je pense à ceux qui ont eu le courage de lire mon travail et de le commenter, en particulier Agnès Foidart ayant minutieusement relu ce rapport.
- Tous ceux et celles qui mènent des actions afin d'étudier et/ou favoriser la biodiversité, aussi bien ici que de par le monde.

Abstract

In Western Europe, the Tree Sparrow (*Passer montanus*) is a gregarious cavity-nesting species typical of wet meadows and orchards. However, it is experiencing a drastic decline in its population. In Wallonia, the common birds monitoring (SOCWAL) has estimated this annual loss at more than 6% in recent years.

In order to determine whether this decrease in the Walloon population can be explained by a lowest reproductive success, data from the Belgian Ringing Centre, Royal Institute of Natural Sciences of Belgium, concerning young Tree Sparrows ringed in the nest were analysed. Further studies were carried out for two colonies in the Pays-de-Herve, Eastern Belgium.

In order to characterize an ideal orchard for Tree Sparrow breeding pairs, the influence of orchards characteristics on attractiveness and on reproductive success has been studied. Sampling was carried out in the northwestern part of the Pays-de-Herve where 372 potential nesting sites, 46 of which were occupied by the Tree Sparrow, belonging to 154 meadows, were monitored by direct observation and characterized: trees, hedges, cavities presence, eco-geographical situation, neighbouring pairs, other species present, applied management, specificities of the tree with a cavity... Of these, 71 nestboxes, 46 occupied, were monitored by ringing for two years, 2018 and 2019, to assess reproductive success.

In Wallonia, the number of young per brood does not vary according to the main ecoregions, but a highly significant decline has only been observed in Condroz. But half of the data comes from Condroz. Nevertheless, half of the data for Condroz come from two colonies in the northwestern part of the Pays-de-Herve where reproductive success is stable. The decline in reproductive success may therefore explain the disappearance of local populations.

The choice of nesting site is strongly influenced by the presence of neighbouring pairs, the colony, but also by the presence of nestboxes. Reproductive success is favoured by the presence of trees, both in number and basal area, and by the presence of other favourable orchards nearby, but it is disadvantaged if there are intensive low stems crops nearby, the latter being rich in pesticides.

Résumé

En Europe occidentale, le Moineau friquet (*Passer montanus*) est une espèce cavernicole grégaire typique des prairies humides et des vergers. Elle connaît néanmoins un déclin drastique de sa population. En Wallonie, le Suivi des Oiseaux Communs (SOCWAL) a estimé cette perte annuelle à plus de 6% ces dernières années.

Afin de déterminer si cette diminution de la population wallonne peut s'expliquer par un moindre succès reproductif, les données du Centre Belge de Baguage, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, concernant les jeunes Moineaux friquets bagués au nid ont été analysées. Des études plus approfondies ont été réalisées pour deux colonies au Pays-de-Herve.

Afin de caractériser un verger idéal pour les couples nicheurs de Moineau friquet, l'influence des caractéristiques des vergers sur l'attractivité et sur le succès reproductif a été étudiée. L'échantillonnage a été réalisé dans le nord-ouest du Pays-de-Herve où 372 sites de nidification potentiels, dont 46 occupés par le Moineau friquet, appartenant à 154 prairies, ont été suivis par observations directes et ont été caractérisés : arbres, haies, cavités présentes, situation paysagère, couples voisins, autres espèces présentes, gestion appliquée, spécificités de l'arbre présentant une cavité ... Parmi ceux-ci, 71 nichoirs, dont 46 occupés, ont été suivis par baguage pendant deux ans, soit 2018 et 2019, afin d'évaluer le succès reproductif.

En Wallonie, le nombre de jeunes par nichée ne varie pas suivant les principales écorégions, par contre, un déclin hautement significatif n'a été observé que dans le Condroz. Or, la moitié des données provient du Condroz. Néanmoins, la moitié des données pour le Condroz provient de deux colonies, plus précisément situées dans le nord-ouest du Pays-de-Herve, où le succès reproductif y est stable. La baisse du succès reproductif peut donc expliquer la disparition de populations locales.

Le choix du site de nidification est fortement influencé par la présence de couples voisins, soit la colonie, mais aussi par la présence de nichoirs. Le succès reproductif est quant à lui favorisé par la présence d'arbres, aussi bien en nombre qu'en surface terrière et par la présence d'autres vergers favorables à proximité, mais il est défavorisé s'il y a des plantations intensives de basses-tiges à proximité, ces dernières étant riches en pesticides.

Table des matières

1) Introduction.....	1
1.1) Contexte.....	1
1.2) Le baguage de pulli en nichoir.....	2
1.3) L'habitat de nidification.....	3
1.4) Objectifs.....	3
2) Matériel & méthode.....	4
2.1) Évolution du succès reproductif.....	4
2.1.1) En Wallonie.....	4
2.1.1.1) Récolte des données.....	4
2.1.1.2) Analyse des données.....	4
2.1.2) Des deux colonies suivies au Pays-de-Herve.....	5
2.1.2.1) Récolte des données.....	5
2.1.2.2) Analyse des données.....	5
2.2) Habitat.....	7
2.2.1) Biotopes occupés en période de nidification.....	7
2.2.2) Sélection des prairies potentiellement favorables.....	7
2.2.2.1) Sélection des zones d'inventaires.....	7
2.2.2.2) Sélection des prairies à inventorier.....	9
2.2.3) Inventaire des variables environnementales.....	9
2.2.3.1) Les variables directement liées au site de nidification potentiel.....	9
2.2.3.1.1) Les caractéristiques de base du site de nidification potentiel.....	9
2.2.3.1.2) La situation paysagère.....	10
2.2.3.1.3) Le voisinage.....	10
2.2.3.1.4) La présence d'autres espèces d'oiseaux.....	10
2.2.3.2) Les variables liées à la prairie contenant le site de nidification.....	10
2.2.3.2.1) Les variables générales.....	10
2.2.3.2.2) Les cavités.....	11
2.2.3.2.3) Les arbres.....	11
2.2.3.2.4) Les haies.....	11
2.2.4) Recensement du Moineau friquet.....	12
2.2.5) Suivi de nichoirs par baguage.....	13
2.2.6) Analyses des données.....	13
2.2.6.1) Définition générale des biotopes occupés par le Moineau friquet.....	13
2.2.6.2) L'attractivité des facteurs environnementaux.....	13
2.2.6.3) L'influence des facteurs environnementaux sur le succès reproductif.....	15

3) Résultats.....	16
3.1) Évolution du succès reproductif.....	16
3.1.1) En Wallonie.....	16
3.1.2) Des deux colonies suivies au Pays-de-Herve.....	17
3.1.2.1) Évolution du nombre moyen de pulli par nichée.....	18
3.1.2.2) Évolution du nombre moyen de pulli par couple.....	19
3.1.2.3) Évolution du nombre moyen de nichées tentées par couple.....	20
3.2) Habitat.....	21
3.2.1) Utilisation des différents biotopes.....	21
3.2.2) Choix du site de nidification.....	21
3.2.2.1) Pour l'ensemble des sites de nidification potentiels recensés.....	22
3.2.2.2) Pour les cavités recensées à moins de 500m d'un couple nicheur.....	27
3.2.2.3) Pour les cavités recensées à moins de 200m d'un couple nicheur.....	31
3.2.2.4) Comparaison des résultats suivant la restriction du périmètre d'étude.....	34
3.2.3) Succès reproductif.....	36
3.2.3.1) Le nombre de pulli à l'envol.....	36
3.2.3.2) Le nombre d'individus retrouvés morts.....	39
3.2.3.3) Le nombre d'œufs non éclos.....	41
3.2.3.4) L'indice général du succès reproductif.....	43
4) Discussion.....	46
4.1) Évolution du succès reproductif.....	46
4.1.1) En Wallonie.....	46
4.1.2) Des deux colonies suivies au Pays-de-Herve.....	46
4.1.3) Mise en perspective des deux analyses.....	47
4.2) Habitat.....	48
4.2.1) Utilisation des différents biotopes.....	48
4.2.2) Les observations réalisées.....	48
4.2.3) Le choix du site de nidification.....	49
4.2.3.1) Pour l'ensemble des sites de nidification.....	50
4.2.3.2) Dans un rayon de 500m autour de couples nicheurs.....	50
4.2.3.3) Dans un rayon de 200m autour de couples nicheurs.....	51
4.2.4) Le succès reproductif selon le site de nidification.....	51
4.2.4.1) Le nombre de jeunes à l'envol.....	52
4.2.4.2) Le nombre d'individus retrouvés morts.....	52
4.2.4.3) Le nombre d'œufs non éclos.....	53
4.2.4.4) L'indice général du succès reproductif.....	53

4.2.5) Discussion par grandes catégories de variables.....	53
4.2.5.1) Les caractéristiques de base du site de nidification.....	53
4.2.5.2) La situation paysagère.....	54
4.2.5.3) Le voisinage.....	57
4.2.5.4) La présence d'autres espèces d'oiseaux.....	58
4.2.5.5) Les variables générales des prairies.....	59
4.2.5.6) Les cavités présentes dans les prairies.....	60
4.2.5.7) Les haies dans les prairies.....	61
4.2.5.8) Les arbres dans les prairies.....	62
4.2.6) Autres.....	63
4.2.6.1) La dispersion des jeunes et des individus reproducteurs.....	63
4.2.6.2) Nichoirs et survie du Moineau friquet.....	64
4.2.6.3) Les effets des changements climatiques.....	65
4.2.6.4) Les prédateurs du Moineau friquet.....	65
5) Conclusions.....	66
5.1) Suivi des pulli bagués au nid.....	66
5.2) Habitat.....	66
5.3) Après cette étude.....	67
6) Bibliographie.....	68
6.1) Articles scientifiques.....	68
6.2) Livres.....	72
6.3) Autres références et sources.....	72
7) Annexes.....	73

1) Introduction

1.1) Contexte

La biodiversité subit actuellement un déclin alarmant, aussi bien en Wallonie qu'à travers le monde. Ce constat vaut aussi bien pour les oiseaux que toutes les autres branches taxonomiques du monde vivant. Or, les oiseaux des milieux agricoles sont ceux présentant les diminutions les plus fortes (SIRIWARDENA, 2000b ; TELLERÍA, 2008 ; RAHMAN, 2011 ; LEDANT, 2014 ; DEROUAUX & PAQUET, 2018 ; PECBMS). L'écologie du Moineau friquet (*Passer montanus*, LINNÉ, 1758) le rattache aux oiseaux liés aux milieux agricoles et plus particulièrement aux pâturages. En effet, en Europe de l'ouest, cet oiseau granivore est inféodé au milieu campagnard présentant des vergers et/ou des milieux humides. C'est un cavernicole nichant généralement en colonie (SASVÁRI, 1994b ; SUMMER-SMITH, 1998 ; GASTON, 1999 ; FIELD & ANDERSON, 2004 ; GARCÍA-NAVAS, 2008a ; JACOB, 2010). Bien que cavernicole, DOUCET (1966) mentionne qu'il peut utiliser de vieux nids d'oiseaux de taille nettement plus grande. Lorsqu'il en a la possibilité, son choix se dirigera principalement vers les nichoirs (SUMMERS-SMITH, 1998 ; FIELD & ANDERSON, 2004). Il peut réaliser jusqu'à trois nichées successives au cours d'une année (SASVÁRI, 1994b ; SUMMERS-SMITH, 1998 ; PINOWSKI, 2001 ; PINOWSKA, 2002 ; GARCÍA-NAVAS, 2008b).

Le nid du Moineau friquet, construit par le couple, est particulier dans le sens où il comprend une base qui peut être accompagnée de parois qui, dans certains cas seulement, sont surélevées par un dôme, les trois parties étant principalement constituées d'herbes sèches (Fig. [1.1](#) ; PINOWSKI, 2006b ; GARCÍA-NAVAS, 2008a). Ces herbes séchées donnent une couleur jaune paille à l'ensemble ce qui, même lorsqu'il n'y a que la base, permet de le différencier facilement du nid d'une Mésange charbonnière (*Parus major*) ou d'une Mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*) utilisant beaucoup de mousses donnant une couleur verte au nid (observations personnelles). Ce nid est très important car, durant les nuits froides, l'énergie perdue est d'autant moins importante que ce nid est épais et complet (PINOWSKI, 2008).

Le Moineau friquet connaît actuellement un déclin inquiétant en Wallonie et en Europe de l'ouest. En effet SUMMER-SMITH (1998) mentionne un net recul au Royaume-Uni, tandis que GREGORY & al. (2002, cité par FIELD, 2008) estiment qu'au moins 97% de la population anglaise a disparu entre 1970 et 2002. CARRASCAL & PALOMINO (2008, cité par GARCÍA-NAVAS & JOSÉ SANZ, 2012) mentionnent une régression de 49% de la population en Espagne. En Wallonie, la population est estimée en 2010 à 12 000 couples, soit un recul de 77% de l'effectif depuis 1973-1977 (JACOB, 2010). De plus, le Suivi des Oiseaux Communs en Wallonie (SOCWAL ; DEROUAUX & PAQUET, 2018) indique un déclin annuel de 5,35% entre 1990 et 2017, déclin atteignant 6,37% entre 2008 et 2017, soit une perte de plus de 80% des effectifs. Parmi les 81 espèces étudiées dans ce programme, le déclin observé du Moineau friquet est le septième plus important. Cela se confirme par la comparaison des échantillonnages réalisés en 2001-2007 et 2015-2018 en Wallonie. En outre, selon BRONNE (2009), un autre indice de la chute de sa population est la présence d'hybrides avec le Moineau domestique (*Passer domesticus*). En effet, en l'absence de

partenaires, un individu préférera s'accoupler avec un individu de cette espèce proche plutôt que de gâcher une saison de reproduction (SUMMERS-SMITH, 1998).

Les facteurs expliquant le déclin du Moineau friquet sont multiples, mais les principales raisons semblent être la disparition des habitats favorables, des ressources alimentaires et des sites de nidification (SUMMER-SMITH, 1998 ; GASTON, 1999 ; CHAMBERLAIN & FULLER, 2000 & 2001 ; BOTH & VISSER, 2002 ; FIELD & ANDERSON, 2004 ; JACOB, 2010 ; GARCÍA-NAVAS, 2010 ; McHUGH, 2016).

En Wallonie, Aves-Natagora a mis en place un suivi des oiseaux agricoles, ou Farmland Bird Index (FBI), regroupant 15 espèces nicheuses dont le Moineau friquet (VANSTEENWEGGEN, 2006 ; DEROUAUX & PAQUET, 2018). Cependant, si ces 15 espèces sont étudiées via des programmes comme SOCWAL (DEROUAUX & PAQUET, 2018) ou lors d'études comme celle de LEDANT (2014) sur l'analyse des causes probables de changements récents dans l'avifaune wallonne, les études monospécifiques ciblent généralement les oiseaux agricoles liés aux cultures et non aux pâtures. Mon travail sur le Moineau friquet a donc pour but d'apporter des connaissances sur un des oiseaux agricoles liés aux pâtures. En effet, il semble être un excellent indicateur écologique de l'état de milieux ouverts pâturés (SUMMER-SMITH, 1998 ; COLHOUN, 2017).

A



B



Figure I.1 : Le Moineau friquet (A, à gauche) et un nid " complet " (B, à droite). La base du nid est ici particulièrement bien fournie. A : © Gaston Gast.

1.2) Le baguage de pulli en nichoir

Depuis 1927, le Centre Belge de Bagueage, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique – IRSNB, organise les activités de baguage d'oiseaux sauvages en Belgique (BEBIRDS). Actuellement, un peu plus de 350 bagueurs bénévoles belges récoltent des données tout au long de l'année. En effet, le baguage se fait aussi bien en période de migration que sur les sites de nidification, ou encore sur les sites d'hivernage.

En Wallonie, la plus ancienne donnée digitalisée d'un jeune Moineau friquet bagué au nid date de 1962. Grâce à la digitalisation des données de baguage de 1962 à 2018, il a été possible d'étudier l'évolution du succès reproductif de cette espèce durant les 57 dernières saisons de reproduction.

1.3) L'habitat de nidification

Si le Moineau friquet est considéré comme un oiseau inféodé aux milieux ouverts et bocagers (SASVÁRI, 1994b ; SUMMER-SMITH, 1998 ; GASTON, 1999 ; FIELD & ANDERSON, 2004 ; GARCÍA-NAVAS, 2008a ; JACOB, 2010), il n'y a, actuellement, aucune information quant aux caractéristiques précises de son habitat. Beaucoup d'études se sont limitées à comparer les milieux ouverts cultivés avec les milieux ouverts pâturés (SIRIWARDENA, 2000a & 2000b ; CHAMBERLAIN & FULLER, 2001), voire les milieux agricoles avec les milieux forestiers (GASTON, 1999). Quelques auteurs ont un petit peu détaillé les milieux ouverts analysés (intensifs, avec des éléments ligneux, prairies humides, mosaïque d'habitats dans le paysage, parcs, jardins ...) : FIELD & ANDERSON (2004), SVENSSON (2006), TELLERÍA (2008), ŠÁLEK (2015), McHUGH (2017), COLHOUN (2017). Toutes ces études ont donc été réalisées sur des données environnementales peu détaillées.

Par ailleurs, McHUGH (2018) a montré que les modèles prenant en compte des variables environnementales expliquaient mieux le succès reproductif que les modèles se basant sur la disponibilité en nourriture. La prise en compte de variables environnementales permet de mieux rendre compte des contraintes écologiques limitant la ressource en nourriture comme la pression des prédateurs, la compétition et l'accessibilité aux proies.

Or, s'il existe des mesures pour soutenir les populations de Moineau friquet (pose de nichoirs, création de réserves naturelles, restauration de vergers hautes-tiges, mesures agro-environnementales (MAE)), celles-ci seront d'autant plus pertinentes et efficaces que les besoins précis en matière d'habitat seront connus.

1.4) Objectifs

Ce travail a pour but de mieux comprendre le déclin actuel du Moineau friquet d'une part, et d'autre part, de cerner au mieux les facteurs environnementaux les plus importants à prendre en compte lors d'actions menées en faveur de cette espèce. Pour répondre à ces objectifs, deux projets d'analyse ont été menés, le second comprenant deux parties.

Le premier projet est d'analyser toutes les données digitalisées de baguage de pulli de Moineau friquet bagués au nid afin d'évaluer l'évolution du succès reproductif des populations des différentes écorégions wallonnes, ainsi que les données récoltées dans les deux colonies suivies au Pays-de-Herve.

Le second projet est de déterminer et caractériser les facteurs environnementaux ayant un impact d'une part sur le choix du site de nidification par les couples nicheurs, et d'autre part sur le succès reproductif de ces couples nicheurs. Le but est donc de mettre en évidence à la fois les variables environnementales ayant un impact sur les populations de Moineau friquet et le niveau de précision le plus pertinent pour certaines grandes catégories de ces variables environnementales.

2) Matériel & méthode

2.1) Évolution du succès reproductif

2.1.1) En Wallonie

2.1.1.1) Récolte des données

Les données analysées sont celles digitalisées et transmises par le Centre Belge de Bagueage, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique – IRSNB, le 25 janvier 2019. Celles-ci correspondent à tous les pulli de Moineau friquet bagués au nid en Wallonie de 1962 à 2018. L'analyse se base donc sur 1133 nichées comptant 3706 pulli. Aucun protocole précis n'a été suivi pour la récolte des informations, ce sont des données courantes dépendant de l'activité des bagueurs bénévoles.

2.1.1.2) Analyse des données

La Wallonie n'étant pas uniforme d'un point de vue écogéographique, les différentes données ont été assignées à différentes écorégions considérées comme homogènes (Tab. [II.i.1](#) ; JACOB, 2010).

Tableau II.i.1 : Répartition des nichées et des pulli bagués selon les écorégions définies.

Écorégion	Nombre de nichées	Pourcentage de nichées	Nombre de pulli	Pourcentage de pulli
Ardenne	364	32,13%	1179	31,81%
Condroz	642	56,58%	2091	56,42%
Fagne-Famenne	17	1,50%	58	1,57%
Hesbaye	111	9,80%	378	10,20%
Lorraine	0	0%	0	0%
Total	1133	100%	3706	100%

Les tendances pour les différentes écorégions ont été calculées avec RStudio 3.5.2 en utilisant la fonction *glmer* du package *lme4*. Ce modèle prend en compte les écorégions, l'interaction entre les écorégions et les années, l'influence des différentes localités et l'influence des années sur les différentes localités. Ainsi, le modèle tient compte du fait que le nombre de données disponibles n'est pas le même pour chacune des écorégions (Tab. [II.i.1](#)), qu'elles proviennent de différentes localités et qu'il n'y a pas de données récoltées chaque année (Fig. [II.i.1](#)).

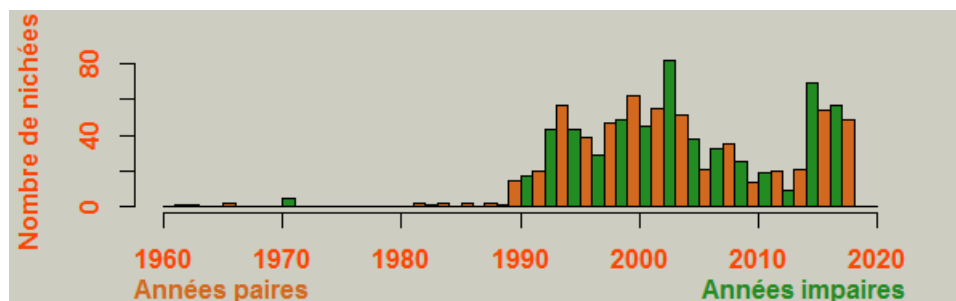


Figure II.i.1 : Histogramme du nombre de nichées de Moineau friquet baguées chaque année en Wallonie.

Le type de modèle appliqué est *ztpoisson* téléchargé à partir du package *countreg*. Ce dernier correspond à un modèle de poisson tronqué, dont les données nulles sont absentes. Il permet ici de prendre en compte l'absence de données de nichées avec aucun pullus bagué, les nichées ne comprenant aucun pullus n'étant pas encodées dans la banque de données de l'IRSNB.

Pour information, la tendance générale pour la Wallonie a été calculée sur base des tendances des écorégions. Une pondération a été appliquée en fonction des estimations de l'Atlas des Oiseaux Nicheurs de Wallonie (JACOB, 2010 ; Tab. [II.i.2](#)).

Tableau II.i.2 : Population estimée du Moineau friquet dans les différentes écorégions par l'Atlas des Oiseaux Nicheurs de Wallonie (JACOB, 2010), représentativités réelles de ces populations, représentativités utilisées et nombre de nichées baguées encodées.

Écorégion	Nombre de couples	Représentativité réelle	Représentativité utilisée	Nombre de nichées baguées
Ardenne	1 632	15,11%	16,89%	364
Condroz	2 418	22,38%	25,03%	642
Fagne-Famenne	1 953	18,08%	20,22%	17
Hesbaye	3 657	33,85%	37,86%	111
Lorraine	1 143	10,58%	0,00%	0
Total	10 803	100%	100%	1133

2.1.2) Des deux colonies suivies au Pays-de-Herve

2.1.2.1) Récolte des données

Les données utilisées pour caractériser l'évolution du succès reproductif de deux colonies dans le nord-ouest du Pays-de-Herve ont été transmises par le Groupe 12 – Emberiza, Centre Belge de Baguage. Elles correspondent à un suivi de 100 nichoirs (60 à Saint-Jean-Sart et 40 à Aubin-Neufchâteau) offrant la possibilité de prendre en compte les tentatives de nidification non fructueuses, donc n'ayant pas réussi à mettre un jeune ou plus à l'envol et les jeunes bagués retrouvés morts au nid, ainsi que de pouvoir identifier les différentes nichées d'un même couple, en considérant qu'un nichoir n'est occupé que par un seul et unique couple au cours d'une saison. Bien qu'il ne soit pas exceptionnel qu'un couple de Moineau friquet change de site de nidification entre deux nichées (SASVÁRI, 1994a & 1994b), il n'est pas erroné de considérer qu'une cavité ne soit occupée que par un couple au cours d'une saison (GARCÍA-NAVAS, 2008b & 2012 ; McHUGH, 2017). Au total, 278 couples ont tenté 414 nichées et élevé 1016 pulli entre 1999 et 2018 (Tab. [II.i.3](#)).

Tableau II.i.3 : Nombre de couples, de nichées et de pulli à l'envol recensés entre 1999 et 2018 dans les colonies suivies par baguage à Saint-Jean-Sart et à Aubin-Neufchâteau.

Colonie	Couples	Nichées	Pulli à l'envol
Saint-Jean-Sart	212	295	723
Aubin-Neufchâteau	66	119	293
Total	278	414	1016

2.1.2.2) Analyse des données

Toutes les tendances ont été calculées avec RStudio 3.5.2 en utilisant la fonction *glmer* du package *lme4*. Les données nulles étant disponibles, le type de modèle appliqué est *poisson*. Ce dernier découle de la loi de Poisson qui est une loi de probabilité discrète décrivant des événements se produisant avec une moyenne connue et indépendamment du temps écoulé depuis l'événement précédent. Cependant, ces données n'ont pas non plus été récoltées selon un protocole précis. Les données récentes sont plus nombreuses que les données plus anciennes (Fig. [II.i.2](#)) et ne proviennent pas toujours des mêmes

nichoirs.

La première tendance calculée est celle de l'évolution du nombre de pulli par nichée. Le modèle prend en compte la colonie, l'interaction entre les années et la colonie, l'influence du nichoir et l'interaction entre les années et le nichoir. Une tendance pour les deux colonies a été calculée en pondérant les tendances par le nombre de nichées recensées dans chacune des deux colonies (Tab. [II.i.3](#)).

La deuxième tendance calculée est celle de l'évolution du nombre de pulli par couple. Le modèle prend en compte la colonie, l'interaction entre les années et la colonie, l'influence du nichoir et l'interaction entre les années et le nichoir. Une tendance pour les deux colonies a été calculée en pondérant les tendances par le nombre de couples recensés dans chacune des deux colonies (Tab. [II.i.3](#)).

Enfin, la troisième tendance calculée est celle de l'évolution du nombre de nichées tentées par couple. Le modèle prend en compte la colonie, l'interaction entre les années et la colonie, l'influence du nichoir et l'interaction entre les années et le nichoir. Une tendance pour les deux colonies a été calculée en pondérant les tendances par le nombre de couples recensés dans chacune des deux colonies (Tab. [II.i.3](#)).

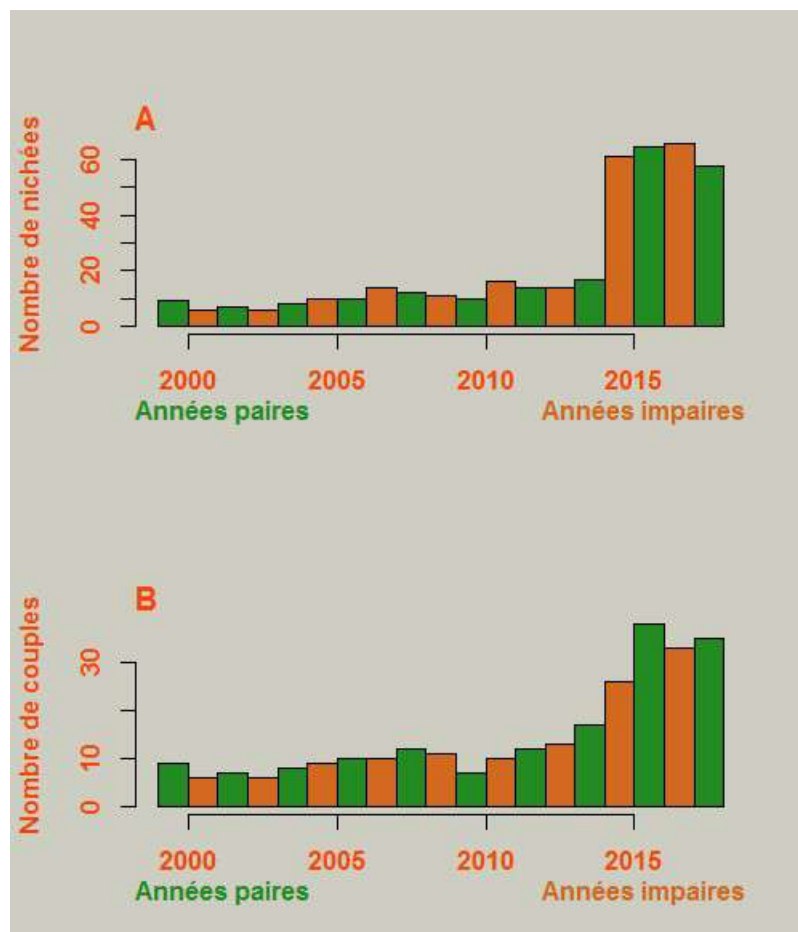


Figure II.i.2 : Données disponibles pour l'analyse de l'évolution du succès reproductif au cours du temps pour les deux colonies du Pays-de-Herve suivies par baguage. A : nombre de nichées recensées chaque année. B : nombre de couples recensés chaque année.

2.2) Habitat

2.2.1) Biotopes occupés en période de nidification

Une synthèse a été réalisée sur base des biotopes dans lesquels des individus de Moineau friquet ont été observés en Wallonie en période de nidification. Les données utilisées comprennent les observations réalisées de 2001 à 2006 pour l'établissement de l'Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie, celles encodées sur le site <http://observations.be> entre le 21 mars et le 31 juillet de chaque année, ainsi que les données concernant les nichoirs du groupe 12 - Emberiza occupés au moins une fois par le Moineau friquet. Un tampon de 100m autour de chaque observation a été créé. Ce dernier a ensuite été intersecté avec le fichier des écotopes avec la logiciel QGIS afin d'attribuer des surfaces de biotopes à chaque observation. Les biotopes pris en considération sont les écotopes définis en 2006 par le projet Lifewatch mené par l'UCL (<http://maps.elie.ucl.ac.be/lifewatch/ecotopes.html>).

2.2.2) Sélection des prairies potentiellement favorables

2.2.2.1) Sélection des zones d'inventaires

Le Pays-de-Herve a été choisi comme écorégion où réaliser les recensements, car c'est de là que proviennent le plus de données de baguage ces dernières années. Plus précisément, ces données ont été récoltées dans deux colonies centrées sur Saint-Jean-Sart et Aubin-Neufchâteau. Ce choix est motivé par la volonté d'assurer un minimum d'observations positives.

Cependant, toute la région n'a pas été inventoriée. Plusieurs zones ont été choisies sur base d'une compilation cartographique, réalisée avec QGIS 2.18.24, des sites potentiellement intéressants ([Fig. II.ii.1](#)) comprenant les deux colonies principales et les observations du Moineau friquet en période de reproduction durant les 20 dernières années. Ces informations proviennent de la banque de données ornithologiques d'Aves, pôle ornithologique de Natagora. Une grande partie des sites potentiellement intéressants correspondent aux observations encodées sur observations.be et celles pointées pour l'Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie. Des inventaires réalisés par le GT Ornitho de la régionale Natagora Pays-de-Herve depuis 2015 complètent le jeu de données.

Après avoir cartographié et compilé les sites d'intérêt, des tampons, avec fusion, de 500m de rayon autour de chaque site d'intérêt ont été dessinés. Cette distance a été choisie car c'est la plus grande utilisée dans d'autres études. En effet, FIELD (2008) a caractérisé les paysages dans un rayon de 500m autour des différents groupes de nichoirs. Étant donné que les observations ne concernent pas nécessairement le site de nidification, une marge aussi large permet d'assurer la prise en compte de ce dernier. Le choix de réaliser des inventaires sur des prairies proches les une des autres et non réparties aléatoirement sur le Pays-de-Herve s'explique par l'objectif qui est de déterminer les facteurs rendant une prairie plus favorable que celles à proximité immédiate.

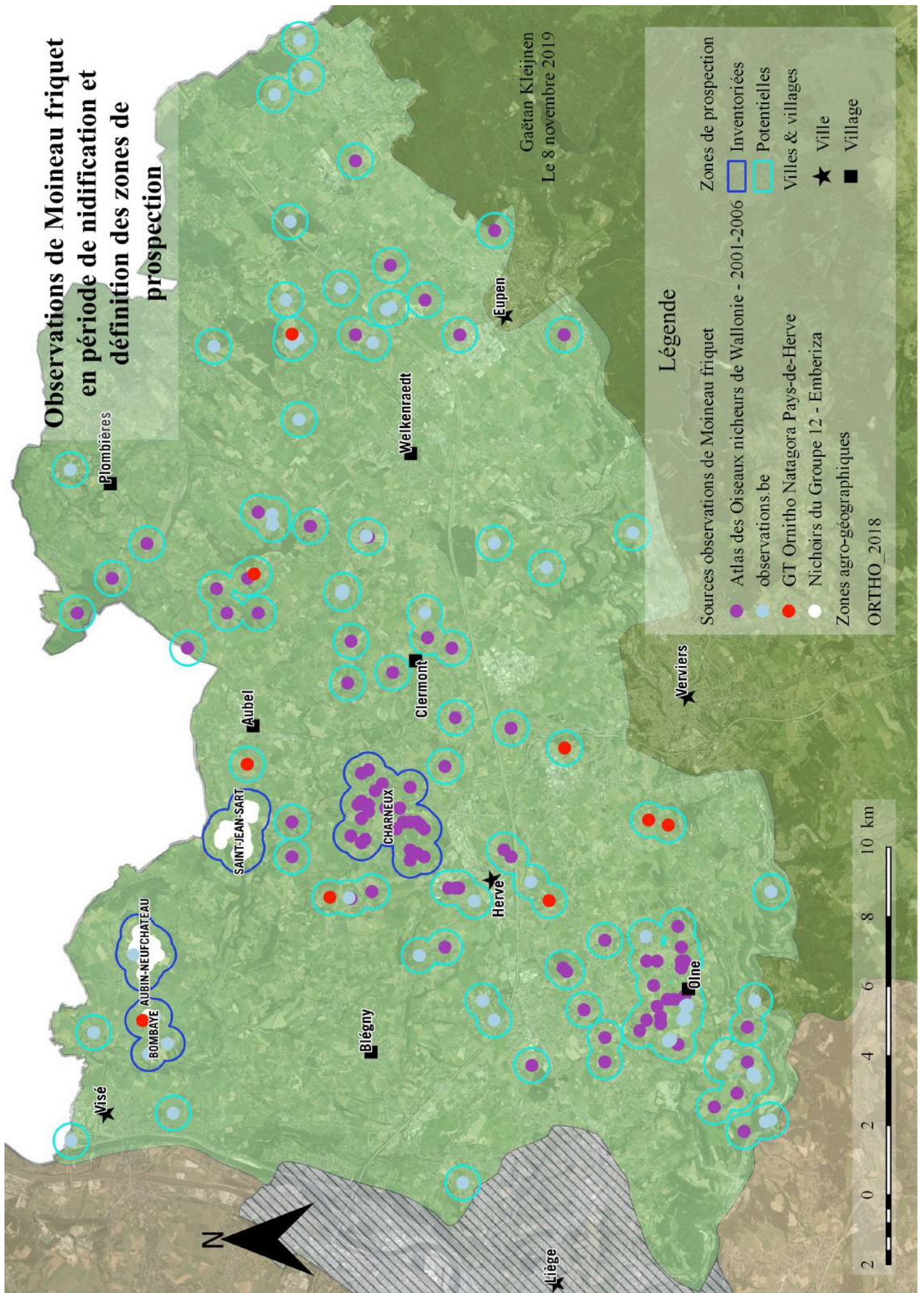


Figure II.ii.1 : Répartition des observations de Moineau friquet en période de reproduction dans les limites agro-géographiques du Pays-de-Herve et délimitation des zones potentielles de prospection.

Le choix des zones où les inventaires ont été effectués s'est basé sur les critères suivants : 1. La priorité est donnée aux zones comprenant au moins un nichoir où un couple de Moineau friquet a tenté de nicher en 2018. 2. Les zones s'étalant sur une plus grande surface sont plus intéressantes, car signe d'une colonie plus importante, voire d'une zone noyau. 3. Les zones comptant des observations issues de l'Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie sont prioritaires. 4. La proximité entre les zones est utilisée comme critère dans le but de limiter les déplacements.

2.2.2.2) Sélection des prairies à inventorier

Au sein des quatre zones sélectionnées (Aubin-Neufchâteau, Bombaye, Charneux et Saint-Jean-Sart ; [Fig. II.ii.1](#)), toutes les prairies (pour lesquelles l'agriculteur ou le propriétaire a donné l'autorisation) ont été prospectées afin de recenser celles pouvant être potentiellement favorables à une nidification du Moineau friquet. Celles-ci se définissent comme des parcelles herbacées, généralement délimitées par une clôture, et comprenant au moins ou un arbre avec une cavité pouvant convenir à la nidification ou un nichoir. Le tronc ou la branche principale devra avoir un diamètre suffisant pour contenir une cavité où former le nid et nicher. C'est pourquoi tous les fruitiers des basses-tiges ont été d'office écartés, ceux-ci n'ayant pas un tronc assez volumineux.

Trois nichoirs font exception à la règle. Ils sont situés sur des poteaux dans le village même de Saint-Jean-Sart, au sein de la colonie, et ont été pris en compte en raison du peu d'observations positives. Pour toutes les variables liées à la prairie associée (voir point 2.2.3.2), une valeur nulle a été attribuée.

2.2.3) Inventaire des variables environnementales

Un site de nidification potentiel correspond à un arbre avec au moins une cavité (n=264), un nichoir (n=104), ou un arbre avec une cavité et un nichoir (n=4). Toutes les analyses ont été réalisées par rapport à ces sites définis. Chacun d'eux a été caractérisé par des variables qui lui sont propres, mais aussi par des variables relatives aux prairies dans lesquelles il se situe. Le tableau [II.ii.1](#) reprend les abréviations utilisées dans le cadre de ce travail.

2.2.3.1) Les variables directement liées au site de nidification potentiel

2.2.3.1.1) Les caractéristiques de base du site de nidification potentiel

Chaque site de nidification potentiel se caractérise avant tout par la présence d'un nichoir et/ou de cavités naturelles sur un arbre. Dans ce dernier cas, d'autres informations sont notées comme l'espèce, le type d'arbre, sa santé et sa circonférence en centimètre à 1,5m de haut. Pour les sites de nidification correspondant à des nichoirs posés autre part que sur un arbre solitaire, une valeur de 0 a été attribuée à la circonférence et un 'X' pour les variables espèce, type, et santé.

2.2.3.1.2) La situation paysagère

Pour chaque site de nidification a été calculée la plus petite distance à différents éléments paysagers (routes, bâtiments, eaux de surface (cours d'eau et points d'eau), cultures, forêts, friches, plantations de basses-tiges et plantations intensives de basses-tiges), ainsi que la plus petite distance à un site de nidification connu et occupé par la Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*). Les données utilisées pour les éléments paysagers proviennent du fichier *belgium-latest.shp.zip* téléchargé sur le site <http://download.geofabrik.de/> appartenant à *OpenStreetMap* (OSM). Les localisations des sites de nidification de la Chevêche d'Athéna proviennent des données de baguage du Groupe 12 – Emberiza, de la cartographie des nichoirs à rapaces nocturnes du GT Ornitho Pays-de-Herve et des observations personnelles réalisées lors des recensements des couples de Moineau friquet et lors des inventaires des prairies. Les distances minimales ont été calculées avec QGIS à l'aide de l'extension *NNJoin*.

2.2.3.1.3) Le voisinage

Le groupe de facteurs " voisinage " s'intéresse à l'impact qu'a la présence de couples nicheurs et de prairies occupées par au moins un couple dans un rayon donné. Ces comptages ont été effectués avec QGIS en créant dix tampons de 50 à 500m de rayon autour de chaque cavité.

2.2.3.1.4) La présence d'autres espèces d'oiseaux

Lors des recensements de Moineau friquet, la présence d'autres espèces d'oiseaux dans les cavités a aussi été notée. Une variable concerne la présence d'une autre espèce d'oiseaux, quelque ce soit l'espèce, tandis que d'autres variables ont été créées pour chacune des espèces observées dans au moins 20 cavités différentes.

2.2.3.2) Les variables liées à la prairie contenant le site de nidification

Les 154 prairies retenues sont associées à un ensemble de variables et de facteurs environnementaux regroupés en quatre grandes catégories. Les inventaires sur terrain ont commencé le 5 février 2019 et ont été clôturés le 2 juillet 2019. Pour toutes ces variables, les sites de nidification potentiels situés dans une même prairie auront les mêmes valeurs.

2.2.3.2.1) Les variables générales

Les variables générales comprennent la surface (en hectare), le périmètre (en hectomètre) et la gestion appliquée. Pour la dernière, il a été considéré les prairies pâturées par des bovins (n=105), des ovins (n=8), des équidés (chevaux ou ânes, n=11) et les prairies exclusivement réservées au fauchage (n=30). La surface et le périmètre de chaque prairie a été calculée avec QGIS après digitalisation de celles-ci à l'aide de l'Orthophotoplan de 2018 disponible sur WalOnMap (<http://geoportail.wallonie.be/home.html>).

2.2.3.2.2) Les cavités

Les prairies ont été caractérisées par le nombre de cavités artificielles adéquates disponibles, le nombre de cavités naturelles pouvant convenir, l'ensemble des deux, ainsi que la densité des trois. Les cavités naturelles correspondent uniquement à des cavités dans des arbres. Les cavités artificielles correspondent quant à elles principalement aux nichoirs de type " mésange ". En plus des nichoirs, un panneau solaire (où a niché une Mésange charbonnière) et un mur d'un vieux bâtiment (où a niché une Mésange bleue) ont aussi été pris en compte. A Varsovie, WĘGRZYNOWICZ (2012) a observé des couples de Moineau friquet nichant dans des bâtiments et des constructions métalliques. En République Tchèque, ŠÁLEK (2015) a aussi observé des couples de Moineau friquet nichant dans des bâtiments. Cependant, même si en Europe de l'ouest, le Moineau friquet évite les zones urbaines (SUMMERS-SMITH, 1998), il a été choisi de garder ces deux éléments anthropiques vu leur situation rurale.

2.2.3.2.3) Les arbres

Les arbres mesurés et inventoriés sont les arbres considérés comme des individus isolés, soit des arbres ayant un tronc dégagé et visible, donc non entouré de lianes et/ou de haies, et se situant à une distance suffisante des arbres voisins pour pouvoir facilement délimiter sa cime sur une vue aérienne. Les arbres intégrés dans une haie sont donc fonctionnellement considérés comme faisant partie d'une haie de haute taille. Les arbres ayant un tronc dégagé et se situant à forte proximité d'autres individus ont été considérés comme formant un alignement d'arbres et ont été repris dans la catégorie grandes haies (voir point 2.2.3.2.4). Parmi les arbres compris dans les haies, seuls ceux présentant au moins une cavité ont été aussi pris en compte comme arbre dans les analyses, ceux-ci ayant une double fonction : un rôle dans la haie et un rôle dans la disponibilité en cavités naturelles.

Les données récoltées sont la circonférence, l'espèce, l'état de santé et le nombre de cavités naturelles. Par prairie, le nombre, la densité, la surface terrière et la surface terrière cumulée ont été cumulée pour les différentes espèces, catégories d'espèces et l'ensemble des arbres, en prenant tous les individus en compte, uniquement ceux ayant au moins une cavité naturelle, ou seulement les individus morts. Seules les variables pour lesquelles il y avait au moins un cas dans 20 prairies différentes ont été gardées (Annexe 2). Pour l'analyse du succès reproductif, seules les variables avec au moins 8 observations positives dans les 25 prairies où a lieu un suivi par baguage ont été gardées.

2.2.3.2.4) Les haies

Ici, les haies sont considérées comme tout ensemble végétal, composé principalement par des essences ligneuses, formant un écran végétal dans le paysage, à l'exception des arbres solitaires (voir point ci-dessus). La caractéristique mesurée est la longueur en mètre à l'aide d'un décamètre de 30m de long. Dans le cas de haies à l'intérieur de la prairie, la longueur mesurée correspond à la plus grande distance horizontale entre deux bouts de branches et passant par le centre de la haie. Autrement, la longueur de haie est prise parallèlement à la clôture. Dès lors, les haies séparant deux prairies

inventoriés ont été prises deux fois en compte. En plus de la longueur totale, une longueur relative a été calculée avec QGIS pour chaque type de haies (Annexe 4) en divisant chaque longueur, en mètre, par le périmètre de la prairie, en hectomètre, donnant une valeur en mètre de haies par cent mètres de clôtures. Toutes les haies mesurées ont été identifiées et classées en différentes catégories présentées à l'annexe 4.

Tableau II.ii.1 : Index des abréviations utilisées pour les variables dans les figures et les graphiques.

align	Alignement d'arbres	gh	Grandes haies
AM	Amandier (<i>Prunus dulcis</i>)	h_epine	Petites haies d'épineux
AU	Aulne glutineux (<i>Alnus glutinosa</i>)	h_lisse	Petites haies de non épineux
aub	Aubépine à un style (<i>Crataegus monogyna</i>)	haie_ind	Haies d'espèces indigènes
BL	Bouleau verruqueux (<i>Betula pendula</i>)	m	Mètre
bst	Basses-tiges	m_hm	Mètre par hectomètre de clôture
bsttx	Basses-tiges intensives	ME	Merisier (<i>Prunus avium</i>)
bt	Bâtiment	MI	Marronnier d'Inde (<i>Aesculus hippocastanum</i>)
CA	Chevêche d'Athéna (<i>Athene noctua</i>)	MO	Morts
Ca	Avec au moins une cavité naturelle	N	Nombre dans la prairie
CH	Charme commun (<i>Carpinus betulus</i>)	n	Nombre dans la prairie
Charbo	Mésange charbonnière (<i>Parus major</i>)	NO	Noyer royal (<i>Juglans regia</i>)
Circ	Circonférence (en cm à 1,5m de haut)	npr	Nombre de prairies voisines occupées
clt	Cultures	nvo	Nombre de couples nicheurs voisins
CP	Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>)	PL	Platane (<i>Platanus hybrida</i>)
CT	Châtaignier (<i>Castanea sativa</i>)	PM	Pommier (<i>Malus sylvestris</i>)
D	Densité (/ha)	PN	Peuplier noir (<i>Populus nigra</i>)
Dens	Densité (/ha)	PR	Poirier (<i>Pyrus communis</i>)
Dist	Distance (m)	PU	Prunier (<i>Prunus domestica</i>)
eau	Eaux de surface (cours d'eau et plan d'eau)	RA	Robinier faux-acacia (<i>Robinia pseudoacacia</i>)
EC	Érable champêtre (<i>Acer campestre</i>)	rt	Routes
EP	Érable plane (<i>Acer platanoides</i>)	SDN	Sommes des cavités naturelles et nichoirs
ES	Érable sycomore (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	SL	Saule blanc (<i>Salix alba</i>)
FR	Frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>)	sur	Sureau noir (<i>Sambucus nigra</i>)
fri	Friches	TG	Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>)
frt	Forêts et autres zones boisées	Tot	Toutes espèces/catégories d'arbres confondues
G	Surface terrière (m ² /ha)	TP	Tilleul à petites feuilles (<i>Tilia cordata</i>)
g	Surface terrière cumulée (m ²)		

2.2.4) Recensement du Moineau friquet

La prospection pour la sélection des prairies à inventorier a permis de dénombrer 108 cavités artificielles et 268 arbres comportant 369 cavités naturelles pouvant convenir à la nidification du Moineau friquet. Environ 160 points de recensements ont été définis afin d'assurer la surveillance de toutes ces cavités. Ils tiennent compte de l'orientation des cavités et se situent généralement à 50 mètres de chaque cavité, moins lorsque la végétation présente l'obligeait. FIELD & ANDERSON (2004) se sont toujours tenus à 50m des nichoirs qu'ils surveillaient. Trois séries de passages ont été effectués pour tous les points de recensements. Le Moineau friquet est un oiseau particulièrement discret ayant une distance de fuite assez importante (SUMMER-SMITH, 1998 ; HEEB, 2001). Un simple passage ou un point d'écoute ne suffit donc pas pour recenser sa population. Il est conseillé de répertorier les cavités qu'il pourrait occuper, puis de surveiller ces cavités à intervalles réguliers (HUSTINGS, 1989 ; GILBERT, 1998).

Les trois séries de recensement ont été effectuées en 2019. La première série a commencé le 27 mars et s'est clôturée le 24 avril. La deuxième série a eu lieu entre le 6 mai et le 25 mai. Enfin, la troisième série s'est déroulée du 10 juin au 2 juillet. Il est à noter que les observations positives réalisées lors des inventaires des prairies et lors des activités de baguage ont aussi été prises en compte. En outre, les observations ont été réalisées par météo favorable, en évitant les journées avec trop de pluie ou trop de vent (FIELD & ANDERSON, 2004). En effet, PINOWSKI (2001) note qu'en cas de météo défavorable, il y a des interruptions dans la ponte des œufs, sauf entre l'avant-dernier et le dernier.

Les observations qui sont prises en compte ne concernent en réalité que les cavités occupées par le Moineau friquet en période de reproduction. Chaque cavité vue comme occupée au moins une fois a été associée à un couple nicheur et ce bien qu'il puisse changer de cavités au cours d'une même saison (SASVÁRI, 1994a & 1994b). Étant donné que l'objectif n'est pas de recenser le nombre exact de couples, mais de mettre en évidence les facteurs environnementaux d'une prairie attirant les couples nicheurs, les éventuels doubles comptages ne posent pas de problèmes.

2.2.5) Suivi de nichoirs par baguage

Les données concernant les 71 nichoirs suivis par baguage, associés à 25 prairies, prennent en compte les observations de 2018 et de 2019. Les deux années, les visites des nichoirs ont eu lieu de fin avril à début septembre et les observations dénombrent la présence au moins partielle d'un nid, le nombre de jeunes à l'envol, le nombre de jeunes et d'adultes retrouvés morts et le nombre d'œufs non éclos. Ceci est en accord avec le travail de GARCÍA-NAVAS & SANZ (2012).

Ici aussi, un nichoir sera associé à un couple s'il y a au moins une amorce de nid (GARCÍA-NAVAS, 2008b & 2012 ; McHUGH, 2017), et ce malgré qu'il ne soit pas rare qu'un couple de Moineau friquet change de site de nidification entre deux nichées (SASVÁRI, 1994a & 1994b).

2.2.6) Analyses des données

2.2.6.1) Définition générale des biotopes occupés par le Moineau friquet

Un histogramme des fréquences de présence du Moineau friquet dans les différents biotopes a été réalisé avec RStudio en utilisant le package *stats*.

