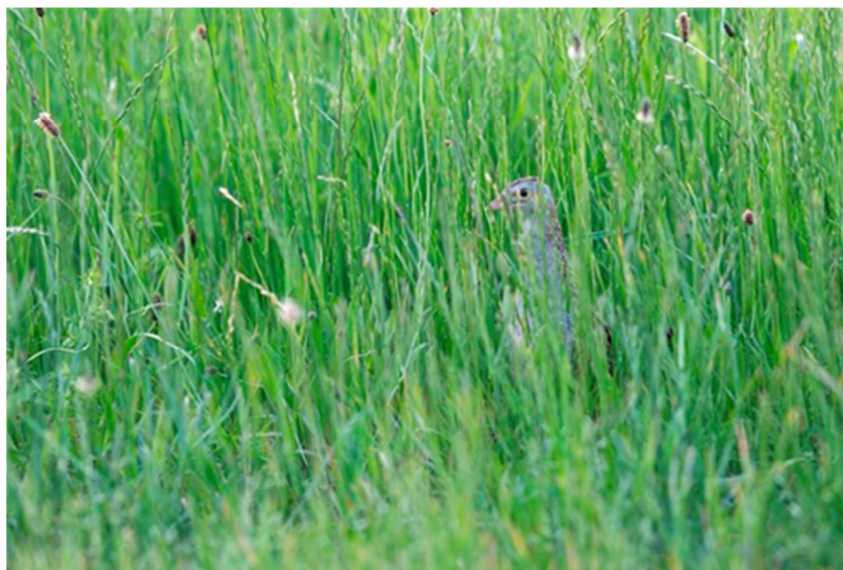


2013-2014

Master 2 Mention Environnement Ecologie
Spécialité Zones Humides Continentales Littorales
Parcours Ecologie et Eco-ingénierie des zones humides

Etude de l'impact du recouvrement graminéen et de la structure de végétation prairiale sur les oiseaux prairiaux dans les Basses Vallées Angevines et la vallée de la Loire



Photographie d'un Râle des genêts dans une prairie des Basses vallées Angevines (©L.M. Préau)

Berdin Guillaume

Sous la direction de M.
Secondi Jean

Enseignant tuteur

Pays-Volard Olivier | Maître de conférence



Soutenu publiquement le :
09 septembre 2014

L'auteur du présent document vous autorise à le partager, reproduire, distribuer et communiquer selon les conditions suivantes :



- Vous devez le citer en l'attribuant de la manière indiquée par l'auteur (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'il approuve votre utilisation de l'œuvre).
- Vous n'avez pas le droit d'utiliser ce document à des fins commerciales.
- Vous n'avez pas le droit de le modifier, de le transformer ou de l'adapter.

Consulter la licence creative commons complète en français :
<http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/2.0/fr/>

Ces conditions d'utilisation (attribution, pas d'utilisation commerciale, pas de modification) sont symbolisées par les icônes positionnées en pied de page.



Informations de stage

Université d'Angers Faculté des Sciences 2 boulevard Lavoisier 49045 Angers Cedex	Master 2 Environnement Ecologie Spécialité Zones Humides Continentales Littorales Parcours Ecologie et Eco-ingénierie des zones humides
Responsable du parcours de Master II Jean Secondi	Date de soutenance 09 septembre 2014
Auteur Guillaume Berdin	Organisme d'accueil Laboratoire universitaire GECCO 2 boulevard Lavoisier 49045 Angers
Année universitaire 2013-2014	Maître de stage Jean Secondi (Maître de conférences (HDR))
Etude de l'impact du recouvrement graminéen et de la structure de végétation prairiale sur les oiseaux prairiaux dans les Basses Vallées Angevines et la vallée de la Loire	