2.2.6.2) L'attractivité des facteurs environnementaux

Les différents facteurs seront tout d'abord analysés pour l'ensemble des sites de nidification suivis (n=372), puis seulement pour ceux se situant à moins de 500m d'un couple nicheur (n=266) et enfin uniquement pour ceux se situant à moins de 200m d'un couple nicheur (n=150). Dans ces trois cas, les analyses ont été faites par rapport à la présence ou l'absence d'un couple nicheur. Toutes les variables quantitatives non binaires ont été transformés par l'opération $\log_{10}(x+1)$, sauf la circonférence et le nombre de cavités naturelles présentées par l'arbre correspondant au site de nidification potentiel qui ont été transformés par la fonction racine carrée.

L'objectif étant de déterminer quels sont les facteurs influençant le plus la présence de couples de Moineau friquet parmi un ensemble de facteurs fort proches, chacun d'eux a été testé un par un via des régressions linéaires binomiales. LARSSON (2014) a quant à lui comparé des modèles à 1 variable et à 2 variables. Seules les variables ayant obtenu une p-Valeur inférieure à 1% dans au moins un des trois cas ont été gardées pour caractériser l'attractivité vis-à-vis des couples nicheurs.

Ensuite, les coefficients et les p-Valeurs des régressions linéaires généralisées binomiales obtenus pour les sites de nidification à moins de 500 et 200m d'un couple nicheur ont été comparés avec ceux pour l'ensemble des sites de nidification potentiels inventoriés. La comparaison des coefficients se calcule par la division du coefficient obtenu par les prairies à moins de 500m ou 200m d'un couple par le coefficient obtenu pour l'ensemble des prairies : $\Delta C = C_{500 \text{ ou } 200} / C_{\text{Tot}}$. Ainsi, une valeur négative indique un sens inverse du lien entre le facteur environnemental et la présence ou le nombre exact de couples nicheurs. De même, une valeur ayant une valeur absolue supérieure à l'unité indique un effet plus fort par rapport aux résultats comprenant tous les sites de nidification potentiels.

La comparaison des p-Valeurs divise celles obtenues pour l'ensemble des sites de nidification potentiels par celles obtenues pour l'analyse des sites de nidification potentiels à moins de 500m ou de 200m d'un couple nicheur : $\Delta p = p_{\text{Tot}} / p_{500 \text{ ou } 200}$. Ainsi, une valeur supérieure à l'unité indique une augmentation de la pertinence du lien entre la variable environnementale et la présence ou le nombre de couples en réduisant la zone d'étude. Dans la suite, les différences de pertinence seront considérées comme effectivement significatives si le Δp est supérieur à 10 ou inférieur à 0,1, soit un rapport de 10.

Pour les variables qualitatives (gestion de la prairie, espèce, type et santé de l'arbre associé à la cavité, ainsi que le facteur double santé et nombre de cavités naturelles de l'arbre), des moyennes et des intervalles de confiance ont été calculés.

Une modélisation de la prairie idéale selon les paramètres récoltés sur le terrain a été réalisée avec la fonction *VSURF* du package *VSURF*. Cette fonction utilise la méthode des *forêts aléatoires* (*random forest*) afin de mettre en évidence les variables les plus souvent utilisées dans ces ensembles d'arbres décisionnels, et donc les plus pertinentes. Les variables ainsi sélectionnées sont ensuite analysées ensemble par la fonction *multinom* du package *nnet* qui est une régression logistique multiple. Si les variables utilisées comprennent au moins une variable liée au voisinage, le modèle sera dit explicatif. La même opération sera réalisée, mais en supprimant les variables liées au voisinage du jeu de données afin de former un modèle dit prédictif. Si le premier modèle ne comprend pas de variables liées au voisinage, il sera dit général.

Une troisième approche utilisée pour identifier les variables pertinentes est l'analyse par classification en arbre. Cette dernière a été conçue sur base de l'ensemble des variables, y compris les variables qualitatives, avec la fonction *rpart* du package *rpart*. Comme pour la création de modèles, la classification décisionnelle est dite explicative s'il y a au moins un critère lié à une variable de la

catégorie voisinage, de même que s'il y a au moins un critère lié à la surface ou au périmètre de la prairie associée au site de nidification potentiel. Une classification prédictive a ensuite été créée sans prendre en compte les variables liées au voisinage, ni la surface et le périmètre de la prairie associée. Si la première classification décisionnelle ne prend pas en compte de critères liés au voisinage, ni la surface et le périmètre de la prairie associée, elle est dite classification générale. Cependant, étant donné que la moitié des déplacements du Moineau friquet se font dans un rayon de 80m autour du site de nidification (SUMMERS-SMITH ; 1998) et rarement au-delà de 300m (FIELD & ANDERSON ; 2004), les critères mentionnant une distance supérieure à 400m à un élément paysage ont été éliminés. En parallèle, des tests de corrélation ont été réalisés entre toutes les variables avec les fonctions *cor* et *corrplot* des package *stats* et *corrplot*. Lorsqu'une des variables choisies est corrélée à une variable d'une autre catégorie, un autre classification décisionnelle a été créé en supprimant cette variable afin de comparer les arbres obtenus. Enfin, vu que visuellement rien ne permet de différencier les basses-tiges intensives des basses-tiges en général, la variable liée à la plus petite distance à ces derniers sera préférée.

2.2.6.3) L'influence des facteurs environnementaux sur le succès reproductif

Les mêmes méthodes d'analyse que pour l'attractivité des facteurs environnementaux ont été appliquées pour l'analyse de l'influence des facteurs environnementaux sur le succès reproductif. Cependant, parmi les 71 nichoirs suivis par baguage, seuls 46 ont été occupés au moins une fois en 2018 ou en 2019 et ont donc été analysés. Les variables à expliquer ici sont le nombre exact de jeunes à l'envol, de jeunes et d'adultes retrouvés morts, d'œufs non éclos, ainsi qu'un indice général du succès reproductif. Ce dernier se calcule en soustrayant le nombre d'individus morts et d'œufs non éclos du nombre de jeunes à l'envol. Il peut donc montrer des valeurs négatives.

Étant donné que les quatre facteurs explicatifs sont analysés ici sur des mêmes données, et non un même facteur sur des données plus ou moins restreintes, les coefficients et les p-valeurs n'ont pas été comparés entre eux. Par ailleurs, pour les classifications décisionnelles, lorsque les variables *plus petite distance à des basses-tiges* et *plus petite distance à des plantations intensives de basses-tiges* sont interchangeables sans modifier le résultat, la seconde est préférée en raison du lien étroit entre le succès reproductif et l'utilisation importante de pesticides (BOTH & VISSER, 2002 ; PINOWSKA, 2002).

A noter que pour les régressions à une variable, ce sont des régressions linéaires généralisées, fonction *glm*, qui ont été utilisées. Pour les modèles conçus sur base des variables sélectionnées par la méthode des *forêts aléatoires*, ce sont aussi des régressions linéaires généralisées qui ont été appliquées.

Enfin, les quatre facteurs explicatifs analysés ici sont la somme des observations notées dans les différents nichoirs et non la moyenne annuelle ou la moyenne par nichée.

3) Résultats

3.1) Évolution du succès reproductif

3.1.1) En Wallonie

Avant de regarder les résultats, il est intéressant de noter que le nombre moyen de pulli bagués par nichée est de 3,3 en Wallonie et ne varie qu'entre 3,2 et 3,4 suivant les écorégions (Tab. III.i.1). La figure III.i.1 montre quant à elle un histogramme du nombre de pulli par nichée pour les différentes écorégions et pour la Wallonie en général.

Tableau III.i.1 : Présentation du nombre moyen de pulli par nichée pour les différentes écorégions et la Wallonie (n=1133).

Ardenne	Condroz	Fagne-Famenne	Hesbaye	Wallonie
3,2	3,3	3,4	3,4	3,3

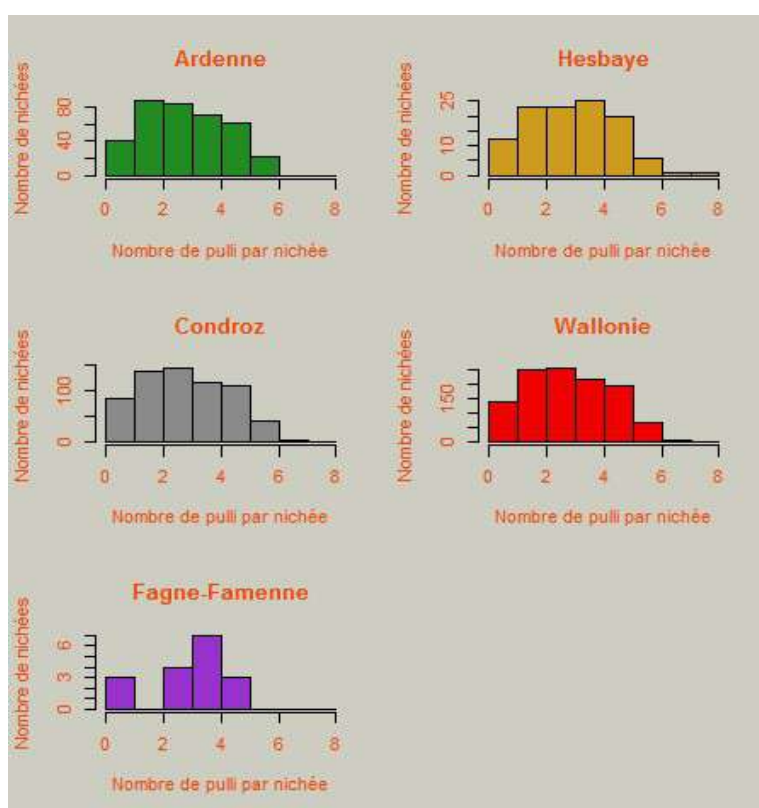


Figure III.i.1 : Histogramme du nombre de pulli par nichée pour les différentes écorégions et pour la Wallonie en général (n=1133).

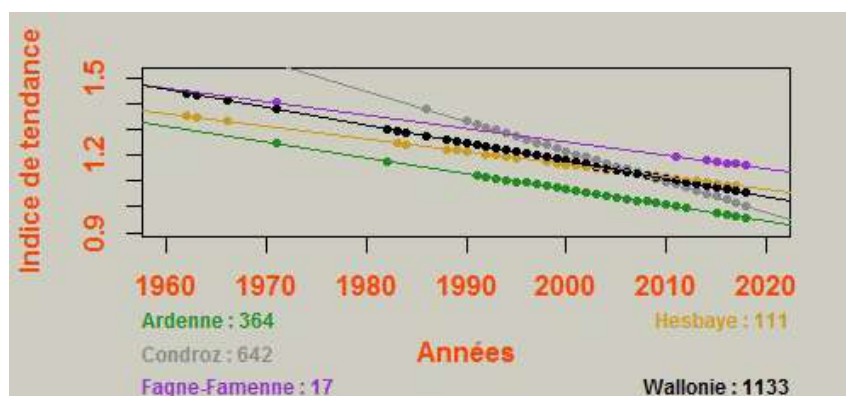


Figure III.i.2 : Évolution du nombre moyen de pulli de Moineau friquet par nichée par an et par écorégion ou pour la Wallonie. Les valeurs mentionnées en ordonnée sont un indice de tendance entre les différentes écorégions et n'ont donc pas un lien avec les valeurs réelles. Les points indiquent les années pour lesquelles au moins une donnée est disponible.

Les résultats des analyses sont présentés au tableau [III.i.2](#) et à la figure [III.i.2](#). Pour les quatre écorégions considérées, le nombre moyen de pulli par nichée ne diffère pas, il n'y a aucune différence significative entre le facteur Ardenne (intercept) et les trois autres écorégions. Par contre, si les tendances au cours du temps sont à la baisse pour toutes les écorégions, seul le Condroz connaît une diminution hautement significative (p-valeur = 0,00113).

Tableau III.i.2 : Résultats obtenus pour l'analyse des données de baguage de pulli au nid en Wallonie en intégrant le Pays-de-Herve dans le Condroz. L'intercept correspond à l'effet de l'écoregion de l'Ardenne (n=1133). Les valeurs de l'estimation sont des indices de tendance entre les différentes variables et n'indiquent donc pas des valeurs réelles.

	Estimation	Erreur standard	t-valeur	Pr(> z)	
Intercept	13,2464528019	8,8289409309	1,5003444814	0,1335251928	
Ardenne:an	-0,0060893111	0,0044132398	-1,3797824975	0,1676536232	
Condroz	11,417372451	11,401652128	1,0013787759	0,3166437211	
Condroz:an	-0,0117244126	0,003601338	-3,255571243	0,001131645	**
Fagne-Famenne	-1,6570000232	18,3568654631	-0,0902659567	0,9280758723	
Fagne-Famenne:an	-0,0051676285	0,0080176988	-0,6445276468	0,5192333358	
Hesbaye	-2,1120933008	13,0539897775	-0,1617967638	0,8714659016	
Hesbaye:an	-0,0049853058	0,0048070005	-1,0370928416	0,299692591	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3.1.2) Des deux colonies suivies au Pays-de-Herve

Pour rappel, les analyses effectuées pour évaluer l'évolution du succès reproductif des deux colonies suivies au Pays-de-Herve n'ont pas dû estimer les nichées sans jeunes à l'envol. Le suivi des nichoirs, de 1999 à 2018, permet d'obtenir les observations nulles, ce qui permet de réaliser des analyses plus précises.



Figure III.i.3 : Histogramme du nombre de pulli par nichée, du nombre de pulli par couple et du nombre de nichées tentées par couple pour les deux colonies suivies au Pays-de-Herve et l'ensemble des deux (n=414).

Les histogrammes du nombre de pulli par nichée, du nombre de pulli par couple et du nombre de nichées tentées par couple présentés à la figure [III.i.3](#) montrent que ces trois facteurs suivent une même

distribution dans les deux colonies. Une tendance a été calculée pour l'ensemble des deux colonies en pondérant les valeurs obtenues par l'importance respective des deux colonies (Tab. [II.i.3](#)). Une p-valeur n'a donc pas été attribuée à la tendance au cours du temps pour l'ensemble des deux colonies. La figure [III.i.4](#) montre donc les tendances calculées pour les deux colonies à titre informatif.

Avant de voir les résultats en détail, il est à noter que 74,6% des nichées tentées ont permis de mener au moins un jeune à l'envol (Tab. [III.i.3](#)). En moyenne, 2,5 pulli par nichée ont été élevés jusqu'à l'envol pour l'ensemble des nichées tentées, chiffre qui monte à 3,3 lorsque seules les nichées réussies sont prises en compte. Le nombre moyen de pulli par couple est quant à lui de 3,6 pour l'ensemble des couples et cette moyenne monte à 5 lorsque seuls les couples ayant réussi à élever au moins un pullus jusqu'à l'envol sont pris en compte.

Tableau III.i.3 : Présentation, pour les deux colonies suivies par baguage, du pourcentage de nichées réussies (avec au moins un pullus à l'envol), du nombre moyen de pulli par nichée (pour toutes les tentatives et pour celles ayant mis au moins un pullus à l'envol), ainsi que du nombre moyen annuel de pulli par couple (pour tous ceux ayant tenté au moins une nichée et pour ceux ayant mis au moins un pullus à l'envol) (n=414).

	Pourcentage de nichées réussies (n Pulli >0)	Nombre moyen de pulli par nichée	Nombre moyen de pulli par nichée réussie	Nombre moyen de pulli par couple	Nombre moyen de pulli par couple ayant réussi au moins une nichée
Aubin-Neufchâteau	70,6%	2,5	3,5	4,4	6,6
Saint-Jean-Sart	76,3%	2,5	3,2	3,4	4,5
Total	74,6%	2,5	3,3	3,6	5

3.1.2.1) Évolution du nombre moyen de pulli par nichée

Les résultats obtenus pour l'analyse du nombre annuel moyen de pulli par nichée sont présentés au tableau [III.i.4](#) et les tendances calculées à partir des valeurs obtenues sont présentées à la figure [III.i.4A](#). Ces derniers semblent montrer une différence entre le nombre moyen de pulli par nichée pour les deux colonies, mais elle n'est pas significative (p-valeur = 0,477). De même, le nombre moyen de pulli par nichée n'évolue pas au cours du temps pour les deux colonies (p-valeur = 0,498 et 0,806).

Tableau III.i.4 : Résultats obtenus pour l'analyse du nombre moyen du pulli par nichée au cours du temps pour les deux colonies au Pays-de-Herve (n=414). Les valeurs de l'estimation sont des indices de tendance entre les différentes variables et n'indiquent donc pas des valeurs réelles. L'intercept correspond à l'effet de la colonie d'Aubin-Neufchâteau. L'estimation du coefficient de la tendance pour l'effet de la colonie de Saint-Jean-Sart s'obtient en sommant le coefficient de l'effet de la colonie d'Aubin-Neufchâteau (intercept) et de celui affiché pour Saint-Jean-Sart.

	Estimation	Erreur standard	t-valeur	Pr(> z)
Intercept	-83,7925060363	124,736911698	-0,671753893	0,5017403857
Aubin-Neufchâteau:an	0,0419161245	0,0618569922	0,6776295282	0,498006619
Saint-Jean-Sart	90,1982198347	126,7756599579	0,7114790005	0,4767874593
Saint-Jean-Sart:an	-0,002759129	0,0112597712	-0,2450430776	0,8064230768

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

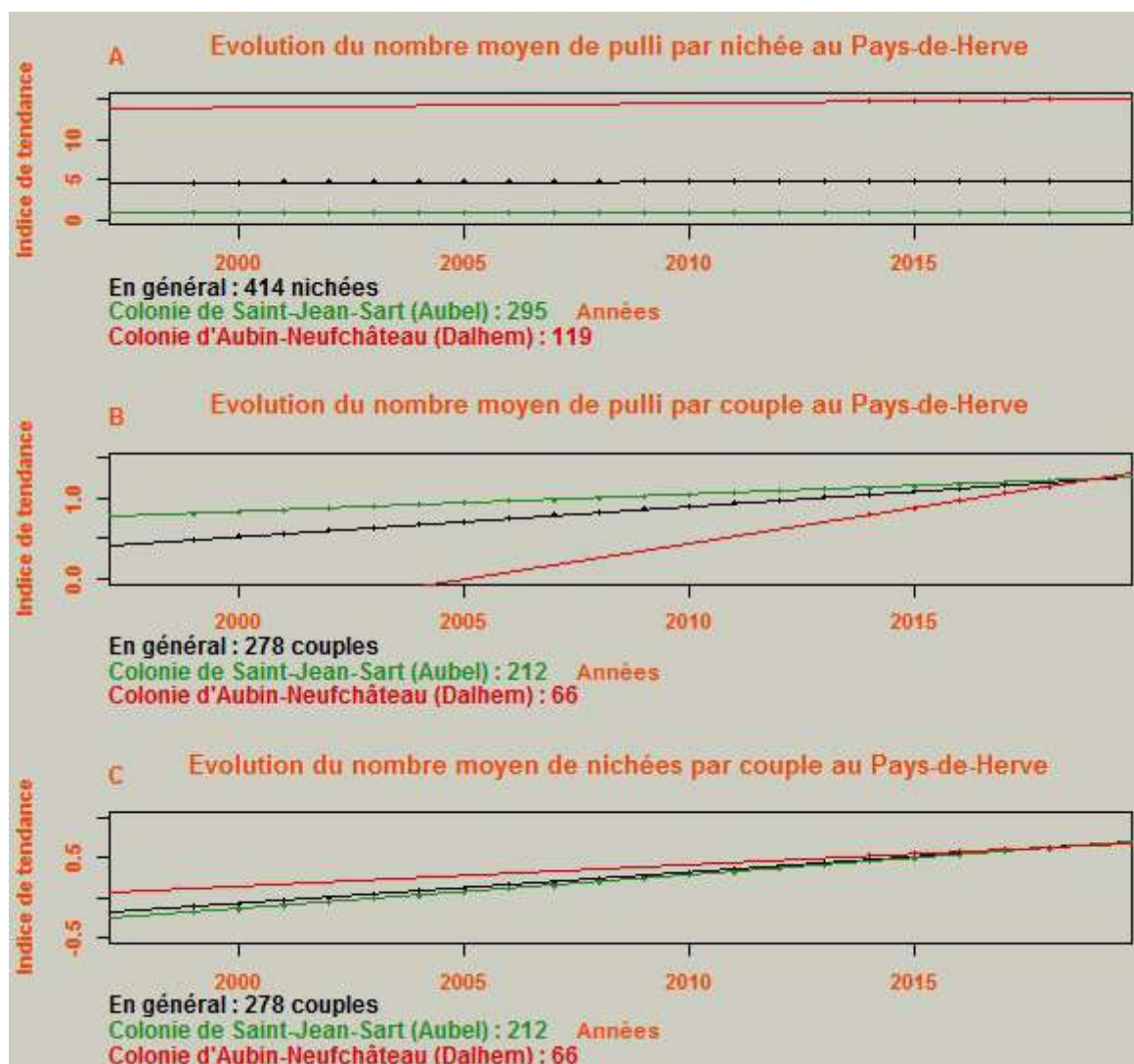


Figure III.i.4 : Tendances de trois critères au cours du temps pour les deux colonies suivies par baguage au Pays-de-Herve. Les points indiquent les années pour lesquelles au moins une donnée est disponible. A : Tendances au cours du temps du nombre moyen de pulli bagués par nichée. B : Tendances au cours du temps du nombre moyen de pulli bagués par couple. C : Tendances au cours du temps du nombre moyen de nichées baguées par couple.

3.1.2.2) Évolution du nombre moyen de pulli par couple

Les résultats de l'analyse du nombre moyen de pulli par couple sont présentés au tableau III.i.5 et à la figure III.i.4B. Ils montrent qu'il n'y a pas d'évolution au cours du temps (p-valeur = 0,137 et 0,144 pour la colonie à Aubin-Neufchâteau et Saint-Jean-Sart respectivement), ni de différence entre ces deux colonies (p-valeur = 0,279).

Tableau III.i.5 : Résultats obtenus pour l'analyse du nombre moyen du pulli par couple au cours du temps pour les deux colonies au Pays-de-Herve. L'intercept correspond à l'effet de la colonie d'Aubin-Neufchâteau. L'estimation du coefficient de la tendance pour l'effet de la colonie de Saint-Jean-Sart s'obtient en sommant le coefficient de l'effet de la colonie d'Aubin-Neufchâteau (intercept) et de celui affiché pour Saint-Jean-Sart (n=278).

	Estimation	Erreur standard	t-valeur	Pr(> z)
Intercept	-176,9194466334	119,746570306	-1,4774489673	0,1395553284
Aubin-Neufchâteau:an	0,0882419815	0,0593960056	1,4856551469	0,1373703603
Saint-Jean-Sart	135,3928893035	123,2279639143	1,0987188703	0,271890709
Saint-Jean-Sart:an	0,0211833487	0,0144818416	1,4627524135	0,1435351385

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3.1.2.3) Évolution du nombre moyen de nichées tentées par couple

Enfin, les résultats de l'analyse du nombre moyen de nichées tentées par couple sont présentés au tableau III.i.6 et à la figure III.i.4C. Ici aussi, il n'y a pas de différences entre les deux colonies (p -valeur = 0,861). Par contre, si l'augmentation au cours du temps n'est pas significative pour la colonie située à Aubin-Neufchâteau (p -valeur = 0,755), celle-ci est très hautement significative pour la colonie située à Saint-Jean-Sart (p -valeur = 0,00024).

Cependant, la figure III.i.5 montre que de 1999 à 2004, seules les premières nichées ont été suivies, tout comme en 2006, 2008, 2009 et 2014. Le suivi a recensé au maximum deux nichées en 2005, 2007, 2010, 2012 et 2013. Ainsi, ce n'est qu'en 2011 qu'une troisième nichée a été suivie pour la première fois. Mais celles-ci n'ont été suivies régulièrement qu'à partir de 2015. La colonie à Aubin-Neufchâteau n'étant suivie que depuis 2014, la figure III.i.5 illustre probablement la raison pour laquelle il semble y avoir une nette augmentation du nombre de nichées tentées au cours du temps pour la colonie à Saint-Jean-Sart.

Tableau III.i.6 : Résultats obtenus pour l'analyse du nombre moyen de nichées tentées par couple au cours du temps pour les deux colonies au Pays-de-Herve. L'intercept correspond à l'effet de la colonie d'Aubin-Neufchâteau. L'estimation du coefficient de la tendance pour l'effet de la colonie de Saint-Jean-Sart s'obtient en sommant le coefficient de l'effet de la colonie d'Aubin-Neufchâteau (intercept) et de celui affiché pour Saint-Jean-Sart ($n=278$).

	Estimation	Erreur standard	t-valeur	Pr(> z)	
Intercept	-53,2676152173	172,7207243216	-0,3084031486	0,7577755864	
Aubin-Neufchâteau:an	0,0267057875	0,0856453197	0,3118184109	0,7551785313	
Saint-Jean-Sart	-30,532527101	174,2339183188	-0,1752387101	0,8608920687	
Saint-Jean-Sart:an	0,0418274631	0,0113895842	3,6724310823	0,000240254	***
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

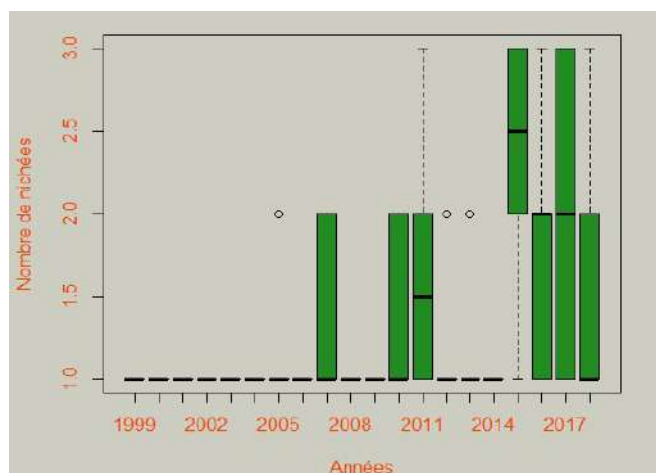


Figure III.i.5 : Boîte à moustaches du nombre de nichées tentées recensées dans les deux colonies de 1999 à 2018. La barre noire horizontale indique la moyenne. Le bas et le haut du rectangle vert correspondent respectivement au 1^{er} et au 3^{ème} quartile ($n=278$).

3.2) Habitat

3.2.1) Utilisation des différents biotopes

Plus de 40% des observations de Moineau friquet en Wallonie en période de nidification l'ont été dans des prairies dominées par des graminoides (41,73% ; Fig. III.ii.1). Ensuite, les trois biotopes les plus fréquentés sont les terres cultivées non irriguées (20,46%), les zones urbaines (16,07%), ainsi que les forêts de feuillus (5,74%). Les mosaïques arbustives avec des arbres, les zones urbaines denses, les mosaïques de végétations diverses avec des terrains labourés, les mosaïques de terrains labourés avec d'autres végétations, les prairies et buissons diversifiés, les mosaïques arborées avec des buissons, les eaux permanentes et les forêts de résineux sempervirents recueillent chacun entre 3% et 1% des observations.

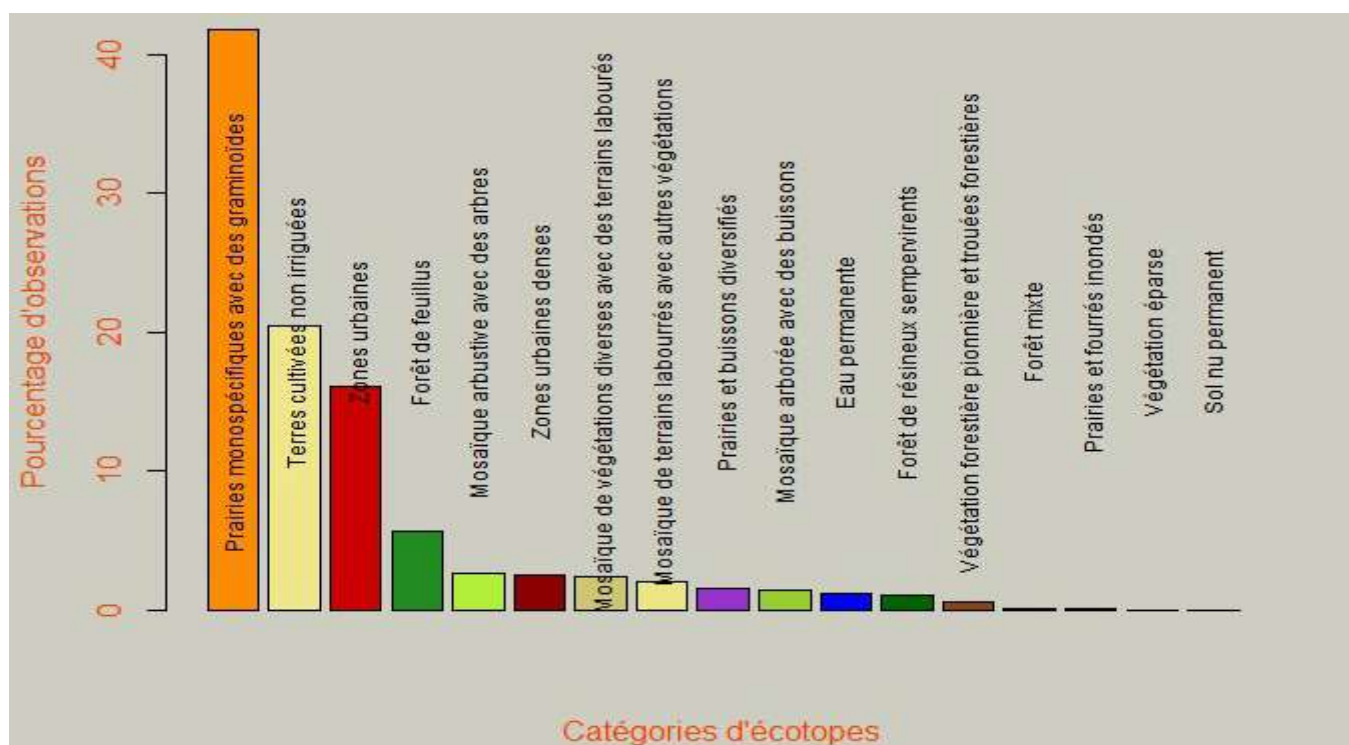


Figure III.ii.1 : Fréquence d'utilisation des différents biotopes par le Moineau friquet en Wallonie en période de nidification exprimée en pourcentage du nombre total d'observations (n=5864).

3.2.2) Choix du site de nidification

Tableau III.ii.1 : Nombre de cavités inventoriées comme occupées par le Moineau friquet en fonction des 4 zones de prospection et comparaison avec les nombres de couples pointés pour l'Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie, ceux encodés sur le site observations.be et ceux des nichoirs suivis par baguage.

Zones	Recensés (en cavités naturelles)	Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie	Site observations.be	Nichoir suivis par baguage
Aubin-Neufchâteau	19 (2)	0	1	28
Bombaye	3 (0)	0	> 3	1
Charneux	5 (1)	26	0	0
Saint-Jean-Sart	19 (0)	0	2	40
Total	46 (3)	26	> 6	69

Avant de s'intéresser aux résultats obtenus, comparons d'abord les effectifs recensés lors de ce travail avec les observations disponibles dans la banque de données d'Aves (Tab III.ii.1). Il est intéressant de noter que seuls 3 des 46 couples suivis ont été observés dans une cavité naturelle (1 dans un Poirier

et 2 dans un Prunier). La majorité des couples ont été observés dans les deux zones correspondant aux colonies de Saint-Jean-Sart et d'Aubin-Neufchâteau (19 couples dans les deux cas). Cinq couples ont été observés au centre de la zone de Charneux, tandis que 3 couples ont été notés dans la zone de Bombaye.

Lors des recensements effectués de 2001 à 2006 pour l'élaboration de l'Atlas de Oiseaux Nicheurs de Wallonie, 26 couples ont été pointés dans la zone de Charneux, mais aucun ailleurs.

Il y a globalement très peu de données provenant du site observations.be pour le Pays-de-Herve. Sur les 6 observations encodées, 5 ne concernent qu'un individu (1 à Aubin-Neufchâteau, 2 à Bombaye et 2 à Saint-Jean-Sart), la dernière, à Bombaye, mentionne le Moineau friquet comme "abondant".

Enfin, concernant les nichoirs suivis par baguage, sur les 28 ayant été occupés à Aubin-Neufchâteau depuis 2012, 16 l'ont aussi été en 2019 et 1 nichoir a accueilli un couple pour la première fois. A Saint-Jean-Sart, sur les 40 nichoirs ayant déjà été occupés depuis 1999, 17 l'ont aussi été en 2019 et 2 ont accueilli un couple pour la première fois.

Tableau III.ii.2 : Comparaison des résultats des trois recensements de terrain par rapport au suivi des nichoirs par baguage.

Nichoir	Avec au moins un début de nid	Avec au moins une tentative de nidification	Ayant réussi au moins une nichée	Ayant réussi au moins deux nichées
Recensé comme occupé	21/36 (58%)	18/22 (82%)	14/15 (93%)	7/8 (88%)

Ensuite, évaluons l'efficacité des trois recensements réalisés (Tab. III.ii.2). Le suivi des nichoirs indique qu'au moins 80% des couples ayant tenté une nidification ont effectivement été recensés. Le suivi sur le terrain a donc permis de détecter une majorité des nichoirs occupés, la détection étant encore meilleure lorsque les nichées sont réussies (93%).

Par souci de cohérence, les tableaux reprenant les résultats des régressions linéaires à une variable montrent soit l'ensemble des variables ayant au moins une p-Valeur inférieure à 1% pour les trois analyses relatives au choix du site de nidification, soit celles ayant au moins une p-Valeur inférieure à 1% pour les quatre analyses relatives au succès reproductif.

Dans la suite de ce document, les résultats des calculs des moyennes sont présentés uniquement pour deux variables : la *gestion appliquée dans la prairie* et la *santé de l'arbre, avec la présence ou non de cavités naturelles, associés au site de nidification*. Les résultats des autres variables qualitatives ne sont pas présentés, car ils n'apportent pas d'information en plus.

Le lecteur désireux de se limiter aux résultats les plus intéressants peut directement se diriger au point [3.2.2.3](#) Pour les cavités recensées à moins de 200m d'un couple nicheur.

3.2.2.1) Pour l'ensemble des sites de nidification potentiels recensés

Cette partie décrit les différents résultats (régressions à une variable, modèles, classifications en arbre, comparaison des moyennes) pour le choix du site de nidification lorsque toutes les cavités inventoriées sont prises en compte. Toute la région inventoriée est donc analysée.

Les régressions linéaires binomiales à une variable montrent que 46 des variables analysées ont

une p-Valeur inférieure à 1% et 36 ont une p-Valeur inférieure à 0,1% (Tab. [III.ii.3](#)). Les cinq variables les plus significatives sont, respectivement, le *nombre de couples voisins dans un rayon de 150m*, de *100m*, le *nombre de cavités présentes sur l'arbre correspondant au site de nidification*, le *nombre de couples voisins dans un rayon de 200m* et le *nombre de nichoirs présents dans la prairie associée au site de nidification*. Ces variables ont toutes une influence positive, à l'exception du *nombre de cavités présentes sur l'arbre correspondant au site de nidification potentiel* (Tab. [III.ii.3](#)).

Tableau III.ii.3 : Coefficients et p-Valeurs obtenus avec les régressions linéaires binomiales à une variable pour l'ensemble des sites de nidification potentiels inventoriés (n=372). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables.

Variable	Coefficient	p-valeur	Variable	Coefficient	p-valeur
Cavites	-3,2401682666	3,64E-012	npr_400m	2,3152211164	1,23E-005
Nichoir	4,0527209644	3,82E-011	nvo_450m	2,7696679644	1,25E-008
Circ	-0,1452170719	8,83E-007	npr_450m	2,3123348856	2,1959463E-005
N_nichoirs	4,0485360036	1,68E-011	nvo_500m	2,6710658699	4,29E-008
D_Nichoirs	2,176671926	2,29E-008	npr_500m	2,2803420472	2,6544835E-005
N_cavites	-1,5910263151	0,0002365172	N_Tot	-0,6973585373	0,0249278506
D_Cavites	-2,3875928324	1,39E-005	D_Tot	-0,5712853247	0,0626862727
Dist_bst_m	-1,2995350497	7,41E-007	g_Tot_Ca	-2,592287696	0,0099928016
Dist_bsttx	-1,1220970703	1,21E-005	G_Tot_Ca	-7,9618608128	7,49E-005
Dist_bt_m	-1,1691884818	0,0005494195	N_Tot_Ca	-1,974124436	0,0001180137
Dist_ft_m	1,6126287207	0,0013093862	D_Tot_Ca	-2,8875980709	9,45E-006
Dist_fri_m	2,1827543131	0,0001403667	N_Fruitiers	-0,5041717207	0,0396013092
Dist_rt_m	-1,314496979	3,55E-006	G_Fruitiers_Ca	-6,0734412599	0,0044892239
nvo_050m	4,411356914	1,34E-006	N_Fruitiers_Ca	-1,585660282	0,0016728697
npr_050m	4,6855390533	1,4541208E-006	D_Fruitiers_Ca	-2,0031579879	0,0004924023
nvo_100m	4,982144672	7,98E-013	g_Bocagers	-2,2421721272	0,0087884431
npr_100m	3,6347587001	9,1974998E-007	G_Bocagers	-5,0578769936	0,0018029286
nvo_150m	4,5046336148	3,91E-013	D_Bocagers	-1,9295099675	0,0037082206
npr_150m	3,2663594542	3,31E-007	g_PM	-6,7789555531	0,0083387516
nvo_200m	3,8549497738	7,20E-012	N_PM	-1,3530920959	0,0023997518
npr_200m	3,0388893199	2,85E-007	D_PM	-1,341073618	0,004751812
nvo_250m	3,2943806096	7,14E-011	N_PU	-0,6246549578	0,0468576384
npr_250m	3,0733516901	7,50E-008	D_PU	-0,6706043036	0,0422402562
nvo_300m	3,1704331637	2,33E-010	g_PU_Ca	-5,921823144	0,0548985466
npr_300m	2,7684610267	5,89E-007	G_PU_Ca	-8,9407747684	0,0288990249
nvo_350m	2,8332649514	1,91E-009	N_PU_Ca	-1,1794897002	0,0458715272
npr_350m	2,3713097287	9,06E-006	D_PU_Ca	-1,5291547814	0,0227398611
nvo_400m	2,7955432178	3,76E-009			

Coefficient positif	Coefficient négatif	p-Valeur <= 0,001	p-Valeur <= 0,01	p-Valeur > 0,01
---------------------	---------------------	-------------------	------------------	-----------------

En augmentant, le *nombre et la densité de cavités dans la prairie associée au site de nidification*, ainsi que la *circonférence de l'arbre correspondant au site de nidification* diminuent la probabilité de présence d'un couple nicheur de Moineau friquet, à l'inverse de la *présence d'un nichoir au niveau du site de nidification potentiel*, ainsi que du *nombre et de la densité de nichoirs dans la prairie associée à ce même site de nidification potentiel* (Tab. [III.ii.3](#)).

Les couples de Moineau friquet semblent apprécier la proximité avec les basses-tiges, les bâtiments et les routes, contrairement aux forêts et aux friches qu'ils semblent éviter (Tab. [III.ii.3](#)). Les vingt variables liées au voisinage sont très hautement significatives et elles ont toutes un effet positif.

Concernant les arbres, toutes les variables présentées ont un effet négatif (Tab. [III.ii.3](#)). Cependant, il n'est hautement significatif que pour le *nombre*, la *densité*, la *surface terrière* et la *surface terrière cumulée des arbres présentant des cavités* ; le *nombre*, la *densité* et la *surface terrière des arbres fruitiers ayant des cavités* ; la *densité*, la *surface terrière* et la *surface terrière cumulée des arbres bocagers* ; le *nombre*, la *densité* et la *surface terrière cumulée des Pommiers*.

Tableau III.ii.4 : Modèle explicatif pour l'ensemble des sites de nidification potentiels inventoriés (n=372). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error
(Intercept)	-5,2262317819	0,9112601004
Nichoir	4,093235517	0,7356370887
Surf_ha	-0,9696200676	1,2073678473
D_Nichoires	-1,2446741987	0,7480259386
nvo_100m	1,3785467184	1,7761067887
nvo_150m	4,260320261	2,5515937426
nvo_200m	-1,7171837042	2,65637276
nvo_250m	0,2500908364	2,9464575854
nvo_300m	3,1561212381	4,3076284791
nvo_350m	-3,8204901864	4,0617362972
nvo_400m	1,2159583343	3,3357012837
nvo_500m	0,3939147418	1,9361047823
Residual deviance = 142.9657		
AIC = 166.9657		

Tableau III.ii.5 : Modèle prédictif pour l'ensemble des sites de nidification potentiels inventoriés (n=372). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error
(Intercept)	-6,1052937856	1,9765027213
Nichoir	4,0759304077	0,8525653237
Oiseaux	-4,7730428016	1,6250835293
N_nichoires	0,7670712014	1,4478869808
SDN	0,3599226341	0,9947964875
Dist_bst_m	-0,6356659295	0,3546919793
Dist_frt_m	1,173881957	0,6086715007
Residual deviance = 151.2582		
AIC = 165.2582		

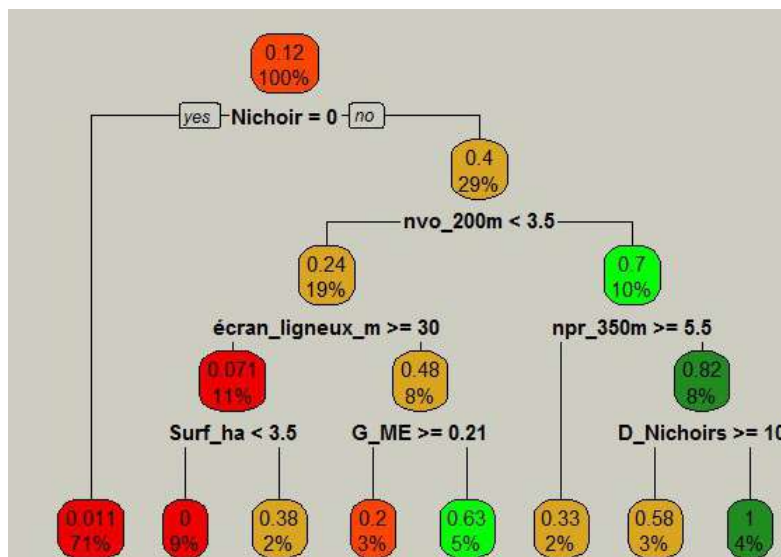


Figure III.ii.2 : Classification explicative de la probabilité d'occupation d'une cavité pour l'ensemble des sites de nidification potentiels inventoriés (n=372). Le facteur " plus petite distance à une friche " a été supprimé ici (distance prise en compte = 761m). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations. Se lit comme une clé dichotomique de haut en bas. Pour chaque bulle, la valeur du dessus donne la moyenne pour le jeu de données et la valeur du dessous donne la part du jeu de données par rapport à l'ensemble des données. La première bulle correspond donc toujours à l'ensemble des données, soit 100%, et donne la moyenne de toutes les données. Chaque critère divise le jeu de données supérieur en deux nouveaux jeux de données. Chaque ligne regroupe toujours 100% des données.



Interprétation : ici, la première bulle indique 0.12 et 100%. Donc, 12% des sites de nidification potentiels sont occupés par un couple nicheur de Moineau friquet pour l'ensemble (100%) des données. Le premier critère est l'absence de nichoir sur le site de nidification en question. Pour 71% des données, les sites de nidification potentiels ne correspondent pas à un nichoir, mais à une ou plusieurs cavités naturelles où 1,1% sont occupés, et 29% des sites de nidification potentiels correspondent à un nichoir où 40% sont occupés par un couple de friquet.

La création de modèles à partir de variables sélectionnées selon la méthode des forêts aléatoires a amené à un modèle explicatif (Tab. III.ii.4) et à un modèle prédictif (Tab. III.ii.5). Le modèle explicatif comporte 11 variables, dont 8 liées au voisinage (Tab. III.ii.4). Ces dernières ne concernent que le nombre de couples voisins dans un rayon de 100m à 500m, sauf dans celui de 450m. Les trois autres

variables sont la présence d'un nichoir accroché au site de nidification potentiel, la densité en nichoirs dans la prairie associée au site de nidification, ainsi que la surface de cette prairie. Parmi ces 11 variables, 4 ont un effet négatif, la surface de la prairie, la densité en nichoirs, le nombre de couples voisins dans un rayon de 200m et de 350m.

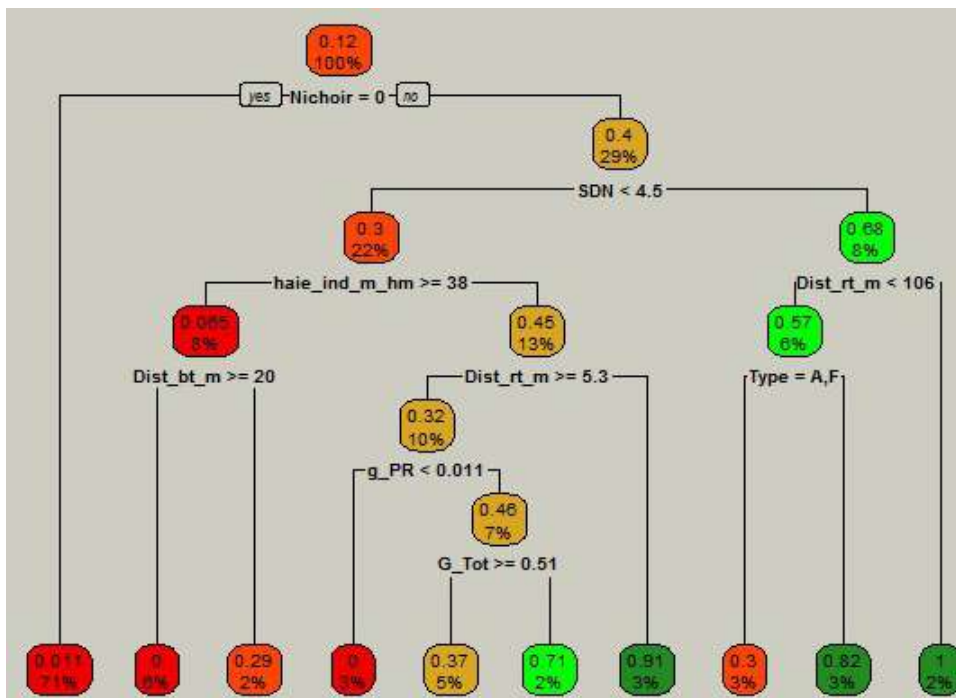


Figure III.ii.3 : Classification prédictive de la probabilité d'occupation d'une cavité pour l'ensemble des sites de nidification potentiels inventoriés (n=372). Les facteurs " plus petite distance à une friche ", " à une forêt ", " à une culture " et à " un site de nidification de la Chevêche d'Athéna " ont été supprimés ici (distance prise en compte = 885m, 818m, 410m et 521m respectivement). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations et la figure III.ii.2 pour la légende.

Le modèle prédictif compte 6 variables (Tab. III.ii.5), 1 liée à la présence d'un nichoir sur le site de nidification potentiel, 1 liée à la présence d'une autre espèce d'oiseau, 2 liées aux cavités présentes dans la prairie associée au site de nidification, le nombre de nichoirs et le nombre de cavités naturelles et artificielles, et 2 liées à la situation paysagère, les plus petites distances à des basses-tiges et à des forêts. Parmi les 6 variables, deux ont un effet négatif : la présence d'une autre espèce d'oiseau et l'éloignement par rapport aux basses-tiges.

Les analyses par classification en arbre ont amené à une classification explicative et une classification prédictive différentes (Fig. III.ii.2 & III.ii.3). Seul le premier critère, la présence d'un nichoir sur le site de nidification potentiel, est présent dans ces deux arbres et a un impact positif. la classification explicative prend aussi en compte la densité en nichoir, la longueur totale en écran ligneux, la surface terrière en Merisier et la surface de la prairie associée au site de nidification potentielle. Deux variables sont liées au voisinage, le nombre de couples voisins dans un rayon de 200m et le nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur dans un rayon de 350m.

Si la classification explicative prend 7 critères en compte (Fig. III.ii.2), la classification prédictive en prend 9 (Fig. III.ii.3). Il y a la présence d'un nichoir sur le site potentiel de nidification, le nombre total de cavités naturelles et artificielles, la longueur relative de haies indigènes, la surface terrière cumulée en

Poirier et la surface terrière de tous les arbres dans la prairie associée au site de nidification potentiel, ainsi que le type d'arbre, les fruitiers étant pris en compte avec les arbres de la catégorie " autre ". Enfin, la classification prédictive prend aussi en compte la *plus petite distance à un bâtiment* et celle à un *chemin* à deux reprises.

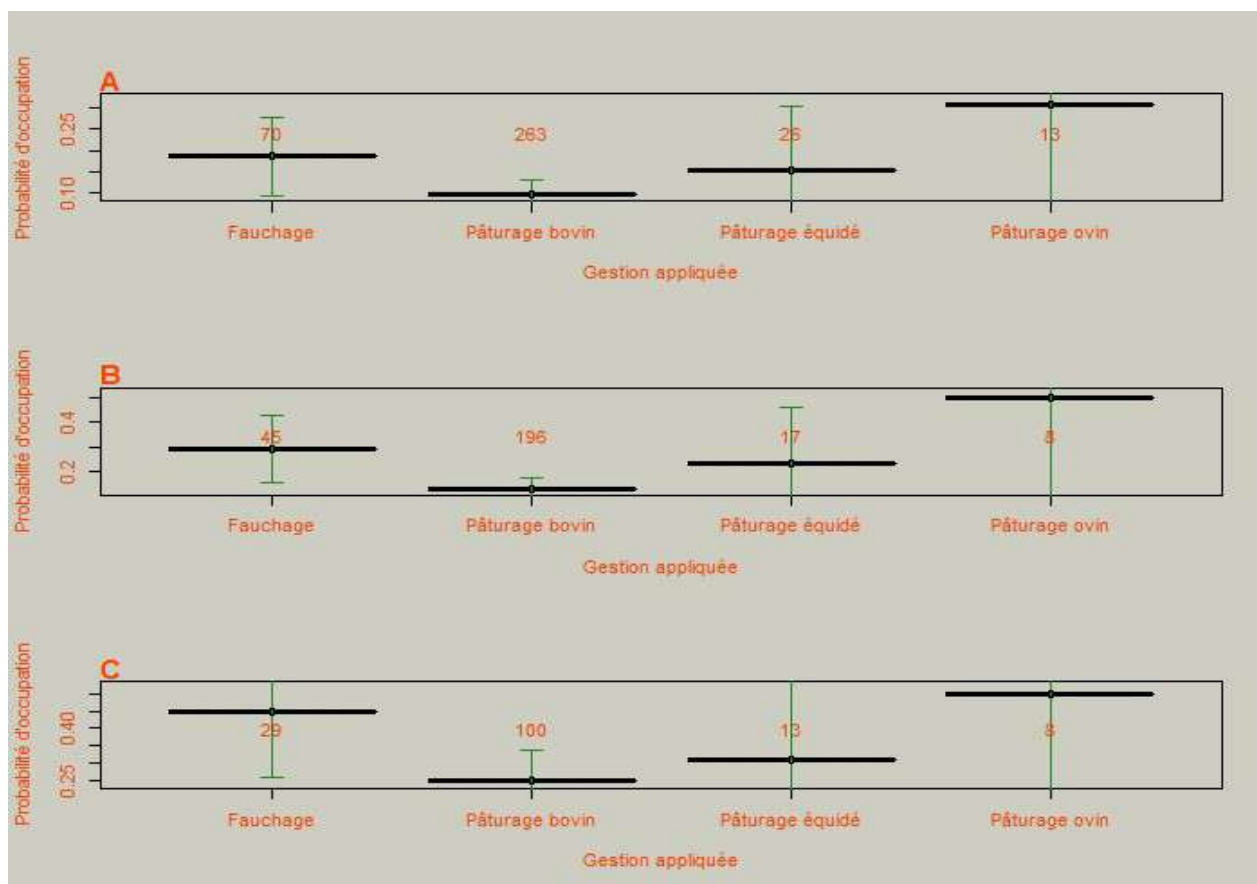


Figure III.ii.4 : Probabilité d'occupation et intervalles de confiance en fonction de la gestion (fauchage, pâturage bovin, pâturage par équidés et pâturage ovin) suivant que l'on prend en compte (A) l'ensemble des sites de nidification potentiels inventoriés (n=372), (B) ceux situés à moins de 500m d'un couple nicheur de Moineau friquet (n=266), (C) ou ceux situés à moins de 200m d'un couple nicheur de Moineau friquet (n=150). Les nombres indiquent les observations pour les quatre catégories de gestion.

L'analyse de l'influence des quatre types de *gestion des prairies* observés sur la probabilité de présence dans un site de nidification potentiel ne montre aucune différence significative (Fig. [III.ii.4A](#)).

La figure [III.ii.5A](#) présente l'analyse de l'impact de *la santé de l'arbre porteur de cavités naturelles et/ou de nichoirs* sur la probabilité d'occupation du site de nidification potentiel. L'attractivité des nichoirs accrochés à un arbre vivant est la même que pour ceux accrochés sur un autre élément qu'un arbre solitaire au tronc dégagé. Cette attractivité est cependant nettement moindre pour les arbres vivants ayant au moins une cavité naturelle et significativement différente de 0 qui est la moyenne observée pour les deux nichoirs accrochés à un arbre mort sans cavités naturelles et pour les onze arbres morts ayant au moins une cavité naturelle.

Résumé : Lorsque les analyses prennent en compte toutes les cavités inventoriées, soit l'ensemble de la zone d'étude, il ressort que le choix de la cavité dépend presque uniquement de la présence d'un nichoir et de la présence d'autres couples nicheurs. La situation paysagère joue un second rôle, les couples s'installant près des basses-tiges, des routes et des bâtiments, mais loin des zones boisées.

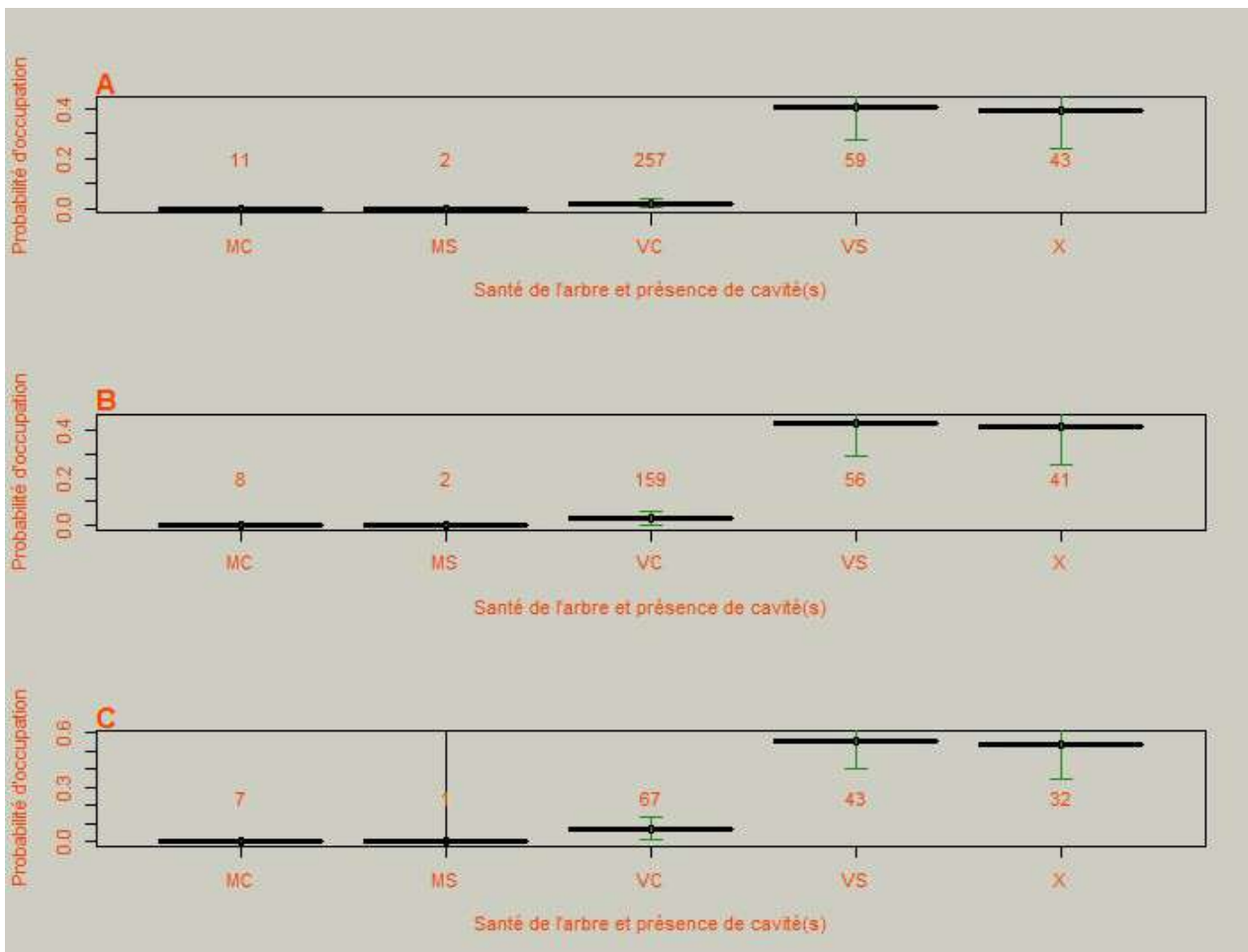


Figure III.ii.5 : Probabilité d'occupation et intervalles de confiance en fonction de la santé de l'arbre et de la présence ou l'absence d'au moins une cavité naturelle, ou d'un nichoir (MC = arbre mort avec au moins une cavité naturelle, avec ou sans nichoir ; MS = arbre mort sans cavité naturelle, mais avec un nichoir ; VC = arbre vivant avec au moins une cavité naturelle, avec ou sans nichoir ; VS = arbre vivant sans cavité naturelle, mais avec un nichoir ; X = nichoir non accroché à un arbre solitaire au tronc dégagé) suivant (A) que l'on prend en compte l'ensemble des sites de nidification potentiels inventoriés (n=372), (B) ceux situés à moins de 500m d'un couple nicheur de Moineau friquet (n=266), (C) ou ceux situés à moins de 200m d'un couple nicheur de Moineau friquet (n=150). Les nombres indiquent les observations pour les cinq catégories.

3.2.2.2) Pour les cavités recensées à moins de 500m d'un couple nicheur

Cette partie décrit les différents résultats (régressions à une variable, modèles, classifications en arbre, comparaison des moyennes) pour le choix du site de nidification lorsque seules les cavités inventoriées dans un rayon de 500m autour de couples nicheurs sont prises en compte. Les analyses se font donc dans un rayon autour des colonies étudiées.

Si l'analyse se fait uniquement pour les sites de nidification potentiels à moins de 500m d'un couple nicheur, 44 variables sont hautement significatives, dont 25 très hautement significatives (Tab. III.ii.6). Les cinq variables les plus significatives sont le *nombre de cavités présentées par l'arbre correspondant au site de nidification potentiel*, la *présence d'un nichoir*, le *nombre de couples nicheurs dans un rayon de 150m, 100m et 200m*. A part pour le *nombre de cavités présentées par l'arbre correspondant au site de nidification potentiel*, ces variables ont toutes une influence positive.

Si le *nombre et la densité de nichoirs présents dans la prairie associée au site de nidification potentiel* ont une influence positive, l'effet inverse est observé pour le *nombre et la densité de cavités naturelles*, ainsi que pour la *circonférence à 1,5m de haut de l'arbre correspondant au site de nidification*

potentiel. D'un point de vue paysager, la proximité avec les basses-tiges, en général ou en plantations intensives, les bâtiments et les routes augmente la probabilité qu'un couple de Moineau friquet adopte une cavité.

Les dix variables s'intéressant au nombre de couples voisins dans un rayon de 50m à 500m sont toutes hautement significatives et ont toutes un impact positif sur l'attractivité des couples nicheurs. Par contre, si les dix variables s'intéressant au nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple voisin dans un rayon de 50m à 500m sont positives, seules les variables dans un rayon de 50m et dans un rayon de 250m sont très hautement significatives. Celles dans un rayon de 100m, 150m, 200m et 300m sont hautement significatives.

Parmi les 80 variables liées aux arbres présents dans la prairie associée au site de nidification potentiel, 17 sont au moins hautement significatives. Il s'agit du nombre et de la densité de l'ensemble des arbres solitaires et au tronc dégagé ; du nombre, de la densité et de la surface terrière de l'ensemble des arbres et des arbres fruitiers ayant au moins une cavité naturelle ; du nombre d'arbres fruitiers ; du nombre et de la densité en Pommier et en Prunier ; ainsi que du nombre, de la densité, de la surface terrière et de la surface terrière cumulée des Pruniers ayant au moins une cavité naturelle. Tous ces facteurs ont un effet négatif.

Tableau III.ii.6 : Coefficients et p-Valeurs obtenus avec les régressions linéaires binomiales à une variable pour les sites potentiels de nidification à moins de 500m d'un couple nicheur. Légende : voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables et le tableau III.ii.3 pour le code couleur.

Variable	Coefficient	p-valeur	Variable	Coefficient	p-valeur
Cavites	-2,8820229102	8,86E-010	npr_400m	1,0390035299	0,0917446973
Nichoir	3,6664547214	2,68E-009	nvo_450m	2,0787803563	0,0001279182
Circ	-0,1149363352	0,0001714898	npr_450m	0,8612450646	0,197268338
N_nichoires	3,2679449569	1,27E-007	nvo_500m	1,9534751105	0,0004586142
D_Nichoires	1,7562002912	5,95E-006	npr_500m	0,7771225869	0,2525034879
N_cavites	-1,2562459636	0,0020370348	N_Tot	-0,8247492749	0,005926266
D_Cavites	-2,0693375694	7,46E-005	D_Tot	-0,8124014824	0,0078576728
Dist_bst_m	-0,9080368319	0,0010375231	g_Tot_Ca	-1,7315410848	0,0726331911
Dist_bstx	-0,7735879431	0,0036754916	G_Tot_Ca	-6,499601311	0,0006813784
Dist_bt_m	-1,2167714129	0,0008029442	N_Tot_Ca	-1,5855059857	0,0008729908
Dist_frt_m	0,7652174776	0,0982067198	D_Tot_Ca	-2,5289978455	3,58E-005
Dist_fri_m	0,969691209	0,0834327812	N_Fruitiers	-0,6641983247	0,0068750176
Dist_rt_m	-1,0813751779	0,0001540552	G_Fruitiers_Ca	-6,2673140581	0,0028027546
nvo_050m	3,3707485454	0,0001952906	N_Fruitiers_Ca	-1,6630521983	0,0008352212
npr_050m	3,3355740796	0,0006838253	D_Fruitiers_Ca	-2,1040386034	0,0002219346
nvo_100m	4,0848138423	7,30E-009	g_Bocagers	-1,0866808227	0,2306493816
npr_100m	2,4288062703	0,0014017657	G_Bocagers	-3,327028452	0,0493310154
nvo_150m	3,7226638053	6,31E-009	D_Bocagers	-1,4850113987	0,0223714091
npr_150m	2,1636167148	0,0011427403	g_PM	-6,3317224005	0,0128049071
nvo_200m	3,1168151261	1,03E-007	N_PM	-1,4274892225	0,0011229651
npr_200m	1,9816674341	0,0014347027	D_PM	-1,4256838391	0,0024324891
nvo_250m	2,6092627727	8,96E-007	N_PU	-0,9097145761	0,0047568654
npr_250m	2,0724077811	0,000618914	D_PU	-0,9520562861	0,004439988
nvo_300m	2,4984847406	2,47E-006	g_PU_Ca	-8,3681305198	0,0089092724
npr_300m	1,7057451524	0,0043066658	G_PU_Ca	-12,1034291936	0,0039740843
nvo_350m	2,1519528984	2,17E-005	N_PU_Ca	-1,6545952645	0,0056259663
npr_350m	1,1571072191	0,0552158549	D_PU_Ca	-2,0238554311	0,0024963553
nvo_400m	2,1231971519	3,84E-005			

La création de modèles après sélection de variables en utilisant la méthode des forêts aléatoires a amené à une classification explicative à 10 variables (Tab. III.ii.7) et à une classification prédictive à 5 variables (Tab. III.ii.8). La classification explicative ressemble à celui conçu pour l'ensemble des sites de

nidification potentiels inventoriés (Tab. [III.ii.4](#)). Par rapport au précédent, le modèle explicatif conçu sur les sites de nidification potentiels dans un rayon de 500m autour d'un couple nicheur prend en compte, en plus, la *plus petite distance à une zone boisée*, mais pas le *nombre de couples voisins dans un rayon de 250m et de 300m*. Parmi ces 10 variables, 5 ont un effet positif, la *présence d'un nichoir accroché au site de nidification potentiel*, l'*éloignement par rapport aux zones boisées*, le *nombre de couples voisins dans un rayon de 100m, de 150m et de 400m*.

Tableau III.ii.7 : Modèle explicatif pour les sites de nidification potentiels inventoriés à moins de 500m d'un couple nicheur (n=266). Voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error
(Intercept)	-6,23647478	1,8727656784
Nichoir	4,1824869533	0,7586389018
Surf_ha	-1,1103172896	1,1954079993
D_Nichoirs	-1,4761974958	0,7375783131
Dist_frt_m	0,7471168261	0,6467698291
nvo_100m	1,2645318459	1,7748980002
nvo_150m	3,9738942851	2,5239155627
nvo_200m	-0,305712177	2,141025538
nvo_350m	-0,5251695152	2,7750807114
nvo_400m	0,4345935511	3,4802555719
nvo_500m	-0,6387023887	2,1673752815
Residual deviance = 139.32		
AIC = 161.32		

Le modèle prédictif prend en compte 1 variable liée à la *présence d'un nichoir accroché au site de nidification potentiel*, 1 variable liée aux cavités dans la prairie associée, le *nombre de nichoirs*, 2 variables liées à la situation paysagère, les *plus petites distances à un site de nidification de la Chevêche d'Athéna et à une zone boisée*, ainsi que 1 variable liée aux haies, la *longueur relative en haies d'espèces indigènes*.

Tableau III.ii.8 : Modèle prédictif pour les sites de nidification potentiels inventoriés à moins de 500m d'un couple nicheur (n=266). Voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error
(Intercept)	-10,7060749863	3,2517089511
Nichoir	3,6020965067	0,6632484596
N_nichoirs	1,5567882143	0,9934290842
Dist_CA_m	1,5942741225	0,9138825745
Dist_frt_m	0,989193734	0,5909200144
haie_ind_m_hm	-0,5548993286	0,3742588487
Residual deviance = 142.9657		
AIC = 166.9657		

Tout comme pour l'ensemble des sites de nidification potentiels, les analyses par classification en arbre ont donné une classification explicative (Fig. [III.ii.6](#)) et une classification prédictive (Fig. [III.ii.7](#)). Le premier critère est toujours le même pour ces deux classifications, soit la *présence d'un nichoir* qui a un effet positif. La classification explicative ressemble fort à celle proposée pour l'ensemble des sites de nidification potentiels inventoriés (Fig. [III.ii.2](#)). Deux critères l'en différencie. Tout d'abord, la valeur de référence pour la *longueur en écran ligneux* est de 36m et plus de 30m. Ensuite, le critère de la *présence d'une Mésange charbonnière* remplace celui de la *surface terrière en Merisier* supérieure à 0,21m²/ha.

Comme pour la classification explicative, la classification prédictive ressemble fort à celle conçue sur les 372 sites de nidification potentiels recensés. Les différences ne s'observent qu'après le critère de

la longueur relative des haies indigènes de 38m par 100m de clôture (Fig. III.ii.3 & III.ii.7). La valeur de la plus petite distance à un bâtiment augmente de 20m à 24m et celle à une route ou un chemin de 5,3m à 12m. Ensuite, le critère de la surface terrière cumulée en Poirier inférieure à 0,011m² est remplacé par le nombre de nichoirs dans la prairie, égale à 1, et le critère de la surface terrière de l'ensemble des arbres supérieur à 0,51m²/ha est remplacé par le critère d'une gestion par pâturage bovin.

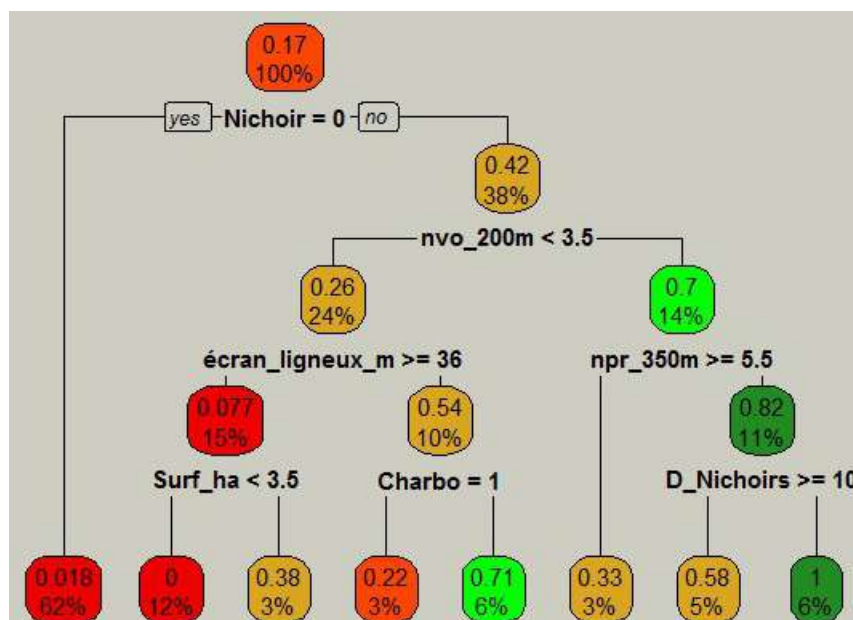


Figure III.ii.6 : Classification explicative de la probabilité d'occupation d'une cavité dans un rayon de 500m autour d'un couple nicheur (n=266). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations et la figure III.ii.2 pour la légende.

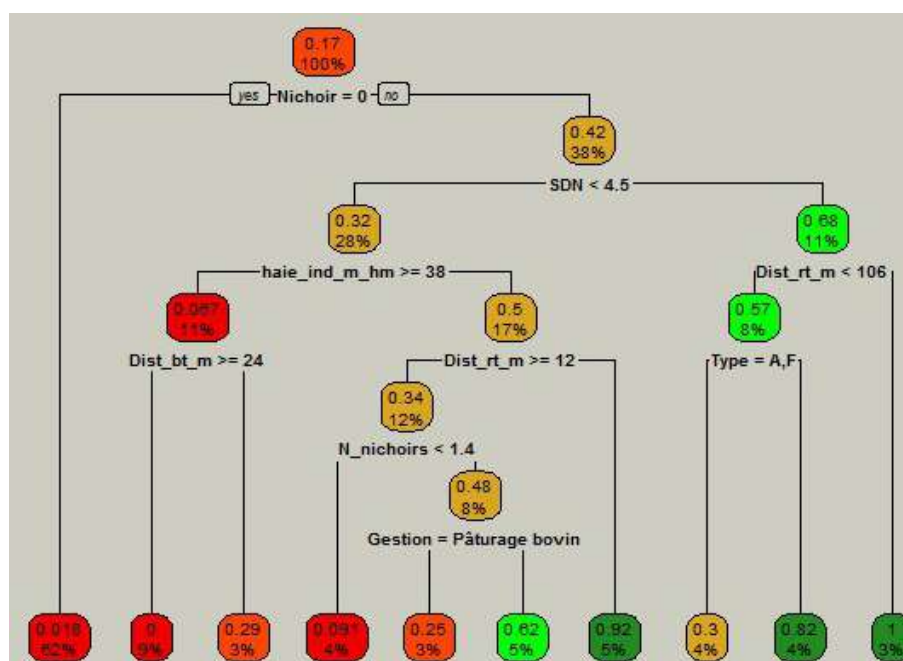


Figure III.ii.7 : Classification prédictive de la probabilité d'occupation d'une cavité dans un rayon de 500m autour d'un couple nicheur (n=266). Les facteurs plus petite distance à une forêt, à une culture et à un site de nidification de la Chevêche d'Athéna ont été supprimés ici (distance prise en compte = 746 et 818m, 403m et 521m respectivement). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations et la figure III.ii.2 pour la légende.

Les résultats obtenus pour la probabilité de présence en fonction de la gestion appliquée dans la prairie associée au site de nidification potentiel sont présentés à la figure III.ii.4B. On peut noter ici que la probabilité de présence en gestion par pâturage bovin est significativement inférieure à celle en gestion par fauchage.

Lorsqu'on s'intéresse à la probabilité de présence en fonction de la *santé de l'arbre et du type de cavité*, les chiffres présentés à la figure [III.ii.5B](#) montrent des résultats similaires à ceux obtenus pour l'ensemble des sites de nidification potentiels recensés (Fig. [III.ii.5A](#)). La probabilité de présence est nettement supérieure pour un nichoir accroché à un arbre vivant ou sur un autre élément que pour un arbre vivant avec au moins une cavité naturelle ou pour un arbre mort, que ce soit avec un nichoir ou avec au moins une cavité naturelle.

Résumé : Lorsque les analyses prennent en compte uniquement les cavités situées à moins de 500m d'un couple nicheur, soit un rayon large autour des colonies étudiées, il ressort que le choix de la cavité dépend surtout de la présence d'un nichoir et de couples voisins, mais aussi de la situation paysagère dans une moindre mesure. La proximité avec les basses-tiges, les bâtiments et les routes est recherchée.

3.2.2.3) Pour les cavités recensées à moins de 200m d'un couple nicheur

Cette partie décrit les différents résultats (régressions à une variable, modèles, classifications en arbre, comparaison des moyennes) pour le choix du site de nidification lorsque seules les cavités inventoriées dans un rayon de 200m autour de couples nicheurs sont prises en compte. Les analyses se font donc dans un rayon restreint autour des colonies étudiées.

Tableau III.ii.9 : Coefficients et p-Valeurs obtenus avec les régressions linéaires binomiales à une variable pour les sites potentiels de nidification à moins de 200m d'un couple nicheur (n=150). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et le tableau [III.ii.3](#) pour le code couleur.

Variable	Coefficient	p-valeur	Variable	Coefficient	p-valeur
Cavités	-2,5113574947	1,95E-007	npr_400m	-2,202456439	0,0062286747
Nichoir	3,2985765209	1,77E-007	nvo_450m	-0,8465940727	0,276584084
Circ	-0,0842485135	0,0127633733	npr_450m	-2,426434325	0,0049400564
N_nichoirs	2,0390381961	1,81E-003	nvo_500m	-1,0036029832	0,2011780834
D_Nichoirs	1,0053540772	1,04E-002	npr_500m	-2,5122343551	0,0039067861
N_cavités	-0,9881832251	0,0181958081	N_Tot	-0,6489269714	0,0573240835
D_Cavités	-1,924775332	4,56E-004	D_Tot	-0,8668511094	0,0173207229
Dist_bst_m	-0,7733329659	0,0117295341	g_Tot_Ca	-0,9365073873	0,3262047252
Dist_bsttx	-0,6388457883	0,0209630407	G_Tot_Ca	-5,3313881043	0,0075184895
Dist_bt_m	-0,4003767352	0,3428758776	N_Tot_Ca	-1,2344944998	0,0130273522
Dist_frt_m	0,5059255624	0,3796977955	D_Tot_Ca	-2,3304917746	2,83E-004
Dist_fri_m	0,103547315	0,86673654	N_Fruitiers	-0,5791342919	0,0424150704
Dist_rt_m	-0,823308762	0,0088977296	G_Fruitiers_Ca	-6,1455410124	0,0051893528
nvo_050m	1,1482003875	0,2133998132	N_Fruitiers_Ca	-1,5896446045	0,0035393158
npr_050m	0,3581358378	0,7302776295	D_Fruitiers_Ca	-2,2037077297	0,0003410929
nvo_100m	1,8862949188	1,32E-002	g_Bocagers	0,0666500911	0,9459538482
npr_100m	-1,0138851979	0,2487949827	G_Bocagers	-1,8708143699	0,249114914
nvo_150m	1,4108016267	6,20E-002	D_Bocagers	-0,9794849545	0,1367144659
npr_150m	-1,3652807481	0,0982742067	g_PM	-5,3068950708	0,0583507956
nvo_200m	0,3080722653	6,96E-001	N_PM	-1,1647621973	0,0165150346
npr_200m	-1,6870116544	0,0373116954	D_PM	-1,1402329827	0,0248117678
nvo_250m	-0,1595989835	8,30E-001	N_PU	-0,8271590357	0,0277474096
npr_250m	-1,1343994176	0,140577502	D_PU	-0,9014273638	0,019443114
nvo_300m	-0,2782430071	7,11E-001	g_PU_Ca	-8,4372355097	0,0225531457
npr_300m	-1,4240893453	0,0626636845	G_PU_Ca	-14,1509399219	0,0037170926
nvo_350m	-0,5637982188	4,25E-001	N_PU_Ca	-1,8311426609	0,0078824982
npr_350m	-2,0769749096	0,0083834515	D_PU_Ca	-2,3735104173	0,0018378323
nvo_400m	-0,5518920862	4,38E-001			

Les régressions linéaires binomiales à une variable montrent 17 variables hautement significatives, dont 5 très hautement significatives (Tab. [III.ii.9](#)). Celles-ci correspondent à la présence d'un nichoir ou d'au moins une cavité naturelle au niveau du site de nidification potentiel, le nombre par hectare d'arbres avec au moins une cavité naturelle et d'arbres fruitiers ayant au moins une cavité naturelle, ainsi que le nombre par hectare de cavités naturelles dans la prairie associée au site de nidification

potentiel. Tous ces facteurs ont un effet négatif, à l'exception de la *présence d'un nichoir*.

Parmi les variables hautement significatives, le *nombre de nichoirs dans la prairie associée au site de nidification potentiel* et la *proximité des routes* ont un effet positif. Seules 4 variables liées au voisinage sont hautement significatives et ont ici un effet négatif. Il s'agit uniquement du *nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple dans un rayon de 350 à 500m*.

Enfin, concernant les arbres, un effet négatif hautement significatif est observé pour la *surface terrière de tous les arbres ayant au moins une cavité naturelle*, le *nombre et la surface terrière des arbres fruitiers ayant au moins une cavité naturelle*, ainsi que le *nombre, la densité et la surface terrière des Pruniers ayant au moins une cavité naturelle*. Ainsi, les variables liées aux arbres, celles hautement significatives, concernent des variables prenant en compte uniquement des arbres montrant une ou plusieurs cavités naturelles.

Tableau III.ii.10 : Modèle explicatif à plusieurs variables pour les sites de nidification potentiels inventoriés à moins de 200m d'un couple nicheur (n=150). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error
(Intercept)	-2,3131054458	1,0349367054
Nichoir	3,3166954872	0,6370777951
nvo_200m	1,5657024289	1,3468445539
nvo_350m	-1,406488564	2,0825477604
nvo_500m	-0,6570527663	1,6822473632
Residual deviance = 130.9194		
AIC = 140.9194		

La création de modèles à partir de variables sélectionnées par la méthode des *forêts aléatoires* a amené à une classification explicative à 4 variables (Tab. III.ii.10) et à une classification prédictive à 5 variables (Tab. III.ii.11). Le modèle prédictif prend en compte 1 variable liée à la *présence d'un nichoir accroché au site de nidification potentiel* et 3 variables liées au voisinage, le *nombre de couples voisins dans un rayon de 200m, de 350m et de 500m*. Seules les deux premières variables ont un effet positif.

Tableau III.ii.11 : Modèle prédictif à plusieurs variables pour les sites de nidification potentiels inventoriés à moins de 200m d'un couple nicheur (n=150). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error
(Intercept)	-3,6477163131	2,2217024708
Nichoir	3,5928203921	0,6554857291
Charbo	-1,2808858472	0,548194041
Dist_bst_m	-0,5931140597	0,3575366798
Dist_frt_m	0,7766156924	0,787613137
sur_m_hm	-1,9225306436	3,116465823
Residual deviance = 123.5918		
AIC = 135.5918		

Le modèle prédictif prend aussi en compte 1 variable liée à la *présence d'un nichoir accroché au site de nidification potentiel*, mais il comprend ici 1 variable liée à la *présence de la Mésange charbonnière*, 2 variables liées à la situation paysagère, les *plus petites distances à des basses-tiges* et à *une zone boisée*, et 1 variable liée aux haies, la *longueur relative en sureau*. La *présence de la Mésange charbonnière* et la *longueur relative en haies de Sureau noir* ont un effet négatif.

Deux classifications ont été dessinées en restreignant l'étude à un rayon de 200m autour de

couples nicheurs. La *présence d'un nichoir* est toujours le premier critère pour les deux classifications. La classification explicative comporte 8 critères (Fig. III.ii.8), soit 1 de plus que pour les deux arbres explicatifs précédents. Ces 8 critères regroupent 2 critères liés au voisinage, le *nombre de couples voisins dans un rayon de 500m* étant utilisé deux fois, 1 critère lié aux arbres, la *surface terrière cumulée en Frêne*, 1 critère lié aux haies, la *longueur en alignement d'arbres*, 1 critère lié à la situation paysagère, la *plus petite distance à de l'eau en surface*, 1 critère lié à la *présence d'une autre espèce d'oiseaux dans la cavité* et 2 critères liés aux nichoirs, un concernant la *présence d'un nichoir sur le site de nidification potentiel* et un concernant la *densité en nichoirs dans la prairie associée à ce site de nidification potentiel*.

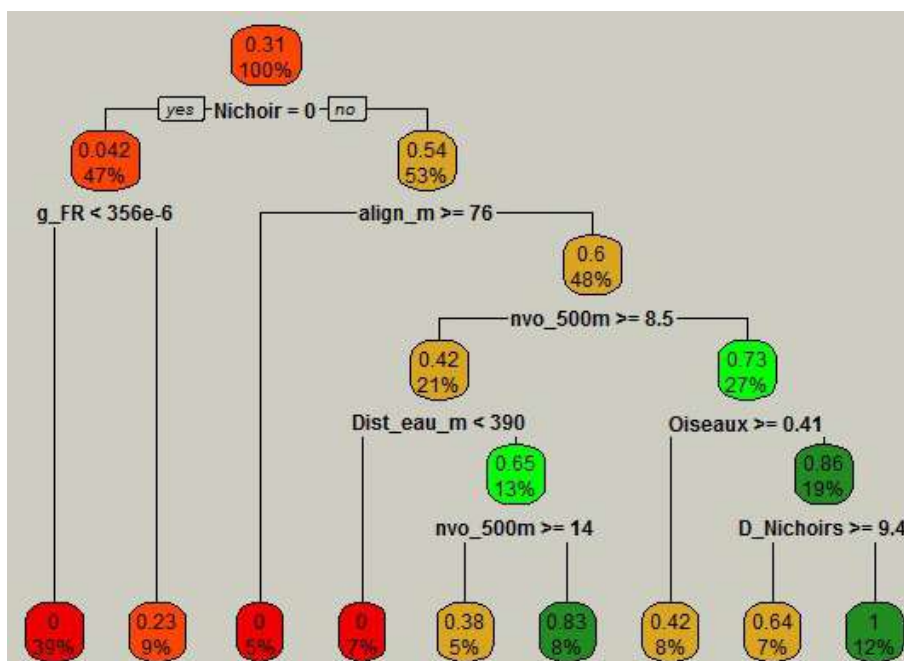


Figure III.ii.8 : Classification explicative de la probabilité d'occupation d'une cavité dans un rayon de 200m autour d'un couple nicheur (n=150). Le facteur plus petite distance à une zone boisée a été supprimé (distance prise en compte = 818m). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations et la figure III.ii.2 pour la légende.

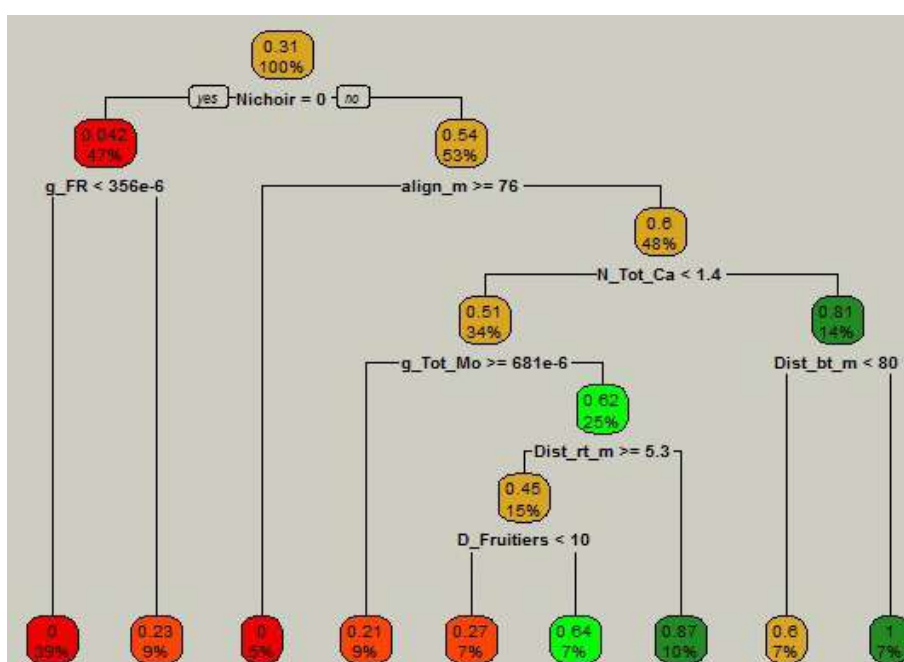


Figure III.ii.9 : Classification prédictive de la probabilité d'occupation d'une cavité dans un rayon de 200m autour d'un couple nicheur (n=150). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations et la figure III.ii.2 pour la légende.

La classification prédictive comporte 8 critères et les trois premiers critères sont les mêmes que pour la classification explicative (Fig. [III.ii.9](#) & [III.ii.8](#)). Le nombre de critères liés aux arbres est ici de 4. Le nombre d'arbres ayant au moins une cavité naturelle remplace le nombre de couples voisins dans un rayon de 500m, la surface terrière cumulée en arbres morts et la densité en arbres fruitiers apparaissent. La plus petite distance à de l'eau en surface disparaît, contrairement à la plus petite distance à une route et à un bâtiment. La présence d'une autre espèce d'oiseaux et la densité en nichoirs dans la prairie ne sont plus pris en compte.

La figure [III.ii.4C](#) montre que la probabilité de présence en gestion par fauchage est significativement supérieure à celle en pâturage bovin.

Selon la figure [III.ii.5C](#), la probabilité de présence est nettement supérieure pour un nichoir accroché à un arbre vivant ou sur un autre élément que pour un arbre vivant avec au moins une cavité naturelle qui a une probabilité de présence légèrement supérieure à celle pour les arbres morts avec au moins une cavité naturelle.

Résumé : Lorsque les analyses prennent en compte uniquement les cavités situées à moins de 200m d'un couple nicheur, soit un rayon restreint autour des colonies étudiées, il ressort que la présence d'un nichoir est primordiale. La probabilité d'occupation est aussi plus grande lorsqu'il y a une route à proximité, peu de haies et beaucoup d'arbres.

3.2.2.4) Comparaison des résultats suivant la restriction du périmètre d'étude

Les différentes analyses réalisées sur l'ensemble des sites de nidification potentiels recensés et ceux situés dans un rayon de 500m et de 200m autour d'un couple nicheur ayant toutes le même but, une comparaison des résultats est présentée ici.

Pour toutes les variables liées au voisinage, à la situation paysagère, aux cavités présentes dans la prairie associée et aux caractéristiques de base du site de nidification (type et nombre de cavités, circonférence de l'arbre correspondant), les significativités diminuent d'un facteur supérieur à 10 en restreignant la zone d'étude à un rayon de 500m ou de 200m autour de couples nicheurs. Seules les significativités de la densité en cavités et en nichoirs, ainsi que de la plus petite distance à un bâtiment dans un rayon de 500m diminuent d'un facteur inférieur à 10 (Tab. [III.ii.12](#)). La significativité n'augmente que pour certaines variables liées aux arbres, surtout pour celles liées au Prunier, mais l'augmentation de la significativité n'est supérieure à un facteur 10 que pour la densité en Pruniers ayant au moins une cavité naturelle dans un rayon de 200m autour d'un couple nicheur.

En ce qui concerne la valeur et le signe des coefficients obtenus, pratiquement toutes les variables gardent le même signe. Un changement de signe n'est observé que dans un rayon de 200m autour de couples nicheurs et concerne uniquement la plupart des variables liées au voisinage, à l'exception de la surface terrière cumulée en arbres de type bocager (Tab. [III.ii.12](#)). A noter que pour le nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur dans un rayon de 450m et 500m, la valeur absolue du coefficient devient plus grande en restreignant l'analyse aux cavités dans un rayon de 200m

Tableau III.ii.12 : Comparaison des p-Valeurs et des coefficients des variables ayant obtenu une p-Valeur inférieure ou égale à 1% pour au moins une des trois analyses (l'ensemble des sites de nidification potentiels (n=372), ceux à moins de 500m d'un couple nicheur (n=266), ou ceux à moins de 200m d'un couple nicheur (n=150)). Légende : voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

Variable	Comparaison des p-Valeurs		Comparaison coefficients	
	Tot/500	Tot/200	500/Tot	200/Tot
Cavites	0,0041102807	1,87019E-005	0,8894670502	0,7750700853
Nichoir	0,0142669443	0,0002161447	0,9046896526	0,8139165143
Circ	0,0051479658	6,91685E-005	0,791479498	0,5801557101
N_nichoirs	0,0001324141	9,29132E-009	0,8071917735	0,5036482803
N_cavites	0,0038467221	2,19116E-006	0,8068281996	0,4618767142
D_cavites	0,1161085516	0,0129984425	0,7895821406	0,6210979766
D_Nichoirs	0,1861181997	0,0304193648	0,8667045492	0,8061572752
Dist_bst_m	0,0007139289	6,31498E-005	0,6987397779	0,5950843466
Dist_bsttx	0,0033027878	0,0005790843	0,6894126752	0,569332017
Dist_bt_m	0,6842561814	0,001602386	1,0406973999	0,3424398559
Dist_frt_m	0,0133329597	0,0034484958	0,4745155954	0,3137272429
Dist_fri_m	0,001682393	0,0001619485	0,4442511936	0,047438832
Dist_rt_m	0,02307385	0,0003995004	0,8226532241	0,6263299004
nvo_050m	0,0068812928	6,29734E-006	0,7641069655	0,2602828132
npr_050m	0,0021264508	1,99119E-006	0,7118869444	0,0764342872
nvo_100m	0,000109324	6,02469E-011	0,8198906518	0,3786110286
npr_100m	0,0006561367	3,69682E-006	0,6682166468	-0,278941542
nvo_150m	6,20438E-005	6,31193E-012	0,8264076779	0,3131889843
npr_150m	0,0002898614	3,37053E-006	0,662393942	-0,417982395
nvo_200m	6,96745E-005	1,03532E-011	0,8085228885	0,0799160257
npr_200m	0,0001985278	7,63376E-006	0,6521025366	-0,555140868
nvo_250m	7,96421E-005	8,60477E-011	0,792034401	-0,048445824
npr_250m	0,0001212476	5,33811E-007	0,674315207	-0,369108235
nvo_300m	9,40963E-005	3,26951E-010	0,7880578494	-0,087761827
npr_300m	0,0001368637	9,40618E-006	0,6161347897	-0,514397469
nvo_350m	8,82336E-005	4,49982E-009	0,7595311188	-0,198992409
npr_350m	0,0001641668	0,0010812506	0,487961233	-0,875876687
nvo_400m	9,81397E-005	8,60465E-009	0,7594935891	-0,197418549
npr_400m	0,0001342275	0,0019770913	0,4487707557	-0,951294208
nvo_450m	9,73694E-005	0,000000045	0,75055219	-0,305666269
npr_450m	0,0001113177	0,0044451846	0,3724568919	-1,049343821
nvo_500m	9,35325E-005	2,13221E-007	0,731346663	-0,375731274
npr_500m	0,0001051266	0,0067945452	0,340792114	-1,101691897
N_Tot	4,2063333747	0,4348582497	1,1826760995	0,9305499777
D_Tot	7,9777147722	3,6191487492	1,4220590783	1,5173698183
g_Tot_Ca	0,1375789977	0,0306335281	0,6679586866	0,361266764
G_Tot_Ca	0,109960282	0,0099653745	0,8163419914	0,6696158385
N_Tot_Ca	0,1351831709	0,0090589141	0,8031438935	0,6253377332
D_Tot_Ca	0,2636391517	0,0333617796	0,8758136636	0,8070693072
N_Fruitiers	5,7601757126	0,9336612861	1,3174049583	1,1486846013
G_Fruitiers_Ca	1,6017185062	0,8650835812	1,0319214083	1,011871318
N_Fruitiers_Ca	2,0029061989	0,472653411	1,0488073752	1,0025127214
D_Fruitiers_Ca	2,2186824972	1,4436018939	1,0503607884	1,1001167871
g_Bocagers	0,038103042	0,0092905622	0,4846553971	-0,02972568
G_Bocagers	0,0365475668	0,007237337	0,6577914916	0,3698813499
D_Bocagers	0,1657571315	0,0271238349	0,7696313695	0,5076340475
g_PM	0,6512153135	0,1429072481	0,934026245	0,782848483
N_PM	2,1369781807	0,1453071035	1,0549830472	0,8608151661
D_PM	1,9534771864	0,1915144473	1,0630914067	0,8502389186
N_PU	9,850528528	1,6887211837	1,4563473237	1,3241854969
D_PU	9,5135969878	2,1725046808	1,4196990401	1,344201579
g_PU_Ca	6,1619562479	2,4341857817	1,4131003774	1,4247699238
G_PU_Ca	7,2718701768	7,7746313475	1,3537338214	1,5827420205
N_PU_Ca	8,15353749	5,8194148901	1,4028060307	1,5524871991
D_PU_Ca	9,1092245508	12,373196653	1,3235124762	1,5521714651

Forte augmentation de la significativité	Diminution de la significativité	Mêmes signes et plus important	Signes différents et plus important
Augmentation de la significativité	Forte diminution de la significativité	Mêmes signes et moins important	Signes différents et moins important

autour d'un couple nicheur, en plus de changer de signe. A part pour ces deux derniers critères, la valeur absolue du coefficient diminue, tout comme pour toutes les variables gardées liées à la situation paysagère, aux cavités naturelles et artificielles dans la prairie associée au site de nidification potentiel, ainsi qu'aux caractéristiques de base de ce dernier.

En ce qui concerne les variables liées aux arbres, la valeur absolue du coefficient augmente un peu plus souvent qu'il ne diminue. Il est intéressant de noter que pour ces derniers critères, la valeur absolue du coefficient diminue assez souvent en même temps que la significativité diminue.

3.2.3) Succès reproductif

Les analyses effectuées afin de comprendre les relations entre le succès reproductif et les variables environnementales ont été réalisées à partir du suivi par baguage de 46 nichoirs où au moins une tentative de nidification a été observée ou en 2018 ou en 2019. La zone de Saint-Jean-Sart comprend 25 de ces nichoirs, tandis que 21 se situent dans la zone d'Aubin-Neufchâteau. Dans 15 d'entre eux, uniquement un nid, ou un début de nid, a été observé. Par contre, 24 de ces nichoirs ont été occupés durant ces deux années. Au moins un jeune à l'envol sur les deux années a été observé dans 27 nichoirs, au moins un œuf non éclos a été observé dans 22 nichoirs et au moins un individu mort a été trouvé dans 13 nichoirs.

Pour les 4 aspects relatifs au succès reproductif, soit le nombre de jeunes à l'envol, le nombre d'individus retrouvés morts, le nombre d'œufs non éclos et l'indice général du succès reproductif, les statistiques de base sont présentées au tableau [III.ii.13](#). A noter que le nombre maximum d'individus retrouvés morts, soit 5, a été observé dans deux nichoirs, tandis que le nombre maximum d'œufs non éclos, 13, a été observé dans un seul nichoir.

Tableau III.ii.13 : Présentation du minimum, du premier quartile, de la médiane, de la moyenne, du troisième quartile et du maximum de pulli à l'envol, d'individus retrouvés morts, d'œufs non éclos et de l'indice général du succès reproductif par nichoir pour les années 2018 et 2019 ensembles (n=46).

	Minimum	1 ^{er} quartile	Médiane	Moyenne	3 ^{ème} quartile	Maximum
Pulli	0	0	3	4,8	6,75	25
Morts	0	0	0	0,72	1	5
Œufs	0	0	0	1,87	2,75	13
Succès	-11	0	0	2,22	4,5	23

Le lecteur désireux de se limiter aux résultats les plus intéressants peut directement se diriger au point [3.2.3.4](#) L'indice général du succès reproductif.

3.2.3.1) Le nombre de pulli à l'envol

Cette partie décrit les différents résultats (régressions à une variable, modèles, classifications en arbre, comparaison des moyennes) pour le succès reproductif en prenant en compte le nombre de pulli à l'envol. Ce dernier se réfère à une réussite.

Les régressions linéaires généralisées à une variable ne montrent que 3 variables pour lesquelles la relation est hautement significative (Tab. [III.ii.14](#)). Ces trois variables sont liées aux haies et ont un effet

négatif. A noter tout de même que cette analyse montre aussi 9 variables significatives, 1 liée aux haies, et 8 variables liées à des arbres et ayant un effet positif.

Tableau III.ii.14 : Coefficients et p-Valeurs obtenus avec les régressions linéaires généralisées à une variable pour le nombre de pulli à l'envol par nichoir sur deux ans (n=46). Légende : voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables et le tableau III.ii.3 pour le code couleur.

Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Circ	0,2299534344	0,1337838545	écran_ligneux_m	-2,484505926	0,0049206791
D_Nichoirs	0,4242785033	0,8654644339	écran_ligneux_m_hm	-3,576821454	0,0081118348
Dist_bst_m	0,8914484875	0,4674133391	g_Tot	5,7423743584	0,0555177879
Dist_bsttx	1,1892928616	0,2812175553	G_Tot	8,5830204085	0,0106530173
Dist_rt_m	0,5317006578	0,7285886435	N_Tot	1,6659256882	0,3353101229
npr_200m	-1,665969273	0,7364771541	D_Tot	2,720656494	0,1303590213
npr_250m	-1,155682241	0,4675299895	g_Fruitiers	6,117155905	0,0323240469
npr_350m	-1,538536627	0,2366910097	G_Fruitiers	7,9183036091	0,0165201077
npr_400m	-1,470707924	0,2263740401	N_Fruitiers	2,3965674548	0,1088988879
npr_450m	-1,460126734	0,2033639483	D_Fruitiers	2,8742904913	0,073428527
npr_500m	-1,465603207	0,1854780395	g_PR	9,3999053627	0,0181339317
gh_m	-2,329442509	0,0090467011	G_PR	9,6919376479	0,0213844638
gh_m_hm	-3,368942376	0,0145439248	N_PR	4,1841525994	0,0286711124

Tableau III.ii.15 : Modèle général pour le nombre de pulli à l'envol par nichoir sur deux ans (n=46). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-5,094647569	7,474966602	-0,6815612484	0,4990883147
Dist_eau_m	4,0041105612	2,9994358308	1,3349545672	0,1887576536

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 40.91641)

Null deviance: 1873.2 on 45 degrees of freedom

Residual deviance: 1800.3 on 44 degrees of freedom

AIC: 305.23

Number of Fisher Scoring iterations: 2

La création de modèles à partir de variables sélectionnées par la méthode des *forêts aléatoires* a amené à un modèle général pour le nombre de pulli à l'envol (Tab. III.ii.15). Celui-ci ne comprend qu'une variable, la plus petite distance à de l'eau en surface. L'éloignement a un effet positif, mais cette variable n'est pas significative.

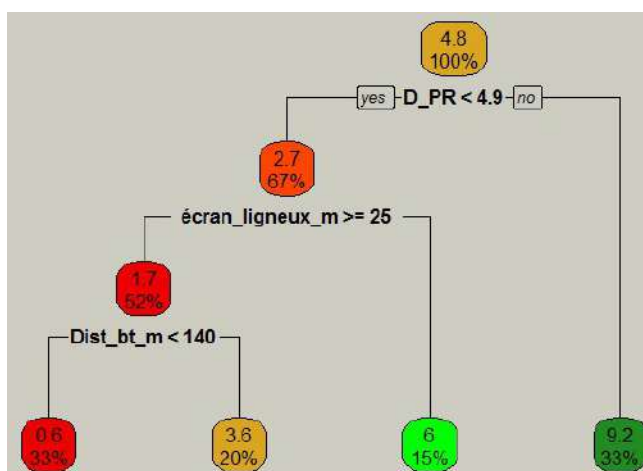


Figure III.ii.10 : classification générale du nombre de pulli à l'envol par nichoir sur deux ans (n=46). Les facteurs plus petite distance à de l'eau en surface et à un site de nidification de la Chevêche d'Athéna ont été supprimés (distance prise en compte = 621m et 576m). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations et la figure III.ii.2 pour la légende.