RÉSUMÉ

Les prairies de fauche ont diminué depuis plusieurs décennies en Europe et en France de par l'évolution des pratiques agricoles et des modifications de la structure du paysage. Les populations d'oiseaux prairiaux présentes dans ces habitats ont ainsi décliné dangereusement. Cette étude vise à examiner quel est l'impact du recouvrement graminéen et de la structure de la végétation prairiale sur ces populations. Il a été analysé comment se répartissent les populations de Râles des genêts (*Crex crex*) et de quatre espèces de passereaux prairiaux selon différentes variables de la végétation dans les Basses Vallées Angevines et le long de la vallée de la Loire. Pour cela, la végétation a été analysée sur un ensemble de points générés sur toute la zone d'étude. L'estimation du recouvrement graminéen a été réalisée par une méthode visuelle, tandis que la structure a été analysée grâce à la méthode VESTA. Les données concernant les passereaux ont été obtenues par la méthode des points d'écoute et celles concernant le Râle des genêts ont été fournies par la Ligue de Protection des Oiseaux. Les résultats indiquent qu'un recouvrement graminéen trop important impacte négativement toutes les espèces. Une hauteur de végétation trop faible affecte également négativement le Tarier des prés et le Râle des genêts. La croissance, la densité et l'hétérogénéité de la végétation n'ont pas d'impact sur le Râle des genêts et peu d'effet sur les passereaux prairiaux. Ces résultats révèlent que des mesures de conservation permettant de maintenir des zones de prairies ayant un recouvrement en poacées et une hauteur favorable pour le Râle des genêts, pourraient bénéficier aux autres espèces et en particulier au Tarier des prés. Ce choix aurait l'avantage de ne pas entraîner de coûts supplémentaires occasionnés par la réalisation de mesures spécifiques pour les différentes espèces de passereaux prairiaux.

mots-clés : Poaceae, structure, végétation, prairies, oiseaux prairiaux

ABSTRACT

Hay meadows declined for several decades in Europe and France due to the evolution of agricultural management and the modifications of landscape. The birds populations in these habitats have dangerously declined. This study aims to look at the impact of grass cover and vegetation structure of grassland on these populations. The distribution of Corncrakes (*Crex crex*) and four different species of grassland passerines was thus analyzed in relation to different vegetation variables in the "Basses Vallées Angevines" and along the Loire valley. To do so, the vegetation was analyzed on a set of points generated over the entire study area. Grass cover was estimated by a visual method, while the structure was analyzed by the VESTA method. Passerines data were obtained by the point counts method while corncrake data were provided by the "Ligue de Protection des Oiseaux". The results indicate that an important grass cover has a negative impact on any species. A too low height of vegetation also negatively affects the Whinchat and the corncrake. Growth, density and heterogeneity of vegetation have no impact on the corncrake and little effect on grassland sparrows. These results indicate that conservation measures allowing to maintain grassland areas with a favorable height and grass cover for the Corncrake could benefit other species and especially Whinchat. This choice would have the advantage of not leading to additional costs incurred by the implementation of specific measures for different species of grassland passerines.

keywords : Poaceae, structure, vegetation, meadows, grassland birds

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Jean Secondi pour m'avoir accueilli au sein du laboratoire du GECCO pour ce stage, ainsi que pour les différentes recommandations et aides qu'il a pu me donner.

Je remercie particulièrement Yoan Fourcade et Aurélien Besnard pour leurs conseils et pour le temps qu'ils ont passé avec moi. Je remercie spécialement Yoan pour ses talents dans l'utilisation de R. Tu as raison, on peut tout faire avec R !

Je tiens aussi à remercier Pierre Delessard, Romain Nael et Maxime Pirio sans qui la réalisation de l'ensemble des relevés de terrain n'aurait pas été possible. Merci pour votre aide précieuse ! J'ai pu passer des moments très agréables avec vous au cours de deux mois de stage.

Je remercie spécialement Laura Tual stagiaire au Conservatoire d'espaces naturels de Picardie, qui s'est occupé de la réalisation de l'étude parallèle pour le Rôle des genêts en Moyenne Vallée de L'Oise, et avec qui j'ai rédigé le bilan de la partie analyse de végétation de l'action A05 du Life+ Nature "Rôle des genêts".

Je remercie également la Ligue de Protection des Oiseaux Anjou, et particulièrement Edouard Beslot qui m'a fourni les données concernant les observations de Râles de genêts.

Enfin, je remercie tous les autres stagiaires et membres du laboratoire qui ont pu m'aider, et qui part leur gentillesse et leurs sourires m'ont vraiment fait apprécier ce stage ainsi que mon passage au GECCO.