Les analyses par classification en arbre ont amené à une classification générale (Fig. [III.ii.10](#)). Celle-ci n'utilise que 3 variables, une liée aux arbres, une liée aux haies et une liée à la situation paysagère.

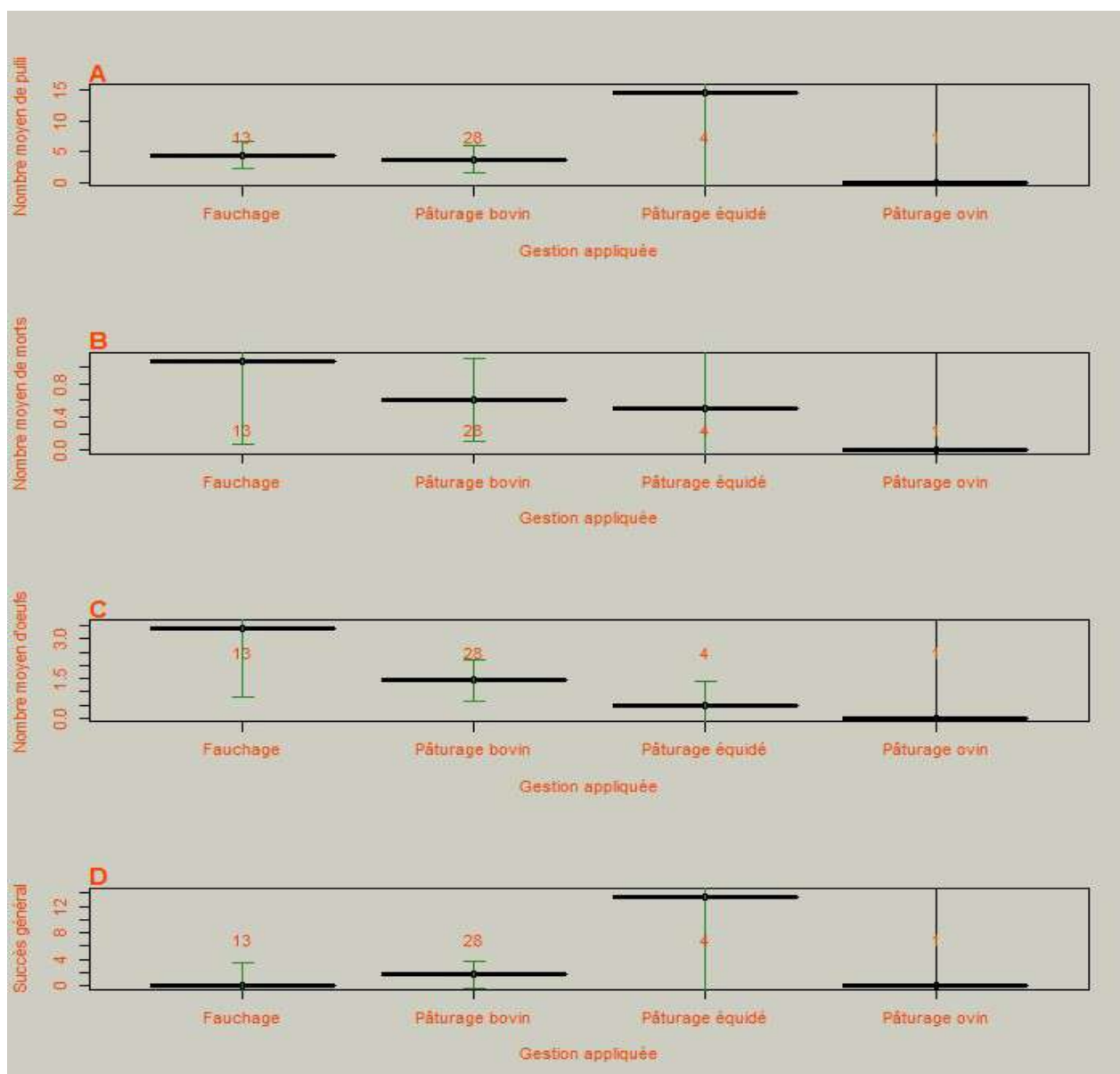


Figure III.ii.11 : Moyennes et intervalles de confiance pour l'influence de la gestion (fauchage, pâturage bovin, pâturage par équidés et pâturage ovin) sur (A) le nombre de pulli à l'envol, (B) le nombre d'individus retrouvés morts, (C) le nombre d'œufs non éclos et (D) l'indice général du succès reproductif par nichoir sur deux ans (n=46). Les nombres indiquent les observations pour les quatre catégories.

L'analyse de l'influence de la *gestion appliquée dans la prairie* sur le nombre de pulli à l'envol sur deux ans ne montre aucune différence significative entre la gestion par fauchage et celle par pâturage bovin (Fig. [III.ii.11A](#)).

En ce qui concerne l'influence de la *santé de l'arbre correspondant au site de nidification potentiel* et celle du *type de cavité* sur le nombre de pulli à l'envol sur deux ans, les résultats ne montrent aucune différence significative (Fig. [III.ii.12A](#)).

Résumé : Aucune variable environnementale n'explique clairement le nombre de pulli à l'envol. Mais, il y aurait une influence positive des Poiriers et négative des haies et de la proximité avec les cours d'eau et les plans d'eau.

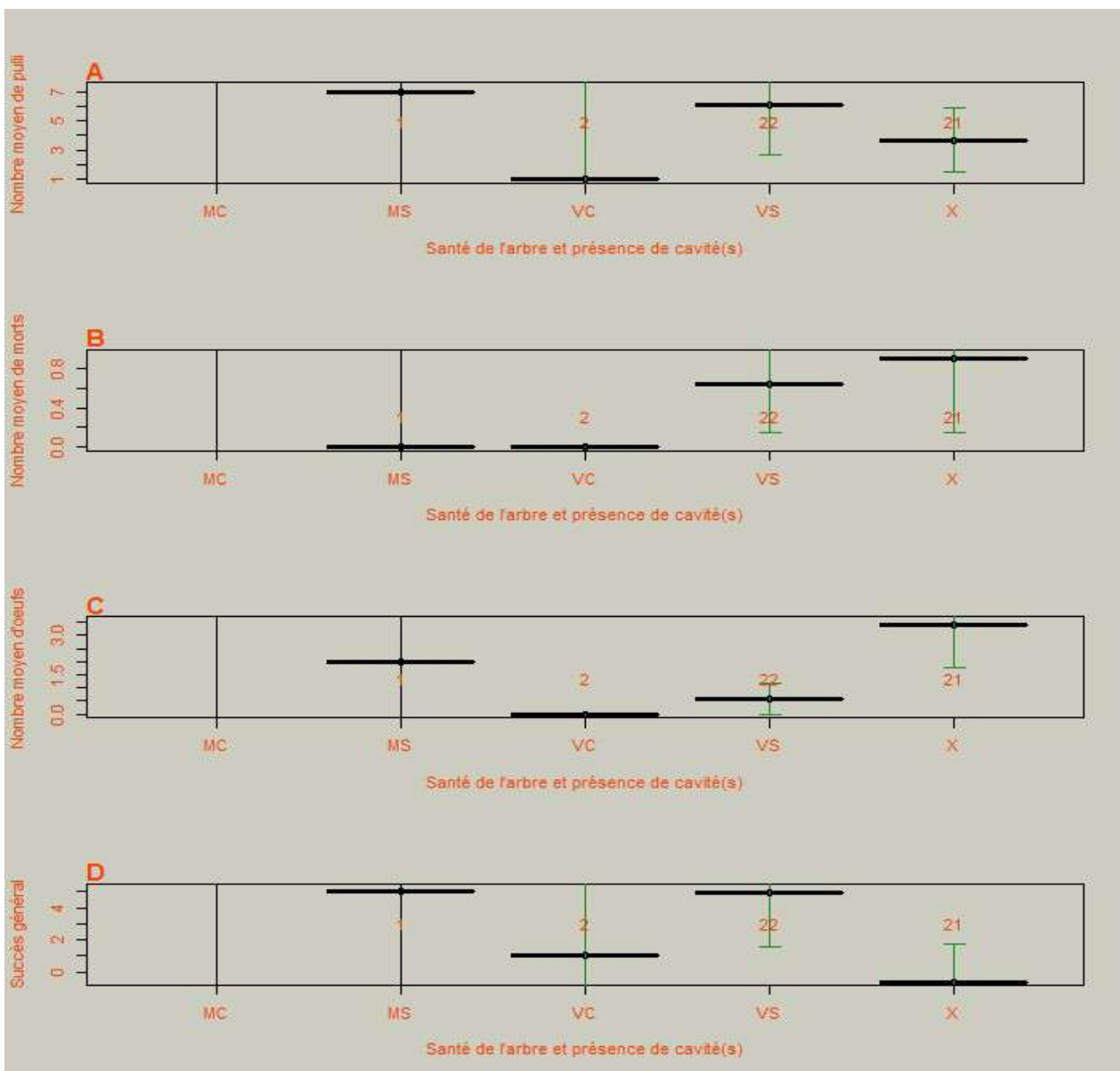


Figure III.ii.12 : Moyennes et intervalles de confiance pour l'influence de la santé de l'arbre et de la présence ou l'absence d'au moins une cavité naturelle, ou d'un nichoir (MC = arbre mort avec au moins une cavité naturelle, avec ou sans nichoir ; MS = arbre mort sans cavité naturelle, mais avec un nichoir ; VC = arbre vivant avec au moins une cavité naturelle, avec ou sans nichoir ; VS = arbre vivant sans cavité naturelle, mais avec un nichoir ; X = nichoir non accroché à un arbre solitaire au tronc dégagé) sur (A) le nombre de pulli à l'envol, (B) le nombre d'individus retrouvés morts, (C) le nombre d'œufs non éclos et (D) l'indice général du succès reproductif sur deux ans et par nichoir (n=46). Les nombres indiquent les observations pour les cinq catégories.

3.2.3.2) Le nombre d'individus retrouvés morts

Cette partie décrit les différents résultats (régressions à une variable, modèles, classifications en arbre, comparaison des moyennes) pour le succès reproductif en prenant en compte le nombre d'individus retrouvés morts. Ce dernier se réfère à un échec.

Parmi les variables analysées, 6 sont hautement significatives (Tab. III.ii.16). Elles se décomposent en 1 variable liée à la situation paysagère et en 5 variables liées au voisinage. Tout d'abord, la *proximité avec les basses-tiges intensives* augmente la probabilité de retrouver des individus morts dans le nichoir. A l'inverse, le nombre d'individus retrouvés morts dans un nichoir diminue avec l'augmentation du nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple dans un rayon de 200m, de 250m, de 400m, de 450m et de 500m.

Tableau III.ii.16 : Coefficients et p-Valeurs obtenus avec les régressions linéaires généralisées à une variable pour le nombre d'individus retrouvés morts par nichoir sur deux ans (n=46). Légende : voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables et le tableau III.ii.3 pour le code couleur.

Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Circ	-0,034647157	0,2871916738	écran_ligneux_m	0,2047010814	0,2904337575
D_Nichoirs	0,361684516	0,4923770003	écran_ligneux_m_hm	0,3292801329	0,2633677327
Dist_bst_m	-0,61821113	0,0136599615	g_Tot	-0,127081686	0,8439876241
Dist_bsttx	-0,587296235	0,0091928623	G_Tot	-0,908773213	0,2125815179
Dist_rt_m	-0,433983658	0,1750311497	N_Tot	-0,237296015	0,5164633884
npr_200m	-2,468433563	0,005810564	D_Tot	-0,501211815	0,1877937097
npr_250m	-2,322632844	0,0060680389	g_Fruitiers	-0,92237922	0,1309502586
npr_350m	-2,097543565	0,0120792819	G_Fruitiers	-1,072377218	0,1312090225
npr_400m	-2,678230995	0,0033914101	N_Fruitiers	-0,595611913	0,0573895219
npr_450m	-2,751858083	0,00221492	D_Fruitiers	-0,635906489	0,0599140378
npr_500m	-2,736090309	0,0018958535	g_PR	-1,194105632	0,1632845163
gh_m	0,2355398367	0,2246944646	G_PR	-1,124776231	0,2151812141
gh_m_hm	0,3835913632	0,1979966333	N_PR	-0,71513796	0,0790800358

Pour estimer le nombre d'individus retrouvés morts dans un nichoir sur deux ans, la création de modèles à partir de variables sélectionnées par la méthode des *forêts aléatoires* a amené à un modèle explicatif (Tab. III.ii.17) et à un modèle prédictif (Tab. III.ii.18), tous deux à une seule variable hautement significative diminuant le nombre d'individus retrouvés morts. Le modèle explicatif prend en compte le *nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple voisin dans un rayon de 450m*, tandis que le modèle prédictif prend en compte la *plus petite distance à des basses-tiges*.

Tableau III.ii.17 : Modèle explicatif pour le nombre d'individus retrouvés morts par nichoir sur deux ans (n=46). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	2,6270395412	0,615171724	4,2704165984	0,0001025222	***
npr_450m	-2,7518580834	0,8467037865	-3,2500835917	0,00221492	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 1.527152)
 Null deviance: 83.326 on 45 degrees of freedom
 Residual deviance: 67.195 on 44 degrees of freedom
 AIC: 153.97
 Number of Fisher Scoring iterations: 2

Tableau III.ii.18 : Modèle prédictif pour le nombre d'individus retrouvés morts par nichoir sur deux ans (n=46). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	2,1058406448	0,542996805	3,8781823859	0,0003475891	***
Dist_bsttx	-0,5872962348	0,215524712	-2,7249600729	0,0091928623	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 1.620329)
 Null deviance: 83.326 on 45 degrees of freedom
 Residual deviance: 71.294 on 44 degrees of freedom
 AIC: 156.7
 Number of Fisher Scoring iterations: 2

Pour le nombre d'individus retrouvés morts dans un nichoir sur deux ans, les analyses par classification en arbre ont donné deux classifications (Fig. III.ii.13 & III.ii.14). La classification explicative se construit avec 3 critères : 1 lié au voisinage et 2 liées à la situation paysagère (Fig. III.ii.13).

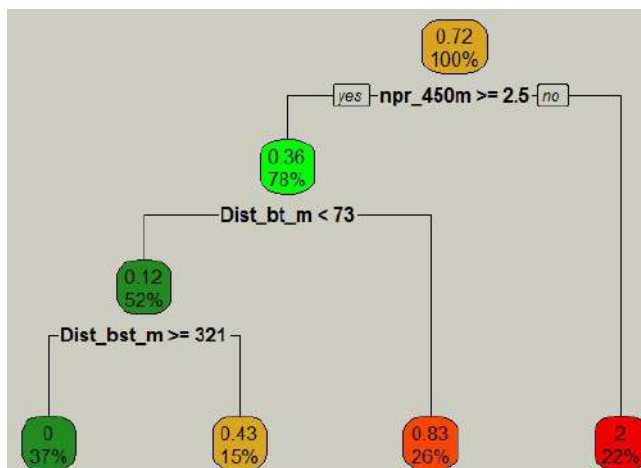


Figure III.ii.13 : classification explicative du nombre d'individus retrouvés morts par nichoir sur deux ans (n=46). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations et la figure III.ii.2 pour la légende.

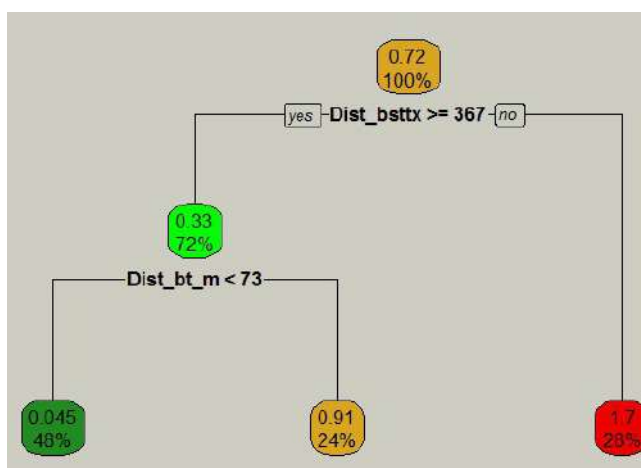


Figure III.ii.14 : classification prédictive du nombre d'individus retrouvés morts par nichoir sur deux ans (n=46). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations et la figure III.ii.2 pour la légende.

La figure III.ii.14 présente la classification prédictive. Celui-ci n'utilise que deux variables, toutes deux étant paysagères.

En ce qui concerne l'influence de la *gestion*, les résultats présentés à la figure III.ii.11B ne montrent aucune différence significative.

Enfin, il n'y a aucune différence significative entre les nichoirs accrochés à un arbre vivant sans cavité et ceux accrochés à un autre élément qu'un arbre solitaire au tronc dégagé (Fig. III.ii.12B).

Résumé : Le nombre d'individus retrouvés morts est d'autant plus faible que le nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur dans un rayon de 450m est élevé et que le nichoir est loin de basses-tiges intensives.

3.2.3.3) Le nombre d'œufs non éclos

Cette partie décrit les différents résultats (régressions à une variable, modèles, classifications en arbre, comparaison des moyennes) pour le succès reproductif en prenant en compte le nombre d'œufs non éclos. Ce dernier se réfère à un échec.

Parmi les 97 variables analysées, 11 sont hautement significatives, dont 5 très hautement significatives (Tab. III.ii.19). Ces 11 variables comptent 1 variable liée aux caractéristiques de base du site de nidification potentiel, 1 liée aux cavités dans la prairie, 3 liées à la situation paysagère, 5 liées au voisinage et 1 liée au nombre d'arbres présents dans la prairie. Les 5 variables très hautement

significatives sont la *proximité avec des basses-tiges intensives*, le *nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur dans un rayon de 200m, 400m, 450m et de 500m*.

La *densité en nichoirs dans la prairie associée au site de nidification potentiel*, la *proximité avec les basses-tiges, en général et intensives*, et avec *des routes* augmente le nombre d'œufs non éclos retrouvés dans un nichoir. Les autres variables hautement significatives ont un effet négatif. Le *nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur dans un rayon de 350m* et le *nombre total d'arbres présents dans la prairie* diminuent le nombre d'œufs non éclos retrouvés dans un nichoir de façon hautement significative.

Tableau III.ii.19 : Coefficients et p-Valeurs obtenus avec les régressions linéaires généralisées à une variable pour le nombre d'œufs non éclos par nichoir sur deux ans (n=46). Légende : voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables et le tableau III.ii.3 pour le code couleur.

Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Circ	-0,209062234	0,001551561	écran_ligneux_m	0,282524895	0,495621161
D_Nichoirs	3,258277216	0,002310464	écran_ligneux_m_hm	0,771155271	0,218813578
Dist_bst_m	-1,595026823	0,002404039	g_Tot	-2,863056562	0,032968345
Dist_bstx	-1,627924281	0,000488603	G_Tot	-2,58505995	0,094135762
Dist_rt_m	-1,860374144	0,004786476	N_Tot	-2,149312994	0,003973549
npr_200m	-6,252966101	0,00083639	D_Tot	-1,801163005	0,023711123
npr_250m	-4,098959342	0,025212357	g_Fruitiers	-2,700198113	0,035930902
npr_350m	-4,79019151	0,006894596	G_Fruitiers	-2,340588512	0,122297143
npr_400m	-6,361752306	0,000950479	N_Fruitiers	-1,442760803	0,029907917
npr_450m	-7,027433272	0,000169773	D_Fruitiers	-1,232895909	0,088437123
npr_500m	-7,360840562	4,7514E-005	g_PR	-3,881574884	0,030986775
gh_m	0,392092447	0,345039567	G_PR	-2,712833754	0,160079117
gh_m_hm	0,979663946	0,12171868	N_PR	-1,898934362	0,027238638
			D_PR	-1,463557002	0,117764278

Tableau III.ii.20 : Modèle général pour le nombre d'œufs non éclos par nichoir sur deux ans (n=46). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	7,3960156841	1,8192942459	4,0653213194	0,0002119191	***
Dist_bstx	-1,5936277228	0,4801755801	-3,3188437494	0,0019035842	**
haie_ind_m_hm	0,0185462621	0,7765421181	0,0238831374	0,9810616878	
G_Tot	3,0783319152	2,1936783234	1,4032740727	0,1680635374	
N_Tot	-2,7368452403	1,0068812823	-2,718140945	0,0095770111	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 5.679274)
 Null deviance: 379.22 on 45 degrees of freedom
 Residual deviance: 232.85 on 41 degrees of freedom
 AIC: 217.14
 Number of Fisher Scoring iterations: 2

Pour estimer le nombre d'œufs non éclos retrouvés dans un nichoir sur deux ans, la création de modèles avec des variables sélectionnées par la méthode des *forêts aléatoires* a amené à une classification générale comprenant 4 variables (Tab. III.ii.20). Ces 4 variables se composent en 1 variable liée à la situation paysagère, 1 liée aux haies, et 2 liées aux arbres. Le nombre d'œufs non éclos diminue de façon hautement significative en s'éloignant *des basses-tiges intensives* et lorsque le *nombre d'arbres* augmente. Les deux autres variables augmentent le nombre d'œufs non éclos, mais de façon non significative.

La figure III.ii.15 présente la classification générale. Il se compose de 3 critères, 1 lié à la situation paysagère et 2 lié aux arbres.

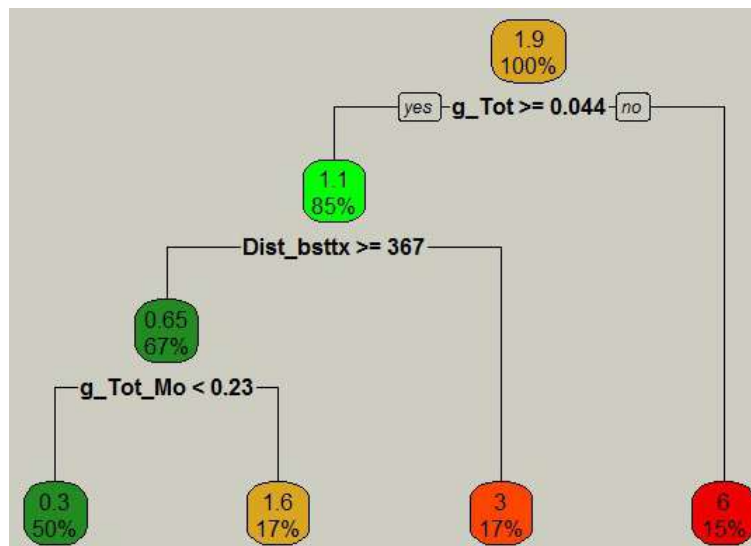


Figure III.ii.15 : classification générale du nombre d'œufs non éclos par nichoir sur deux ans (n=46). Les variables liées aux haies ont été supprimées ici en raison de l'importance corrélation avec la variable plus petite distance à des basses-tiges intensives. Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations et la figure III.ii.2 pour la légende.

L'analyse de l'influence de la *gestion appliquée dans la prairie* montre que le nombre d'œufs non éclos retrouvés dans un nichoir sur deux ans est significativement inférieur dans les prairies gérées par pâturage avec équidés que dans celles gérées par pâturage bovin ou par fauchage (Fig. III.ii.11C).

Enfin, il y a significativement plus d'œufs non éclos retrouvés dans les nichoirs accrochés à un autre élément qu'un arbre solitaire au tronc dégagé que dans ceux accrochés à un arbre vivant sans cavités naturelles (Fig. III.ii.12C).

Résumé : Le nombre d'œufs non éclos diminue avec la présence d'arbres et avec le nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur dans un rayon d'au moins 200m, mais il augmente avec la proximité avec des basse-tiges intensives.

3.2.3.4) L'indice général du succès reproductif

Cette partie décrit les différents résultats (régressions à une variable, modèles, classifications en arbre, comparaison des moyennes) pour le succès reproductif en prenant en compte l'indice général du succès reproductif. Ce dernier se réfère à un succès. Pour rappel, cet indice se calcul comme suite :

Indice général du succès reproductif = pulli à l'envol – individus retrouvés morts – œufs non éclos

Pour cet indice, 20 variables sont au moins hautement significatives, dont 10 très hautement significatives (Tab. III.ii.21). Ces 20 variables se décomposent en 1 variable liée aux caractéristiques de base du site de nidification potentiel, 1 variable liée à la situation paysagère, 3 variables liées au voisinage, dont 2 très hautement significatives, 4 variables liées aux haies, dont 2 très hautement significatives, et 11 variables liées aux arbres, dont 6 très hautement significatives. Toutes ont un effet positif, à l'exception des 4 variables liées aux haies et la *proximité avec des basse-tiges intensives*.

En ce qui concerne les variables liées au voisinage, il est intéressant de noter que la significativité augmente globalement avec le rayon utilisé pour compter le *nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur*. Cependant, la relation n'est significative que pour les rayons de 400m, de 450m et de 500m.

Tableau III.ii.21 : Coefficients et p-Valeur obtenus avec les régressions linéaires généralisées à une variable pour l'indice général du succès reproductif par nichoir sur deux ans (n=46). Légende : voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables et le tableau III.ii.3 pour le code couleur.

Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Circ	0,473662825	0,002216677	écran_ligneux_m	-2,971731903	0,001158555
D_Nichoirs	-3,195683228	0,220622053	écran_ligneux_m_hm	-4,677256858	0,000734731
Dist_bst_m	3,104686441	0,01286043	g_Tot	8,732512606	0,004496769
Dist_bstx	3,404513377	0,002092286	G_Tot	12,07685357	0,000406994
Dist_rt_m	2,82605846	0,074008032	N_Tot	4,052534698	0,022256726
npr_200m	7,084543116	0,122850073	D_Tot	5,023031314	0,006191083
npr_250m	8,331784042	0,053077824	g_Fruitiers	9,739733238	0,000756059
npr_350m	8,230299379	0,051274156	G_Fruitiers	11,33126934	0,000755831
npr_400m	13,9992468	0,00199613	N_Fruitiers	4,434940171	0,003499739
npr_450m	15,0887951	0,00064887	D_Fruitiers	4,74309289	0,003794487
npr_500m	15,80331629	0,000233971	g_PR	14,47558588	0,000306859
gh_m	-2,957074793	0,001297869	G_PR	13,52954763	0,001712891
gh_m_hm	-4,732197686	0,00076347	N_PR	6,798224922	0,000413416
			D_PR	7,042395434	0,000696488

Tableau III.ii.22 : Modèle explicatif pour l'indice général du succès reproductif par nichoir sur deux ans (n=46). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-18,7539252978	7,217503241	-2,5983951336	0,0128636804	*
Dist_bst_m	-0,1862470535	1,9382032936	-0,0960926308	0,9239040573	
Dist_eau_m	4,6646469664	2,89827712	1,6094551257	0,1150086048	
npr_450m	14,1868778029	7,2286721082	1,9625842189	0,0563413004	.

Signif. codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 35.38354)
 Null deviance: 2067.8 on 45 degrees of freedom
 Residual deviance: 1486.1 on 42 degrees of freedom
 AIC: 300.4
 Number of Fisher Scoring iterations: 2

Pour expliquer l'indice général du succès reproductif, la création de modèles à partir de variables sélectionnées par la méthode des *forêts aléatoires* a amené à un modèle explicatif à trois variables (Tab. III.ii.22) et à un modèle prédictif à deux variables (Tab. III.ii.23). Le modèle explicatif compte 2 variables liées à la situation paysagère, et 1 variable liée au voisinage. Ces trois variables n'ont cependant pas un effet significatif.

Le modèle prédictif ne comprend que 2 variables qui sont liées à la situation paysagère. L'indice général du succès reproductif augmente en s'éloignant de ces deux variables, mais seule l'*éloignement à des basses-tiges intensives* est hautement significatif.

Tableau III.ii.23 : Modèle prédictif pour l'indice général du succès reproductif par nichoir sur deux ans (n=46). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations des variables.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-16,4426487343	7,0985836662	-2,3163280884	0,025373044	*
Dist_bstx	2,9930937782	1,0545959067	2,8381427988	0,0068986436	**
Dist_eau_m	4,685670415	2,9206631299	1,6043173096	0,1159648194	

Signif. codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 36.50146)
 Null deviance: 2067.8 on 45 degrees of freedom
 Residual deviance: 1569.6 on 43 degrees of freedom
 AIC: 300.92
 Number of Fisher Scoring iterations: 2

Une seule classification générale a été produit suite aux analyses par classification en arbre (Fig. III.ii.16). Cet arbre ne compte que 2 critères, 1 lié aux caractéristiques de base du site de nidification

potentiel et 1 lié à la situation paysagère.

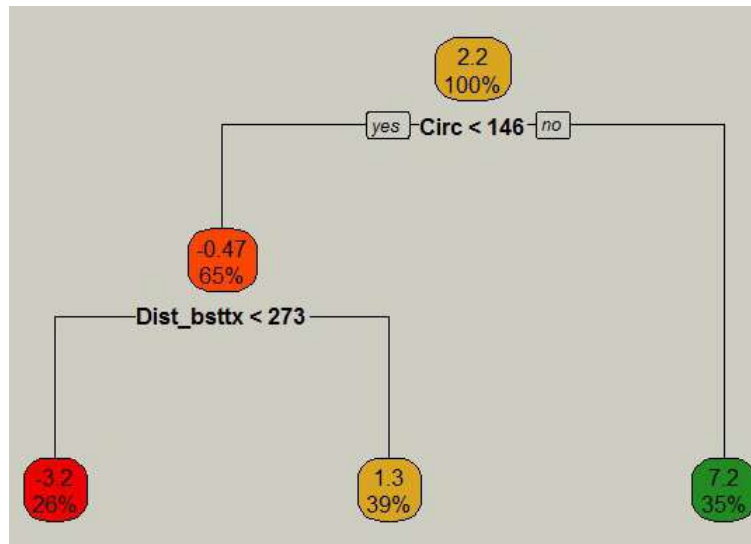


Figure III.ii.16 : classification générale de l'indice général du succès reproductif par nichoir sur deux ans (n=46). Le facteur plus petite distance à de l'eau en surface a été supprimée ici (distance prise en compte = 621m). Le facteur plus petite distance à des basses-tiges a été remplacé par le facteur plus petite distance à des basses-tiges intensive (résultat identique en dehors de la distance seuil, 202m pour les basses-tiges en général). Voir le tableau II.ii.1 pour les abréviations et la figure III.ii.2 pour la légende.

L'analyse de l'impact de la *gestion appliquée dans la prairie* où se trouve le nichoir sur l'indice général du succès reproductif montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les différents types de gestion (Fig. III.ii.11D).

Par contre, l'indice général du succès reproductif est significativement supérieur pour les nichoirs accrochés à un arbre vivant sans cavité que pour les nichoirs accroché à un autre élément qu'un arbre solitaire au tronc dégagé (Fig. III.ii.12D).

Résumé : L'indice général du succès reproductif augmente avec le nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur dans un rayon d'au moins 400m et avec la présence d'arbres, mais diminue avec les haies et avec la proximité avec les basses-tiges intensives.

4) Discussion

4.1) Évolution du succès reproductif

4.1.1) En Wallonie

Aucune différence significative quant aux nombres moyens de pulli par nichée n'ayant été observée entre les différentes écorégions wallonnes (Tab. [III.i.2](#)). Une moyenne de 3,3 pulli par nichée (Tab. [III.i.1](#)) peut donc être retenue pour la Wallonie. Les histogrammes du nombre de pulli par nichées pour les différentes écorégions et l'ensemble de la Wallonie suivent les mêmes tendances (Fig. [III.i.1](#)).

Les données disponibles montrent qu'il y a une **diminution annuelle du succès reproductif**. Elle est avérée **dans le Condroz** (p-valeur = 0,00113 ; Tab. [III.i.2](#)). Un plus grand nombre de données et une meilleure répartition spatiale et temporelle de celles-ci permettraient peut-être d'obtenir une tendance significative pour l'ensemble des écorégions wallonnes.

Cette diminution du succès reproductif peut être mise en parallèle avec le déclin observé par le programme SOCWAL (DEROUAUX & PAQUET, 2018) et la comparaison d'échantillonnages de carrés d'un kilomètre de côté (Coppée, com.pers). Ceci est en accord avec l'étude de BOTH & VISSER (2002) ayant observé une diminution de la population lorsque le nombre de jeunes élevés par couple a diminué. SIRIWARDENA (2000a & 2000b) a par contre observé que le succès reproductif augmente lorsqu'une espèce décline, car les populations disparaissent d'abord dans les localités les moins favorables ; **un faible succès reproductif peut donc expliquer la disparition de populations locales**. Or, il est impossible de déterminer si les données proviennent de localités favorables ou non.

4.1.2) Des deux colonies suivies au Pays-de-Herve

En 1998, SUMMERS-SMITH écrit que 62,5% des tentatives de reproduction sont couronnées de succès et que la productivité annuelle de jeunes par couple est de 6,2. De son côté, PINOWSKA (2004) mentionne que 74,4% des pulli nés survivent jusqu'à l'envol. Dans les deux colonies suivies au Pays-de-Herve, 74,6% des tentatives de nidifications sont couronnées de succès (Tab. [III.i.3](#) ; Fig. [III.i.3](#)). Nos résultats montrent que **pour les couples ayant élevé au moins un jeune jusqu'à l'envol, le nombre de pulli est respectivement de 4,5 et de 6,6** pour les colonies de Saint-Jean-Sart et d'Aubin-Neufchâteau. Étant donné que les deuxièmes et surtout les troisièmes nichées n'ont pas été suivies les premières années des recensements à Saint-Jean-Sart (Fig. [III.i.5](#) & Fig. [II.i.2A](#) ; communication du Groupe 12 – Emberiza), la moyenne concernant cette région est sous-estimée. BOTH & VISSER (2002) ont mesuré qu'**une population de Moineaux friquets augmente lorsqu'il y a plus de 6 jeunes à l'envol par couple et par an** et qu'elle diminue en-dessous de ce seuil. **La moyenne pour la colonie d'Aubin-Neufchâteau est supérieure à cette valeur seuil**, mais inférieure à la moyenne de 8,29 jeunes par couple par an observée par WĘGRZYNOWICZ (2017) à Varsovie où les populations urbaines sont en nette augmentation, contrairement aux populations rurales déclinant et ayant une moyenne de 5,25 pulli par couple et par

an. Il est aussi intéressant de noter que SASVÁRI (1994a & 1994b) a démontré que les individus nichant en situation de solitaire, nichoirs situés à environ 50m l'un de l'autre, ont un plus grand succès reproductif que ceux nichant en situation de colonie rapprochée.

Toutes les analyses réalisées pour ce travail ne montrent **aucune différence entre les deux colonies quant au nombre moyen de pulli par nichée, de pulli par couple et par an, de nichées tentées par couple et par an, ni quant à l'évolution de ces moyennes au cours de temps** (Tab. [III.i.4](#), [III.i.5](#) & [III.i.6](#)). Seul le nombre de nichées tentées par couple et par an pour la colonie de Saint-Jean-Sart a augmenté de façon très hautement significative (p-valeur = 0,00024 ; Tab. [III.i.6](#)). Cette très nette augmentation est due plus que probablement au fait que les deuxièmes et troisièmes nichées n'ont pas été suivies les premières années (Fig. [III.i.5](#) & Fig. [II.i.2A](#)). Ainsi, si BOTH & VISSER (2002) ont observé que le nombre de nichées réalisées par couple a diminué lorsque la population était en phase de déclin, l'augmentation observée dans la colonie à Saint-Jean-Sart n'est probablement pas lié à l'évolution de la population, mais à un problème de suivi des nichoirs (Groupe 12 – Emberiza).

Il est par contre interpellant de constater que le nombre de pulli par couple et par an est stable dans cette même colonie, malgré le manque de suivi les premières années. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les premières nichées sont plus importantes comme l'ont montré BOTH & VISSER (2002). Dans les populations en déclin qu'ils ont observées, le succès reproductif s'est surtout dégradé pour les deuxièmes et troisièmes nichées. Néanmoins, le nombre de couple recensés dans nos deux colonies est plus important aujourd'hui qu'il y a dix ans et plus (Fig. [II.i.2B](#)).

Au final, l'augmentation observée de la population dans nos deux colonies ne s'explique pas par le succès reproductif qui est resté stable au cours de la même période.

4.1.3) Mise en perspective des deux analyses

Les populations de Moineau friquet présente dans les deux colonies de Saint-Jean-Sart et d'Aubin-Neufchâteau ont connu une récente nette augmentation (Fig. [II.i.2B](#)). Si ce cas particulier ne permet nullement d'infirmier le net déclin en Wallonie observé par le programme SOCWAL (DEROUAUX & PAQUET, 2018), l'évolution stable du succès reproductif apporte un autre regard sur les résultats obtenus avec l'ensemble des données de baguage. En effet, c'est dans le Condroz qu'un déclin hautement significatif a été observé (Tab. [III.i.2](#)). Or, environ la moitié des données de cette écorégion provient de nos deux colonies où le succès reproductif est stable. Ceci soutient l'hypothèse de SIRIWARDENA (2000a & 2000b) selon laquelle des populations peuvent disparaître localement en raison du faible succès reproductif des couples nicheurs dans ces localités. Ainsi, il est fort probable que **le succès reproductif ne diminue pas dans toutes les colonies wallonnes, mais seulement dans certaines. Ces diminutions locales du succès reproductif pourraient être la cause de la disparitions de ces colonies, entraînant une diminution globale de la population de Moineau friquet en Wallonie.**

4.2) Habitat

4.2.1) Utilisation des différents biotopes

Près de deux tiers des observations de Moineau friquet l'ont été dans des prairies herbacées et des terres cultivées non irriguées (Fig. [III.ii.1](#)). La prédominance des zones urbaines dans les milieux fréquentés peut s'expliquer par deux raisons. Premièrement, le Moineau friquet profite des basses-cours pour chercher de la nourriture (BOTH & VISSER, 2002). MCHUGH (2017) a d'ailleurs observé un effet positif entre la proximité avec ces dernières et le nombre de pulli à l'envol. Deuxièmement, les observations ont été sélectionnées à partir du 21 mars, premier jour du printemps. Or, fin mars, de nombreuses personnes nourrissent encore les oiseaux au jardin. Le Moineau friquet est présent dans un peu moins de 15% des jardins en hiver en Wallonie, contre plus de 25% en 2004-2005 (communication Aves-Natagora). Or, le Moineau friquet est beaucoup plus facile à observer lorsqu'il se nourrit à une mangeoire que dans son habitat de nidification.

La présence des forêts feuillues dans le top 4 des écotopes utilisés, près de 6% des observations, peut s'expliquer par le fait que des couples nicheurs peuvent s'installer à proximité de lisières forestières (BOTH & VISSER, 2002). Les résultats de la figure [III.ii.1](#) sont par contre plus difficile à comparer avec les résultats de FIELD & ANDERSSON (2004) ayant mis en évidence que le Moineau friquet a une préférence pour les prairies avec des éléments ligneux et les milieux humides. En effet, ces deux grandes catégories se répartissent en plusieurs des biotopes définis ici : prairies monospécifiques avec des graminoides, mosaïque arbustive avec des arbres, mosaïque arborée avec des buissons, prairies et buissons diversifiés, ainsi que prairies et fourrés inondés.

LEWIS-PHILIPS (2019) a mis en avant l'intérêt des étangs entretenus, non envahis par des fourrés, car ils abriteraient un plus grand nombre de plantes à graines intéressantes pour l'avifaune. Or, à peine plus de 1% des observations analysées l'ont été au niveau d'un plan d'eau permanent.

Enfin, si à Varsovie, WĘGRZYNOWICZ (2012) explique l'augmentation observée de la population de Moineau friquet par le fait que les couples des campagnes se sont réfugiés dans la ville où ils ont trouvé de meilleures conditions de vie, cette situation ne s'applique pas en Europe de l'ouest (SUMMERS-SMITH, 1998).

Au final, les observations confirment que **le Moineau friquet se retrouve principalement dans des prairies humides et des prairies avec des arbres, dont les vergers, mais il peut aussi s'observer à proximité des habitations.**

4.2.2) Les observations réalisées

Sur les 372 sites de nidification potentiels, dont 108 nichoirs, seulement 46 (12%) étaient occupées par des Moineaux friquets en 2019 (Tab. [III.ii.1](#)). **Les nichoirs sont majoritairement occupés** avec 93,5% des nidifications de l'espèce. Il n'y a eu que 3 cavités naturelles occupées sur 369 disponibles réparties

sur 268 arbres. Le nombre de nichoirs disponibles dans les deux colonies du Pays-de-Herve étant suffisant pour mener une étude comparative sur l'utilisation de l'habitat par l'espèce, nous avons pour objectif de trouver un maximum de cavités naturelles. **Le faible taux d'occupation de celles étudiées, tant par le Moineau friquet que par d'autres espèces cavernicoles, semble montrer que le manque de cavités naturelles n'est pas une cause du recul des populations de Moineau friquet dans les zones inventoriées pour cette étude.**

La comparaison du nombre de cavités occupées avec la banque de données Aves semble montrer une augmentation de la population sur l'ensemble des zones étudiées (Tab. [III.ii.1](#)). Néanmoins, l'espace étudié est très localisé et le choix des quatre zones étudiées est fort dirigé. Cette augmentation ne peut donc contredire le net déclin observé dans le cadre du programme SOCWAL (DEROUAUX & PAQUET, 2018). De plus, pour les observations de la banque de données Aves, le Moineau friquet n'a pas bénéficié d'une méthode de suivi aussi adaptée que dans cette étude. En effet, cette banque de données prend en compte des observations réalisées par point d'écoute et/ou lors de passage en un endroit donné. Or, HUSTINGS (1989) et GILBERT (1998) mentionnent tous deux qu'un suivi efficace des couples nicheurs de Moineau friquet ne peut se faire qu'en répertoriant les cavités qu'il pourrait utiliser, puis en surveillant ces cavités lors de plusieurs passages régulièrement espacés dans le temps, idéalement jusqu'à 7 passages séparés chacun de deux semaines.

Le tableau [III.ii.2](#) montre qu'environ **90% des couples ayant mené au moins un jeune à l'envol ont effectivement été recensés**. Seule une très faible part de couples nicheurs n'a donc pas été prise en compte dans la zone d'étude vu que le suivi par baguage a permis de tenir compte des couples non recensés lors des trois recensements. Néanmoins, parmi les trois cavités naturelles occupées, une a été observée en dehors des recensements, lors d'une séance de suivi par baguage des nichoirs alentours.

Enfin, s'il n'y a pas de sous-détection lors du suivi des 46 nichoirs par baguage, **pour 15 d'entre eux, seule une tentative de nidification a été notée**. Ces 15 nichoirs ont été assignés d'une valeur de 0 pour les quatre aspects étudiés, soit le nombre de pulli à l'envol, le nombre d'individus retrouvés morts, le nombre d'œufs non éclos et l'indice général du succès reproductif. **Bien que ces résultats ne font que tirer les moyennes vers 0, il n'est pas possible de déterminer si l'échec est dû aux conditions environnementales, au manque d'expérience du couple, ou à une combinaison de ces deux facteurs.** Selon PINOWSKA (2002), la cause la plus fréquente de pertes de nichées est la désertion des parents et la destruction de la nichée par les parents. Selon le même auteur, les principales raisons des pertes de pulli sont les œufs non fertiles, les embryons morts, la mort de la nichée durant l'élevage des pulli et la disparition des œufs durant la couvaison.

4.2.3) Le choix du site de nidification

Le choix du site de nidification par le Moineau friquet est fortement lié à la présence d'un nichoir (Tab. [III.ii.3](#) à [III.ii.11](#) ; Fig. [III.ii.2](#), [III.ii.3](#) & [III.ii.5](#) à [III.ii.9](#)). Ceci confirme les observations de

SUMMERS-SMITH (1998) et de FIELD & ANDERSON (2004) pour qui le Moineau friquet choisit préférentiellement ces cavités artificielles. **Le nombre de couples voisins est le second facteur le plus important dans le choix d'une cavité, sauf lorsque l'étude se fait à l'échelle de la colonie où le voisinage n'est jamais nul** (Tab. [III.ii.3](#), [III.ii.4](#), [III.ii.6](#), [III.ii.7](#), [III.ii.9](#) & [III.ii.10](#) ; Fig. [III.ii.2](#), [III.ii.6](#) & [III.ii.8](#)). Ces résultats suivent la bibliographie mentionnant que le Moineau friquet est un oiseau grégaire (SASVÁRI, 1994b ; SUMMER-SMITH, 1998 ; GASTON, 1999 ; FIELD & ANDERSON, 2004 ; GARCÍA-NAVAS, 2008a ; JACOB, 2010).

La situation paysagère de la cavité semble moins importante. Cependant, **la proximité avec les bâtiments, les basses-tiges et les routes est recherchée** (Tab. [III.ii.3](#), [III.ii.5](#), [III.ii.6](#), à [III.ii.9](#) & [III.ii.11](#) ; Fig. [III.ii.3](#), [III.ii.7](#) à [III.ii.9](#)). La proximité avec les routes est certainement due au fait que les nichoirs de la colonie de Saint-Jean-Sart ont tous été placés en bord de route. Cela montre néanmoins que **les nichoirs ne doivent pas absolument se situer au centre d'un verger pour être attractifs**. Dans un parc aménagé à Madrid, REMACHA (2009) a cependant montré que la proximité avec des bâtiments a un effet négatif plus important que la proximité avec les routes, les premiers abritant une plus grande activité humaine, donc plus de dérangements pour les couples reproducteurs.

Dans cette étude, la présence et les caractéristiques des arbres n'expliquent que très peu le choix de la cavité et les haies pas du tout (Tab. [III.ii.3](#) à [III.ii.11](#) ; Fig. [III.ii.2](#), [III.ii.3](#) & [III.ii.5](#) à [III.ii.9](#)). Les résultats semblent montrer que la colonie s'est installée dans des prairies ayant en moyenne moins d'arbres que les prairies non occupées, ou alors simplement que les nichoirs ont été placés dans des prairies comptant en moyenne moins d'arbres que les autres prairies inventoriées pour cette étude.

4.2.3.1) Pour l'ensemble des sites de nidification

Les analyses de l'ensemble des sites de nidification potentiels inventoriés (Tab. [III.ii.3](#) à [III.ii.5](#) ; Fig. [III.ii.2](#) à [III.ii.5A](#)) comparent des parcelles situées au cœur des colonies avec d'autres en dehors de ces colonies. **Il y a donc des faux négatifs, car des parcelles favorables peuvent ne pas être occupées s'il n'y a pas une colonie présente**. En effet, LEDANT (2014) considère le Moineau friquet comme une espèce dont la population n'est pas assez fournie que pour occuper tous les espaces favorables. Ainsi, **l'effet négatif des arbres qui semble se dégager de nos résultats traduit peut-être plutôt le fait que les parcelles occupées comptent en moyenne moins d'arbres que les parcelles en dehors de la colonie**. Néanmoins, ces analyses montrent bien l'importance de la colonie vu l'importance des facteurs liés au voisinage. De même, l'attrait pour les nichoirs y est bien marqué.

4.2.3.2) Dans un rayon de 500m autour de couples nicheurs

Lorsque les analyses se réalisent dans un rayon de 500m autour des couples nicheurs (Tab. [III.ii.6](#) à [III.ii.8](#) ; Fig. [III.ii.4B](#) à [III.ii.7](#)), le voisinage montre toujours un rôle très important, suggérant qu'**il y a une comparaison entre les parcelles occupées et celles périphériques, en limite de la colonie**. Les arbres y ont toujours un effet globalement négatif. Par rapport aux analyses précédentes, **l'influence**

des basses-tiges, des bâtiments et des routes est confirmée. Les couples cherchent la proximité avec ces trois éléments paysagers, mais semblent éviter les forêts, ce qui contredit à la fois les observations de REMACHA (2009) pour qui le Moineau friquet évite les routes et les bâtiments et celles de BOTH & VISSER (2002) ayant principalement observé des couples à proximité de lisières forestières. Néanmoins, **notre étude ayant été réalisée dans quatre zones fort proches, certains résultats peuvent découler d'une certaine homogénéité dans la zone d'étude, notamment la faible présence de zones boisées et de friches.**

4.2.3.3) Dans un rayon de 200m autour de couples nicheurs

Lorsque les analyses se réalisent dans un rayon de 200m autour des couples nicheurs (Tab. [III.ii.9](#) à [III.ii.11](#) ; Fig. [III.ii.4C](#), [III.ii.5C](#), [III.ii.8](#) & [III.ii.9](#)), l'effet du voisinage est soit négatif, soit non significatif. **Les analyses se font donc à l'intérieur de la colonie**, comparant les parcelles occupées avec celles non occupées. McHUGH (2017) a considéré que deux couples faisaient partie de la même colonie s'ils étaient distants de moins de 200m. **Les nichoirs ont ici toujours un attrait nettement supérieur aux cavités naturelles**, comme l'ont observé SUMMERS-SMITH (1998) et FIELD & ANDERSON (2004). **La proximité avec les basses-tiges, la route, les bâtiments et l'évitement des zones boisées ont encore un rôle assez important dans le choix des cavités** vu que ces facteurs apparaissent dans un ou deux des résultats. L'influence de la présence d'une autre espèce d'oiseaux montre qu'il pourrait y avoir une compétition pour les cavités.

Les résultats montrent ici plus de variables liées aux haies et aux arbres. Elles ont un effet positif dans la classification prédictive lorsqu'on s'intéresse aux nichoirs uniquement. Ceci suggère que les nichoirs ont été placés dans des parcelles ayant moins d'arbres que les autres à proximité immédiate. Par ailleurs, une variable liée aux haies apparaît dans trois résultats où elle diminue la probabilité d'occupation. Or, il y a une corrélation négative entre les haies et les arbres, ce qui appuie l'effet montré dans la classification explicative pour les arbres des prairies. L'influence de la surface terrière cumulée en Frêne semble plutôt lié au hasard étant donné que seules trois cavités naturelles ont été recensées comme occupées. De plus amples études devront être réalisées pour confirmer ce lien.

4.2.4) Le succès reproductif selon le site de nidification

Un élément frappant est le nombre beaucoup plus faible de variables environnementales mises en évidence pour expliquer le succès reproductif par rapport au choix du site de nidification. Trois hypothèses peuvent être émises. La première serait que nos analyses ne prennent pas en compte toutes les variables influençant le choix, mais bien toutes celles influençant le succès reproductif. La deuxième hypothèse serait que les couples nicheurs choisissent toujours un environnement un minimum favorable à la reproduction, les variables mises en évidence pour le succès reproductif seraient donc quelques facteurs influençant ce succès reproductif. La troisième hypothèse serait que ce nombre élevé de variables environnementales pour le choix du site de nidification serait dû à la

présence de faux négatifs lorsque les analyses prennent en compte des cavités en dehors des colonies.

4.2.4.1) Le nombre de jeunes à l'envol

Les analyses à une variable montrent **un effet négatif des grandes haies et des écrans ligneux sur le succès reproductif** (Tab. [III.ii.14](#)). Il est par contre favorisé par la densité en Poiriers selon l'analyse de la classification générale (Fig. [III.ii.10](#)). Or, il y a une corrélation négative entre les haies et les arbres. Il semble donc que la présence d'arbres, ou l'absence de haies, favorise le nombre de jeunes à l'envol. De plus, le Poirier est l'espèce recensée la plus fréquemment dans les prairies et est, au total, présent en plus grand nombre (Annexe [3](#)). Il est donc pertinent de se demander si ce sont effectivement les Poiriers qui favorisent le nombre de jeunes à l'envol, ou si cet effet concerne tous les arbres fruitiers, voire toutes les espèces d'arbres.

Par ailleurs, il est étonnant que **le modèle général**, conçu avec une sélection de variables par la méthode des *forêts aléatoires* (Tab. [III.ii.15](#)), **ne prenne en compte que la plus petite distance avec de l'eau en surface qui n'est pas significative**, alors que plusieurs variables, prises seules, sont significatives (Tab. [III.ii.14](#)). De plus, l'effet négatif, bien que non significatif, est en contradiction avec le fait que le Moineau friquet est, entre autre, typique des prairies humides (FIELD & ANDERSON, 2004) et que les points d'eau entretenus sont favorables pour l'avifaune des milieux agricoles (LEWIS-PHILIPS, 2019). **En outre, les analyses brutes par classification en arbre ont pris comme premier critère la plus petite distance à un point d'eau, mais avec un seuil de 621m (Annexe [25](#)), soit une valeur supérieure au seuil de 400m considéré ici comme limite raisonnable.**

Aucune des variables analysées n'explique clairement le nombre de pulli à l'envol. Cette constatation est en accord avec FIELD (2008) mentionnant qu'il n'y a pas vraiment de liens entre la qualité écologique de l'habitat et son succès reproductif. Deux hypothèses peuvent expliquer cette constatation. La première hypothèse serait que tous les couples nicheurs aient choisi un nichoir dans un environnement favorable à l'élevage des jeunes. La seconde hypothèse serait que le nombre de jeunes à l'envol serait beaucoup plus lié à l'expérience des adultes qu'à l'environnement.

4.2.4.2) Le nombre d'individus retrouvés morts

Selon les analyses (Tab. [III.ii.16](#) à [III.ii.18](#) ; Fig. [III.ii.13](#) & [III.ii.14](#)), **le nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur dans un rayon de 450m et la plus petite distance avec des basses-tiges intensives sont les variables les plus importantes.** Dans les deux cas, **une valeur faible induit un nombre d'individus retrouvés morts plus important.** Étant donné que SUMMERS-SMITH (1998) a estimé à 80m la distance médiane pour la recherche de nourriture depuis le nid et que FIELD & ANDERSON (2004) ont observé que le Moineau friquet ne se déplace que rarement à plus de 300m de son nid, **le fait que le rayon pris ici en compte soit de 450m** pourrait indiquer que cette variable **traduit la présence d'autres parcelles favorables dans un rayon fort large, et donc la possibilité de chercher de la nourriture en d'autres lieux éloignés en cas de besoin.** A l'inverse, **la proximité avec les basses-tiges**

intensives traduit plutôt l'effet défavorable des pesticides sur la survie, aussi bien des adultes que des jeunes, comme l'a montré PINOWSKA (2002 ; voir point 4.2.5.2).

4.2.4.3) Le nombre d'œufs non éclos

Le nombre d'œufs non éclos est plus élevé si les cavités se situent proches de basses-tiges intensives (Tab. [III.ii.19](#) ; Fig. [III.ii.15](#)). A l'inverse, plus il y a d'arbres dans la prairie, ou plus la surface terrière est importante, moins il y a d'œufs non éclos (Tab. [III.ii.19](#) ; Tab. [III.ii.20](#) ; Fig. [III.ii.15](#)). Aussi, le nombre d'œufs non éclos est significativement plus faible lorsque le nichoir est accroché à un arbre que lorsqu'il est accroché à un autre élément qu'un arbre solitaire au tronc dégagé (Fig. [III.ii.12C](#)).

L'effet négatif de la proximité avec les basses-tiges intensives traduit l'effet négatif des pesticides confirmées par Pinowska (2002 ; voir point 4.2.5.2). L'effet positif des arbres, quelle que soit l'espèce, pourrait par contre traduire un milieu favorable pour la reproduction.

4.2.4.4) L'indice général du succès reproductif

L'indice général du succès reproductif correspondant à la différence entre, d'une part, le nombre de pulli à l'envol et, d'autre part, le nombre de morts et d'œufs non éclos, il n'est donc pas étonnant que les analyses réalisées sur cet indice reprennent les variables mises en avant pour les trois points précédents. Cependant, aucune variable ne ressort de façon très nette. On peut cependant retenir que **la proximité avec les basses-tiges apparaît de façon négative** dans trois résultats (Tab. [III.ii.21](#) & [III.ii.23](#) ; Fig. [III.ii.16](#)), **la circonférence de l'arbre sur lequel est accroché le nichoir apparaît de façon positive** dans deux résultats (Fig. [III.ii.16](#) & Tab. [III.ii.21](#)), **le nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur dans un rayon de 450m apparaît de façon positive** dans deux résultats (Tab. [III.ii.21](#) & [III.ii.23](#)) et la **proximité avec de l'eau en surface** à un effet négatif non significatif dans les deux modèles conçus (Tab. [III.ii.22](#) & [III.ii.23](#)). Enfin, le fait que cet indice est significativement supérieur dans les nichoirs accrochés à un arbre vivant sans cavité qu'à un autre élément qu'un arbre solitaire au tronc dégagé (Fig. [III.ii.12D](#)) confirme l'influence positive de la *circonférence de l'arbre*, soit sa grosseur.

Parmi ces variables, seule celle liée à la proximité avec un point d'eau est étonnante, d'une part par son effet négatif (voir point 4.2.5.2) et d'autre part par le fait qu'elle n'est significative dans aucun des résultats. Sa présence dans les deux modèles est certainement due au fait que la sélection de variables par la méthode de *forêts aléatoires* considère cette variable comme la plus pertinente pour expliquer le nombre de pulli à l'envol et donc partiellement l'indice général du succès reproductif.

4.2.5) Discussion par grandes catégories de variables

4.2.5.1) Les caractéristiques de base du site de nidification

Cette étude a montré que les couples nicheurs préfèrent les nichoirs aux cavités naturelles comme c'est le cas au Royaume-Uni (SUMMERS-SMITH, 1998 ; FIELD & ANDERSON, 2004). En effet, la *présence d'un nichoir* est le facteur le plus significatif de toutes les variables analysées, et ce dans les trois cas

considérés (toutes les cavités analysées, celles dans un rayon de 500m autour d'un couple nicheur et celles dans un rayon de 200 autour d'un couple nicheur), aussi bien pour les régressions linéaires binomiales à une variable que les modèles créés (Tab. [III.ii.3](#) à [III.ii.11](#)). De plus la *présence d'un nichoir* est le premier critère utilisé pour les six classifications en arbre conçus (Fig. [III.ii.2](#), [III.ii.3](#) et [III.ii.6](#) à [III.ii.9](#)). Concernant le succès reproductif, les cavités n'ont aucune influence.

Les régressions à une variable montrent que plus un arbre a une circonférence importante, moins il est attractif (Tab. [III.ii.3](#), [III.ii.6](#) et [III.ii.9](#)), mais la significativité et l'effet négatif de ce critère sur l'attraction diminue en même temps que le périmètre d'étude se restreint (Tab. [III.ii.12](#)). Ces résultats sont probablement biaisés par le fait que pour les nichoirs accrochés à un autre élément qu'un arbre, une circonférence nulle a été attribuée. Cet effet négatif reflète plutôt la préférence des nichoirs envers les cavités naturelles. La figure [III.ii.5](#) ne montre d'ailleurs **aucune différence significative entre l'attrait des nichoirs accrochés à un arbre et l'attrait des nichoirs accrochés à un autre élément qu'un arbre.**

A l'inverse, les gros arbres favorisent le succès reproductif (Tab. [III.ii.19](#) & [III.ii.21](#)). Si aucun des six modèles ne le prend en compte, la *circonférence de l'arbre* constitue le premier critère de la classification générale pour l'indice général du succès reproductif (Fig. [III.ii.16](#)). **La reproduction est moins négativement impactée lorsque le nichoir est accroché à un gros arbre, ou du moins lorsque le nichoir est accroché à un arbre plutôt qu'à un autre élément** (Fig. [III.ii.12](#)). Il serait donc plus judicieux de placer les nichoirs, pour le Moineau friquet, sur des arbres plutôt que sur d'autres éléments comme dans les haies ou sur les poteaux.

L'espèce et la santé de l'arbre n'influencent pas la probabilité d'occupation de la cavité par un couple de Moineau friquet. Les résultats présentés aux figures [III.ii.3](#) et [III.ii.7](#) indiquent une influence négative des arbres fruitiers sur l'occupation. Cela est inattendu, mais peut-être dû à un biais de l'échantillonnage.

Bien que non pris en compte dans cette étude, selon SVENSSON (2006), le Moineau friquet a une préférence pour les nichoirs bien cachés dans les arbres par rapport à ceux à moitié cachés, eux-mêmes préférés à ceux nettement visibles. Par contre, l'orientation du trou d'envol ne semble pas avoir d'importance. Dans cette étude, la majorité des nichoirs étudiés étaient orientés entre le sud et l'est et tous étaient accrochés en-dessous des premières grosses branches. Par ailleurs, les 3 cavités naturelles occupées se situaient aussi juste en-dessous des premières grosses branches. SVENSSON (2006) montre que le succès reproducteur n'est pas plus élevé dans les nichoirs les plus prisés années après années.

La hauteur à laquelle sont accrochés les nichoirs n'a pas été incluse dans les variables étudiées, mais cela ne semble pas influencer le succès reproductif, en tout cas en Turquie (KERMAN & AYAS, 2016).

4.2.5.2) La situation paysagère

La *proximité avec les bâtiments* et les *routes* influence positivement le choix de la cavité. En effet, ces deux variables sont significatives dans les régressions à une variable (Tab. [III.ii.3](#), [III.ii.6](#) & [III.ii.9](#)) et

elles apparaissent dans les classifications prédictives (Fig. [III.ii.3](#), [III.ii.7](#) & [III.ii.9](#)). A l'inverse, dans un parc aménagé à Madrid, le Moineau friquet a utilisé préférentiellement les nichoirs loin des bâtiments, alors que la proximité des sentiers a un effet moins important (REMACHA, 2009). Cette deuxième observation s'explique par le fait qu'il y a plus d'activités humaines à proximité des bâtiments que sur les sentiers. De même, lors de la disparition d'une population aux Pays-Bas, BOTH & VISSER (2002) ont observé des couples à proximité immédiate de fermes. Pour des raisons pratiques, les nichoirs de la colonie de Saint-Jean-Sart ont été posés le long d'un circuit formé de sentiers et de petites routes traversant un village (Groupe 12 - Emberiza). Cela réduit donc les valeurs pour la distance à un bâtiment et à une route. Les arbres à cavités naturelles étant souvent en prairie, les distances sont plus élevées.

En Angleterre, le nombre de jeunes à l'envol est plus important à proximité des bâtiments ayant une basse-cours, source de nourriture (McHUGH, 2017). Notre étude n'a pas montré une telle relation, probablement à cause du manque de poulaillers ou de leurs aménagements différents, empêchant les oiseaux d'y entrer. En effet, la *plus petite distance à un bâtiment* et la *plus petite distance à une route* n'apparaissent que dans quelques résultats, mais pas pour l'indice général du succès reproductif (Tab. [III.ii.14](#), [III.ii.16](#), [III.ii.19](#) & [III.ii.21](#) ; Fig. [III.ii.10](#), [III.ii.13](#) & [III.ii.14](#)).

Au final, la *proximité avec les bâtiments et les routes* ne semble pas influencer le choix de sa cavité pour nicher, ni son succès reproductif.

La variable liée à la *plus petite distance à une culture* n'apparaît dans aucun des résultats. **L'absence de lien entre la proximité des cultures et le choix ou le succès reproductif corrobore le fait que si cette espèce est granivore, elle apprécie plus les graines des petites herbes sauvages que celles des céréales cultivées (SUMMERS-SMITH, 1998).** Par contre, si VICKERY (2002) montre que le Moineau friquet semble profiter des bandes enherbées autour de cultures, aucune bande enherbée n'a été observée dans la zone étudiée. Néanmoins, selon PERKINS (2007) et FIELD (2008), les populations de Moineau friquet peuvent s'adapter aux ressources locales, notamment de graines suivant les cultures en place. La présence de cultures en alternance avec des prairies n'impacte pas le Moineau friquet, mais la présence d'aménagement environnemental comme les bandes enherbées peuvent influencer positivement son succès reproductif.

La présence de friches n'impacte ni le choix du site de nidification, ni le succès reproductif. En effet, cette variable n'apparaît que dans un seul résultat pour le choix du site de nidification (Tab. [III.ii.3](#)). Néanmoins, BRONNE (2009) a observé des moineaux hybrides (*Passer montanus x domesticus*) à proximité de friches et de jardins en friche. **Cependant, les friches étudiées ici ne prennent en compte que les friches industrielles et non l'ensemble des friches : terrains vagues, jardins en friche ...**

La *proximité à une zone boisée* apparaît dans quatre résultats liées au choix du site de nidification (Tab. [III.ii.3](#), [III.ii.5](#), [III.ii.7](#), [III.ii.8](#) & [III.ii.11](#)), mais dans aucun pour le succès reproductif. Toutefois, il est

probable que les nichoirs, occupés, aient été placés plus loin de zones boisées que le reste des cavités recensées. De plus, au Pays-Bas, BOTH & VISSER (2002) ont observé la plupart des couples à proximité de lisières forestières. **Il semble donc que la présence de zone boisée n'impacte ni la présence de couples nicheurs, ni leurs succès reproductif.**

Le facteur *plus petite distance à de l'eau en surface* apparaît dans un seul résultat pour le choix du site de nidification (Fig. [III.ii.8](#)), mais dans trois pour le succès reproductif (Tab. [III.ii.15](#), [III.ii.22](#) & [III.ii.23](#)). **Étant donné que FIELD & ANDERSON (2004) ont mis en évidence que le Moineau friquet a une préférence pour les prairies avec des éléments ligneux et les milieux humides et que LEWIS-PHILIPS (2019) a mis en avant l'intérêt des étangs entretenus, il est étonnant de constater que la proximité avec de l'eau en surface intervienne aussi peu et sans effet positif net.** Néanmoins, l'étude a été réalisée dans quatre zones fort proches où il y a très peu de prairies humides contrairement aux prairies sèches avec un verger (observation personnelle). Des études plus approfondies devront être menées pour mieux cerner l'impact des cours d'eau et des plans d'eau sur les couples nicheurs de Moineau friquet.

Bien que la Chevêche d'Athéna occupe un habitat similaire au Moineau friquet et qu'elle est peut-être un prédateur potentiel (JACOB, 2010), aucun lien n'est apparu entre ces deux espèces. Un seul résultat prend en compte cette variable (Tab. [III.ii.8](#)). L'absence de lien pour le choix du site de nidification pourrait s'expliquer par le fait que les couples de Chevêche d'Athéna sont territoriaux et mieux répartis dans l'espace, contrairement aux couples de Moineau friquet qui sont grégaires et qui ne se retrouvent que localement. L'absence de lien avec le succès reproductif peut s'expliquer tout simplement par le fait que les traces de prédation, si bien même elles ont une influence significative, ne peuvent se retrouver dans le nid.

Pour le choix du site de nidification, les variables liées aux basses-tiges apparaissent de façon significative lors des régressions linéaires (Tab. [III.ii.3](#), Tab. [III.ii.6](#) & Tab. [III.ii.9](#)) et dans deux modèles prédictifs (Tab. [III.ii.5](#) & [III.ii.11](#)). La diminution de la significativité et du coefficient de ces deux variables prises seules avec la restriction du périmètre d'étude (Tab. [III.ii.12](#)), semble montrer que **la colonie cherche en général à s'installer à proximité de basses-tiges, sans que cette proximité n'influence le choix individuel des cavités.**

Si le nombre de pulli à l'envol n'est pas influencé par la *proximité avec les basses-tiges*, celle-ci, et en particulier **la proximité avec des basses-tiges intensives, augmente le nombre d'individus retrouvés morts et le nombre d'œufs non éclos, diminuant l'indice général du succès reproductif** (Tab. [III.ii.16](#) & [III.ii.18](#) à [III.ii.23](#) ; Fig. [III.ii.13](#) à [III.ii.16](#)). La *proximité avec les basses-tiges intensives* est d'ailleurs le premier critère utilisé pour la classification prédictive du nombre d'individus retrouvés morts (Fig. [III.ii.14](#)). L'influence plus forte des basses-tiges intensives par rapport aux basses-tiges en général n'est pas due au hasard, mais à la forte présence de pesticides dans les premières. PINOWSKA (2002) mentionne

que " L'échec de l'éclosion d'un œuf peut résulter de l'infertilité, de défauts de développement déterminés génétiquement, de taux d'échange inadéquats de gaz respiratoires et de vapeur d'eau, d'œufs provenant de couvées désertées, et aussi d'échecs du régime d'incubation parental menant à des œufs non éclos dans des couvées entièrement réussies, au refroidissement ou chauffage " infertile " des œufs, ou à la destruction mécanique (WEBB, 1987). Les embryons peuvent également mourir d'une infection par des micro-organismes pathogènes ou d'une contamination par des substances toxiques. " De même, BOTH & VISSER (2002) mentionnent les pesticides comme cause du déclin du succès reproductif. Or, **les couples nichant dans des nichoirs situés à proximité immédiate de basses-tiges, moins de 10m, sont pratiquement toujours observés faisant des vas-et-viens entre leurs nichoirs et les basses-tiges** (observations du Groupe 12 – Emberiza). Ainsi, les couples nichant à proximité de basses-tiges intensives intoxiquent leurs jeunes et s'intoxiquent eux-mêmes par exposition à ces pesticides.

Si les basses-tiges attirent les couples nicheurs parce qu'ils ressemblent fonctionnellement à des vergers hautes-tiges, celles-ci peuvent devenir un piège écologique s'il s'agit de basses-tiges intensives. Les pertes, soit les individus retrouvés morts et les œufs non éclos, y sont plus importantes. Or, cela a un coût énergétique pour le couple nicheur, en particulier pour la femelle qui pond des œufs qui n'éclore jamais, ou qui donneront des jeunes qui mourront avant de s'envoler. Ces résultats montrent qu'il vaudrait mieux ne pas réaliser des actions, telle la pose de nichoir, en faveur Moineau friquet à proximité de tout lieu où les pesticides sont abondamment pulvérisés.

4.2.5.3) Le voisinage

Vu que **cette espèce niche en colonie très lâche** (SASVÁRI, 1994b ; SUMMER-SMITH, 1998 ; GASTON, 1999 ; FIELD & ANDERSON, 2004 ; GARCÍA-NAVAS, 2008a ; JACOB, 2010), il n'est pas du tout étonnant que **le voisinage soit un des facteurs généraux les plus importants dans le choix du site de nidification**. En effet, la plupart des variables liées au voisinage sont significatives dans les régressions à une variable et apparaissant dans les modèles et classifications explicatifs (Tab. [III.ii.3](#), [III.ii.4](#), [III.ii.6](#), [III.ii.7](#) & [III.ii.10](#) ; Fig. [III.ii.2](#), [III.ii.6](#) & [III.ii.8](#)). Cependant, **l'influence du voisinage diminue en même temps que le rayon d'étude se restreint** (Tab. [III.ii.12](#)). Les couples nicheurs cherchent avant tout à s'installer dans une colonie, plus particulièrement là où ils auront beaucoup de voisins à proximité immédiate. Étant donné que la restriction de la zone d'étude se fait autour de couples nicheurs, soit dans un rayon de 500m, puis de 200m autour de couples nicheurs, il est logique que les variables liées au voisinage perdent de leur importance. En effet, **lorsque les analyses se réalisent dans un rayon de 200m autour des couples nicheurs, elles se font à l'intérieur des colonies**, donc là où toutes les cavités comptent des couples voisins. Or, dans ce cas, les cavités non occupées comptent plus de couples voisins que les cavités occupées, **d'où l'effet négatif des variables liées au voisinage dans un rayon supérieur à 200m.**

Le succès reproductif du Moineau friquet, en particulier les pertes, est aussi influencé par le voisinage, mais uniquement par des variables liées au nombre de prairies voisines occupées par au

moins un couple nicheur dans un rayon de 200m à 500m autour de la cavité (Tab. [III.ii.16](#), [III.ii.17](#), [III.ii.19](#), [III.ii.21](#) & [III.ii.22](#) ; Fig. [III.ii.13](#)). Ces résultats sont en accord avec les observations de McHUGH (2017) ne trouvant pas non de liens entre le nombre de jeunes à l'envol et le voisinage au Royaume-Uni, mais ils contredisent SVENSSON (2006) ayant montré, en Suède, qu'une forte densité en couples dans un rayon de 100m a un effet négatif sur le succès reproductif, aussi bien pour le nombre de nichées réussies que le nombre de jeunes à l'envol. SVENSSON (2006) explique ce lien par le fait qu'une forte densité augmente la compétition entre couples pour la ressource alimentaire, et donc l'agressivité, mais selon McHUGH (2017), la densité de population semble surtout limiter le succès reproductif lorsque la compétition pour les nichoirs est importante. Par ailleurs, en Turquie, KERMAN & AYAS (2016) n'ont pas observé d'influence entre le succès reproductif et la centralité du nichoir par rapport au reste de la colonie. Cette dernière observation est confirmée dans notre étude par l'absence d'effet des variables liées au voisinage dans tous les rayons analysés expliquant le nombre de pulli à l'envol. Par contre, il est intéressant de noter que **le nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur est globalement d'autant plus pertinent que le rayon pris en compte est élevé pour expliquer les pertes**, soit les nombres d'individus retrouvés morts et d'œufs non éclos. Ceci pourrait traduire le fait qu'un couple installé dans une parcelle située à proximité d'autres parcelles occupées dans un rayon important, 200m et plus, aurait à sa disponibilité différentes parcelles pouvant procurer de la nourriture en cas de manques ponctuels dans la prairie où il niche.

Les couples reproducteurs de Moineau friquet cherchent non seulement à s'installer dans une colonie, mais aussi à s'installer au centre de celle-ci. De plus, un couple reproducteur installé à proximité de nombreuses parcelles favorables rencontrera moins de difficultés pour se reproduire qu'un couple n'ayant pas ou peu de parcelles favorables à proximité. De plus, selon notre étude, parmi les variables liées au voisinage, le *nombre de couples voisins dans un rayon de 200m* est la plus pertinente pour étudier le choix de la cavité, tandis que le *nombre de prairies voisines occupées par au moins un couple nicheur dans un rayon de 450m* est la plus pertinente pour étudier le succès reproductif.

4.2.5.4) La présence d'autres espèces d'oiseaux

Les variables liées à la *présence de la Mésange charbonnière* ou d'une autre espèce d'oiseau que le Moineau friquet n'apparaissent que dans deux modèles prédictifs (Tab. [III.ii.5](#) & [III.ii.11](#)) et dans deux arbres explicatifs (Fig. [III.ii.6](#) & [III.ii.8](#)). Ceci suggère que **la Mésange charbonnière peut prendre la place du Moineau friquet**, ce que contredit REMACHA (2009) qui confirme les observations de BARBA & GIL-DELGADO (1990) et de KREBS (1971) mentionnant que le Moineau friquet détruit les nids de Mésange charbonnière. Néanmoins, le Groupe 12 – Emberiza a observé de façon régulière des cas où un couple de Mésange charbonnière nichait sur des nids montrant des traces de construction par le Moineau friquet, rarement un nid entier. Ce dernier pouvait nicher après que la Mésange ait mené à terme sa

nichée ou ses deux nichées (données non publiées, Groupe 12 – Emberiza). Ainsi, dans les deux colonies suivies par baguage au Pays-de-Herve, lorsqu'un nichoir est convoité par un couple de Moineau friquet et un couple de Mésange charbonnière, ce dernier prend le dessus. **Néanmoins, aucun effet n'a été observé sur le succès reproductif du Moineau friquet.**

4.2.5.5) Les variables générales des prairies

Les parcelles gérées par pâturage bovin auraient un attrait inférieur à celles gérées par fauchage (Fig. [III.ii.4](#) & [III.ii.7](#)). Cependant, cet effet plus faible peut être dû au fait que les parcelles pâturées par des bovins sont nettement plus nombreuses, accumulant les observations d'absence par rapport aux autres parcelles gérées différemment.

Le nombre d'œufs non éclos semble moins important dans les nichoirs situés dans des parcelles gérées par pâturage avec des équidés (Fig. [III.ii.11C](#)). Néanmoins, le nombre d'observations dans ces pâturages par équidés, soit 4, est nettement trop faible que pour réellement pouvoir tirer des conclusions de cette constatation. **L'absence de l'effet du *type de gestion* sur le succès reproductif s'accorde avec les résultats de RAHMAN (2011) qui, au Royaume-Uni, montre que la ressource en nourriture est la même pour les différents *types de gestion appliqués*.**

Une influence moins concevable est celle de la *surface* et du *périmètre d'une parcelle* sur l'attractivité et/ou le succès reproductif d'une espèce, ces deux caractéristiques n'ayant pas vraiment de sens écologique. Néanmoins, deux modèles explicatifs (Tab. [III.ii.4](#) & [III.ii.7](#)) et deux classifications explicatives (Fig. [III.ii.2](#) & [III.ii.6](#)) de la probabilité d'occupation les prennent en compte. **Ces résultats indiqueraient qu'il manque des facteurs pour pouvoir pleinement expliquer le choix d'une cavité, ou alors il s'agit d'une conséquence de la présence de faux négatifs.**

Bien que TELLERÍA (2008) ait démontré en Espagne l'intérêt écologique de paysages se composant d'une mosaïque d'habitats et qu'il soit avéré que l'abondance des Invertébrés augmente avec la hauteur de la végétation et la diversité structurale de l'habitat (MORRIS & LAKHANI, 1979 ; EYRE & LEIFFET, 2011 ; cités par McHUGH, 2017), la valeur écologique de la parcelle n'a malheureusement pas pu être prise en compte dans cette étude. Sur les 154 parcelles inventoriées, seules 4 pouvaient être considérées comme n'étant pas des prairies intensives (2 prairies en réserves naturelles avec des bovins, une prairie sous pâturage extensif avec des chevaux et une prairie en friche), et 3 autres présentaient un talus arborant une flore plus intéressante que dans une prairie intensive. Cette absence de prairies à valeur biologique est une conséquence de l'échantillonnage dirigé autour des colonies existantes et des observations récentes.

Si le Moineau friquet est un oiseau granivore, il apprécie plus les graines des petites herbes sauvages que celles des céréales cultivées (SUMMERS-SMITH, 1998). **La disparition de ces plantes sauvages**

avec l'intensification de l'agriculture en Angleterre pourrait être une des causes de son déclin selon SUMMERS-SMITH (1998) et SIRIWARDENA (2000b). Cependant, PERKINS (2007) et FIELD (2008) montrent que les populations anglaises de Moineau friquet peuvent s'adapter aux ressources locales de graines suivant les cultures en place.

Selon McHUGH (2017), la présence d'Ortie (*Urtica dioica*), signe d'une gestion non intensive, augmenterait la disponibilité en nourriture pour les jeunes, mais FIELD (2008) mentionne qu'il n'y a pas vraiment de liens entre la qualité écologique de l'habitat et son succès reproductif. Ainsi, FIELD & ANDERSON (2004) n'ont pas observé un plus grand nombre de tentatives de nidification en présence de nourrissage dans lequel des insectes étaient mis à disposition en abondance pour les jeunes, mais bien un plus grand nombre de jeunes élevés jusqu'à l'envol. Ils mentionnent aussi que les sites et bandes gérées favorablement pour la biodiversité ne peuvent que favoriser le Moineau friquet. En Irlande du Nord, COLHOUN (2017) confirme, quant à lui, les effets bénéfiques des mesures agro-environnementales (MAE) pour le Moineau friquet. Cependant, celles-ci ne sont pas pratiquées sur des surfaces assez importantes que pour réellement favoriser les populations d'oiseaux agricoles, dont le Moineau friquet (NEWTON (2017) cité par DEROUAUX & PAQUET (2018)). Elles permettent tout au plus de limiter le déclin (GAMERO (2017) cité par DEROUAUX & PAQUET (2018)).

Enfin, SVENSSON (2006) a montré, qu'en Suède que, dans des conditions pauvres, les couples préféreraient assurer la survie des femelles plutôt que de les faire pondre de gros œufs. Cependant, selon PINOWSKA (2004), en conditions défavorables en Pologne, la grosseur des œufs a un impact positif sur la survie des jeunes.

Ainsi, **une parcelle à haute valeur biologique et/ou située à proximité d'autres parcelles à haute valeur biologique ne peut qu'avoir un effet bénéfique sur le succès reproductif du Moineau friquet**, que ce soit en favorisant le nombre de jeunes à l'envol ou en diminuant les pertes d'énergie dues aux individus morts, adultes comme jeunes, et aux œufs non éclos.

4.2.5.6) Les cavités présentes dans les prairies

Si les cavités naturelles ont une influence négative sur le choix du site de nidification, la **présence de nichoirs** a un effet positif (Tab. [III.ii.3](#) à [III.ii.9](#) ; Fig. [III.ii.2](#), [III.ii.3](#) [III.ii.6](#), [III.ii.7](#) & [III.ii.8](#)). Cependant, les résultats montrent une valeur seuil de 9,4 à 10 nichoirs/ha au delà duquel les nichoirs ne seraient pas tous utilisés. En outre, les classifications en arbre montrent que même **si le Moineau friquet préfère les nichoirs, il apprécie avoir du choix**. Aussi, le tableau [III.ii.12](#) montre que ces variables sont moins importantes lorsque l'étude se fait à l'intérieur de la colonie que dans une zone d'étude beaucoup plus large. A Varsovie, WĘGRZYNOWICZ (2012) mentionne que le Moineau friquet répond favorablement à l'introduction de nichoirs en un lieu donné. Cependant, selon lui, l'augmentation du nombre de nichoirs n'influence pas la population, voire la fait diminuer. Par ailleurs, en Wallonie, LEDANT (2014) considère le Moineau friquet comme une espèce dont la population est limitée par le nombre de couples nicheurs et

non par les sites de nidification disponibles. Ainsi, **le nombre de cavités disponibles ne semble pas, ou du moins ne semble plus, être un facteur pouvant expliquer le déclin de la population.**

Un *nombre de cavités* important semble augmenter le nombre d'œufs non éclos (Tab. [III.ii.19](#)). Or, au Royaume-Uni, la densité de la population semble surtout limiter le succès reproductif lorsque la compétition pour les nichoirs est importante (McHUGH, 2017). Une compétition plus importante pourrait diminuer l'accès aux ressources. Néanmoins, presque tous les nichoirs étudiés ici sont en situation de solitaire, espacés d'environ 50m les des autres, subissant moins l'effet de la compétition que s'ils étaient proches (SASVÁRI, 1994a & 1994b). De plus, la *densité en nichoirs* n'est corrélée à aucune des variables liées au voisinage. Selon cette étude, elle ne traduit donc pas une compétition pour les nichoirs.

De ces deux points de vue, il ressort que **la présence de nichoirs augmente la probabilité d'occupation pour autant que leur densité ne soit pas trop importante, à priori moins de 9/ha.** Par contre, **le succès reproductif n'est pas influencé par la disponibilité en cavités**, même si la *densité en nichoirs* semble augmenter le nombre d'œufs non éclos pour des raisons inconnues.

4.2.5.7) Les haies dans les prairies

Si RAHMAN (2011) a montré au Royaume-Uni un effet positif de la *présence de haies* sur l'abondance du Moineau friquet, notre étude met en évidence un effet négatif des *écrans ligneux*, des *haies d'espèces indigènes* et des *haies du Sureau* sur la probabilité d'occupation du Moineau friquet (Tab. [III.ii.8](#) & [III.ii.11](#) ; Fig. [III.ii.2](#), [III.ii.3](#) & [III.ii.6](#) à [III.ii.9](#)). Néanmoins, il est important de garder en tête que les variables liées aux haies sont globalement négativement corrélées aux variables liées aux arbres.

En Angleterre, McHUGH (2017) mentionne que **la présence du Sureau noir augmente la disponibilité en nourriture pour les jeunes** et selon LEWIS-PHILIPS (2019), bien que reboisant les milieux ouverts, **les ronces offrent une ressource importante en fruits et insectes, ainsi qu'une protection contre les prédateurs.** Dans cette étude, le *Sureau noir* et les *ronces* se retrouvent, entre autre, dans les *écrans ligneux*, les *haies d'espèces indigènes* et les *grandes haies* (Annexe 4). Or, **ces différents types de haies diminuent le nombre de jeunes à l'envol et l'indice général du succès reproductif** (Tab. [III.ii.14](#) et [III.ii.21](#) ; Fig. [III.ii.10](#)). Néanmoins, **les variables liées aux haies sont globalement négativement corrélées aux variables liées aux arbres, aux arbres fruitiers et aux Poiriers.** Il est donc possible que, dans cette étude, la présence d'effets négatifs soit due à cette corrélation.

Cette étude montre donc que les haies diminuent la probabilité d'occupation d'une cavité par un couple nicheur de Moineau friquet et qu'elles peuvent aussi diminuer le nombre de pulli à l'envol. Néanmoins, ces résultats contredisent les observations des études précédentes réalisées en Angleterre (RAHMAN, 2011 ; McHUGH, 2017 ; LEWIS-PHILIPS, 2019) et ils peuvent être dus à une **corrélation négative avec les arbres fruitiers** présents dans les mêmes prairies. De plus amples études dans ce domaine sont donc à prévoir. Par ailleurs, les variables liées aux haies mises en évidence sont des variables assez générales. Il semble donc que des futures études et/ou travaux peuvent se limiter à différencier les

grandes et petites haies indigènes, les haies horticoles et les lisières forestières.

4.2.5.8) Les arbres dans les prairies

En Angleterre en 2004, FIELD & ANDERSON ont mis en évidence que le Moineau friquet a une préférence pour les prairies avec des éléments ligneux et les milieux humides. Cette espèce est d'ailleurs considérée comme une espèce cavernicole typique des vergers hautes-tiges (SASVÁRI, 1994b ; SUMMER-SMITH, 1998 ; GASTON, 1999 ; FIELD & ANDERSON, 2004 ; GARCÍA-NAVAS, 2008a ; JACOB, 2010). Il semble donc logique que cette espèce apprécie la présence d'arbres, en particulier des arbres fruitiers et/ou des arbres présentant des cavités pouvant convenir pour sa nidification. Néanmoins, dans le parc aménagé étudié par REMACHA en 2009, la structure végétale a semblé jouer un second rôle dans le choix du site de nidification. Les résultats de notre étude sont assez ambigus quant à l'influence des arbres présents dans les prairies associées aux cavités. Ils pourraient montrer non pas que les arbres ont un effet négatif sur la probabilité d'occupation (Tab. [III.ii.3](#), [III.ii.6](#), [III.ii.9](#) & [III.ii.12](#) ; Fig. [III.ii.2](#) & [III.ii.3](#)), mais le fait que les colonies occupent des prairies ayant, en moyenne, moins d'arbres que les prairies environnantes et que dans le reste de la zone d'étude. En effet, la variable prédominante reste la présence d'un nichoir, celui-ci n'étant pas présent dans toutes les prairies inventoriées. D'ailleurs, **les classifications explicatives et prédictives pour un rayon de 200m autour d'un couple nicheur montrent des effets positifs une fois que seuls les nichoirs sont pris en compte** (Fig. [III.ii.8](#) & [III.ii.9](#)). Ces deux figures montrent aussi que la probabilité qu'une cavité naturelle soit occupée augmente si la surface terrière cumulée en Frêne est d'au moins $3,56 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$. L'influence positive du Frêne sur la probabilité d'occupation d'une cavité naturelle ne peut être certifiée ici étant donné que seule trois cavités naturelles ont été recensées comme occupées. Il est donc tout à fait possible que cela soit un hasard et non un effet réel.

La présence des arbres fruitiers, et en particulier du Poirier, a un effet favorable sur les quatre aspects étudiés pour caractériser le succès reproductif (Tab. [III.ii.19](#) à [III.ii.21](#) ; Fig. [III.ii.10](#), [III.ii.15](#), [III.ii.16](#)). A noter que l'analyse par classification en arbre a mis en évidence un nombre de jeunes à l'envol plus élevé pour les prairies comprenant au moins 4,9 Poiriers/ha (Fig. [III.ii.10](#)). **L'effet positif de la présence du Poirier soit indique une préférence des Moineaux friquets pour cette essence, soit reflète simplement le fait que c'est l'espèce d'arbre la plus fréquente et la plus nombreuse dans la zone d'étude.** Par ailleurs, la classification générale pour l'indice général du succès reproductif prend comme premier critère la *circonférence de l'arbre sur lequel le nichoir est accroché* (Fig. [III.ii.16](#)). Si cette dernière variable n'est pas liée à l'ensemble des arbres présents dans la prairie, elle sous-entend tout de même fortement un effet positif des gros arbres.

Si les résultats pour le choix de la cavité montrent globalement un **effet négatif de la présence d'arbres**, ceux-ci reflètent probablement le fait que **les colonies occupent des prairies comprenant moins d'arbres que les prairies inventoriées en dehors des colonies. La prise en compte des nichoirs**

uniquement montre quant à elle un effet plutôt positif de la présence d'arbres. Ceux-ci ont par contre un effet nettement positif sur le succès reproductif du Moineau friquet, aussi bien pour le nombre de jeunes à l'envol que pour éviter des pertes. Les actions en faveur du Moineau friquet devraient donc prendre en compte les résultats obtenus en étudiant le succès reproductif plutôt que ceux récoltés pour le choix du site de nidification. En outre, selon cette étude, différencier les espèces d'arbres n'apporte pas un gain de précision supplémentaire par rapport aux trois catégories définies. L'état de santé des arbres et la présence de cavités naturelles sont deux critères à garder en compte.

4.2.6) Autres

4.2.6.1) La dispersion des jeunes et des individus reproducteurs

Cette étude s'est intéressée à la plupart des facteurs environnementaux pouvant caractériser un site de nidification potentiel et la prairie dans laquelle il se trouve. Elle permet donc de mieux définir une prairie favorable. Néanmoins, pour la réalisation d'actions en faveur du Moineau friquet comme la création d'un verger conservatoire ou la pose de niochirs, il manque une information très importante si le but est de créer de nouvelles colonies. Il faut savoir si un site à aménager est suffisamment proche d'une colonie existante et pour cela, il est important de connaître la distance de dispersion des jeunes et des adultes reproducteurs.

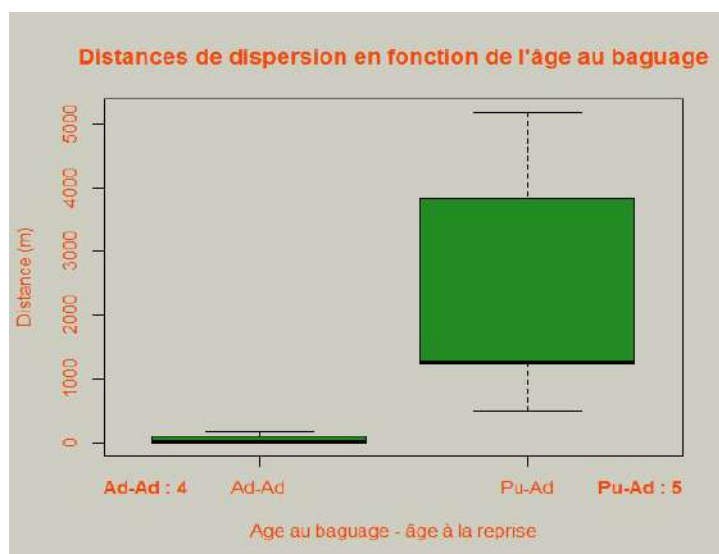


Figure IV.1 : Boîte à moustaches de la distance de dispersion entre deux nichées pour les adultes nicheurs bagués et repris dans un nichoir (Ad-Ad, n=4) et entre le lieu de naissance des pulli et les nichoirs où ils ont été contrôlés comme adultes nicheurs (Pu-Ad, n=5). Les données proviennent exclusivement du Groupe 12 – Emberiza. Ce graphique est montré à titre informatif, celui-ci étant construit à partir de 9 données seulement.

Nous savons, grâce à BOTH & VISSER (2002), qu'il y a aux Pays-Bas une forte fidélité au site de nidification d'une année à l'autre de la part des adultes et des jeunes. En Angleterre, FRECKLETON (2005) considère aussi le Moineau friquet comme une espèce philopatrisque. Il a cependant aussi montré qu'une population ne se maintient pas dans le temps en-dessous d'un certain seuil de densité. Le nombre minimal de cavités favorables est donc aussi un critère important. De même, SUMMERS-SMITH (1998) rapporte que cette espèce est connue pour apparaître à un endroit, former une grande colonie,

puis disparaître aussi rapidement.

Depuis le suivi par baguage de couples nicheurs de Moineau friquet par le Groupe 12 – Emberiza en 1999 à Saint-Jean-Sart et en 2014 à Warsage/Aubin-Neufchâteau, seuls 9 individus ont été bagués dans un nichoir et ont été contrôlés ultérieurement dans un nichoir d'une des deux colonies. Il s'agit donc de 9 reprises internes. Les distances mesurées (avec l'extension *NNJoin* sur QGIS 2.18.24) sont présentées à la figure [IV.1](#) à titre indicatif. Ces données sont d'une part nettement insuffisantes et, d'autre part elles, sont biaisées par le fait qu'elles ne sont prises que dans deux colonies, relativement proches, empêchant d'obtenir des distances de reprises supérieures à la distance séparant les nichoirs les plus éloignés de ces deux colonies. Néanmoins, il est tout de même intéressant de noter que la plus petite distance de dispersion observée pour les individus bagués comme pulli est supérieur à la plus grande distance observée pour les individus bagués comme adultes (Fig. [IV.1](#)).

4.2.6.2) Nichoirs et survie du Moineau friquet

Des études menées à Toledo (Espagne) par GARCÍA-NAVAS (2008a, 2008b & 2010) ont montré qu'en période de nidification, le Moineau friquet préfère les nichoirs en béton de bois par rapport à ceux en bois en raison de leur meilleure isolation thermique. Cependant, la présence d'un nid, son épaisseur, son avancement et la présence de plumes sont des facteurs plus importants pour résister aux températures froides que le type de nichoir (PINOWSKI, 2008). Par ailleurs, les couples choisissant un nichoir vide commencent à couvrir plus tôt que ceux choisissant un nichoir avec un ancien nid. Cet auteur a aussi observé que le nombre de jeunes à l'envol est plus important dans les nichoirs où il n'y avait pas un ancien nid. D'ailleurs, les couples ne semblent pas avoir une préférence pour les nichoirs avec un ancien nid. Le succès reproductif plus faible dans les nichoirs avec des anciens nids seraient dus aux infestations d'ectoparasites. Ces derniers diminueraient d'ailleurs le taux de survie des jeunes de troisième nichée. Afin de minorer cet inconvénient, une fois les jeunes envolés, les couples de Moineau friquet amènent des matériaux verts frais pour recouvrir la base du nid afin d'accueillir la ponte suivante GARCÍA-NAVAS (2010 & 2012).

En Pologne, PINOWSKI (2006a) mentionne que certains couples, sédentaires, peuvent commencer à construire un nid en automne en prévision de l'année suivante. A ce moment, ils choisissent préférentiellement les nichoirs où il y a eu une troisième nichée avec au moins un œuf éclos. La présence d'un ancien nid a donc un rôle très important dans le choix de la cavité où nicher l'année suivante pour les couples expérimentés. Par contre, la prospection pour un site de nidification par les jeunes ne commence qu'une fois leurs mues terminées. Ainsi, ceux nés lors des deuxième et troisième nichées commencent à prospecter plus tard que ceux nés lors de la première nichée.

PINOWSKI (2008) a aussi montré que si environ 14% des jeunes nés d'une première nichée survivent jusqu'en mai de l'année suivante, ce taux descend à 5% pour les jeunes nés lors de la deuxième ou de la troisième nichée. Cet auteur mentionne que le taux de mortalité durant les nuits d'hiver serait de 85%.

D'après ces informations, le nettoyage des nichoirs devrait soit se faire début d'automne pour favoriser les adultes reproducteurs qui commenceraient leurs nids à ce moment-là, soit en fin d'hiver afin de laisser des nids durant la période hivernale afin de favoriser la survie des individus. Aider une partie des adultes reproducteurs reviendrait à favoriser une petite partie de la population, celle qui a de l'expérience dans la reproduction. Ce serait donc un choix dirigé vers la " qualité ". Favoriser la survie hivernale aiderait l'ensemble de la population, y compris les jeunes de l'année. Ce second choix serait plutôt dirigé vers la " quantité ". Un nettoyage au début ou au cœur de l'hiver est à proscrire, car il supprimerait les nids (re)construits par des couples et il diminuerait les capacités d'isolation des nichoirs pour la fin de l'hiver.

En outre, il se peut que le problème des ectoparasites se développant dans les anciens nids (GARCÍA-NAVAS, 2008a, 2008b & 2010) soit une des raisons expliquant le fait qu'une colonie de Moineau friquet puisse disparaître presque spontanément d'une zone de nidification après s'être installée tout aussi spontanément plusieurs années auparavant (SUMMERS-SMITH, 1998). Si ce problème est un inconvénient majeur, il est tout à fait possible qu'une colonie change de lieu lorsque toutes les cavités de la zone où elle est présente contiennent de vieux nids infestés d'ectoparasites. Si tel est le cas, les colonies nichant en nichoirs nettoyés régulièrement, nids enlevés ou fumigés pour tuer les parasites, ne devraient pas disparaître comme l'a décrit SUMMERS-SMITH (1998).

4.2.6.3) Les effets des changements climatiques

Comme le mentionne LAUDELOUT (2014), si les changements climatiques semblent moins impacter les populations d'oiseaux que les modifications des habitats, notamment parce qu'ils peuvent les faire disparaître et apparaître, ce facteur n'en reste pas moins à négliger. Selon lui, les espèces réalisant plusieurs nichées, comme le Moineau friquet, seraient moins dépendantes des changements climatiques que celles n'en réalisant qu'une seule. Par ailleurs, en Pologne, WĘGRZYNOWICZ (2017) a montré que la date médiane de la ponte du premier œuf pondu par le Moineau friquet a avancé de 5 à 9 jours dans les années 2000 par rapport aux années 1980. Ainsi, le Moineau friquet semble s'adapter aux changements climatiques et il ne semble pas que ces changements aient un impact majeur sur sa population.

4.2.6.4) Les prédateurs du Moineau friquet

La littérature mentionne deux prédateurs principaux de Moineau friquet. Au Royaume-Uni, SUMMERS-SMITH (1998) décrit un lien entre le déclin des populations de Moineau friquet et le retour de l'Épervier (*Accipiter nisus*), suite à l'interdiction des pesticides organochlorés. Aux Pays-Bas, BOTH & VISSER (2002) mentionnent aussi un lien entre l'évolution des population d'Épervier et celles de Moineau friquet, mais ils citent aussi le Faucon hobereau (*Falco subbuteo*) comme prédateur.

5) Conclusions

5.1) Suivi des pulli bagués au nid

L'analyse des données récoltées par le Centre Belge de Bagueage, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, a montré que le succès reproductif du Moineau friquet, soit le nombre de pulli par nichée, est le même dans les différentes écorégions wallonnes et peut être estimé à 3,3 pulli par nichée. Par contre, si un déclin est observé dans les différentes écorégions, il n'est significatif qu'au Condroz. Néanmoins, ce dernier regroupe plus de la moitié des données analysées. Il y a donc plus que probablement un déclin général du succès reproductif du Moineau friquet en Wallonie qui pourrait, partiellement, expliquer la diminution de sa population.

Les deux colonies de Moineau friquet situées à Saint-Jean-Sart (Aubel) et à Aubin-Neufchâteau (Dalhem) sont la source d'un quart des données de pulli bagués au nid pour la Wallonie, soit de la moitié de celles pour le Condroz. Or, le succès reproductif observé dans ces colonies est stable, la population de l'ensemble des deux étant plus importante qu'au début des années 2000. Le déclin de la population wallonne du Moineau friquet serait donc certainement due à des disparitions locales de colonies plutôt à qu'à un déclin général au sein des différentes colonies.

5.2) Habitat

Selon les résultats de cette étude, le verger idéal pour le Moineau friquet se définit comme suit : la prairie devrait comporter une densité d'au moins 10 arbres par hectare, dont 5 arbres fruitiers, au moins 2 arbres ayant une ou plusieurs cavités naturelles et quelques arbres ayant une circonférence relativement importante.

Les haies ne semblent pas influencer le choix, ni le succès reproductif. L'effet exact est à confirmer par d'ultérieures études.

Les couples préfèrent très nettement les nichoirs aux cavités naturelles. Cependant, la présence de cavités naturelles à proximité a tout de même un aspect positif. On peut retenir qu'il devrait y avoir au moins 5 cavités, naturelles et artificielles, présentes dans le verger.

Notre étude montre qu'il y aurait un effet négatif de la gestion par pâturage bovin. Néanmoins, le plus important reste que la gestion de la parcelle soit extensive afin de favoriser les ressources en nourriture, aussi bien les graines pour les adultes que les insectes pour les jeunes.