Sommaire

Introduction	1
Matériel et méthode	4
1- Zone d'étude.....	4
2- Espèces étudiées	5
3- Méthodes d'échantillonnage.....	7
a- Plan d'échantillonnage	7
b- Végétation	7
c- Avifaune	9
4- Traitements et analyses des données	9
a- Végétation	9
b- Avifaune	11
5- Analyses statistiques.....	12
Résultats	13
1- Recouvrement graminéen.....	13
2- Hauteur, hétérogénéité et croissance de végétation.....	16
3- Densité de la végétation.....	20
4- Comparaison des sites (BVA/Loire)	22
Discussion	24
Références	28
Annexes	31
Annexe I : Exemple de fiche de relevé de terrain végétation.....	31
Annexe II : Exemple de fiche de relevé de terrain avifaune.....	31
Annexe III : Cartes d'observation du Rôle des genêts et d'abondance des passereaux prairiaux	32
Annexe IV : Résultats des tests de comparaison par paire.....	33
Annexe V : Cartes de végétation.....	35

Liste des figures

- Figure 1 :** Carte représentant la zone d'étude. Les points d'échantillonnages utilisés pour analyser la végétation sont indiqués en vert foncé (218 au total). La carte de France montre la localisation de la zone d'étude. 4
- Figure 2 :** Photographie d'un Râle des genêts (en haut) (© J-L Préau) et des quatre passereaux prairiaux étudiés. Au milieu : Bergeronnette printanière (© M.Burkhardt) et Tarier des prés (© J.Peltomäki). En Bas : Bruant proyer (© R.Rufer) et Bruant des roseaux (© R.Belterman). 6
- Figure 3 :** A droite : Photographie du dispositif VESTA (© P. Dellesard). A gauche : Schéma indiquant les dimensions et distances propres au dispositif. 8
- Figure 4 :** Les différentes étapes du traitement d'une photographie sous imageJ. A gauche : la photo recadrée, au centre : l'image faisant ressortir la composante verte et à droite : l'image convertie en binaire. 10
- Figure 5 :** Représentation des bornes de calcul de l'indice d'hétérogénéité vis-à-vis d'une image binaire initiale. La borne 90 % correspond à une valeur de pixel de 229.5 et la borne 10 % correspond à une valeur de pixel de 25.5. 11
- Figure 6 :** Comparaisons du recouvrement graminéen entre les points d'absence et de présence du total des passereaux (à gauche) et du Râle des genêts (à droite) en avril. 14
- Figure 7 :** Comparaisons du recouvrement graminéen entre les points d'absence et de présence du total des passereaux (à gauche) et du Râle des genêts (à droite) en mai. 14
- Figure 8 :** Comparaisons du recouvrement graminéen entre catégories de nombre d'espèces par points (à gauche) et entre les catégories de nombre d'individus par points (à droite) en avril. 15
- Figure 9 :** Comparaisons du recouvrement graminéen entre catégories de nombre d'espèces par points (à gauche) et entre les catégories de nombre d'individus par points (à droite) en mai. 16
- Figure 10 :** Comparaisons de la hauteur de végétation entre les points d'absence et de présence du Tarier des prés (à gauche) et entre les catégories de nombre d'individus par points (à droite) en mai. 17

Figure 11 : Comparaisons de la hauteur de végétation entre les points d'absence et de présence du Râle des genêts en avril et mai.	17
Figure 12 : Comparaisons de la distance d'hétérogénéité en avril entre les points d'absence et de présence chez le Bruant proyer en avril (à gauche) et chez la Bergeronnette printanière en mai (à droite).	18
Figure 13 : Comparaisons de la distance d'hétérogénéité entre les catégories d'effectifs chez le Bruant proyer en avril.	19
Figure 14 : Comparaisons de la croissance de végétation entre les points d'absence et de présence du Tarier des prés (à gauche) et entre les catégories de nombre d'individus par points (à droite).	20
Figure 15 : Comparaisons de la densité de végétation entre les points d'absence et de présence pour le Tarier des prés en avril (à gauche) et la Bergeronnette printanière en mai (à droite).	21
Figure 16 : Comparaisons de la densité de la végétation entre les catégories de nombre d'individus par points chez le Tarier des prés en avril.	21
Figure 17 : Comparaison du recouvrement graminéen entre Loire et BVA pour le mois d'avril (à gauche) et de mai (à droite).	22
Figure 18 : Comparaison de la hauteur de végétation entre Loire et BVA pour le mois d'avril (à gauche) et de mai (à droite).	23
Figure 19 : Comparaison de la distance d'hétérogénéité en mai (à gauche) et de la croissance (à droite) entre Loire et BVA.	23