La compétition avec les autres espèces d'oiseaux, en particulier avec la Mésange charbonnière, peut être évitée en mettant à disposition plusieurs nichoirs, plus ou moins rapprochés, le Moineau friquet étant grégaire les autres espèces généralement territoriales.

Le succès reproductif est meilleur lorsque qu'il y a d'autres prairies favorables dans un rayon de 450m. Par contre, les couples cherchent à s'installer au centre de la colonie, afin d'avoir un nombre important de voisins dans un rayon de 200m.

D'un point de vue paysager, seules les basses-tiges influencent le Moineau friquet recherchant la proximité avec celles-ci. Néanmoins, afin d'éviter les effets néfastes des pesticides, le lieu de nidification devrait se situer à au moins 250m de basses-tiges intensives, ou de tout autre lieu où les pesticides sont utilisés en abondance.

La pose de nichoirs se fera préférentiellement sur des arbres ayant une circonférence d'au moins 150cm à 1,5m de haut afin de favoriser le succès reproductif.

5.3) Après cette étude

Le déclin du Moineau friquet en Wallonie mériterait une action publique. Des collaborations locales entre les ornithologues/bagueurs bénévoles et les agriculteurs/propriétaires de vergers pourraient permettre de maintenir ou de (re)créer des colonies dans les zones agricoles favorables comme l'a montré avec succès le groupe 12 - Emberiza dans le Pays-de-Herve. L'information et la sensibilisation des agriculteurs et des propriétaires de vergers d'une part et la prise en compte des facteurs décrits au point 5.2 ci-avant dans les mesures agro-environnementales (MAE) spécifiques aux vergers et aux fruitiers hautes-tiges d'autre part, pourraient permettre de limiter la diminution de l'espèce. Espérons que ce travail serve d'inspiration à d'autres groupes.

6) Bibliographie

6.1) Articles scientifiques

- Awa, T. I. *et al.* (2018) 'Habitat characteristics of wintering Wood Warbler *Phylloscopus sibilatrix* in the Centre Region of Cameroon: conservation implications', *Ostrich*, 89(1), pp. 19–24. doi: 10.2989/00306525.2017.1368037.
- Both, C., Visser, M. E. and Balen, H. Van (2002) 'De opkomst en ondergang van een populatie Ringmussen *Passer montanus*', *Limosa*, 75, pp. 41–50. Available at: <http://www.rug.nl/research/portal>.
- Bronne, L. (2009) 'Les moineaux hybrides dans une zone d'Ardenne belge marquée par une forte diminution du Moineau friquet (*Passer montanus*)', *Aves*, 46(3), pp. 113–118. Available at: https://www.aves.be/fileadmin/Aves/Bulletins/Articles/46_3/46_3_113.pdf.
- Chamberlain, D. E. and Fuller, R. J. (2000) 'Local extinctions and changes in species richness of lowland farmland birds in England and Wales in relation to recent changes in agricultural land-use', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 78, pp. 1–17.
- Chamberlain, D. E. and Fuller, R. J. (2001) 'Contrasting patterns of change in the distribution and abundance of farmland birds in relation to farming system in lowland Britain', *Global Ecology & Biogeography*, 10, pp. 399–409. Available at: <http://www.blackwell-science.com/geb>.
- Colhoun, K. *et al.* (2017) 'Agri-environment scheme enhances breeding populations of some priority farmland birds in Northern Ireland', *Bird Study*, 64(4), pp. 545–556. doi: 10.1080/00063657.2017.1415296.
- Derouaux, A. and Paquet, J. (2018) 'L'évolution préoccupante des populations d'oiseaux nicheurs en Wallonie : 28 ans de surveillance de l'avifaune commune', *Aves*, 55(1), pp. 1–31. Available at: https://www.aves.be/fileadmin/Aves/COA/Publis_COA/28_ans_surveillance_avifaune.pdf.
- Dolenec, Z., Dolenec, P. and Møller, A. P. (2011) 'Warmer springs, laying date and clutch size of tree sparrows *Passer montanus* in Croatia', *Current Zoology*, 57(3), pp. 414–418.
- Doucet, A. and Doucet, J. (1966) 'Nidifications originales du Moineau friquet (*Passer montanus*)', *Aves*, 3(3), pp. 50–51. Available at: https://www.aves.be/fileadmin/Aves/Bulletins/Articles/3_3/3_3_50.pdf.
- Field, R. H. and Anderson, G. Q. A. (2004) 'Habitat use by breeding Tree Sparrows', *Ibis*, 146(Suppl. 2), pp. 60–68. doi: 10.1111/j.1474-919X.2004.00356.x.
- Field, R. H., Anderson, G. Q. A. and Guar, D. J. (2008) 'Land-use correlates of breeding performance and diet in Tree Sparrows *Passer montanus*', *Bird Study*, 55(3), pp. 280–289. doi: 10.1080/00063650809461533.

- Freckleton, R. P. *et al.* (2005) 'Large-scale population dynamics, abundance – occupancy relationships and the scaling from local to regional population size', *Journal of Animal Ecology*, 74, pp. 353–364. doi: 10.1111/j.1365-2656.2005.00931.x.
- García-Navas, V., Arroyo, L. and José Sanz, J. (2008) 'Nestbox Use and Reproductive Parameters of Tree Sparrows *Passer montanus* : Are They Affected by the Presence of Old Nests?', *Acta Ornithologica*, 43(1), pp. 32–42. doi: 10.3161/000164508X345301.
- García-Navas, V., Arroyo, L. and José Sanz, J. (2010) 'Woodcrete nestboxes: are they adequate for multibrooded species?', *Ardea*, 57(1), pp. 159–166.
- García-navas, V. *et al.* (2008) 'Effect of nestbox type on occupancy and breeding biology of Tree Sparrows *Passer montanus* in central Spain', *Ibis*, 150, pp. 356–364.
- García-Navas, V. and José Sanz, J. (2012) 'Yearly and Seasonal Variation of Breeding Parameters in a Declining Multi-Brooded Passerine, the Tree Sparrow', *Ardea*, 100(1), pp. 79–88. doi: 10.5253/078.100.0112.
- Gaston, K. J., Blackburn, T. M. and Gregory, R. D. (1999) 'Intraspecific abundance–occupancy relationships : case studies of six bird species in Britain', *Diversity and Distributions*, 5, pp. 197–212. Available at: <http://www.blackwell-science.com/ddi>.
- Heeb, P. (2001) 'Pair copulation frequency correlates with female reproductive performance in Tree Sparrows *Passer montanus*', *Journal of Avian Biology*, 32, pp. 120–126. doi: 10.1034/j.1600-048X.2001.320204.x.
- Kerman, K. and Ayas, Z. (2016) 'Effects of nest positioning on fledging success in a breeding colony of *Passer montanus* (Passeridae): a case study in Central Anatolia, Turkey', *Italian Journal of Zoology*. Taylor & Francis, 83(2), pp. 270–274. doi: 10.1080/11250003.2016.1157631.
- Krikun, R. G. *et al.* (2018) 'Breeding habitat characteristics of Canada Warblers in central Alberta', *The Forestry Chronicle*, 94(3), pp. 230–239.
- Larsson, E. (2014) *Habitat modeling for rustic bunting (Emberiza rustica) territories in boreal*. Swedish University of Agricultural Sciences. Available at: <http://stud.epsilon.slu.se>.
- Laudelout, A. and Paquet, J.-Y. (2014) 'Les changements climatiques et les oiseaux : synthèse et impacts sur l'avifaune wallonne', *Aves*, 51(4), pp. 193–215. Available at: https://www.aves.be/fileadmin/Aves/Bulletins/Articles/51_4/51-4-193.pdf.
- Ledant, J.-P. (2014) 'Analyse des causes probables de changements récents dans l'avifaune wallonne', *Aves*, 51(1), pp. 27–41. Available at: https://www.aves.be/fileadmin/Aves/Bulletins/Articles/51_1/51-1-27.pdf.
- Lewis-phillips, J. *et al.* (2019) 'Pond management enhances the local abundance and species richness of farmland bird communities', *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Elsevier, 273, pp. 130–140. doi: 10.1016/j.agee.2018.12.015.

- McHugh, N. M. *et al.* (2017) 'Agri-environmental measures and the breeding ecology of a declining farmland bird', *Biological Conservation*. Elsevier, 212, pp. 230–239. doi: 10.1016/j.biocon.2017.06.023.
- McHugh, N. M. *et al.* (2016) 'The diet of Eurasian Tree Sparrow *Passer montanus* nestlings in relation to agri-environment scheme habitats', *Bird Study*. Taylor & Francis, 63(2), pp. 279–283. doi: 10.1080/00063657.2016.1182964.
- McHugh, N. M. *et al.* (2018) 'Relationships between tree sparrow *Passer montanus* fledging success and the quantity and quality of agricultural habitats – A model comparison study', *Ecological Informatics*. Elsevier, 47, pp. 73–76. doi: 10.1016/j.ecoinf.2017.07.002.
- Mirinejad, S. *et al.* (2018) 'Investigating the Impact of Some Habitat Characteristics on Distribution of *Stachys pilifera* Benth Using the BMLR Model in Iran', *Environmental Studies*, 27(5), pp. 2171–2178. doi: 10.15244/pjoes/79719.
- Perkins, A. J., Anderson, G. Q. A. and Wilson, J. D. (2007) 'Seed food preferences of granivorous farmland passerines', *Bird Study*, 54(1), pp. 46–53. doi: 10.1080/00063650709461455.
- Pinowska, B. *et al.* (2004) 'The Effect of Egg Size on Growth and Survival of the Tree Sparrow *Passer montanus* Nestlings', *Acta Ornithologica*, 39(2), pp. 121–135. Available at: <https://doi.org/10.3161/068.039.0209>.
- Pinowska, B. *et al.* (2002) 'The effect of egg size on hatching rate in the Tree Sparrow *Passer montanus* (study in Central Poland)', *Acta Ornithologica*, 37(1), pp. 7–14. doi: 10.3161/068.037.0102.
- Pinowski, J. *et al.* (2001) 'Laying Interruption in the Tree Sparrow *Passer montanus*', *Acta Ornithologica*, 36(1), pp. 13–18. Available at: <https://doi.org/10.3161/068.036.0109>.
- Pinowski, J. *et al.* (2006) 'The thermal properties of some nests of the Eurasian Tree Sparrow *Passer montanus*', *Journal of Thermal Biology*, 31, pp. 573–581. doi: 10.1016/j.jtherbio.2006.05.007.
- Pinowski, J. *et al.* (2006) 'Significance of the Breeding Season for Autumnal Nest-Site Selection by Tree Sparrows *Passer montanus*', *Acta Ornithologica*, 41(1), pp. 83–87. Available at: <https://doi.org/10.3161/068.041.0103>.
- Pinowski, J. *et al.* (2008) 'Nest Construction During Autumn Display and Winter Roosting in the Tree Sparrows *Passer montanus*', *Acta Ornithologica*, 43(2), pp. 185–195. doi: 10.3161/000164508X395306.
- Rahman, L. M. *et al.* (2011) 'The conservation value of restored landfill sites in the East Midlands, UK for supporting bird communities', *Biodiversity Conservation*, 20, pp. 1879–1893. doi: 10.1007/s10531-011-0064-6.
- Remacha, C. and Antonio Delgado, J. (2009) 'Spatial nest-box selection of cavity-nesting bird species in response to proximity to recreational infrastructures', *Landscape and Urban Planning*, 93, pp. 46–53. doi: 10.1016/j.landurbplan.2009.06.004.

- Šálek, M., Riegert, J. and Grill, S. (2015) 'House Sparrows *Passer domesticus* and Tree Sparrows *Passer montanus*: Fine-Scale Distribution, Population Densities, and Habitat Selection in a Central European city', *Acta Ornithologica*, 50(2), pp. 221–232. doi: 10.3161/00016454AO2015.50.2.010.
- Sasvári, L. and Hegyi, Z. (1994) 'Reproductive effort of colonial and solitary breeding tree sparrows *Passer montanus* L.', *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 34, pp. 113–123.
- Sasvári, L. and Hegyi, Z. (1994) 'Colonial and Solitary Nesting Choice as Alternative Breeding Tactics in Tree Sparrow *Passer montanus*', *Journal of Animal Ecology*, 63(2), pp. 265–274. Available at: https://www.jstor.org/stable/5545?seq=1&cid=pdf-reference#references_tab_contents.
- Siriwardena, G. M. *et al.* (2000) 'The importance of variation in the breeding performance of seed-eating birds in determining their population trends on farmland', *Journal of Applied Ecology*, 37, pp. 128–148.
- Siriwardena, G. M. *et al.* (2000) 'Agricultural habitat-type and the breeding performance of granivorous farmland birds in Britain', *Bird Study*, 47(1), pp. 66–81. doi: 10.1080/00063650009461161.
- Summers-Smith, J. D. (1998) 'Studies of West Palearctic birds', *British Birds*, 91(4), pp. 124–138.
- Svensson, M. (2006) *Embryonic Mortality and Sex Ratios in the Tree Sparrow*. Acta Universitatis Upsaliensis. Available at: <http://urn.kb.se/resolve.urn=urn:nbn:se:uu:diva-7426>.
- Tellería, J. L. *et al.* (2008) 'Geographical, landscape and habitat effects on birds in Northern Spanish farmlands: implications for conservation', *Ardeola*, 55(2), pp. 203–219.
- Vansteenwegen, C. (2006) 'La surveillance de l'avifaune commune par "points d'écoute" en Wallonie, analyse 1990-2005', *Aves*, 43(4), pp. 201–250. Available at: https://www.aves.be/fileadmin/Aves/Bulletins/Articles/43_4/43_4_201.pdf.
- Vickery, J., Carter, N. and Fuller, R. J. (2002) 'The potential value of managed cereal field margins as foraging habitats for farmland birds in the UK', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89, pp. 41–52.
- Węgrzynowicz, A. (2012) 'Importance Of Nest Sites Availability For Abundance And Changes In Number Of House- And Tree Sparrow In Warsaw', *International Studies on Sparrows*, 36(1), pp. 56–65. doi: 10.1515/isspar-2015-0013.
- Węgrzynowicz, A. (2017) 'Breeding parameter changes in two syntopic urban Sparrow species with contrasting population trends', *Ornis Fennica*, 94, pp. 113–124.

6.2) Livres

Gilbert, G., Gibbons D. W. & Evans J. (1998) '*Bird monitoring methods*' ; The Royal Society for the Protection of Birds.

Hustings, M. F. H., Kwak R. G. M., Opdam P. F. M., Reijnen M. J. S. M. (1989) '*Vogelinventarisatie : Actergronden, richtlijnen en verslagleggin*' ; Natuurbeheer in Nederland.

Jacob, J.-P. & al. (2010) '*Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie 2001-2007*' ; Série "Faune – Flore – Habitats " n°5.

6.3) Autres références et sources

BEBIRDS - <https://odnature.naturalsciences.be/bebirds/fr/>

Lifewatch-FWB - <http://maps.elie.ucl.ac.be/lifewatch/ecotopes.html>

OpenStreetMap - <http://download.geofabrik.de/>

PECMS - https://pecbms.info/trends-and-indicators/indicators/indicators/E_C_Fa,EU1_Fa,NewEU1_Fa,E_C_CEE_Fa,E_C_SE_Fa,E_C_WE_Fa,E_C+BG_N_E_Fa,E_C+BG_SE_Fa,E_C+BG_WE_Fa/confidential/yes/

WalOnMap - <http://geoportail.wallonie.be/home.html>

7) Annexes

Annexe 1 : Quelques précisions concernant la récolte des données

L'étude de l'influence des facteurs environnementaux sur le succès reproductif se base sur le suivi par baguage de 71 nichoirs répartis en deux colonies. La première colonie est centrée sur Saint-Jean-Sart (Aubel) et a été créée par Roger Ponsen en 1998. Depuis 2017, ces nichoirs sont maintenant suivis par Marc Grailet et Nadine Depresseux. La seconde, créée et suivie par mes soins, est centrée sur Aubin-Neufchâteau (Dalhem). Ces quatre bagueurs ainsi que les activités de baguage concernant ces colonies se rapportent au Groupe 12 -Emberiza, coordonné par André Lambotte.

Les zones d'études ont été choisies dans un rayon proche de mon domicile afin de réduire au maximum les déplacements en voiture, favorisant les modes de transports propres.

Annexe 2 : Détail des inventaires des arbres dans les prairies.

Les données récoltées pour les arbres isolés sont : l'espèce, la circonférence à 1,5m de haut à l'aide d'un mètre ruban, l'état de santé et le nombre de cavités pouvant convenir à la nidification du Moineau friquet. Par après, une section pour le tronc a été calculée avec RStudio sur base de la circonférence à 1,5m de haut. L'état de santé des arbres ne comprend que deux catégories : mort ou vivant. Un arbre a été considéré comme mort si et seulement si il ne présentait plus aucune trace de vie, soit plus aucune feuille ou plus un seul bourgeon. Les arbres mourants, ne possédant plus qu'une partie de cime en vie, ont donc été classés comme vivants.

Ces données ont ensuite été utilisées pour calculer le nombre d'arbres (N), la densité (D, /ha), la surface terrière (G, m²/ha) et la surface terrière cumulée (g, m²) de chacune de ces espèces dans chaque prairie. Les mêmes calculs ont été refaits en ne prenant en compte que les arbres avec au moins une cavité d'une part, et uniquement les arbres morts d'autre part. Ces calculs ont ensuite été refaits en regroupant les espèces d'arbres en trois catégories : les arbres fruitiers (Merisier (*Prunus avium*), Pommier (*Malus sylvestris*), Poirier (*Pyrus communis*) et Prunier (*Prunus domestica*)), les arbres bocagers (Châtaignier (*Castanea sativa*), Frêne (*Fraxinus excelsior*), Noyer (*Juglans regia*) et Saule (*Salix sp.*)) ; et une catégorie ' autres ' reprenant tous les autres espèces d'arbres. Enfin, ces mêmes calculs ont été refaits pour l'ensemble des arbres, toutes espèces confondues.

Toutes les données n'ont cependant pas été gardées. Seules les variables pour lesquelles il y avait au moins 20 observations non nulles pour l'ensemble des prairies ont été gardées (Voir [tableau](#) ci-dessous). Pour l'analyse du succès reproductif, seules les variables avec au moins 8 observations positives dans les 25 prairies suivies par baguage ont été gardées. Un résumé des données récoltées pour les arbres est détaillé à l'annexe 1.

Résumé des facteurs liés aux arbres utilisés dans les analyses. Les cases blanches indiquent les variables analysées aussi bien pour l'attrait des prairies que pour le succès reproductif. Les **cases grises** indiquent les variables analysées uniquement pour l'attrait des prairies. Les **cases noires** indiquent les variables analysées ni pour l'attrait des prairies, ni pour le succès reproductif.

Espèces/catégories	Tous	Avec cavités	Morts
Tous			
Fruitiers			
Bocagers			
Poirier			
Merisier			
Pommier			
Prunier			
Frêne			
Chêne pédonculé			
Noyer			
Saule			

Annexe 3 : Tableau des statistiques de base pour chaque espèce d'arbre recensée lors des inventaires
des prairies.

Espece	N_arbres	N_prairies	Frequence	Min_n	Quartil1_n	Mediane_n	Quartile3_n	Max_n	Min_C	Quartil1_C	Mediane_C	Quartile3_C	Max_C	Cavites_n
AM	1	1	0,65	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0
AU	4	3	1,95	1	1	1	1,5	2	16	16	25	34,4	35,5	0
BL	1	1	0,65	1	1	1	1	1	129	129	129	129	129	0
CH	33	10	6,49	1	1	1	5	12	12	32,5	57,5	84,5	257,3	2
CP	47	28	18,18	1	1	1	1,25	12	1	58,5	137,5	255,8	393,5	7
CT	12	9	5,84	1	1	1	2	2	13	81	104,5	166,1	365	0
EC	24	7	4,55	1	1	2	4,5	10	8,5	20,4	65,3	203,9	238	1
EP	21	6	3,9	1	2,25	3	3	9	1	22,5	67	101	125,5	0
ES	5	1	0,65	5	5	5	5	5	48	59	61	66,5	78,5	0
FR	198	64	41,56	1	1	2	3,25	16	1	101,5	237	291	405,5	65
ME	338	67	43,51	1	1,5	2	5	50	0,5	58,1	106	145,5	253	22
MI	1	1	0,65	1	1	1	1	1	143	143	143	143	143	0
NO	50	25	16,23	1	1	1	3	5	7	46,4	112,8	160,9	244	2
PL	31	5	3,25	4	5	5	7	10	67	77,5	103	120,5	151	0
PM	465	66	42,86	1	2	3	6,75	97	0,5	19,5	41	73,5	196,5	50
PN	2	2	1,3	1	1	1	1	1	217	237,8	258,5	279,3	300	0
PR	727	96	62,34	1	2	4	10	44	8	116	137,5	158,3	237,5	73
PU	651	64	41,56	1	2	3	7,25	117	3	34	60	84,25	178	120
RA	13	3	1,95	3	4	5	5	5	36	45,5	48,5	52,5	120	0
SL	65	23	14,94	1	1	1	2	19	7,5	77	135,5	326	615	24
TG	7	3	1,95	1	1,5	2	3	4	1	48,8	57,5	75,8	97,5	0
TP	3	2	1,3	1	1,25	1,5	1,75	2	44,5	49,3	54	283,5	513	3
A	193	53	34,52	1	1	2	5	24	1	44,5	74,5	133	513	13
B	325	90	58,44	1	1	2	4,75	19	1	75	191,5	285	615	91
F	2181	127	82,47	1	3	9	18,5	136	0,5	39	86	135	253	265
Tot	2699	153	99,35	1	4	10	19	136	0,5	41,5	90	143	615	369

Légende :

N_arbres : nombre d'arbres recensés au total.

N_prairies : nombre de prairies où au moins un individu de l'espèce d'arbre a été trouvé.

Fréquence : pourcentage de prairies comprenant au moins un individu de l'espèce d'arbre.

n : nombre d'arbres par prairie, uniquement pour les prairies où l'espèce est présente.

C : circonférence en cm des arbres mesurées à 1,5m de haut. Valeurs indépendantes des prairies.

Min : minimum.

Quartil1 : 1^{er} quartile.

Mediane : valeur médiane.

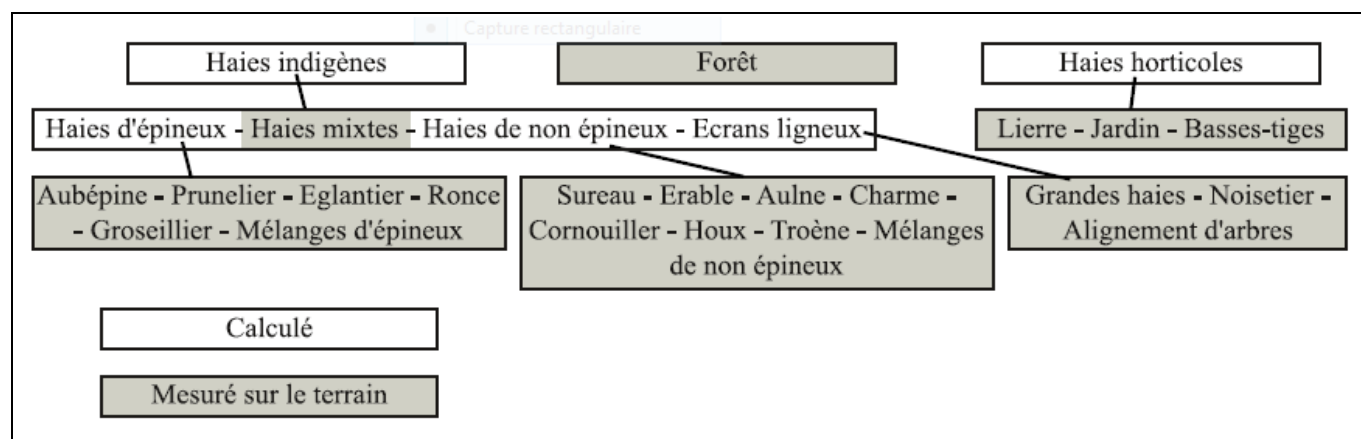
Quartil3 : 3^{ème} quartile.

Max : maximum.

Cavites_n : nombre total de cavités recensées par espèce d'arbre.

Espece : AM (Amandier), AU (Aulne glutineux), BL (Bouleau verruqueux), CH (Charme commun), CP (Chêne pédonculé), CT (Châtaignier), EC (Érable champêtre), EP (Érable plane), ES (Érable sycomore), FR (Frêne commun), ME (Merisier), MI (Marronnier d'Inde), NO (Noyer royal), PL (Platane hybride), PM (Pommier), PN (Peuplier noir), PR (Poirier), PU (Prunier), RA (Robinier faux-acacia), SL (Saule blanc), TG (Tilleul à grandes feuilles), TP (Tilleul à petites feuilles) ; A (arbres de la catégorie " Autres "), B (arbres de la catégorie " Bocagers "), F (arbres de la catégorie " Fruitiers ") et Tot (toutes les espèces confondues).

Annexe 4 : Description des catégories de haies



La première catégorie correspond aux haies formées par des espèces indigènes. Celle-ci se compose de quatre sous-catégories : les écrans ligneux, les petites haies d'épineux, les petites haies de non épineux et les petites haies mixtes. Les écrans ligneux correspondent aux grandes haies, aux alignements d'arbres et aux alignements de noisetiers. Les grandes haies sont des haies mono- ou plurispécifiques, d'une ou plusieurs bandes, ayant une hauteur d'au moins 2m et une largeur d'au moins 1m. Étant donné que l'abondance des Invertébrés augmente avec la hauteur de la végétation et la diversité structurale de l'habitat (MORRIS & LAKHANI, 1979 ; EYRE & LEIFFET, 2011 ; cités par MCHUGH, 2017), cette définition permet de comparer les petites haies avec les grandes. En plus de la ressource en nourriture, cette définition permet aussi de différencier les haies assez grandes que pour apporter une protection contre des prédateurs terrestres, de celles plus petites et donc plus accessibles. Les alignements d'arbres se définissent ici comme un ensemble d'arbres, généralement sur une seule ligne, ayant un tronc dégagé et visible, donc non entouré de lianes et/ou de haies, et se situant à une faible distance l'un de l'autre de façon à ce qu'il ne soit pas possible de les dénombrer sur base de leurs cimes sur une vue aérienne.

A l'inverse des grandes haies, les petites haies sont des haies mono- ou plurispécifiques, sur une seule bande, ayant une hauteur de maximum 2m et une largeur de maximum 1m. Une petite haie est considérée comme monospécifique lorsqu'elle est composée par une espèce pour plus de deux tiers. En deçà, la petite haie est considérée comme un mélange. Les petites haies d'épineux regroupent les mélanges d'épineux, l'Aubépine à un style (*Crataegus monogyna*), le Prunellier (*Prunus spinosa*), l'Églantier (*Rosa canina*), la Ronce (*Rubus fruticosus*) et le Groseillier rouge (*Ribes rubrum*). Les petites haies de non épineux regroupent les mélanges de non épineux, le Sureau noir (*Sambucus nigra*), l'Érable champêtre (*Acer campestre*), l'Aulne (*Alnus glutinosa*), le Charme commun (*Carpinus betulus*), le Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), le Houx (*Ilex aquifolium*) et le Troène commun (*Ligustrum vulgare*). Les petites haies mixtes ne comprennent que des mélanges d'espèces épineuses et non épineuses où aucun de ces deux groupes ne compte pour plus de deux tiers de la haie.

La deuxième catégorie de haie correspond aux écrans végétaux anthropiques. En d'autres termes, elle comprend des formations végétales potentiellement sous influence de pesticides et d'insecticides. Cette catégorie regroupe les haies de jardin, les palissades de Lierre (*Hedera helix*), ainsi que les basses-tiges. Les haies de jardin correspondent à toutes les formations végétales, y compris les espèces horticoles et exotiques. Bien que correspond plus à une matrice paysagère qu'à un corridor végétal, les basses-tiges ont été regroupées ici en raison de leur haut potentiel en pesticides.

Enfin, la troisième catégorie de haies comprend les lisières forestières. Il a été choisi de ne pas les intégrer aux haies indigènes, car elles forment une matrice paysagère à part entière et non un corridor végétal comme l'ensemble des éléments pris en compte dans la catégorie des haies indigènes.

Annexe 5 : Répartition des sites de nidification potentiel en fonction de leur zone et de la plus petite distance à un couple nicheur (n=372).

Zones	> 500m d'un couple	> 200m et < 500m d'un couple	< 200m d'un couple	Total
Aubin-Neufchâteau	0	23	73	96
Bombaye	9	46	10	65
Charneux	97	7	10	114
Saint-Jean-Sart	0	40	57	97
Total	106	116	150	372

Annexe 6 : Tableau des statistiques de base pour les variables utilisées pour l'analyse du choix sur

l'ensemble des sites de nidification potentiels recensés (n=372). Voir le tableau [II.i.1](#) pour les

abréviations des variables.

Variable	Minimum	1er quartile	Médiane	Moyenne	3ème quartile	Maximum
Couples	0	0	0	0,12	0	1
Cavités	0	0	1	0,99	1	12
Nichoir	0	0	0	0,29	1	1
Circ	0	89,50	128	146,52	185,62	615
Charbo	0	0	0	0,12	0	1
Oiseaux	0	0	0	0,26	0	5
Surf_ha	0	0,89	1,56	1,90	2,34	8,13
Perim_hm	0	4,53	5,82	6,31	7,77	16,22
N_nichoirs	0	0	0	1,15	2	6
N_cavités	0	1	3	4,98	7	20
D_Cavités	0	0,51	1,67	3,57	5,24	23,05
D_Nichoirs	0	0	0	2,24	1,19	65,82
SDN	0	2	4	6,14	8	25
D_SDN	0	1,32	2,48	5,81	6,57	65,82
Dist_bst_m	0	280,67	507,75	736,54	1 234,03	2 369,99
Dist_bstx	0	417,53	677,12	856,36	1 243,00	2 369,99
Dist_bt_m	0	48,02	87,80	121,75	156,90	529,27
Dist_CA_m	0,97	336,25	506,27	554,90	727,65	1 897,46
Dist_clt_m	0	84,41	200,46	253,85	373,04	970,55
Dist_eau_m	0,13	185,75	295,45	335,98	451,61	1 049,57
Dist_frt_m	0	175,79	329,03	426,62	642,40	1 359,39
Dist_fri_m	0	251,15	518,78	623,29	1 005,25	1 498,14
Dist_rt_m	0,12	24,98	62,95	72,01	103,94	286,24
nvo_050m	0	0	0	0,19	0	4
npr_050m	0	0	0	0,22	0	2
nvo_100m	0	0	0	0,48	1	5
npr_100m	0	0	0	0,47	1	4
nvo_150m	0	0	0	0,86	1	6
npr_150m	0	0	0	0,73	1	5
nvo_200m	0	0	0	1,24	2	7
npr_200m	0	0	0	0,98	2	6
nvo_250m	0	0	0	1,80	3	11
npr_250m	0	0	0	1,21	2	7
nvo_300m	0	0	0	2,21	4	12
npr_300m	0	0	1	1,45	3	7
nvo_350m	0	0	1	2,72	5	13
npr_350m	0	0	1	1,83	3	8
nvo_400m	0	0	1	3,18	6	15
npr_400m	0	0	1	2,16	4	9
nvo_450m	0	0	2	3,64	7	16
npr_450m	0	0	2	2,46	4	10
nvo_500m	0	0	3	4,18	7	17
npr_500m	0	0	2	2,75	5	10
aub_m	0	0	3,60	40,84	60,10	430,90
sur_m	0	0	0	0,49	0	42,60
jardin_m	0	0	0	15,06	6,10	260,50
ronce_m	0	0	0	5,37	0	121,50
gh_m	0	0	66,50	145,01	214,40	813,30
foret_m	0	0	0	9,20	0	644,10
align_m	0	0	0	13,64	15,70	190,80
align_m_hm	0	0	0	2,27	1,80	33,84
aub_m_hm	0	0	0,97	6,59	9,10	53,25
foret_m_hm	0	0	0	1,30	0	58,78
gh_m_hm	0	0	13,18	21,13	34,02	101,84
jardin_m_hm	0	0	0	2,40	1,02	31,02
ronce_m_hm	0	0	0	0,53	0	10,91
sur_m_hm	0	0	0	0,08	0	4,12
écran_ligneux_m	0	9,88	94	159,33	217,40	836
écran_ligneux_m_hm	0	1,90	17,81	23,54	34,81	102,44
h_epine_m	0	0	15,10	54,38	99,60	433,80
h_epine_m_hm	0	0	2,14	8,40	12,13	56,69
h_lisse_m	0	0	0	3,09	1	57,70
h_lisse_m_hm	0	0	0	0,54	0,11	21,79
horticole_m	0	0	0	23,58	21,33	260,50
horticole_m_hm	0	0	0	4,16	4,29	52,07
haie_ind_m	0	25,92	149,80	234,86	325	1 276,40
haie_ind_m_hm	0	6,21	28,42	33,89	53,52	107,49
g_Tot	0	1	2,57	3,32	4,92	12,48
G_Tot	0	0,69	1,79	2,32	2,83	16,50
N_Tot	0	7	14	29,38	35	136
D_Tot	0	4,02	10,37	23,20	31,48	112,99
g_Tot_Ca	0	0,12	0,44	0,82	1,07	5,27
G_Tot_Ca	0	0,10	0,31	0,53	0,63	6,96
N_Tot_Ca	0	1	2	3,51	5	13

Variable	Minimum	1er quartile	Médiane	Moyenne	3ème quartile	Maximum
D_Tot_Ca	0	0,42	1,32	2,57	3,84	10,85
g_Tot_Mo	0	0	0	0,12	0,12	1,08
G_Tot_Mo	0	0	0	0,09	0,08	1,71
N_Tot_Mo	0	0	0	0,80	1	8
D_Tot_Mo	0	0	0	0,66	0,52	15,37
g_Fruitiers	0	0,22	1,01	2,10	3,32	9,03
G_Fruitiers	0	0,12	0,97	1,62	2,46	5,46
N_Fruitiers	0	2	11	25,15	33,25	136
D_Fruitiers	0	1,32	9,14	20,54	23,76	111,19
g_Fruitiers_Ca	0	0	0,17	0,36	0,56	1,85
G_Fruitiers_Ca	0	0	0,12	0,27	0,41	1,19
N_Fruitiers_Ca	0	0	1	2,87	4	13
D_Fruitiers_Ca	0	0	1,02	2,26	3,77	10,85
g_Fruitiers_Mo	0	0	0	0,08	0	1,08
G_Fruitiers_Mo	0	0	0	0,07	0	1,71
N_Fruitiers_Mo	0	0	0	0,70	1	8
D_Fruitiers_Mo	0	0	0	0,60	0,27	15,37
g_Bocagers	0	0	0,17	1,02	1,24	10,57
G_Bocagers	0	0	0,12	0,58	0,57	11,19
N_Bocagers	0	0	1	2,50	4	19
D_Bocagers	0	0	0,90	1,59	2,26	14,55
g_Bocagers_Ca	0	0	0	0,42	0	5,02
G_Bocagers_Ca	0	0	0	0,23	0	6,65
N_Bocagers_Ca	0	0	0	0,58	0	6
D_Bocagers_Ca	0	0	0	0,26	0	5,29
g_ME	0	0	0	0,45	0,34	4,70
G_ME	0	0	0	0,36	0,22	5,46
N_ME	0	0	0	3,45	2	50
D_ME	0	0	0	3,05	1,90	60,53
g_PR	0	0	0,47	0,99	1,56	5,20
G_PR	0	0	0,39	0,72	1,22	5,41
N_PR	0	0	3	6,64	10	44
D_PR	0	0	2,81	4,85	7,54	26,72
g_PR_Ca	0	0	0	0,12	0,13	1,85
G_PR_Ca	0	0	0	0,08	0,07	1,15
N_PR_Ca	0	0	0	0,62	1	5
D_PR_Ca	0	0	0	0,44	0,55	8,06
g_PM	0	0	0,03	0,21	0,34	1,93
G_PM	0	0	0,01	0,15	0,24	1
N_PM	0	0	1	4,92	5	97
D_PM	0	0	0,52	3,41	4,19	61,63
g_PM_Ca	0	0	0	0,04	0	0,38
G_PM_Ca	0	0	0	0,03	0	0,57
N_PM_Ca	0	0	0	0,34	0	4
D_PM_Ca	0	0	0	0,23	0	4,30
g_PU	0	0	0,01	0,46	0,26	4,99
G_PU	0	0	0	0,39	0,25	4,51
N_PU	0	0	1	10,15	5	117
D_PU	0	0	0,42	9,24	4,69	105,76
g_PU_Ca	0	0	0	0,12	0,13	0,95
G_PU_Ca	0	0	0	0,10	0,13	1,14
N_PU_Ca	0	0	0	1,50	1,25	12
D_PU_Ca	0	0	0	1,31	1,62	10,85
g_FR	0	0	0	0,62	0,78	7,49
G_FR	0	0	0	0,26	0,37	4,35
N_FR	0	0	0	1,39	2	16
D_FR	0	0	0	0,69	0,92	9,28
g_FR_Ca	0	0	0	0,27	0	2,64
G_FR_Ca	0	0	0	0,11	0	1,94
N_FR_Ca	0	0	0	0,47	0	6
D_FR_Ca	0	0	0	0,18	0	2,65
g_CP	0	0	0	0,11	0	1,94
G_CP	0	0	0	0,05	0	2,36
N_CP	0	0	0	0,59	0	12
D_CP	0	0	0	0,20	0	3,02
g_NO	0	0	0	0,09	0	0,87
G_NO	0	0	0	0,07	0	1
N_NO	0	0	0	0,57	0	5
D_NO	0	0	0	0,50	0	12,07
g_SL	0	0	0	0,29	0	5,57
G_SL	0	0	0	0,23	0	7,37
N_SL	0	0	0	0,48	0	19
D_SL	0	0	0	0,33	0	7,26

Annexe 7 : Tableau des statistiques de base pour les variables utilisées pour l'analyse du choix avec les sites de nidification potentiels recensés dans un rayon de 500m autour d'un couple nicheur (n=266).

Voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables.

Variable	Minimum	1er quartile	Médiane	Moyenne	3ème quartile	Maximum
Couples	0	0	0	0,17	0	1
Cavités	0	0	1	0,82	1	5
Nichoir	0	0	0	0,38	1	1
Circ	0	77,62	120,25	128,20	171	599,50
Charco	0	0	0	0,15	0	1
Oiseaux	0	0	0	0,24	0	2
Surf_ha	0	0,84	1,46	1,83	2,12	6,86
Perim_hm	0	4,53	5,84	6,30	8,37	14,54
N_nichoirs	0	0	1	1,56	2,75	6
N_cavités	0	1	2	5,09	9	20
D_Cavités	0	0,22	1,61	3,58	5,24	23,05
D_Nichoirs	0	0	0,69	3,05	1,75	65,82
SDN	0	2	4	6,65	9	25
D_SDN	0	1,44	2,84	6,63	6,98	65,82
Dist_bst_m	0	235,77	389,85	441,27	605,97	1 932,56
Dist_bstx	0	350,05	571,98	608,84	782,47	1 932,56
Dist_bt_m	0	43,41	85,47	126,71	152,78	529,27
Dist_CA_m	0,97	306,98	450,56	450,44	589,00	1 026,24
Dist_clt_m	0	64,79	190,93	227,96	345,04	761,29
Dist_eau_m	0,13	203,19	307,88	359,35	496,49	1 049,57
Dist_ft_m	0	218,30	513,27	513,39	788,33	1 359,39
Dist_fri_m	2,42	401,02	858,33	775,64	1 067,42	1 498,14
Dist_rt_m	0,12	21,87	51,92	67,37	96,41	286,24
nvo_050m	0	0	0	0,27	0	4
npr_050m	0	0	0	0,30	1	2
nvo_100m	0	0	0	0,67	1	5
npr_100m	0	0	0	0,65	1	4
nvo_150m	0	0	0	1,20	2	6
npr_150m	0	0	1	1,02	2	5
nvo_200m	0	0	1	1,74	3,75	7
npr_200m	0	0	1	1,38	2	6
nvo_250m	0	0	1	2,52	4	11
npr_250m	0	0	1	1,69	3	7
nvo_300m	0	0	2	3,09	5	12
npr_300m	0	0	2	2,03	3	7
nvo_350m	0	0	3	3,81	6	13
npr_350m	0	1	2	2,56	4	8
nvo_400m	0	1	4	4,45	7	15
npr_400m	0	1	2	3,02	5	9
nvo_450m	0	1	4	5,09	7,75	16
npr_450m	0	2	3	3,44	5	10
nvo_500m	0	2	5	5,85	8	17
npr_500m	0	2	3	3,84	5,75	10
aub_m	0	0	3,20	37,92	58,55	251,70
sur_m	0	0	0	0,35	0	10,90
jardin_m	0	0	0	14	0	260,50
ronce_m	0	0	0	5,94	0	121,50
gh_m	0	0	28	120,84	214,20	771,30
foret_m	0	0	0	12,11	0	644,10
align_m	0	0	0	15,76	15,90	190,80
align_m_hm	0	0	0	2,65	2,27	33,84
aub_m_hm	0	0	0,43	6,10	8,76	53,25
foret_m_hm	0	0	0	1,67	0	58,78
gh_m_hm	0	0	8,02	16,87	32,74	84,01
jardin_m_hm	0	0	0	2,35	0	26,80
ronce_m_hm	0	0	0	0,46	0	9,41
sur_m_hm	0	0	0	0,06	0	2,77
écran_ligneux_m	0	0	47,20	137,46	214,20	771,30
écran_ligneux_m_hm	0	0	10,92	19,69	34,45	84,01
h_epine_m	0	0	4,20	47,79	73,60	293,90
h_epine_m_hm	0	0	0,62	7,05	11,97	56,69
h_lisse_m	0	0	0	1,76	0,45	57,70
h_lisse_m_hm	0	0	0	0,29	0,07	11,18
horticole_m	0	0	0	25,70	31,20	260,50
horticole_m_hm	0	0	0	4,79	5,26	52,07
haie_ind_m	0	18,20	88,10	212,23	313,80	1 276,40
haie_ind_m_hm	0	2,62	22,73	29,01	50,10	87,79
g_Tot	0	0,88	2,42	3,16	4,88	9,03
G_Tot	0	0,67	1,81	2,26	3,88	7,22
N_Tot	0	7	18	34,34	44	136
D_Tot	0	4,67	12,65	27,52	49,92	112,99
g_Tot_Ca	0	0,03	0,26	0,72	0,98	4,78
G_Tot_Ca	0	0,03	0,24	0,42	0,56	5,09
N_Tot_Ca	0	1	2	3,65	6	13

Variable	Minimum	1er quartile	Médiane	Moyenne	3ème quartile	Maximum
D_Tot_Ca	0	0,22	1,32	2,64	3,84	10,85
g_Tot_Mo	0	0	0	0,15	0,14	1,08
G_Tot_Mo	0	0	0	0,11	0,08	1,71
N_Tot_Mo	0	0	0	0,89	1	8
D_Tot_Mo	0	0	0	0,75	0,55	15,37
g_Fruitiers	0	0,21	1,02	2,36	3,83	9,03
G_Fruitiers	0	0,18	1,30	1,82	2,90	5,46
N_Fruitiers	0	2	11	30,05	38	136
D_Fruitiers	0	1,72	10,16	24,82	48,98	111,19
g_Fruitiers_Ca	0	0	0,17	0,40	0,72	1,85
G_Fruitiers_Ca	0	0	0,14	0,28	0,51	1,19
N_Fruitiers_Ca	0	0	1	3,16	4	13
D_Fruitiers_Ca	0	0	1,05	2,48	3,77	10,85
g_Fruitiers_Mo	0	0	0	0,10	0	1,08
G_Fruitiers_Mo	0	0	0	0,09	0	1,71
N_Fruitiers_Mo	0	0	0	0,81	1	8
D_Fruitiers_Mo	0	0	0	0,69	0,27	15,37
g_Bocagers	0	0	0,06	0,58	0,87	4,86
G_Bocagers	0	0	0,04	0,31	0,45	4,27
N_Bocagers	0	0	1	2,07	3	19
D_Bocagers	0	0	0,63	1,38	1,91	12,07
g_Bocagers_Ca	0	0	0	0,27	0	4,49
G_Bocagers_Ca	0	0	0	0,10	0	4,27
N_Bocagers_Ca	0	0	0	0,43	0	6
D_Bocagers_Ca	0	0	0	0,12	0	2,89
g_ME	0	0	0	0,57	0,43	4,70
G_ME	0	0	0	0,44	0,28	5,46
N_ME	0	0	1	4,44	3	50
D_ME	0	0	0,21	3,84	2,76	60,53
g_PR	0	0	0,47	0,98	1,33	5,20
G_PR	0	0	0,38	0,72	0,91	5,41
N_PR	0	0	3	6,48	9	44
D_PR	0	0	2,82	4,76	5,58	26,72
g_PR_Ca	0	0	0	0,11	0,12	1,85
G_PR_Ca	0	0	0	0,07	0,07	1,15
N_PR_Ca	0	0	0	0,51	1	5
D_PR_Ca	0	0	0	0,34	0,40	3,58
g_PM	0	0	0,02	0,21	0,28	1,93
G_PM	0	0	0,01	0,14	0,21	1
N_PM	0	0	1	5,80	6	97
D_PM	0	0	0,56	3,94	5,42	61,63
g_PM_Ca	0	0	0	0,02	0	0,38
G_PM_Ca	0	0	0	0,01	0	0,27
N_PM_Ca	0	0	0	0,23	0	4
D_PM_Ca	0	0	0	0,11	0	1,41
g_PU	0	0	0,07	0,60	0,40	4,99
G_PU	0	0	0,05	0,52	0,45	4,51
N_PU	0	0	2	13,33	7	117
D_PU	0	0	0,79	12,29	7,86	105,76
g_PU_Ca	0	0	0	0,15	0,21	0,95
G_PU_Ca	0	0	0	0,13	0,18	1,14
N_PU_Ca	0	0	0	1,89	2	12
D_PU_Ca	0	0	0	1,68	2,19	10,85
g_FR	0	0	0	0,34	0,02	3,77
G_FR	0	0	0	0,12	0,02	1,96
N_FR	0	0	0	0,91	1	14
D_FR	0	0	0	0,43	0,40	7,27
g_FR_Ca	0	0	0	0,19	0	2,64
G_FR_Ca	0	0	0	0,06	0	1,53
N_FR_Ca	0	0	0	0,38	0	6
D_FR_Ca	0	0	0	0,09	0	1,56
g_CP	0	0	0	0,11	0	1,29
G_CP	0	0	0	0,05	0	2,36
N_CP	0	0	0	0,77	0	12
D_CP	0	0	0	0,24	0	3,02
g_NO	0	0	0	0,12	0	0,87
G_NO	0	0	0	0,09	0	1
N_NO	0	0	0	0,70	0,75	5
D_NO	0	0	0	0,63	0,18	12,07
g_SL	0	0	0	0,12	0	3,46
G_SL	0	0	0	0,09	0	3,33
N_SL	0	0	0	0,42	0	19
D_SL	0	0	0	0,24	0	7,26

Annexe 8 : Tableau des statistiques de base pour les variables utilisées pour l'analyse du choix avec les sites de nidification potentiels recensés dans un rayon de 200m autour d'un couple nicheur (n=150).

Voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables.