Liste des tableaux

Tableau I : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour le recouvrement graminéen entre les points d'absence et de présence. Les valeurs des médianes correspondent à des pourcentages. 13

Tableau II : Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour le recouvrement graminéen lors des tests de Kruskal-Wallis sur la richesse spécifique des passereaux et chez les espèces ayant montrés des différences significatives lors des comparaisons entre les points d'absence et de présence. 15

Tableau III : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour la hauteur de végétation entre les points d'absence et de présence. Les valeurs des médianes correspondent à des centimètres..... 16

Tableau IV : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour la croissance de végétation entre les points d'absence et de présence. Les valeurs des médianes correspondent à des centimètres..... 19

Tableau V : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour la densité de végétation entre les points d'absence et de présence. Les valeurs des médianes correspondent à des proportions de 0 à 1. 20

Tableau VI : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour l'indice d'hétérogénéité de la végétation entre les points d'absence et de présence. Les valeurs des médianes correspondent à des centimètres..... 18

Tableau VII : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour les différentes variables de la végétation entre BVA et Loire. 22

Présentation de la structure d'accueil

Mon stage a eu lieu au sein du laboratoire GECCO (Groupe ECologie et CONservation des vertébrés) de la faculté des sciences de l'université d'Angers. La thématique principale des recherches effectuées par le GECCO concerne la biologie de la conservation. Les travaux du laboratoire sont centrés sur les apports théoriques et techniques de l'écologie, l'écologie comportementale et la génétique des populations pour aborder la question de la conservation des espèces.

Quatre programmes sont actuellement en cours dans le laboratoire et abordent la question de l'effet des facteurs naturels et anthropiques sur les populations de vertébrés en termes de distribution, de structure génétique et de comportement. Ces programmes sont les suivants : « Infrastructures routières, fragmentation des habitats et impact sur les populations d'amphibiens » ; « Conservation des oiseaux prairiaux en vallée alluviale » ; « Réponses comportementales des grands mammifères herbivores sauvages à l'hétérogénéité de l'habitat » ; « Ecologie sensorielle et dynamique d'hybridation ». Mon stage intervient dans le cadre du second programme concernant la conservation des oiseaux prairiaux en vallée alluviale.

Ce programme de recherche étudie la sélection d'habitat des espèces d'oiseaux prairiaux et leur réponse à divers facteurs naturels ou anthropiques, en termes de distribution et d'abondance, sur le bassin de la Loire. Il fait l'objet de deux projets. Le premier porte sur la distribution et la sélection d'habitat des passereaux dans les ensembles prairiaux de la Loire tandis que le second concerne une approche intégrative de la stratégie de conservation du Râle des genêts (*Crex crex*). Le stage que j'ai effectué au sein du laboratoire permet en quelque sorte de faire le lien entre ces deux projets, puisqu'il porte sur l'étude de l'impact du recouvrement graminéen et de la structure de végétation prairiale sur la distribution des passereaux prairiaux et du Râle des genêts dans les Basses Vallées Angevines et la vallée de la Loire.

Introduction

La biodiversité des zones agricoles en Europe est en déclin depuis plusieurs décennies. Les corrélations entre ce déclin et l'intensification de l'agriculture suggèrent que les changements de pratiques et techniques agricoles sont en grande partie responsables (Donald et *al.*, 2001; Filippi-Codaccioni, 2008). Ainsi, plusieurs pratiques tels que l'augmentation de l'usage des pesticides, de l'agriculture céréalière à haut niveau d'intrants, de la taille des parcelles, des pratiques d'élevage, ou encore le remplacement des prairies de fauche par des cultures d'ensilage et une mécanisation accrue, ont eu une implication dans ce déclin (Filippi-Codaccioni, 2008). Outre ces pressions liées au milieu agricole, l'urbanisation est devenue une menace de plus en plus inquiétante. En effet, l'accroissement des territoires urbains sur les zones agricoles, ainsi que sur les espaces naturels impacte la biodiversité. De nombreux effets négatifs de l'urbanisation sur les communautés biotiques ont ainsi été démontrés, dans les habitats jouxtant le milieu urbain. Un changement de composition des communautés et une baisse de richesse spécifique et de la diversité sont souvent observés (Clergeau et *al.*, 2006 ; Sadler et *al.*, 2006 ; Veech, 2006 ; Filippi-Codaccioni, 2008).