Variable	Minimum	1er quartile	Médiane	Moyenne	3ème quartile	Maximum
Couples	0	0	0	0,31	1	1
Cavités	0	0	0	0,69	1	5
Nichoïr	0	0	1	0,53	1	1
Circ	0	71,50	111,25	109,78	158,88	513
Charbo	0	0	0	0,15	0	1
Oiseaux	0	0	0	0,23	0	1
Surf_ha	0	0,62	1,45	1,83	2,12	6,86
Perim_hm	0	4,27	6,06	6,32	8,81	14,54
N_nichoïrs	0	0	2	2,23	4	6
N_cavités	0	0	2	4,79	9	20
D_Cavités	0	0	1,60	3,27	4,24	14,30
D_Nichoïrs	0	0	0,88	5	3,18	65,82
SDN	0	2	3,50	7,02	9	25
D_SDN	0	1,71	3,07	8,27	8,32	65,82
Dist_bst_m	0	243,02	355,40	420,26	554,81	1 341,64
Dist_bstxt	0	351,71	609,40	643,73	948,12	1 341,64
Dist_bt_m	0	31,94	69,76	75,91	99,67	275,77
Dist_CA_m	62,73	257,83	458,53	434,10	586,49	827,89
Dist_clt_m	0	105,01	250,70	268,07	416,79	696,69
Dist_eau_m	1,10	216,54	300,98	383,26	513,99	1 049,57
Dist_frt_m	64,56	236,93	486,93	540,61	844,74	1 359,39
Dist_fri_m	96,37	519,53	984,90	871,68	1 115,88	1 498,14
Dist_rt_m	0,22	15,74	46,53	57,58	86,49	191,97
nvo_050m	0	0	0	0,48	1	4
npr_050m	0	0	0	0,53	1	2
nvo_100m	0	0	1	1,19	2	5
npr_100m	0	0	1	1,13	2	4
nvo_150m	0	1	2	2,13	3	6
npr_150m	0	1	2	1,72	2,75	5
nvo_200m	0	1	3	3,09	5	7
npr_200m	0	1	2	2,27	3	6
nvo_250m	0	2	4	4,30	6	11
npr_250m	0	2	2,50	2,68	4	7
nvo_300m	0	3	5	5,10	7	12
npr_300m	0	2	3	3,05	4	7
nvo_350m	0	3,25	6	6,03	8	13
npr_350m	0	2	4	3,65	5	8
nvo_400m	0	4	7	6,85	9	15
npr_400m	0	2	4	4,17	6	9
nvo_450m	0	4	7	7,54	10	16
npr_450m	0	2	5	4,54	7	10
nvo_500m	0	5	7	8,40	12	17
npr_500m	0	3	5	5,01	7	10
aub_m	0	0	5,50	41,81	60,10	251,70
sur_m	0	0	0	0,43	0	7
jardin_m	0	0	0	12,85	0	160,80
ronce_m	0	0	0	8,18	0	121,50
gh_m	0	0	23,10	110,01	200,35	578
foret_m	0	0	0	7,14	0	163,90
align_m	0	0	0	18,22	18,30	190,80
align_m_hm	0	0	0	3,08	3,95	33,84
aub_m_hm	0	0	1,20	6,76	9,32	53,25
foret_m_hm	0	0	0	1,26	0	20,78
gh_m_hm	0	0	4,91	15,44	34,14	56,81
jardin_m_hm	0	0	0	2,06	0	26,80
ronce_m_hm	0	0	0	0,57	0	8,36
sur_m_hm	0	0	0	0,07	0	1,64
écran_ligneux_m	0	0	28	129,58	214,20	653,70
écran_ligneux_m_hm	0	0	9,88	18,81	34,20	74,57
h_epine_m	0	0	11,80	50,89	96,17	251,70
h_epine_m_hm	0	0	2,45	7,49	12,06	56,69
h_lisse_m	0	0	0	2,91	1	57,70
h_lisse_m_hm	0	0	0	0,48	0,11	11,18
horticole_m	0	0	0	25,75	31,20	216,20
horticole_m_hm	0	0	0	4,66	5,81	47,35
haie_ind_m	0	18,20	75,30	215,61	252,90	1 276,40
haie_ind_m_hm	0	2,14	19,91	29,21	50,10	87,79
g_Tot	0	0,88	2,09	2,92	4,61	8,79
G_Tot	0	0,62	1,78	2,17	3,27	7,22
N_Tot	0	7	18	25,43	32	104
D_Tot	0	4,67	11,93	20,94	26,60	109,68
g_Tot_Ca	0	0	0,20	0,63	1,08	2,87
G_Tot_Ca	0	0	0,17	0,32	0,44	1,19
N_Tot_Ca	0	0	2	3,25	6	13

Variable	Minimum	1er quartile	Médiane	Moyenne	3ème quartile	Maximum
D_Tot_Ca	0	0	0,88	2,32	3,77	10,40
g_Tot_Mo	0	0	0	0,23	0,29	1,08
G_Tot_Mo	0	0	0	0,17	0,09	1,71
N_Tot_Mo	0	0	0	1,42	1	8
D_Tot_Mo	0	0	0	1,12	1,08	8,58
g_Fruitièrs	0	0,14	1	2,22	3,46	7,91
G_Fruitièrs	0	0,21	1,30	1,77	2,51	5,41
N_Fruitièrs	0	2	10	21,02	23	97
D_Fruitièrs	0	2,46	10,37	17,93	22,96	82,78
g_Fruitièrs_Ca	0	0	0,12	0,38	0,36	1,85
G_Fruitièrs_Ca	0	0	0,12	0,27	0,40	1,19
N_Fruitièrs_Ca	0	0	1	2,78	2	13
D_Fruitièrs_Ca	0	0	0,80	2,24	3,77	10,40
g_Fruitièrs_Mo	0	0	0	0,17	0,18	1,08
G_Fruitièrs_Mo	0	0	0	0,14	0,09	1,71
N_Fruitièrs_Mo	0	0	0	1,33	1	8
D_Fruitièrs_Mo	0	0	0	1,05	0,94	8,58
g_Bocagèrs	0	0	0	0,43	0,77	3,08
G_Bocagèrs	0	0	0	0,25	0,45	3,33
N_Bocagèrs	0	0	0	1,58	3	8
D_Bocagèrs	0	0	0	1,19	1,94	12,07
g_Bocagèrs_Ca	0	0	0	0,18	0	2,64
G_Bocagèrs_Ca	0	0	0	0,03	0	0,39
N_Bocagèrs_Ca	0	0	0	0,42	0	6
D_Bocagèrs_Ca	0	0	0	0,06	0	0,88
g_ME	0	0	0,17	0,81	0,47	4,70
G_ME	0	0	0,07	0,59	0,62	3,02
N_ME	0	0	2	5,17	3,75	31
D_ME	0	0	0,79	4,11	3,24	22,19
g_PR	0	0	0,61	0,96	1,17	5,20
G_PR	0	0	0,57	0,79	0,94	5,41
N_PR	0	0	3,50	5,86	8	24
D_PR	0	0	4,45	4,95	6,67	23,94
g_PR_Ca	0	0	0	0,08	0,09	0,78
G_PR_Ca	0	0	0	0,05	0,06	0,53
N_PR_Ca	0	0	0	0,41	1	3
D_PR_Ca	0	0	0	0,30	0,40	3,58
g_PM	0	0	0	0,14	0,17	0,66
G_PM	0	0	0	0,10	0,16	0,60
N_PM	0	0	0	3,78	3	97
D_PM	0	0	0	2,94	3	61,63
g_PM_Ca	0	0	0	0,01	0	0,38
G_PM_Ca	0	0	0	0,01	0	0,27
N_PM_Ca	0	0	0	0,11	0	2
D_PM_Ca	0	0	0	0,07	0	1,41
g_PU	0	0	0,03	0,32	0,25	2
G_PU	0	0	0,03	0,29	0,27	2,81
N_PU	0	0	1	6,21	5	55
D_PU	0	0	0,79	5,93	5,49	77,16
g_PU_Ca	0	0	0	0,11	0,12	0,55
G_PU_Ca	0	0	0	0,10	0,14	0,63
N_PU_Ca	0	0	0	1,41	2	7
D_PU_Ca	0	0	0	1,31	1,87	10,40
g_FR	0	0	0	0,23	0	3,08
G_FR	0	0	0	0,06	0	1,26
N_FR	0	0	0	0,75	0	8
D_FR	0	0	0	0,34	0	6,01
g_FR_Ca	0	0	0	0,18	0	2,64
G_FR_Ca	0	0	0	0,03	0	0,39
N_FR_Ca	0	0	0	0,40	0	6
D_FR_Ca	0	0	0	0,06	0	0,88
g_CP	0	0	0	0,12	0	1,23
G_CP	0	0	0	0,04	0	2,36
N_CP	0	0	0	0,97	0	12
D_CP	0	0	0	0,21	0	3,02
g_NO	0	0	0	0,15	0	0,87
G_NO	0	0	0	0,12	0	1
N_NO	0	0	0	0,73	0	4
D_NO	0	0	0	0,68	0	12,07
g_SL	0	0	0	0,04	0	2,30
G_SL	0	0	0	0,05	0	3,33
N_SL	0	0	0	0,05	0	4
D_SL	0	0	0	0,06	0	3,73

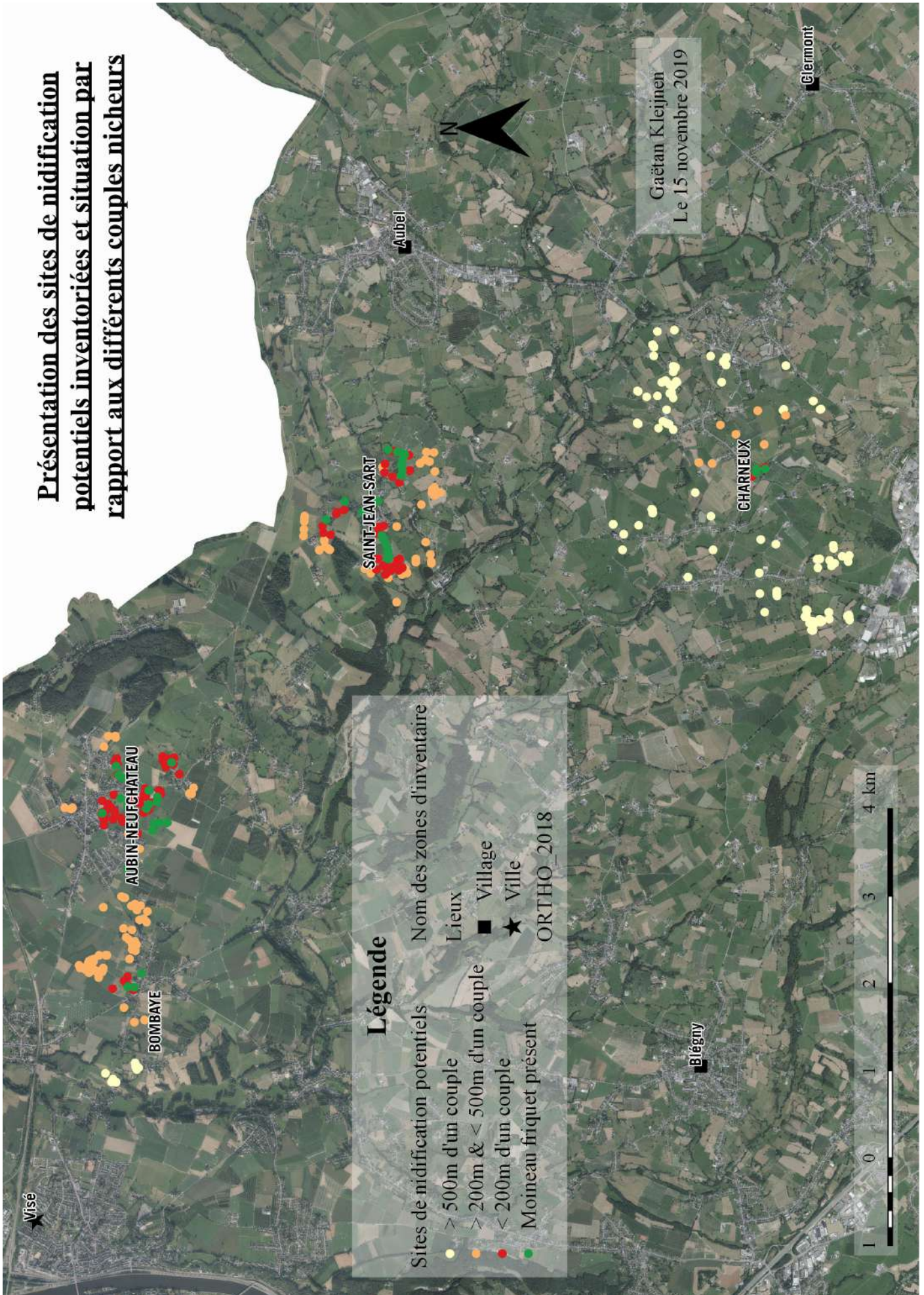
Annexe 9 : Tableau des statistiques de base pour les nichoirs suivis par baguage et où au moins une tentative de reproduction de Moineau friquet a été observé en 2018 ou en 2019 (n=46). Voir le tableau

[II.ii.1](#) pour les abréviations des variables.

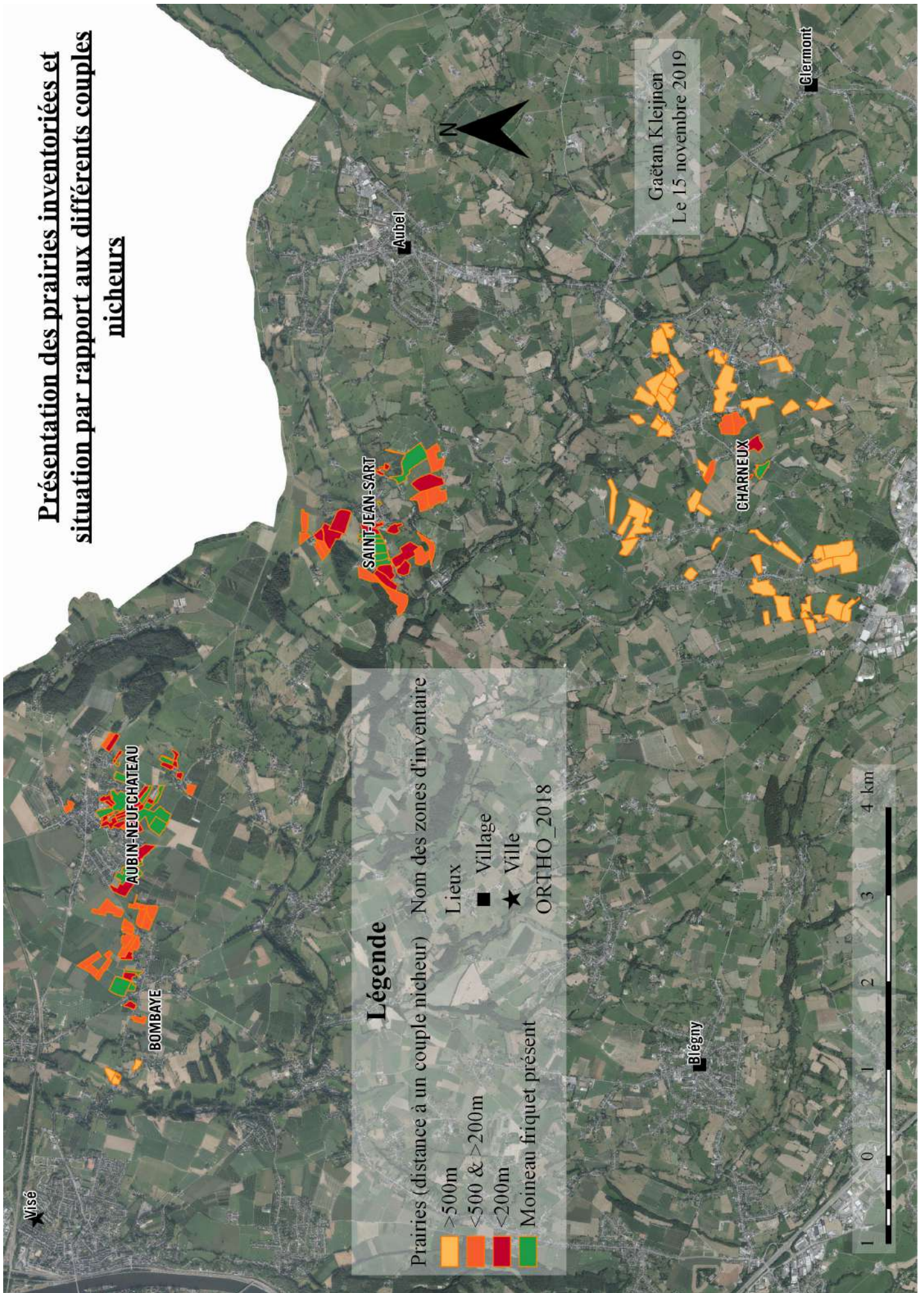
Variable	Minimum	1er quartile	Médiane	Moyenne	3ème quartile	Maximum
Pulli	0	0	3	4,80	6,75	25
Morts	0	0	0	0,72	1	5
Oeufs	0	0	0	1,87	2,75	13
Succes	-11	0	0	2,22	4,50	23
Cavites	0	0	0	0,04	0	1
Circ	0	0	77	82,76	164,75	220,50
Charbo	0	0	0	1,76	0	9
Oiseaux	0	0	0	0,24	0	1
Surf_ha	0	0,59	1,53	2,05	2,52	6,86
Perim_hm	0	4,67	6,41	7,04	8,91	14,54
N_nichoirs	0	2	2,50	2,96	5	6
N_cavites	0	0	0	3,07	2	20
D_Cavites	0	0	0	1,56	1,32	12,86
D_Nichoirs	0	0,88	1,59	4,59	3,14	27,65
SDN	0	2	3	6,02	5	25
D_SDN	0	0,95	2,05	6,15	5,51	27,65
Dist_bst_m	0,16	63,02	357,89	328,75	518,27	745,16
Dist_bsttx	0,16	205,72	573,52	552,13	808,72	1 194,12
Dist_bt_m	6,27	30,83	71,09	90,02	115,89	275,77
Dist_CA_m	138,79	436,13	545,81	519,98	631,41	904,18
Dist_clt_m	0	61,92	280	272,70	417,64	737,88
Dist_eau_m	48,28	211,80	320,91	367,49	540,54	807,12
Dist_ft_m	0	278,33	389,55	534,17	831,80	1 336,64
Dist_fri_m	277,03	737,40	1 030,60	934,36	1 196,75	1 397,55
Dist_rt_m	0,12	3,12	8	34,98	46,08	183,81
nvo_050m	0	0	0	0,39	1	2
npr_050m	0	0	0	0,39	1	2
nvo_100m	0	0	1	1,37	2	4
npr_100m	0	0	1	0,91	1	3
nvo_150m	0	1	2	2,46	4	6
npr_150m	0	1	1	1,46	2	4
nvo_200m	0	2	4	3,43	5	7
npr_200m	0	1	2	2	3	5
nvo_250m	0	3	4,50	4,59	6	10
npr_250m	0	1	2	2,54	4	6
nvo_300m	0	4	6	5,54	7	12
npr_300m	0	1	3	2,93	4	6
nvo_350m	1	5,25	7	6,61	8	13
npr_350m	0	2	4	3,57	5	7
nvo_400m	1	6	7	7,61	9	15
npr_400m	1	2,25	4	4,11	6	8
nvo_450m	1	6,25	8	8,35	10,75	15
npr_450m	1	3	4,50	4,50	7	8
nvo_500m	1	7	8	9,28	12	17
npr_500m	1	3,25	5	4,96	7	9
aub_m	0	0,40	20,50	57,35	67,60	251,70
jardin_m	0	0	0	27,14	3,75	260,50
gh_m	0	0	61	127,57	207,32	578
aub_m_hm	0	0,09	3,24	8,67	8,48	53,25
gh_m_hm	0	0	7,98	16,20	26,37	47,61
jardin_m_hm	0	0	0	3,63	0,62	26,80

Variable	Minimum	1er quartile	Médiane	Moyenne	3ème quartile	Maximum
écran_ligneux_m	0	0	81,05	146,44	216,80	653,70
écran_ligneux_m_hm	0	0	11,73	18,37	40,49	53,48
h_epine_m	0	1,15	29,70	69,35	105,92	251,70
h_epine_m_hm	0	0,19	3,71	9,67	11,77	56,69
h_lisse_m	0	0	0	3,07	1,53	47,20
h_lisse_m_hm	0	0	0	0,34	0,23	3,69
horticole_m	0	0	0	56,20	107,58	260,50
horticole_m_hm	0	0	0	10,21	16,73	47,35
haie_ind_m	0	61,50	194,20	260,42	234,05	1 276,40
haie_ind_m_hm	0	8,83	29,83	31,51	47,61	87,79
g_Tot	0	0,52	2,09	2,65	4,55	8,79
G_Tot	0	0,22	0,87	1,74	2,27	6,33
N_Tot	0	7	14	19,57	23	87
D_Tot	0	2,59	8,06	13,08	12,83	55,93
g_Tot_Ca	0	0	0	0,44	0,27	2,64
G_Tot_Ca	0	0	0	0,18	0,19	1,19
N_Tot_Ca	0	0	0	1,98	2	13
D_Tot_Ca	0	0	0	1,07	0,88	8,36
g_Tot_Mo	0	0	0	0,20	0,25	1,08
G_Tot_Mo	0	0	0	0,12	0,08	1,54
N_Tot_Mo	0	0	0	1,04	1	8
D_Tot_Mo	0	0	0	0,78	0,24	5,14
g_Fruitiers	0	0	0,83	1,87	2,58	7,91
G_Fruitiers	0	0	0,35	1,33	2,22	5,41
N_Fruitiers	0	0	6	14,46	19	83
D_Fruitiers	0	0	5,56	10,52	11,64	53,36
g_Fruitiers_Ca	0	0	0	0,20	0,14	1,85
G_Fruitiers_Ca	0	0	0	0,14	0,09	1,19
N_Fruitiers_Ca	0	0	0	1,43	0,75	13
D_Fruitiers_Ca	0	0	0	0,98	0,60	8,36
g_Bocagers	0	0	0	0,44	0,19	3,08
G_Bocagers	0	0	0	0,19	0,10	3,33
N_Bocagers	0	0	0	1,52	1,75	8
D_Bocagers	0	0	0	0,89	1,10	12,07
g_ME	0	0	0	0,67	0,21	4,70
G_ME	0	0	0	0,38	0,16	3,02
N_ME	0	0	0	4,17	3,50	31
D_ME	0	0	0	2,83	1,59	19,93
g_PR	0	0	0,61	0,95	1,13	5,20
G_PR	0	0	0,21	0,78	0,63	5,41
N_PR	0	0	3	5,26	8	23
D_PR	0	0	1,09	4,13	5,14	23,94
g_PM	0	0	0	0,08	0	0,66
G_PM	0	0	0	0,05	0	0,46
N_PM	0	0	0	1,74	0	17
D_PM	0	0	0	1,17	0	8,36
g_PU	0	0	0	0,17	0,03	1,68
G_PU	0	0	0	0,12	0,01	1,08
N_PU	0	0	0	3,28	1	31
D_PU	0	0	0	2,40	0,27	19,93

Annexe 10 : Localisation des sites de nidification potentiels inventoriés et situation par rapport aux différents couples nicheurs.



Présentation des prairies inventoriées et situation par rapport aux différents couples nicheurs



Annexe 12 : Résultats des régressions linéaires binomiales à une variable pour l'ensemble des variables analysées lorsque tous les sites de nidification potentiels recensés sont analysés (n=372). Légende : voir

le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et le tableau [III.ii.3](#) pour les couleurs.

Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Cavites	-3,2401682666	3,64E-012	D_Tot_Ca	-2,8875980709	9,45E-006
Nichoir	4,0527209644	3,82E-011	g_Tot_Mo	3,4750653443	0,0263790558
Circ	-0,1452170719	8,83E-007	G_Tot_Mo	0,8014440083	0,6829331859
Charbo	0,3077228231	0,4895295507	N_Tot_Mo	0,5948377235	0,2890725594
Oiseaux	-1,4985771443	0,2567436385	D_Tot_Mo	0,0514672763	0,9373722879
Surf_ha	-0,6534355689	0,4013255067	g_Fruitiers	-0,2804763218	0,5843635012
Perim_hm	-1,2595583361	0,1085005472	G_Fruitiers	-0,4671834625	0,4234648672
N_nichoires	4,0485360036	1,68E-011	N_Fruitiers	-0,5041717207	0,0396013092
D_Nichoires	2,176671926	2,29E-008	D_Fruitiers	-0,4105850372	0,0986933774
N_cavites	-1,5910263151	0,0002365172	g_Fruitiers_Ca	-3,4759019354	0,0237235861
D_Cavites	-2,3875928324	1,39E-005	G_Fruitiers_Ca	-6,0734412599	0,0044892239
SDN	-0,0827325205	0,8640740077	N_Fruitiers_Ca	-1,585660282	0,0016728697
D_SDN	0,5180465836	0,2043161765	D_Fruitiers_Ca	-2,0031579879	0,0004924023
Dist_bst_m	-1,2995350497	7,41E-007	g_Fruitiers_Mo	2,8186396133	0,1149805203
Dist_bsttx	-1,1220970703	1,21E-005	G_Fruitiers_Mo	1,3301975994	0,515191112
Dist_bt_m	-1,1691884818	0,0005494195	N_Fruitiers_Mo	0,4660008267	0,4255340289
Dist_CA_m	-0,3603672098	0,4307641839	D_Fruitiers_Mo	0,1967377551	0,7641182756
Dist_clt_m	-0,3127400956	0,2413258423	g_Bocagers	-2,2421721272	0,0087884431
Dist_eau_m	0,2812475445	0,5251350594	G_Bocagers	-5,0578769936	0,0018029286
Dist_frt_m	1,6126287207	0,0013093862	N_Bocagers	-1,0914458959	0,0240318811
Dist_fri_m	2,1827543131	0,0001403667	D_Bocagers	-1,9295099675	0,0037082206
Dist_rt_m	-1,314496979	3,55E-006	g_Bocagers_Ca	-1,0650068405	0,2703859238
nvo_050m	4,411356914	1,34E-006	G_Bocagers_Ca	-4,9197897105	0,0773021528
npr_050m	4,6855390533	1,45412077832655E-006	N_Bocagers_Ca	-0,48026637	0,5154843983
nvo_100m	4,982144672	7,98E-013	D_Bocagers_Ca	-2,6631062009	0,1132014855
npr_100m	3,6347587001	9,19749975006674E-007	g_ME	1,6044406835	0,016715835
nvo_150m	4,5046336148	3,91E-013	G_ME	1,0528841958	0,211493046
npr_150m	3,2663594542	3,31E-007	N_ME	0,3792625391	0,2514583286
nvo_200m	3,8549497738	7,20E-012	D_ME	0,0838068916	0,8137132736
npr_200m	3,0388893199	2,85E-007	g_PR	-0,2267947906	0,7372153937
nvo_250m	3,2943806096	7,14E-011	G_PR	-0,2519804212	0,7544390395
npr_250m	3,0733516901	7,50E-008	N_PR	-0,1412207439	0,6455610315
nvo_300m	3,1704331637	2,33E-010	D_PR	0,0345613141	0,9183052653
npr_300m	2,7684610267	5,89E-007	g_PR_Ca	-7,0062212632	0,0455876475
nvo_350m	2,8332649514	1,91E-009	G_PR_Ca	-13,7178087817	0,0210987196
npr_350m	2,3713097287	9,06E-006	N_PR_Ca	-2,4805232127	0,0148222975
nvo_400m	2,7955432178	3,76E-009	D_PR_Ca	-3,6998383265	0,0104542582
npr_400m	2,3152211164	1,23E-005	g_PM	-6,7789555531	0,0083387516
nvo_450m	2,7696679644	1,25E-008	G_PM	-7,5549125781	0,0146744504
npr_450m	2,3123348856	2,19594626756189E-005	N_PM	-1,3530920959	0,0023997518
nvo_500m	2,6710658699	4,29E-008	D_PM	-1,341073618	0,004751812
npr_500m	2,2803420472	2,65448347798625E-005	g_PM_Ca	-14,9638568478	0,0526622559
aub_m	0,1739026147	0,3371748409	G_PM_Ca	-19,0624565254	0,076697694
sur_m	0,4763328895	0,4926042698	N_PM_Ca	-4,3322393365	0,0131762753
jardin_m	-0,2113239683	0,3649004144	D_PM_Ca	-5,3986263345	0,0176190052
ronce_m	0,2038503504	0,4935618417	g_PU	-2,0260753271	0,0900459354
gh_m	-0,2423161202	0,1137306312	G_PU	-1,9235122011	0,124817782
foret_m	-0,055490853	0,8514577474	N_PU	-0,6246549578	0,0468576384
align_m	-0,0172013289	0,9368342377	D_PU	-0,6706043036	0,0422402562
align_m_hm	-0,0372258327	0,9234816708	g_PU_Ca	-5,921823144	0,0548985466
aub_m_hm	0,1852730759	0,5095351503	G_PU_Ca	-8,9407747684	0,0288990249
foret_m_hm	-0,0781676356	0,8733233705	N_PU_Ca	-1,1794897002	0,0458715272
gh_m_hm	-0,4250936647	0,0657835705	D_PU_Ca	-1,5291547814	0,0227398611
jardin_m_hm	-0,2318807237	0,5551375819	g_FR	-1,591707018	0,0768634833
ronce_m_hm	0,4932437179	0,4207779213	G_FR	-5,1674097177	0,0156358133
sur_m_hm	0,626623607	0,7484972368	N_FR	-0,5796800104	0,2808709801
écran_ligneux_m	-0,2682624946	0,0799341868	D_FR	-1,5016236072	0,0883955165
écran_ligneux_m_hm	-0,4510800863	0,0485497864	g_FR_Ca	-0,4813676703	0,6594757464
h_epine_m	0,092465062	0,6002031363	G_FR_Ca	-4,7128980502	0,1118005486
h_epine_m_hm	0,0859697828	0,7505200201	N_FR_Ca	-0,0975851941	0,8977182529
h_lisse_m	0,0066892974	0,9855075639	D_FR_Ca	-2,1508982198	0,2159643199
h_lisse_m_hm	-0,3570187224	0,6542958521	g_CP	1,5881199176	0,2867602777
horticole_m	-0,0746059499	0,7023043284	G_CP	-2,8187050738	0,4297551737
horticole_m_hm	0,0266217607	0,9316751609	N_CP	0,9622105586	0,0826295913
haie_ind_m	-0,1837952098	0,3032921175	D_CP	0,6012573548	0,5958701916
haie_ind_m_hm	-0,2863334436	0,2396771769	g_NO	-0,0191721936	0,9928001111
g_Tot	-0,9509412982	0,0810493675	G_NO	0,4703584218	0,8514350637
G_Tot	-1,5272292007	0,0223494185	N_NO	-0,5174150846	0,4884044019
N_Tot	-0,6973585373	0,0249278506	D_NO	-0,6202952071	0,4466629993
D_Tot	-0,5712853247	0,0626862727	g_SL	-2951,9693624439	0,986571606
g_Tot_Ca	-2,592287696	0,0099928016	G_SL	-8918,1554393194	0,989442763
G_Tot_Ca	-7,9618608128	7,49E-005	N_SL	-54,2523196611	0,9859937617
N_Tot_Ca	-1,974124436	0,0001180137	D_SL	-207,6779096213	0,9885679167

Annexe 13 : Résultats des régressions linéaires binomiales à une variable pour l'ensemble des variables analysées lorsque tous les sites de nidification potentiels recensés dans un rayon de 500m autour de couples nicheurs sont analysés (n=266). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et le tableau [III.ii.3](#) pour les couleurs.

Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Cavites	-2,8820229102	8,86E-010	D_Tot_Ca	-2,5289978455	3,58E-005
Nichoir	3,6664547214	2,68E-009	g_Tot_Mo	2,2580690327	0,1471369543
Circ	-0,1149363352	1,71E-004	G_Tot_Mo	-0,150490377	0,9379587259
Charbo	0,053054563	0,906734298	N_Tot_Mo	0,4254538638	0,4519481038
Oiseaux	-1,6261815411	0,2387837578	D_Tot_Mo	-0,072163148	0,911223756
Surf_ha	-0,3218586582	0,6803927732	g_Fruitiers	-0,5421668582	0,2836218159
Perim_hm	-1,0786426694	0,1613452283	G_Fruitiers	-0,8529826217	0,1420569984
N_nichoirs	3,2679449569	1,27E-007	N_Fruitiers	-0,6641983247	0,0068750176
D_Nichoirs	1,7562002912	5,95E-006	D_Fruitiers	-0,6222095782	0,0136207514
N_cavites	-1,2562459636	0,0020370348	g_Fruitiers_Ca	-3,6603852885	0,0137665094
D_Cavites	-2,0693375694	7,46E-005	G_Fruitiers_Ca	-6,2673140581	0,0028027546
SDN	-0,2503276843	0,5987163661	N_Fruitiers_Ca	-1,6630521983	0,0008352212
D_SDN	0,2570852626	0,5318417493	D_Fruitiers_Ca	-2,1040386034	0,0002219346
Dist_bst_m	-0,9080368319	1,04E-003	g_Fruitiers_Mo	1,5856153874	0,3710289467
Dist_bsttx	-0,7735879431	3,68E-003	G_Fruitiers_Mo	0,266336143	0,8949623263
Dist_bt_m	-1,2167714129	0,0008029442	N_Fruitiers_Mo	0,2713037283	0,6409143722
Dist_CA_m	0,6140215313	0,3483751031	D_Fruitiers_Mo	0,0352274111	0,9565514982
Dist_clt_m	-0,0907706651	0,7421877819	g_Bocagers	-1,0866808227	0,2306493816
Dist_eau_m	0,0734864018	0,8601544976	G_Bocagers	-3,327028452	0,0493310154
Dist_ft_m	0,7652174776	0,0982067198	N_Bocagers	-0,6581667317	0,1820583428
Dist_fri_m	0,969691209	0,0834327812	D_Bocagers	-1,4850113987	0,0223714091
Dist_rt_m	-1,0813751779	1,54E-004	g_Bocagers_Ca	0,1471443085	0,8777300392
nvo_050m	3,3707485454	1,95E-004	G_Bocagers_Ca	-2,1415740166	0,3924418003
npr_050m	3,3355740796	0,0006838253	N_Bocagers_Ca	0,4226273307	0,5553392963
nvo_100m	4,0848138423	7,30E-009	D_Bocagers_Ca	-0,5485197098	0,753897195
npr_100m	2,4288062703	0,0014017657	g_ME	0,9957151496	0,1386061891
nvo_150m	3,7226638053	6,31E-009	G_ME	0,3546091026	0,6736632258
npr_150m	2,1636167148	1,14E-003	N_ME	0,0901906219	0,7852594087
nvo_200m	3,1168151261	1,03E-007	D_ME	-0,1726571775	0,6271315494
npr_200m	1,9816674341	1,43E-003	g_PR	-0,1203365422	0,8596277073
nvo_250m	2,6092627727	8,96E-007	G_PR	-0,1835651852	0,8227972929
npr_250m	2,0724077811	6,19E-004	N_PR	-0,0755266238	0,8111231452
nvo_300m	2,4984847406	2,47E-006	D_PR	0,0780733798	0,8233135898
npr_300m	1,7057451524	4,31E-003	g_PR_Ca	-6,1461652853	0,0779254419
nvo_350m	2,1519528984	2,17E-005	G_PR_Ca	-12,1555350624	0,0458432135
npr_350m	1,1571072191	5,52E-002	N_PR_Ca	-2,1725764866	0,0380273734
nvo_400m	2,1231971519	3,84E-005	D_PR_Ca	-3,3063266851	0,0278675541
npr_400m	1,0390035299	9,17E-002	g_PM	-6,3317224005	0,0128049071
nvo_450m	2,0787803563	1,28E-004	G_PM	-7,1885171088	0,0215857364
npr_450m	0,8612450646	0,197268338	N_PM	-1,4274892225	0,0011229651
nvo_500m	1,9534751105	4,59E-004	D_PM	-1,4256838391	0,0024324891
npr_500m	0,7771225869	0,2525034879	g_PM_Ca	-4,4295226137	0,5503606251
aub_m	0,2390604565	0,2053364134	G_PM_Ca	-0,4432486496	0,9693008473
sur_m	0,8574335275	0,2861333036	N_PM_Ca	-2,7715789178	0,007867338
jardin_m	-0,126430977	0,596193075	D_PM_Ca	-3,5017821893	0,1498262731
ronce_m	0,3814277689	0,196464761	g_PU	-2,8565818679	0,0187303318
gh_m	-0,0814377586	0,6086659261	G_PU	-2,9566966778	0,0212334646
foret_m	-0,190757557	0,5199697902	N_PU	-0,9097145761	0,0047568654
align_m	-0,1139987524	0,6063521926	D_PU	-0,9520562861	0,004439988
align_m_hm	-0,2124062727	0,5900336623	g_PU_Ca	-8,3681305198	0,0089092724
aub_m_hm	0,3030269679	0,3011782937	G_PU_Ca	-12,1034291936	0,0039740843
foret_m_hm	-0,3058582012	0,5329404415	N_PU_Ca	-1,6545952645	0,0056259663
gh_m_hm	-0,1815546623	0,4521974108	D_PU_Ca	-2,0238554311	0,0024963553
jardin_m_hm	-0,1188686176	0,7634907677	g_FR	-0,1098045888	0,9069100803
ronce_m_hm	0,9354004923	0,1333385614	G_FR	-2,2707304181	0,3080300695
sur_m_hm	1,5526922203	0,4766168213	N_FR	0,3587244419	0,5134964511
écran_ligneux_m	-0,1312452688	0,4101226712	D_FR	-0,1933711031	0,8258006765
écran_ligneux_m_hm	-0,2491353688	0,2965637095	g_FR_Ca	0,8251618542	0,4424879695
h_epine_m	0,2451502032	0,1821731645	G_FR_Ca	-1,3756624306	0,6456769784
h_epine_m_hm	0,3453120164	0,2236672748	N_FR_Ca	0,721758017	0,3196663167
h_lisse_m	0,7966186237	0,0547476689	D_FR_Ca	0,2531608656	0,8945962505
h_lisse_m_hm	0,9695733434	0,240868062	g_CP	1,4951568751	0,3466194943
horticole_m	-0,1063959721	0,5929451428	G_CP	-2,9877107764	0,4349435568
horticole_m_hm	-0,0542746774	0,8613923678	N_CP	0,5807672049	0,2994545983
haie_ind_m	0,0383902478	0,833801597	D_CP	-0,0499851862	0,9660954151
haie_ind_m_hm	0,0373747214	0,8814392419	g_NO	-1,3283081631	0,5274934873
g_Tot	-0,6954955935	0,201752464	G_NO	-1,2404445723	0,6186935137
G_Tot	-1,3924448027	0,0306651677	N_NO	-0,9156280077	0,2149803684
N_Tot	-0,8247492749	0,005926266	D_NO	-1,0767070677	0,1825501915
D_Tot	-0,8124014824	0,0078576728	g_SL	-74,3644763467	0,9864716183
g_Tot_Ca	-1,7315410848	0,0726331911	G_SL	-127,4386998011	0,9893867117
G_Tot_Ca	-6,499601311	6,81E-004	N_SL	-46,2432070194	0,9856631531
N_Tot_Ca	-1,5855059857	0,0008729908	D_SL	-80,2409481531	0,988763503

Annexe 14 : Résultats des régressions linéaires binomiales à une variable pour l'ensemble des variables analysées lorsque tous les sites de nidification potentiels recensés dans un rayon de 200m autour d'un couple nicheur sont analysés (n=150). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables

et le tableau [III.ii.3](#) pour les couleurs.

Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Cavites	-2,5113574947	1,95E-007	D_Tot_Ca	-2,3304917746	2,83E-004
Nichoir	3,2985765209	1,77E-007	g_Tot_Mo	-0,8836446533	0,5869244493
Circ	-0,0842485135	1,28E-002	G_Tot_Mo	-3,2719404881	0,1277691568
Charbo	-0,0129034048	0,9790895798	N_Tot_Mo	-0,8219511885	0,1774166064
Oiseaux	-1,6947681943	0,2555437359	D_Tot_Mo	-0,3665715548	0,054701561
Surf_ha	0,068506068	0,9269929797	g_Fruitiers	-0,4653828771	0,4057153916
Perim_hm	-0,6303261764	0,3951457469	G_Fruitiers	-0,9978331192	0,1249591227
N_nichoires	2,0390381961	1,81E-003	N_Fruitiers	-0,5791342919	0,0424150704
D_Nichoires	1,0053540772	1,04E-002	D_Fruitiers	-0,6518308616	0,0288320408
N_cavites	-0,9881832251	0,0181958081	g_Fruitiers_Ca	-3,0289227441	-3,0289227441
D_Cavites	-1,924775332	4,56E-004	G_Fruitiers_Ca	-6,1455410124	0,0051893528
SDN	-0,3832085396	0,4509111702	N_Fruitiers_Ca	-1,5896446045	0,0035393158
D_SDN	-0,1274943715	0,7637210562	D_Fruitiers_Ca	-2,2037077297	0,0003410929
Dist_bst_m	-0,7733329659	1,17E-002	g_Fruitiers_Mo	-1,7390278924	0,3496426416
Dist_bstx	-0,6388457883	2,10E-002	G_Fruitiers_Mo	-2,9825633652	0,1849460262
Dist_bt_m	-0,4003767352	0,3428758776	N_Fruitiers_Mo	-0,8927206428	0,1449573633
Dist_CA_m	1,1715672792	0,1074058652	D_Fruitiers_Mo	-1,2051924505	0,0867713815
Dist_clt_m	-0,5391663743	0,0757315275	g_Bocagers	0,0665500911	0,9459538482
Dist_eau_m	-0,1856112298	0,6881195774	G_Bocagers	-1,8708143699	0,249114914
Dist_frt_m	0,5059255624	0,3796977955	N_Bocagers	-0,007819422	0,9883354573
Dist_fri_m	0,103547315	0,86673654	D_Bocagers	-0,9794849545	0,1367144659
Dist_rt_m	-0,823308762	8,90E-003	g_Bocagers_Ca	1,4474118181	0,2178359854
nvo_050m	1,1482003875	2,13E-001	G_Bocagers_Ca	5,7142439782	0,2197891875
npr_050m	0,3581358378	0,7302776295	N_Bocagers_Ca	0,8570810084	0,268163515
nvo_100m	1,8862949188	1,32E-002	D_Bocagers_Ca	2,6718810877	0,2650429421
npr_100m	-1,0138851979	0,2487949827	g_ME	0,0783419946	0,9114211261
nvo_150m	1,4108016267	6,20E-002	G_ME	-0,7313129132	0,4144820512
npr_150m	-1,3652807481	9,83E-002	N_ME	-0,3251514503	0,3850860379
nvo_200m	0,3080722653	6,96E-001	D_ME	-0,641239946	0,1140730552
npr_200m	-1,6870116544	3,73E-002	g_PR	-0,4446987543	0,593570209
nvo_250m	-0,1595989835	8,30E-001	G_PR	-1,0174121162	0,2890540257
npr_250m	-1,1343994176	1,41E-001	N_PR	-0,3151949448	0,4121551098
nvo_300m	-0,2782430071	7,11E-001	D_PR	-0,3152125139	0,4378857658
npr_300m	-1,4240893453	6,27E-002	g_PR_Ca	-5,1304190969	0,1769450283
nvo_350m	-0,5637982188	4,25E-001	G_PR_Ca	-13,1214911313	0,0455703524
npr_350m	-2,0769749096	8,38E-003	N_PR_Ca	-1,9215252733	0,0909964799
nvo_400m	-0,5518920862	4,38E-001	D_PR_Ca	-3,2800582031	0,0373393599
npr_400m	-2,202456439	6,23E-003	g_PM	-5,3068950708	0,0583507956
nvo_450m	-0,8465940727	2,77E-001	G_PM	-5,9641284024	0,0862694896
npr_450m	-2,426434325	0,0049400564	N_PM	-1,1647621973	0,0165150346
nvo_500m	-1,0036029832	2,01E-001	D_PM	-1,1402329827	0,0248117678
npr_500m	-2,5122343551	0,0039067861	g_PM_Ca	0,4058368872	0,9560904566
aub_m	0,1432388994	0,4885226067	G_PM_Ca	1,0761728073	0,9165183111
sur_m	0,2385189999	0,7903370998	N_PM_Ca	-0,9766193174	0,6129811203
jardin_m	-0,136951265	0,6024349261	D_PM_Ca	-1,0409959369	0,6804960035
ronce_m	0,3713134877	0,2377981776	g_PU	-2,4121609635	0,0952400616
gh_m	0,0338872598	0,8463875232	G_PU	-2,5472743923	0,105793007
foret_m	0,0239825764	0,9431925152	N_PU	-0,8271590357	0,0277474096
align_m	-0,1782844303	0,4418465488	D_PU	-0,9014273638	0,019443114
align_m_hm	-0,3926648317	0,3368180789	g_PU_Ca	-8,4372355097	0,0225531457
aub_m_hm	0,1480058314	0,6458520768	G_PU_Ca	-14,1509399219	0,0037170926
foret_m_hm	-0,0163731505	0,9757570835	N_PU_Ca	-1,8311426609	0,0078824982
gh_m_hm	-0,0344446382	0,8959273808	D_PU_Ca	-2,3735104173	0,0018378323
jardin_m_hm	-0,072412201	0,870819512	g_FR	1,6337842913	0,1248906719
ronce_m_hm	0,8128703256	0,2310256486	G_FR	3,5003159438	0,2174175817
sur_m_hm	0,4779287217	0,857538019	N_FR	1,173370268	0,0610422194
écran_ligneux_m	-0,0388193789	0,8236252543	D_FR	0,8083898277	0,3969377751
écran_ligneux_m_hm	-0,1538361576	0,5518765964	g_FR_Ca	1,5705417062	0,1810980934
h_epine_m	0,1675244682	0,4047932641	G_FR_Ca	6,2277231887	0,1810980934
h_epine_m_hm	0,2247559193	0,476795808	N_FR_Ca	1,0431307868	0,1810980934
h_lisse_m	0,1659182896	0,7026657803	D_FR_Ca	3,2285896003	0,1810980934
h_lisse_m_hm	-0,0708585938	0,9354142292	g_CP	1,5556021281	0,3561901007
horticole_m	-0,1325372481	0,5359169803	G_CP	-0,4476875185	0,9047574451
horticole_m_hm	-0,077239064	0,8209995207	N_CP	0,5070759576	0,3703135581
haie_ind_m	0,014827074	0,9425866202	D_CP	0,7641437378	0,5356264742
haie_ind_m_hm	-0,0108932885	0,968925952	g_NO	-2,9386697185	0,1566715915
g_Tot	-0,2222661357	0,6969176172	G_NO	-3,1110689073	0,1996215666
N_Tot	-1,1325342408	0,0910666433	N_NO	-1,1327684654	0,1396411317
D_Tot	-0,6489269714	0,0573240835	D_NO	-1,3064498244	0,1148473843
g_Tot_Ca	-0,8668511094	0,0173207229	g_SL	-38,9619903408	0,990013449
G_Tot_Ca	-0,9365073873	0,3262047252	G_SL	-39,9482492437	0,9885938862
N_Tot_Ca	-1,2344944998	7,52E-003	N_SL	-31,7110204271	0,990150072
		0,0130273522	D_SL	-26,0288705554	0,9907980603

Annexe 15A : Comparaison suivant la restriction de la zone d'étude des p-Valeurs et des coefficients obtenus lors des régressions linéaires binomiales pour l'ensemble des variables analysées pour le choix du site de nidification (1^{ère} moitié ; $n_{\text{Tot}}=372$, $n_{500}=266$ & $n_{200} = 150$). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour

les abréviations des variables et le tableau [III.ii.3](#) pour les couleurs.

Variable	Comparaison des p-Valeurs		Comparaison coefficients	
	Tot/500	Tot/200	500/Tot	200/Tot
Cavites	0,0041102807	1,87019243038923E-005	0,8894670502	0,7750700853
Nichoir	0,0142669443	0,0002161447	0,9046896526	0,8139165143
Circ	0,0051479658	6,91685317649723E-005	0,791479498	0,5801557101
Charbo	0,539882027	0,4999844353	0,1724102308	-0,0419319071
Oiseaux	1,0752139964	1,0046954879	1,085150369	1,1309182185
Surf_ha	0,5898438704	0,4329326279	0,4925637255	-0,1048398208
Perim_hm	0,6724744716	0,2745836138	0,8563657898	0,5004342859
N_nichoirs	0,0001324141	9,29132368700689E-009	0,8071917735	0,5036482803
D_Nichoirs	0,0038467221	2,19115860776574E-006	0,8068281996	0,4618767142
N_cavites	0,1161085516	0,0129984425	0,7895821406	0,6210979766
D_Cavites	0,1861181997	0,0304193648	0,8667045492	0,8061572752
SDN	1,443210937	1,9162843254	3,0257471023	4,631897314
D_SDN	0,3841672393	0,2675272272	0,4962589674	-0,2461059981
Dist_bst_m	0,0007139289	6,31497988469363E-005	0,6987397779	0,5950843466
Dist_bsttx	0,0033027878	0,0005790843	0,6894126752	0,569332017
Dist_bt_m	0,6842561814	0,001602386	1,0406973999	0,3424398559
Dist_CA_m	1,2364953181	4,0106206779	-1,7038773633	-3,2510374068
Dist_cit_m	0,3251546956	3,186596788	0,2902431327	1,7240078326
Dist_eau_m	0,6105124845	0,7631450647	0,2612872655	-0,659956801
Dist_ft_m	0,0133329597	0,0034484958	0,4745155954	0,3137272429
Dist_fri_m	0,001682393	0,0001619485	0,4442511936	0,047438832
Dist_rt_m	0,02307385	0,0003995004	0,8226532241	0,6263299004
nvo_050m	0,0068812928	6,29734317597333E-006	0,7641069655	0,2602828132
npr_050m	0,0021264508	1,99118899374542E-006	0,7118869444	0,0764342872
nvo_100m	0,000109324	6,02469075228821E-011	0,8198906518	0,3786110286
npr_100m	0,0006561367	3,69681882187294E-006	0,6682166468	-0,2789415424
nvo_150m	6,20438161062874E-005	6,3119306513715E-012	0,8264076779	0,3131889843
npr_150m	0,0002898614	3,37053194002791E-006	0,662393942	-0,4179823952
nvo_200m	6,96745037073242E-005	1,03531594381198E-011	0,8085228885	0,0799160257
npr_200m	0,0001985278	7,63375513987647E-006	0,6521025366	-0,5551408679
nvo_250m	7,96421292969548E-005	8,60477459738898E-011	0,792034401	-0,0484458241
npr_250m	0,0001212476	5,33811211185645E-007	0,674315207	-0,3691082349
nvo_300m	9,40963266451597E-005	3,2695107562641E-010	0,7880578494	-0,0877618271
npr_300m	0,0001368637	9,4061840597779E-006	0,6161347897	-0,514397469
nvo_350m	8,82335564155066E-005	4,49981672696332E-009	0,7595311188	-0,1989924093
npr_350m	0,0001641668	0,0010812506	0,487961233	-0,8758766873
nvo_400m	9,81396722352316E-005	8,60464802155962E-009	0,7594935891	-0,1974185492
npr_400m	0,0001342275	0,0019770913	0,4487707557	-0,9512942083
nvo_450m	9,73693515711614E-005	0,000000045	0,75055219	-0,3056662689
npr_450m	0,0001113177	0,0044451846	0,3724568919	-1,0493438213
nvo_500m	9,35325086669933E-005	2,13220712445368E-007	0,731346663	-0,3757312743
npr_500m	0,0001051266	0,0067945452	0,340792114	-1,1016918967
aub_m	1,6420606329	0,6901929128	1,3746800586	0,823673064
sur_m	1,7215901248	0,6232837481	1,8000720636	0,5007401443
jardin_m	0,6120507429	0,6057092619	0,5982803467	0,6480630952
ronce_m	2,5122156221	2,0755493021	1,87111165724	1,8215003652
gh_m	0,1868523048	0,1343718191	0,3360806477	-0,1398473194
foret_m	1,6375138775	0,9027401444	3,4376396569	-0,4321897227
align_m	1,5450331492	2,1202705784	6,6273223923	10,3645730523
align_m_hm	1,5651338725	2,7417817765	5,7058837258	10,5481812942
aub_m_hm	1,6918056877	0,7889347554	1,6355693694	0,7988523463
foret_m_hm	1,638688496	0,8950212971	3,9128495926	0,2094620159
gh_m_hm	0,1454753364	0,0734251144	0,4270933146	0,08102835
jardin_m_hm	0,7271045118	0,6374886808	0,5126282843	0,3122821071
ronce_m_hm	3,1557106727	1,8213472135	1,8964265706	1,6480094852
sur_m_hm	1,5704381452	0,8728443757	2,4778706114	0,7627046226
écran_ligneux_m	0,1949031165	0,0970516462	0,4892419605	0,1447066948
écran_ligneux_m_hm	0,1637077797	0,0879721785	0,5523085066	0,3410395677
h_epine_m	3,2946846919	1,4827399305	2,6512738739	1,8117596472
h_epine_m_hm	3,3555200278	1,5740910626	4,0166673142	2,6143595122
h_lisse_m	18,0009045651	1,4025267653	119,0885335427	24,8035449003
h_lisse_m_hm	2,7164076738	0,6994717759	-2,7157492941	0,1984730474
horticole_m	1,1844339008	1,3104722452	1,4261057217	1,7764970245
horticole_m_hm	1,0815920778	1,1348059742	-2,0387335789	-2,9013507037
haie_ind_m	0,363746146	0,3217657783	-0,2088751272	-0,080671711
haie_ind_m_hm	0,2719157095	0,2473637705	-0,1305286623	0,0380440664
g_Tot	0,4017267788	0,116296913	0,731375948	0,2337327616
G_Tot	0,7288210115	0,2454182753	0,9117457956	0,7415614108
N_Tot	4,2063333747	0,4348582497	1,1826760995	0,9305499777
D_Tot	7,9777147722	3,6191487492	1,4220590783	1,5173698183
g_Tot_Ca	0,1375789977	0,0306335281	0,6679586866	0,361266764

Annexe 15B : Tableau comparatif suivant la restriction de la zone d'étude des p-Valeurs et des coefficients obtenus lors des régressions linéaires binomiales pour l'ensemble des variables analysées pour le choix du site de nidification (2^{ème} moitié ; n_{Tot}=372, n₅₀₀=266 & n₂₀₀ = 150).