Des études et des mesures de protection ont cependant été mises en place pour essayer d'enrayer ce phénomène de déclin, et de nombreuses zones protégées ont été créées en Europe et en France. On peut citer les Zones de Protection Spéciale (ZPS) pouvant être mises en place sur le territoire européen, ou encore, les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) en France. Les Zones de Protection Spéciale sont intégrées au réseau Natura 2000 au titre de la directive Oiseaux. Cette directive est une mesure prise par l'Union européenne ayant pour but de promouvoir la protection et la gestion des populations d'espèces d'oiseaux sauvages du territoire européen. Ce sont ainsi des sites d'intérêt communautaire qui ont été créés à partir des Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO). Malgré ces mesures, les prairies permanentes ont continué à beaucoup régresser en Europe occidentale à l'exception des zones soumises à de fortes contraintes environnementales, comme les zones montagneuses ou inondables (Krause et *al.*, 2011). Dans ces dernières, la réduction est en grande partie due aux endiguements des rivières, à la plantation de peupleraies et à l'intensification de l'agriculture depuis plusieurs décennies (Isselstein et *al.*, 2005; Plantureux et *al.*, 2005). En effet, le risque de perte de productivité lié à l'inondation est important et entrave le développement des pratiques intensives.

Comprendre le fonctionnement des habitats et les mécanismes entrant dans la sélection de l'habitat devient quelque chose d'essentiel si l'on souhaite protéger au mieux les zones de prairies restantes. Cette compréhension permet d'avoir connaissance des conditions qui permettent le maintien des populations. Ainsi, l'habitat peut être défini de nombreuses façons et selon diverses manières, cependant, il apparaît souvent subdivisé en deux catégories : « l'habitat naturel » et « l'habitat espèce ». « L'habitat naturel » correspond à un ensemble reconnaissable, formé par des conditions

stationnelles (climat, sol, relief) et par une biocénose spécifique aussi bien végétale qu'animale. Les communautés végétales sont souvent utilisées pour caractériser les habitats car elles reflètent le fonctionnement local des écosystèmes. Les habitats naturels sont ainsi souvent définis par l'approche phytosociologique (Sordello et *al.*, 2011). La notion « d'habitat d'espèce » est quant à elle centrée sur l'entité biologique. Ainsi, les échelles habituellement utilisées sont celles des organismes ou des communautés. Un « habitat d'espèce » peut donc plus simplement se définir comme une zone offrant les ressources suffisantes pour que les individus d'une espèce se reproduisent et maintiennent une population viable (Hall et *al.*, 1997 ; Sordello et *al.*, 2011). La théorie prédit que la sélection de l'habitat le plus favorable optimise la fitness des individus (MacArthur et Pianka, 1966 ; Pulliam et Danielson, 1991). Elle doit donc expliquer largement la distribution des populations et au sein de quelles conditions environnementales cette distribution varie.

La sélection d'habitat s'observe chez les oiseaux dont l'accomplissement du cycle de vie met en jeu de nombreux facteurs (ressources disponibles (nourriture, site de reproduction et de nidification), température, humidité, risques de prédateurs...) (Cody, 1985). Chez les oiseaux prairiaux et les oiseaux nichant au sol, la végétation apparaît comme un facteur déterminant dans le choix de l'habitat et du territoire. En effet, la composition et la structure de végétation sont importants car ils fournissent des sites de nidification, des lieux perchoir et places de chant, des abris vis-à-vis des mauvaises conditions climatiques et contre les prédateurs, ou encore de la nourriture... (Cody, 1985 ; Sutherland et *al.*, 2004). La composition de la végétation peut être un indicateur important, puisque les espèces peuvent avoir des besoins variables vis-à-vis des communautés végétales présentes dans leur habitat. Il a par ailleurs été montré que l'abondance et la présence des espèces d'oiseaux peuvent varier selon la composition en espèces végétales (Pearce-Higgins et Grant, 2006; Vogel, 2011). Cette variation entraîne également une variation des ressources alimentaires. Par exemple, la richesse et l'abondance des espèces d'invertébrés consommables peut changer. La gamme des ressources disponibles, tels que les graines, feuilles, tubercules, et rhizomes peut aussi varier. La structure de la végétation qui représente les différentes variations physiques des végétaux et de la prairie (hauteur, densité...) peut aussi jouer un rôle majeur dans le choix de l'habitat (Herkert, 1994). En effet, celle-ci peut impacter le choix et la sélection d'un secteur puisqu'elle joue sur la disponibilité des différents sites utilisés (sites perchoirs, de repos, de nidification et abris). Elle influence également, en particulier la densité des végétaux, les déplacements des individus (Cody, 1985). C'est un paramètre important car des déplacements entravés par la végétation peuvent réduire l'efficacité de la fuite face à des prédateurs ou de la recherche de nourriture (Whittingham et Evans, 2004).