Variable	Comparaison des p-Valeurs		Comparaison coefficients	
	Tot/500	Tot/200	500/Tot	200/Tot
D_Tot_Ca	0,2636391517	0,0333617796	0,8758136636	0,8070693072
g_Tot_Mo	0,179282329	0,044944551	0,6497918194	-0,2542814496
G_Tot_Mo	0,7281057972	5,3450551202	-0,1877740372	-4,0825565533
N_Tot_Mo	0,6396144976	1,6293433028	0,7152435815	-1,3818074342
D_Tot_Mo	1,0286960603	17,1084069465	-1,4021170961	-26,552241596
g_Fruitiers	2,0603616097	1,4403286476	1,9330218495	1,6592590569
G_Fruitiers	2,9809504068	3,3888271463	1,8257979792	2,1358485462
N_Fruitiers	5,7601757126	0,9336612861	1,3174049583	1,1486846013
D_Fruitiers	7,2458100503	3,4230451498	1,5154219511	1,58756604
g_Fruitiers_Ca	1,7232825973	0,6545835583	1,0530749591	0,8714062711
G_Fruitiers_Ca	1,6017185062	0,8650835812	1,0319214083	1,011871318
N_Fruitiers_Ca	2,0029061989	0,472653411	1,0488073752	1,0025127214
D_Fruitiers_Ca	2,2186824972	1,4436018939	1,0503607884	1,1001167871
g_Fruitiers_Mo	0,3098963608	0,3288515376	0,5625463362	-0,61697419
G_Fruitiers_Mo	0,5756567588	2,7856295299	0,2002229918	-2,2421957208
N_Fruitiers_Mo	0,6639483328	2,9355806377	0,5821958091	-1,9157061354
D_Fruitiers_Mo	0,7988260716	8,8061093679	0,179057706	-6,1258829046
g_Bocagers	0,038103042	0,0092905622	0,4846553971	-0,02972568
G_Bocagers	0,0365475668	0,007237337	0,6577914916	0,3698813499
N_Bocagers	0,1320009881	0,0243155104	0,6030227738	0,0071642781
D_Bocagers	0,1657571315	0,0271238349	0,7696313695	0,5076340475
g_Bocagers_Ca	0,3080513503	1,2412362601	-0,1381627825	-1,3590634004
G_Bocagers_Ca	0,1969773676	0,3517104442	0,4352978771	-1,1614813466
N_Bocagers_Ca	0,9282332472	1,922276408	-0,8799852688	-1,7845950953
D_Bocagers_Ca	0,1501550692	0,4271062062	0,205969897	-1,0032949819
g_ME	0,1205994849	0,0183404077	0,6205995397	0,0488282274
G_ME	0,3139447693	0,5102586358	0,3367978207	-0,6945805779
N_ME	0,3202232611	0,6529925884	0,2378052472	-0,8573255115
D_ME	1,2975160864	7,1332644859	-2,060178754	-7,6513987543
g_PR	0,857598455	1,2420020117	0,5305965883	1,9607979225
G_PR	0,9169196909	2,610027789	0,7284898739	4,0376633688
N_PR	0,7958853539	1,5663060244	0,5348125331	2,2319309193
D_PR	1,1153772714	2,0971343142	2,2589818064	-9,1203856696
g_PR_Ca	0,5850162202	0,257637346	0,87724396	0,7322662109
G_PR_Ca	0,4602364891	0,4629922419	0,8861134643	0,9565296718
N_PR_Ca	0,3897796813	0,1628886911	0,8758541244	0,7746451488
D_PR_Ca	0,3751408583	0,2799795761	0,8936408549	0,8865409549
g_PM	0,6512153135	0,1429072481	0,934026245	0,782848483
G_PM	0,6798216246	0,170100118	0,9515023549	0,7894371167
N_PM	2,1369781807	0,1453071035	1,0549830472	0,8608151661
D_PM	1,9534771864	0,1915144473	1,0630914067	0,8502389186
g_PM_Ca	0,095686816	0,05508083	0,296014768	-0,0271211421
G_PM_Ca	0,0791268204	0,0836837552	0,0232524412	-0,0564550957
N_PM_Ca	0,1233886906	0,0214954015	0,6397566484	0,225430601
D_PM_Ca	0,1175962323	0,0258914161	0,6486431867	0,1928260769
g_PU	4,8074928013	0,945462801	1,4099090146	1,1905583822
G_PU	5,8783521376	1,1798301752	1,5371343505	1,3242829398
N_PU	9,850528528	1,6887211837	1,4563473237	1,3241854969
D_PU	9,5135969878	2,1725046808	1,4196990401	1,344201579
g_PU_Ca	6,1619562479	2,4341857817	1,4131003774	1,4247699238
G_PU_Ca	7,2718701768	7,7746313475	1,3537338214	1,5827420205
N_PU_Ca	8,15353749	5,8194148901	1,4028060307	1,5524871991
D_PU_Ca	9,1092245508	12,373196653	1,3235124762	1,5521714651
g_FR	0,084753147	0,6154461511	0,0689854273	-1,026435313
G_FR	0,0507606721	0,0719160485	0,4394330123	-0,6773830865
N_FR	0,5469774513	4,601257666	-0,6188318305	-2,0241689328
D_FR	0,1070421944	0,2226936364	0,1287746824	-0,5383438458
g_FR_Ca	1,4903811896	3,6415388699	-1,7142028952	-3,2626655318
G_FR_Ca	0,1731524467	0,6173480155	0,2918931019	-1,3214211558
N_FR_Ca	2,8082979219	4,9570828499	-7,3961836463	-10,6894370207
D_FR_Ca	0,2414098201	1,1925267452	-0,1177000675	-1,501042481
g_CP	0,8273056838	0,8050764948	0,9414634616	0,9795243488
G_CP	0,9880711348	0,4749949017	1,0599586328	0,1588273717
N_CP	0,2759336198	0,2231341237	0,603576005	0,5269906395
D_CP	0,6167819268	1,1124733751	-0,0831344278	1,2709095891
g_NO	1,8821087559	6,3368227857	69,283056025	153,2776989565
G_NO	1,3761823018	4,2652458762	-2,6372326182	-6,6142515217
N_NO	2,2718558235	3,4975683444	1,7696198562	2,1892838053
D_NO	2,4467955661	3,8891873948	1,735797819	2,1061743011
g_SL	1,000101359	0,9965234382	0,0251914797	0,0131986432
G_SL	1,0000566526	1,0008586709	0,0142898047	0,0044794296
N_SL	1,0003354174	0,995802343	0,8523728996	0,5845099458
D_SL	0,999802191	0,9977491441	0,3863720908	0,1253328801

Annexe 16 : Tableau des résultats des régressions linéaires généralisées à une variable pour l'ensemble des variables analysées pour le nombre de pulli (n=46). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et le tableau [III.ii.3](#) pour les couleurs.

Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Cavites	-3,9772727273	0,3999318957	h_epine_m	0,4887746097	0,6531011602
Circ	0,2299534344	0,1337838545	h_epine_m_hm	1,2056259344	0,48048483
Charbo	-0,033033033	0,9891935947	h_lisse_m	0,704986137	0,7592644202
Oiseaux	-2,3210354741	0,7579246386	h_lisse_m_hm	1,3882865294	0,8079984052
Surf_ha	-2,5346959293	0,5085915599	horticole_m	0,5458974195	0,5656327872
Perim_hm	-2,9344080722	0,4579646517	horticole_m_hm	0,7607944289	0,5924399585
N_nichoires	0,2711715148	0,9534428704	haie_ind_m	-1,0245921159	0,3639413209
D_Nichoires	0,4242785033	0,8654644339	haie_ind_m_hm	-1,362800051	0,388825969
N_cavites	0,2252085768	0,915637841	g_Tot	5,7423743584	0,0555177879
D_Cavites	0,7691236514	0,7854275301	G_Tot	8,5830204085	0,0106530173
SDN	0,4688946307	0,863182609	N_Tot	1,6659256882	0,3353101229
D_SDN	0,6721313457	0,7679491597	D_Tot	2,720656494	0,1303590213
Dist_bst_m	0,8914484875	0,4674133391	g_Tot_Ca	0,5474690411	0,9147018955
Dist_bsttx	1,1892928616	0,2812175553	G_Tot_Ca	4,6567584328	0,6322621281
Dist_bt_m	-2,6423420144	0,2600208637	N_Tot_Ca	0,3773937978	0,8811422978
Dist_CA_m	5,5524005956	0,2908300798	D_Tot_Ca	1,0160023923	0,7594304676
Dist_cit_m	-0,2702710292	0,836775931	g_Tot_Mo	13,359394924	0,1291063728
Dist_eau_m	4,0041105612	0,1887576536	G_Tot_Mo	26,2045405126	0,0152277243
Dist_frt_m	0,5413339154	0,7902104032	N_Tot_Mo	3,2207197434	0,3335792518
Dist_fri_m	4,2407472052	0,3584555641	D_Tot_Mo	4,2431484562	0,2423498371
Dist_rt_m	0,5317006578	0,7285886435	g_Fruitiers	6,117155905	0,0323240469
nvo_050m	-9,4347103298	0,132182794	G_Fruitiers	7,9183036091	0,0165201077
npr_050m	-8,9402437609	0,15423909	N_Fruitiers	2,3965674548	0,1088988879
nvo_100m	-2,1782354148	0,6051886591	D_Fruitiers	2,8742904913	0,073428527
npr_100m	-6,0489876947	0,2102679292	g_Fruitiers_Ca	5,9747355757	0,426424801
nvo_150m	-1,6999302971	0,6392449859	G_Fruitiers_Ca	7,0194536127	0,4804391756
npr_150m	0,2555162108	0,9529165273	N_Fruitiers_Ca	1,4920421387	0,5968868685
nvo_200m	-1,250296046	0,722830781	D_Fruitiers_Ca	1,4434448554	0,6600826971
npr_200m	-1,6368565481	0,711561872	g_Bocagers	2,6835710847	0,5893733439
nvo_250m	-2,1460304951	0,5585922682	G_Bocagers	14,5439255083	0,0787200112
npr_250m	1,9101918562	0,6479453427	N_Bocagers	0,0416467603	0,9882858864
nvo_300m	-3,1329900912	0,5087718473	D_Bocagers	1,4194540343	0,7003873172
npr_300m	1,8670805988	0,6630382281	g_ME	2,4442568278	0,5284448047
nvo_350m	-0,9632598928	0,8615099812	G_ME	4,2715670668	0,4138580441
npr_350m	1,3425643048	0,7435992338	N_ME	-0,0309085591	0,9875350247
nvo_400m	1,1113774481	0,8505610387	D_ME	0,2111217931	0,9244481729
npr_400m	4,9592634935	0,2724249156	g_PR	9,3999053627	0,0181339317
nvo_450m	0,4251980431	0,9414274347	G_PR	9,6919376479	0,0213844638
npr_450m	5,309503749	0,2338161152	N_PR	4,1841525994	0,0286711124
nvo_500m	2,5580333899	0,6362971828	D_PR	4,8808938023	0,0168011014
npr_500m	5,706385422	0,191375217	g_PM	13,3849675348	0,387215671
aub_m	0,4731399535	0,672098085	G_PM	26,3072896522	0,2137842848
jardin_m	1,6790726688	0,1444597216	N_PM	1,5401037282	0,5446115854
gh_m	-2,3294425091	0,0090467011	D_PM	2,3769452525	0,41733787
aub_m_hm	1,177780152	0,4991639827	g_PU	7,584521639	0,3440840683
gh_m_hm	-3,3689423762	0,0145439248	G_PU	10,318255869	0,3190307122
jardin_m_hm	3,1771631444	0,0980372607	N_PU	1,1260912612	0,5948966107
écran_ligneux_m	-2,4845059259	0,0049206791	D_PU	1,5277418949	0,5080262944
écran_ligneux_m_hm	-3,5768214543	0,0081118348			

Annexe 17 : Tableau des résultats des régressions linéaires généralisées à une variable pour l'ensemble des variables analysées pour le nombre d'individus retrouvés morts (n=46). Légende : voir le tableau

[II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et le tableau [III.ii.3](#) pour les couleurs.

Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Cavites	-0,75	0,4520648437	h_epine_m	0,0533500144	0,8162209899
Circ	-0,0346471572	0,2871916738	h_epine_m_hm	0,1242509098	0,7308473648
Charbo	0,0750750751	0,8839458355	h_lisse_m	-0,2164095863	0,6553854331
Oiseaux	0,0431419233	0,9783420294	h_lisse_m_hm	-0,3352981438	0,7807755053
Surf_ha	0,1842761051	0,8201456737	horticole_m	0,0497079842	0,8044061802
Perim_hm	-0,0246089103	0,9765304919	horticole_m_hm	0,1383257253	0,6446030987
N_nichoires	0,9614597108	0,3236520465	haie_ind_m	0,3041867414	0,1991306589
D_Nichoires	0,361684516	0,4923770003	haie_ind_m_hm	0,4800395642	0,1469199497
N_cavites	0,2327744362	0,6031304556	g_Tot	-0,1270816856	0,8439876241
D_Cavites	-0,2735413524	0,6459037411	G_Tot	-0,908773213	0,2125815179
SDN	0,4040094753	0,4802541658	N_Tot	-0,2372960153	0,5164633884
D_SDN	0,2543117734	0,5961670026	D_Tot	-0,5012118152	0,1877937097
Dist_bst_m	-0,6182111303	0,0136599615	g_Tot_Ca	1,2988636269	0,2243497195
Dist_bsttx	-0,5872962348	0,0091928623	G_Tot_Ca	-0,3732530533	0,8558496698
Dist_bt_m	0,8213143857	0,0940163727	N_Tot_Ca	0,191010385	0,7195682924
Dist_CA_m	1,4126672144	0,2012390781	D_Tot_Ca	-0,4769597011	0,4945575424
Dist_clt_m	-0,2577970462	0,3491641719	g_Tot_Mo	0,6163591148	0,7430362764
Dist_eau_m	-0,7924361565	0,2180402339	G_Tot_Mo	-1,7944657821	0,4445253558
Dist_frt_m	-0,1625630016	0,7047214818	N_Tot_Mo	-0,0685074263	0,9227257235
Dist_fri_m	0,9217222166	0,3438213095	D_Tot_Mo	-0,4269099379	0,5793452279
Dist_rt_m	-0,4339836584	0,1750311497	g_Fruitiers	-0,9223792205	0,1309502586
nvo_050m	-1,0186662002	0,4452619036	G_Fruitiers	-1,0723772178	0,1312090225
npr_050m	-2,1457277771	0,1037354351	N_Fruitiers	-0,5956119132	0,0573895219
nvo_100m	-0,3555282167	0,6892931793	D_Fruitiers	-0,6359064892	0,0599140378
npr_100m	-1,3019430339	0,2008956528	g_Fruitiers_Ca	-1,5595367302	0,3240236681
nvo_150m	0,1735277401	0,8206906116	G_Fruitiers_Ca	-2,3053072205	0,2699111189
npr_150m	-1,356974796	0,1320187904	N_Fruitiers_Ca	-0,681272072	0,2493616292
nvo_200m	0,3705591608	0,617947826	D_Fruitiers_Ca	-0,8669274668	0,2067674203
npr_200m	-2,4684335627	0,005810564	g_Bocagers	1,6284843939	0,1158348822
nvo_250m	0,1866576901	0,8096859203	G_Bocagers	0,0841571094	0,9622015614
npr_250m	-2,3226328439	0,0060680389	N_Bocagers	0,9280582492	0,1156209315
nvo_300m	0,7606472786	0,4465101255	D_Bocagers	0,4308888821	0,5793425881
npr_300m	-2,1851922133	0,0123181456	g_ME	-0,6180462797	0,4493373065
nvo_350m	0,3794634375	0,7444349425	G_ME	-0,8247729192	0,4547013237
npr_350m	-2,0975435646	0,0120792819	N_ME	-0,5585926675	0,1761018341
nvo_400m	0,1914679543	0,8776999185	D_ME	-0,5814844099	0,2114821932
npr_400m	-2,6782309952	0,0033914101	g_PR	-1,1941056318	0,1632845163
nvo_450m	-0,53206622	0,6625442281	G_PR	-1,1247762306	0,2151812141
npr_450m	-2,7518580834	0,00221492	N_PR	-0,7151379605	0,0790800358
nvo_500m	-1,0320332087	0,3640341626	D_PR	-0,69794463	0,1113518455
npr_500m	-2,7360903091	0,0018958535	g_PM	-3,1800667615	0,3294695647
aub_m	-0,008852097	0,970079122	G_PM	-3,8954117262	0,3849065565
jardin_m	-0,2926806813	0,2295876553	N_PM	-0,3348493279	0,5322058298
gh_m	0,2355398367	0,2246944646	D_PM	-0,285118606	0,6454494758
aub_m_hm	-0,0319462103	0,9309192148	g_PU	-1,2885930923	0,4467937534
gh_m_hm	0,3835913632	0,1979966333	G_PU	-1,6136212423	0,4611546221
jardin_m_hm	-0,4701383825	0,2495494185	N_PU	-0,2296760901	0,6071280408
écran_ligneux_m	0,2047010814	0,2904337575	D_PU	-0,1796513658	0,7125665837
écran_ligneux_m_hm	0,3292801329	0,2633677327			

Annexe 18 : Tableau des résultats des régressions linéaires généralisées à une variable pour l'ensemble des variables analysées pour le nombre d'œufs non éclos (n=46). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et le tableau [III.ii.3](#) pour les couleurs.

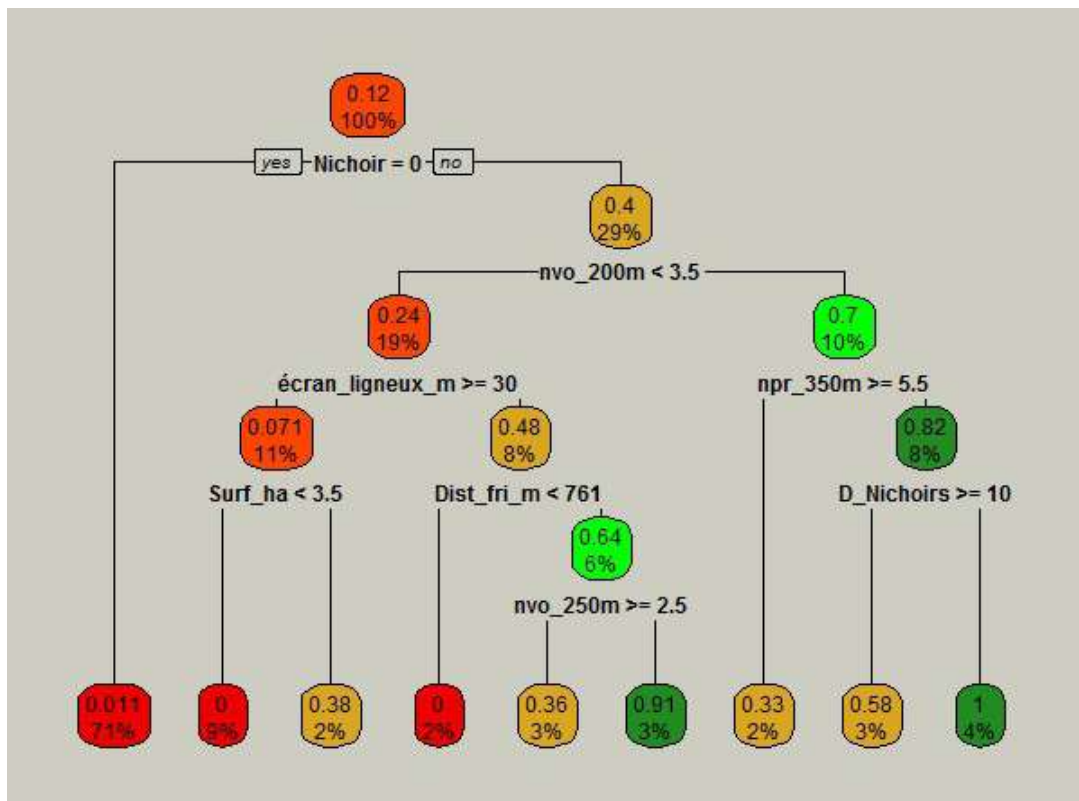
Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Cavites	-1,9545454545	0,3575188524	h_epine_m	-0,9554141586	0,0460152445
Circ	-0,2090622337	0,0015515612	h_epine_m_hm	-1,1413111197	0,1337777483
Charbo	-0,3903903904	0,72182581	h_lisse_m	-0,8412687317	0,4148252005
Oiseaux	-1,0181493901	0,7638122472	h_lisse_m_hm	-1,3662936471	0,5945660484
Surf_ha	-4,2427311973	0,0109260456	horticole_m	0,8113681647	0,0529703657
Perim_hm	-3,3971463725	0,0517392054	horticole_m_hm	1,382887121	0,0263786426
N_nichoirs	1,1448448277	0,5831619337	haie_ind_m	0,1782673409	0,7265915204
D_Nichoirs	3,2582772158	0,002310464	haie_ind_m_hm	0,6884326218	0,3327388587
N_cavites	-0,7331702484	0,4418782061	g_Tot	-2,8630565619	0,0329683455
D_Cavites	-1,4005643687	0,2673372195	G_Tot	-2,5850599499	0,0941357622
SDN	-0,185898262	0,8793141822	N_Tot	-2,1493129944	0,0039735493
D_SDN	2,2692737028	0,0226377465	D_Tot	-1,8011630049	0,0237111231
Dist_bst_m	-1,595026823	0,0024040388	g_Tot_Ca	-0,6148169899	0,7891343673
Dist_bsttx	-1,6279242809	0,0004886034	G_Tot_Ca	-3,5668342169	0,4140938818
Dist_bt_m	0,9094934176	0,3903207029	N_Tot_Ca	-0,9871459275	0,3826907475
Dist_CA_m	3,9132064103	0,0948184917	D_Tot_Ca	-1,8049222289	0,2229209875
Dist_clt_m	-1,3449783705	0,0187257657	g_Tot_Mo	0,2499307624	0,9503421123
Dist_eau_m	-1,904816463	0,1641557115	G_Tot_Mo	1,7438454763	0,7283206697
Dist_frt_m	-1,3377799431	0,1391252005	N_Tot_Mo	-0,2991413395	0,8425912157
Dist_fri_m	2,1480455101	0,3005885552	D_Tot_Mo	0,3133076134	0,8489908481
Dist_rt_m	-1,8603741435	0,0047864762	g_Fruitiers	-2,7001981128	0,0359309017
nvo_050m	-4,4733733997	0,1120858688	G_Fruitiers	-2,3405885115	0,1222971432
npr_050m	-7,0092619478	0,0108973863	N_Fruitiers	-1,4427608032	0,0299079166
nvo_100m	-2,5513856725	0,1744611114	D_Fruitiers	-1,2328959091	0,0884371226
npr_100m	-4,6817656656	0,0281408428	g_Fruitiers_Ca	-3,2348958449	0,3377434879
nvo_150m	-1,2707570738	0,4350658377	G_Fruitiers_Ca	-4,5812127665	0,3045288619
npr_150m	-3,6903193685	0,052828342	N_Fruitiers_Ca	-1,6393222441	0,1929058851
nvo_200m	-0,3708006529	0,8152271617	D_Fruitiers_Ca	-1,9445500193	0,1839317682
npr_200m	-6,2529661014	0,0008363895	g_Bocagers	1,1311653163	0,6131724437
nvo_250m	0,0312111649	0,9849445606	G_Bocagers	2,2893375788	0,544792784
npr_250m	-4,0989593416	0,0252123574	N_Bocagers	-0,2293360019	0,8573683981
nvo_300m	0,2536460392	0,9055881044	D_Bocagers	-0,2073013188	0,9006773648
npr_300m	-4,69931075	0,0115814703	g_ME	-1,7857896457	0,3041856742
nvo_350m	-0,1653352996	0,946947476	G_ME	-1,9012724651	0,4189299984
npr_350m	-4,7901915099	0,0068945959	N_ME	-1,317906557	0,1336719971
nvo_400m	-1,2116638122	0,6476884222	D_ME	-1,1324465685	0,2547228245
npr_400m	-6,3617523065	0,0009504793	g_PR	-3,881574884	0,0309867745
nvo_450m	-2,0944122654	0,419442519	G_PR	-2,7128337536	0,1600791167
npr_450m	-7,0274332725	0,0001697734	N_PR	-1,898934362	0,0272386382
nvo_500m	-3,2854903153	0,173010382	D_PR	-1,4635570018	0,1177642783
npr_500m	-7,3608405623	4,75E-005	g_PM	-3,2783006542	0,6388774369
aub_m	-1,030094473	0,0358974366	G_PM	-0,3756154112	0,968807513
jardin_m	-0,6717293598	0,1955793351	N_PM	-0,0940123095	0,9346255219
gh_m	0,3920924469	0,3450395669	D_PM	0,3817999988	0,7728950574
aub_m_hm	-1,263805021	0,1026347669	g_PU	-1,691468936	0,6403986402
gh_m_hm	0,9796639462	0,1217186799	G_PU	-1,0674736326	0,8197374238
jardin_m_hm	-1,1726060637	0,1769992402	N_PU	-0,2059550655	0,8290970584
écran_ligneux_m	0,2825248954	0,4956211605	D_PU	0,197735205	0,8493330916
écran_ligneux_m_hm	0,771155271	0,2188135783			

Annexe 19 : Tableau des résultats des régressions linéaires généralisées à une variable pour l'ensemble des variables analysées pour l'indice général du succès reproductif (n=46). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#)

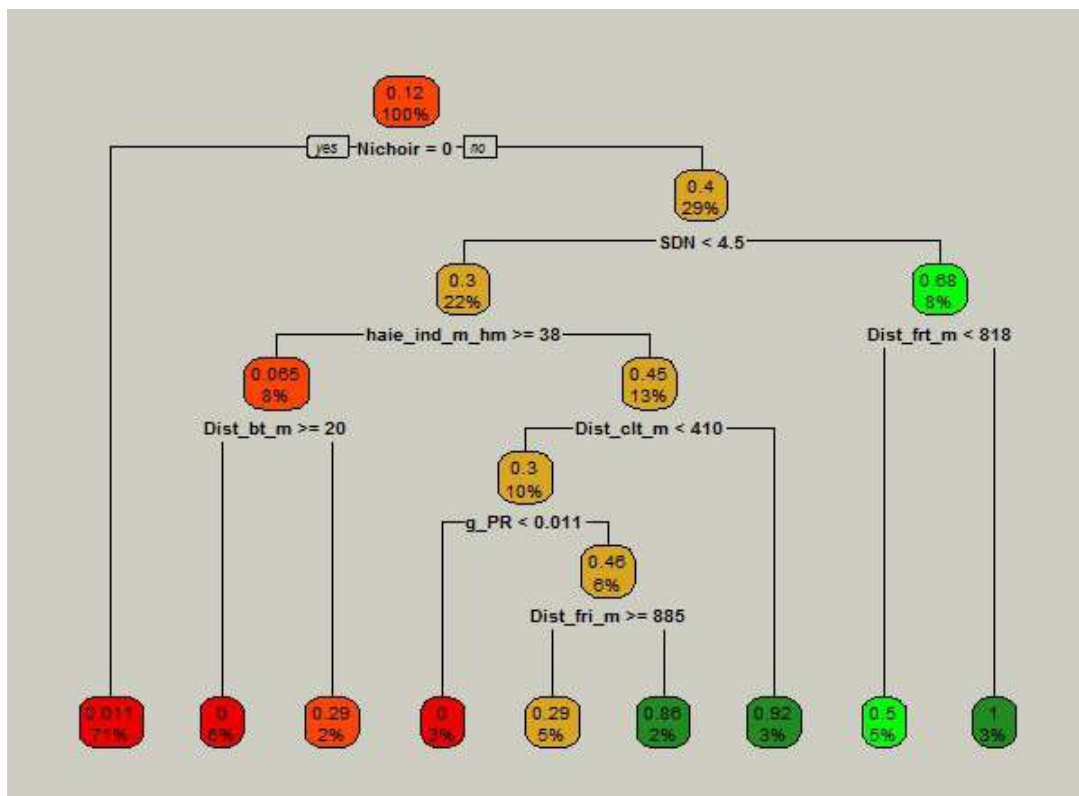
pour les abréviations des variables et le tableau [III.ii.3](#) pour les couleurs.

Variable	Coefficient	p-Valeur	Variable	Coefficient	p-Valeur
Cavites	-1,2727272727	0,7983951125	h_epine_m	1,3908387538	0,2200373686
Circ	0,4736628252	0,002216677	h_epine_m_hm	2,2226861442	0,2129517427
Charbo	0,2822822823	0,9122754021	h_lisse_m	1,7626644549	0,4647103205
Oiseaux	-1,3460280073	0,864966826	h_lisse_m_hm	3,0898783203	0,6062767638
Surf_ha	1,523759163	0,7057371406	horticole_m	-0,3151787294	0,7525495407
Perim_hm	0,4873472106	0,9068915718	horticole_m_hm	-0,7604184174	0,6106379665
N_nichoires	-1,8351330237	0,7066505613	haie_ind_m	-1,5070461982	0,2016444864
D_Nichoires	-3,1956832284	0,2206220532	haie_ind_m_hm	-2,531272237	0,1241339791
N_cavites	0,725604389	0,745166066	g_Tot	8,7325126059	0,0044967692
D_Cavites	2,4432293725	0,4087837244	G_Tot	12,0768535714	0,0004069939
SDN	0,2507834175	0,9301062931	N_Tot	4,0525346979	0,0222567263
D_SDN	-1,8514541305	0,4378220256	D_Tot	5,0230313141	0,0061910827
Dist_bst_m	3,1046864407	0,0128604302	g_Tot_Ca	-0,1365775959	0,979711274
Dist_bsttx	3,4045133773	0,0020922858	G_Tot_Ca	8,596845703	0,3991269628
Dist_bt_m	-4,3731498178	0,0727953991	N_Tot_Ca	1,1735293403	0,6577858464
Dist_CA_m	0,2265269709	0,9674907496	D_Tot_Ca	3,2978843223	0,341863984
Dist_clt_m	1,3325043875	0,3311606459	g_Tot_Mo	12,4931050468	0,1779695623
Dist_eau_m	6,7013631808	0,0334112098	G_Tot_Mo	26,2551608184	0,0210559607
Dist_frt_m	2,0416768601	0,3372167936	N_Tot_Mo	3,5883685092	0,3048640555
Dist_fri_m	1,1709794785	0,8101311358	D_Tot_Mo	4,3567507806	0,2533917615
Dist_rt_m	2,8260584597	0,0740080316	g_Fruitiers	9,7397332382	0,0007560594
nvo_050m	-3,9426707299	0,5536603061	G_Fruitiers	11,3312693384	0,0007558313
npr_050m	0,214745964	0,9743164137	N_Fruitiers	4,4349401713	0,0034997394
nvo_100m	0,7286784744	0,8694401002	D_Fruitiers	4,7430928895	0,0037944873
npr_100m	-0,0652789952	0,9898249171	g_Fruitiers_Ca	10,7691681509	0,1693569537
nvo_150m	-0,6027009633	0,8744533215	G_Fruitiers_Ca	13,9059735997	0,1801225498
npr_150m	5,3028103752	0,2397698341	N_Fruitiers_Ca	3,8126364548	0,1947391579
nvo_200m	-1,2500545539	0,7357478965	D_Fruitiers_Ca	4,2549223415	0,2136717935
npr_200m	7,084543116	0,1228500732	g_Bocagers	-0,0760786255	0,988399559
nvo_250m	-2,3638993502	0,5396299063	G_Bocagers	12,1704308201	0,1641932408
npr_250m	8,3317840417	0,0530778236	N_Bocagers	-0,657075487	0,8254536614
nvo_300m	-4,1472834089	0,4044310974	D_Bocagers	1,195866471	0,757731098
npr_300m	8,7515835621	0,047029796	g_ME	4,8480927531	0,2312484494
nvo_350m	-1,1773880308	0,839163009	G_ME	6,9976124511	0,2001266074
npr_350m	8,2302993793	0,0512741565	N_ME	1,8455906653	0,3724081125
nvo_400m	2,131573306	0,7307783361	D_ME	1,9250527715	0,4086888964
npr_400m	13,9992467952	0,0019961302	g_PR	14,4755858785	0,0003068593
nvo_450m	3,0516765285	0,6152234704	G_PR	13,5295476321	0,0017128911
npr_450m	15,0887951049	0,0006488701	N_PR	6,7982249219	0,0004134159
nvo_500m	6,8755569139	0,2230211634	D_PR	7,0423954342	0,0006964882
npr_500m	15,8033162934	0,0002339714	g_PM	19,8433349505	0,2204348905
aub_m	1,5120865235	0,1940558539	G_PM	30,5783167896	0,1681475163
jardin_m	2,6434827099	0,0262847029	N_PM	1,9689653656	0,460532386
gh_m	-2,9570747928	0,0012978688	D_PM	2,2802638598	0,459252475
aub_m_hm	2,4735313833	0,1732802482	g_PU	10,5645836674	0,2079192151
gh_m_hm	-4,7321976856	0,0007634699	G_PU	12,9993507438	0,2309659394
jardin_m_hm	4,8199075906	0,0150057903	N_PU	1,5617224168	0,4822048951
écran_ligneux_m	-2,9717319027	0,0011585549	D_PU	1,5096580556	0,5337039224
écran_ligneux_m_hm	-4,6772568581	0,0007347311			

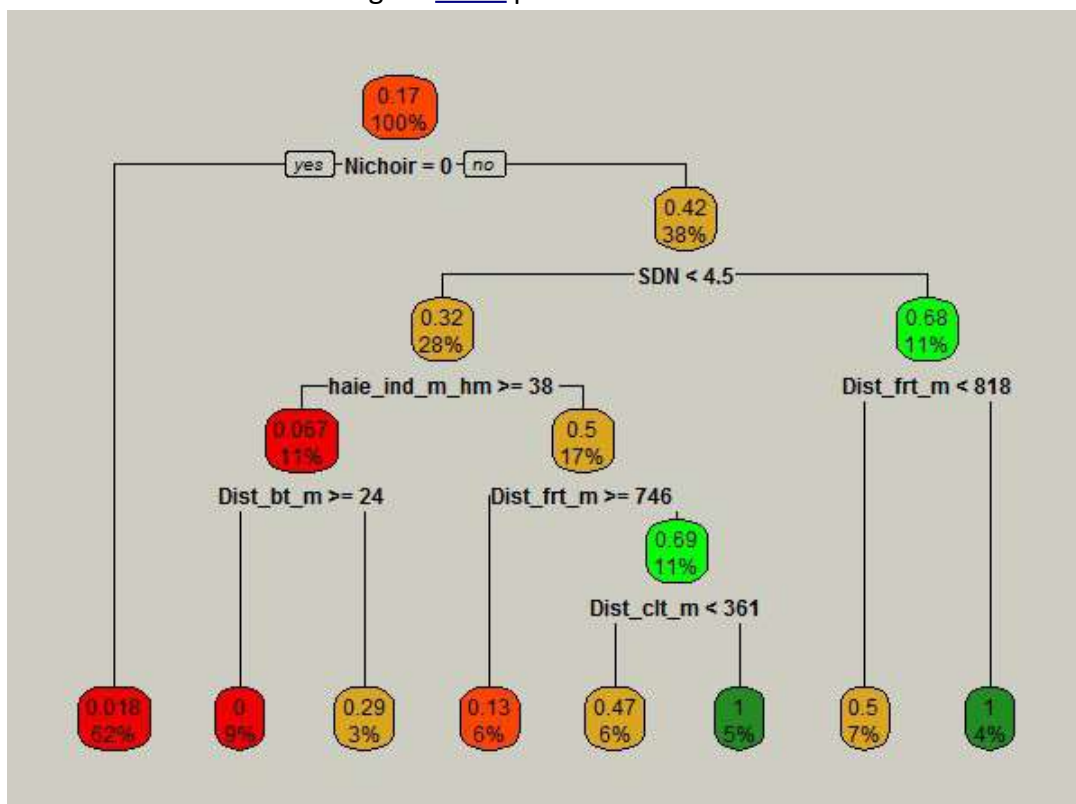
Annexe 20 : classification décisionnelle explicatif brut pour le choix d'une cavité en prenant en compte toutes les variables lorsque tous les sites de nidification potentiels sont analysés (n=372).
 Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et la figure [III.ii.2](#) pour les couleurs.



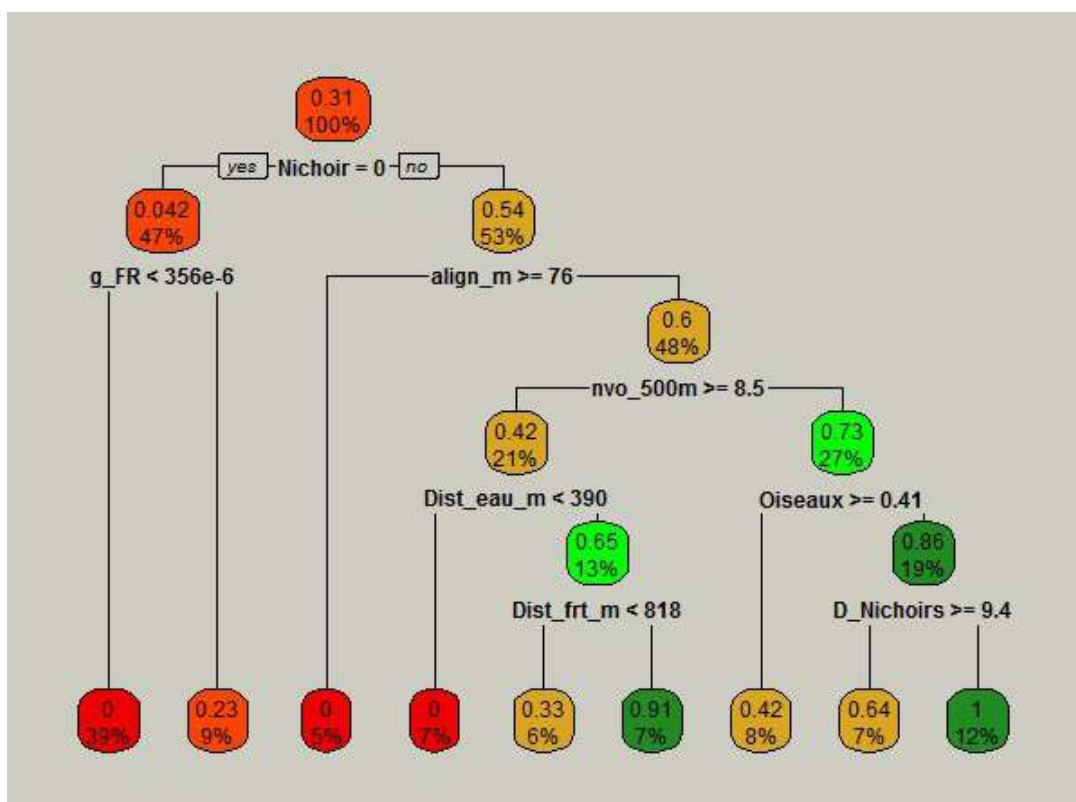
Annexe 21 : classification décisionnelle prédictif brut pour le choix d'une cavité en prenant en compte toutes les variables, sauf celles liées au voisinage, à la surface et au périmètre de la prairie associée, lorsque tous les sites de nidification potentiels sont analysés (n=372). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et la figure [III.ii.2](#) pour les couleurs.



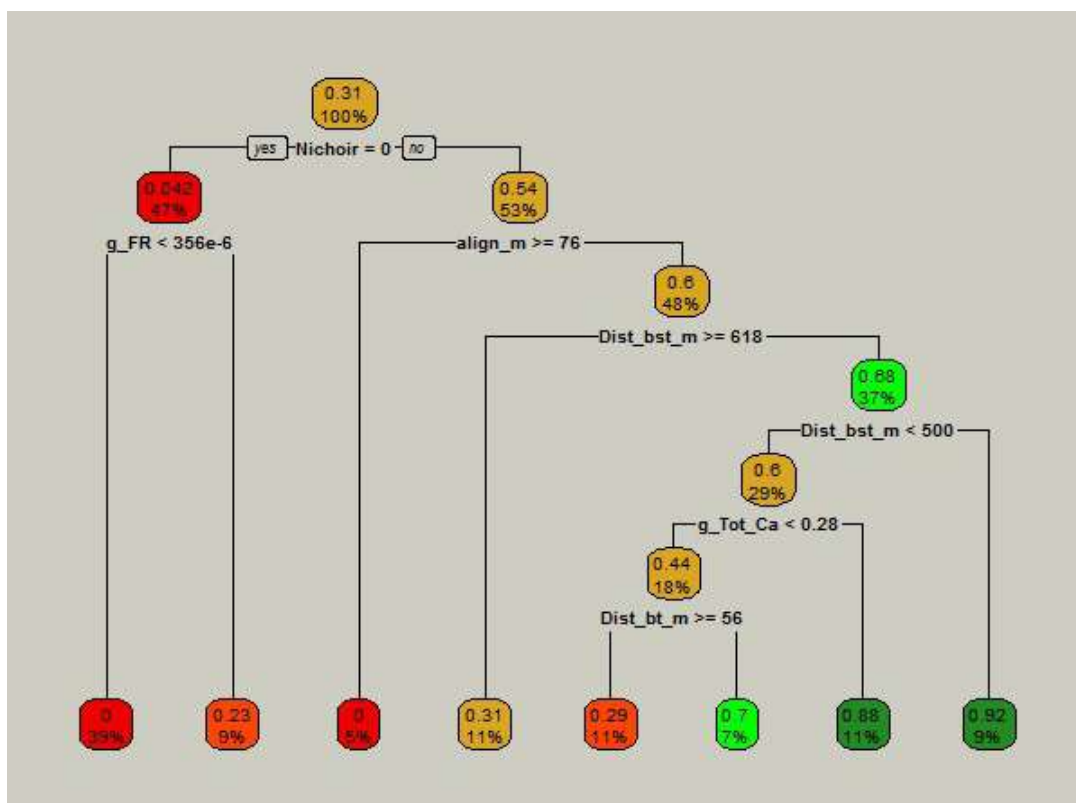
Annexe 22 : classification décisionnelle prédictif brut pour le choix d'une cavité en prenant en compte toutes les variables, sauf celles liées au voisinage, à la surface et au périmètre de la prairie associée, lorsque seuls les sites de nidification potentiels situés dans un rayon de 500m autour de couples nicheurs sont analysés (n=266). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et la figure [III.ii.2](#) pour les couleurs.



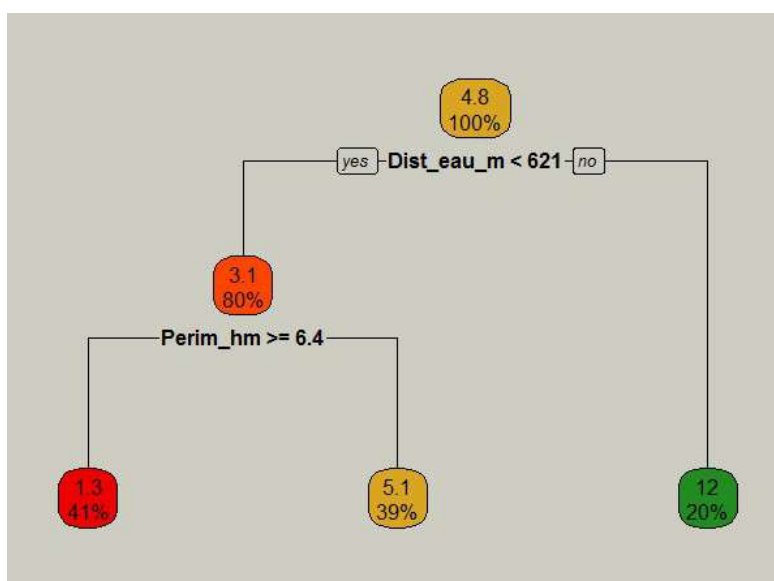
Annexe 23 : classification décisionnelle explicatif brut pour le choix d'une cavité en prenant en compte toutes les variables lorsque seuls les sites de nidification potentiels situés dans un rayon de 200m autour de couples nicheurs sont analysés (n=150). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et la figure [III.ii.2](#) pour les couleurs.



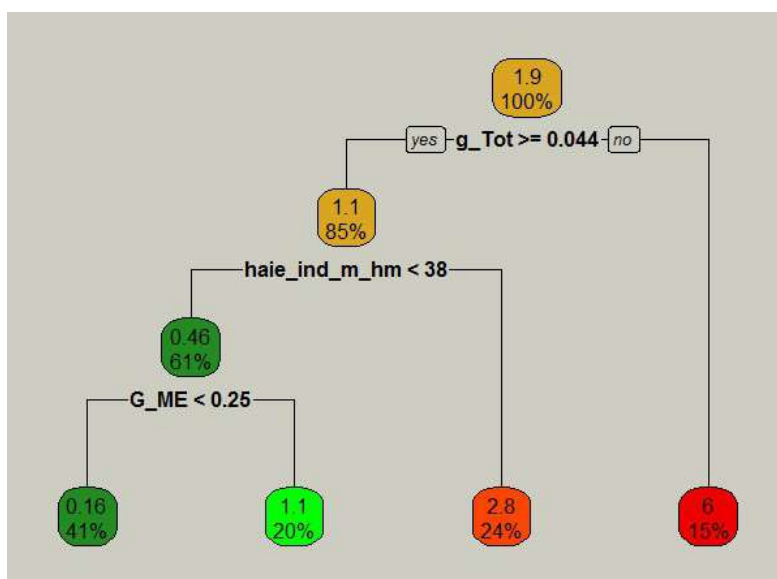
Annexe 24 : classification décisionnelle prédictif brut pour le choix d'une cavité en prenant en compte toutes les variables, sauf celles liées au voisinage, à la surface et au périmètre de la prairie associée, lorsque seuls les sites de nidification potentiels situés dans un rayon de 200m autour de couples nicheurs sont analysés (n=150). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et la figure [III.ii.2](#) pour les couleurs.



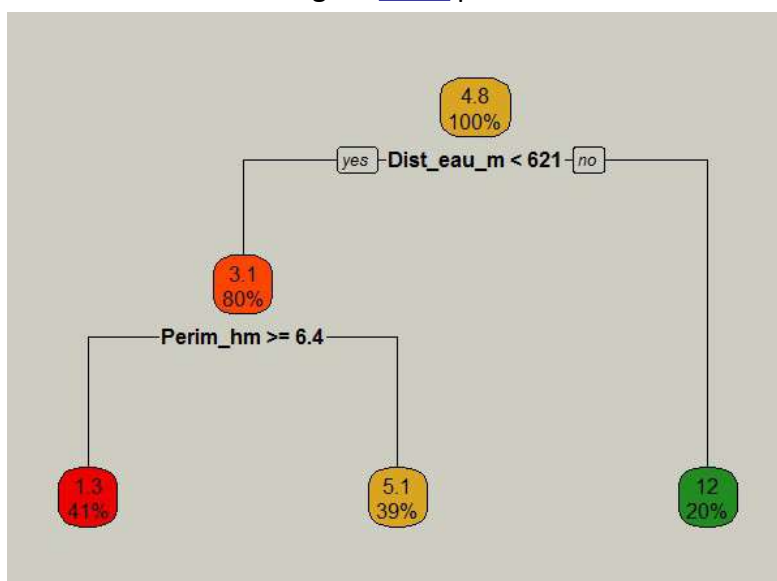
Annexe 25 : classification décisionnelle général brut pour le nombre de pulli à l'envol en prenant en compte toutes les variables (n=46). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et la figure [III.ii.2](#) pour les couleurs.



Annexe 26 : classification décisionnelle général brut pour le nombre d'œufs non éclos en prenant en compte toutes les variables (n=46). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et la figure [III.ii.2](#) pour les couleurs.



Annexe 27 : classification décisionnelle général brut pour l'indice général du succès reproductif en prenant en compte toutes les variables (n=46). Légende : voir le tableau [II.ii.1](#) pour les abréviations des variables et la figure [III.ii.2](#) pour les couleurs.



Annexe 28 : Tableau des distances de dispersion sur base des données de reprises d'individus de Moineau friquet bagués et repris en nichoir par le Groupe 12 – Emberiza (Centre Belge de Bagueage, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique) utilisée à la figure [IV.1](#).

Bagueage		Reprise		Délai	Distance (m)	Âge bagueage – reprise
Date	Lieu	Date	Lieu			
2012-05-21	Saint-Jean-Sart	2016-06-15	Saint-Jean-Sart	3 ans et 25 jours	1 237	Pu-Ad
2016-05-06	Aubin-Neufchâteau	2017-05-01	Aubin-Neufchâteau	11 mois et 25 jours	173	Ad-Ad
2017-04-27	Saint-Jean-Sart	2019-05-01	Aubin-Neufchâteau	2 ans et 4 jours	3 837	Pu-Ad
2017-05-01	Aubin-Neufchâteau	2018-05-05	Aubin-Neufchâteau	1 an et 4 jours	0	Ad-Ad
2017-05-07	Aubin-Neufchâteau	2019-05-01	Aubin-Neufchâteau	1 an, 11 mois et 24 jours	491	Pu-Ad
2017-06-07	Aubin-Neufchâteau	2017-06-18	Aubin-Neufchâteau	11 jours	33	Ad-Ad
2018-05-29	Saint-Jean-Sart	2019-05-10	Saint-Jean-Sart	11 mois et 11 jours	1 251	Pu-Ad
2018-07-28	Aubin-Neufchâteau	2019-04-26	Saint-Jean-Sart	8 mois et 29 jours	5 184	Pu-Ad
2019-05-10	Saint-Jean-Sart	2019-05-16	Saint-Jean-Sart	6 jours	0	Ad-Ad