Dans notre zone d'étude, les prairies sont gérées par des fauches annuelles permettant de maintenir le milieu. Celles-ci ont lieu entre juin et juillet. L'effet sur les oiseaux prairiaux de ce mode de gestion dépend de la date de fauche. En effet, quand ces fauches sont trop précoces elles ont un impact sur la reproduction car elles provoquent la destruction des nids et des jeunes, et par conséquent

la pérennité des populations se voit menacée (Vickery et *al.*, 2001 ; Maillard, 2010). Certaines espèces comme le Râle des genêts (*Crex crex*) ou le Tarier des prés (*Saxicola rubetra*) régressent depuis plusieurs dizaines d'années à l'échelle européenne et se trouvent donc dans des situations très préoccupantes (Marchadour et *al.*, 2014). Pour essayer d'enrayer ce déclin, il apparaît important de connaître la sélection d'habitat des oiseaux durant la période de reproduction en fonction des caractéristiques de la végétation prairiale dans le but d'améliorer la gestion de ces espaces et ainsi permettre le maintien de ces populations.

L'objectif de cette étude est de déterminer comment s'installent et se répartissent le Râle des genêts et quatre espèces de passereaux prairiaux, en fonction du recouvrement graminéen et de la structure de la végétation prairiale des Basses Vallées Angevines et d'une partie de la vallée de la Loire. A travers ce rapport il sera notamment étudié si une ou plusieurs variables liées à la végétation permettent d'expliquer la répartition des oiseaux. Plusieurs prédictions peuvent être faites en fonction des connaissances déjà acquises chez ces espèces.

(1) On s'attend à une relation négative entre le recouvrement en graminées et l'abondance des oiseaux prairiaux. La plupart des espèces ont en effet des besoins associées à des végétaux herbacés non graminéens. Il a été démontré que les végétaux non graminéens peuvent fournir des sites de chants, un substrat utilisé lors de la nidification et une diversité importante en invertébrés (Burger et *al.*, 1993; Grobelnik and Trontelj, 1999; Normand et *al.*, 2009; Fisher and Davis, 2010)

(2) La hauteur et l'hétérogénéité de la végétation devraient également être des facteurs importants puisque certaines espèces de passereaux utilisent des végétaux dépassant de la canopée comme perchoir ou place de chant lors de la saison de reproduction (Fisher et Davis, 2010; Bahm et *al.*, 2011). Les plupart des espèces de passereaux prairiaux devraient répondre positivement à l'augmentation de la hauteur et de l'hétérogénéité de la végétation.

(3) On peut aussi s'attendre à un effet de la croissance de végétation. Une croissance importante de la végétation entre la période d'arrivée des oiseaux et la période de reproduction pourrait notamment permettre aux espèces de bénéficier plus rapidement de zones hautes pour se camoufler. Cette préférence pour les zones à forte croissance a par ailleurs été montrée chez le Râle des genêts (Helmecke, 2001).

(4) Enfin, il est attendu un effet quadratique de la densité de végétation. Une densité trop importante pourrait entraver les déplacements. C'est particulièrement vrai pour le Râle des genêts qui se déplace au sol. A l'inverse une densité trop faible peut rendre les individus et les nids plus repérable par les prédateurs (Green et *al.*, 1997; Helmecke, 2001). Enfin, il est également probable qu'une différence apparaisse entre le Râle des genêts et les autres espèces d'oiseaux prairiaux, puisque leurs occupations des habitats et leurs utilisations de la végétation ne sont pas les mêmes. En effet, comme

dit précédemment, le Rôle des genêts utilise surtout le couvert végétal comme protection dans ces déplacements et comme lieu de nidification, alors que pour les autres passereaux, la végétation sert de perchoir et de place de chant, et elle est utilisée pour la nidification et la protection du nid.

Les connaissances apportées par cette étude pourraient par exemple permettre de pouvoir protéger encore mieux certaines zones sensibles dans les prairies en créant des bandes de végétation refuges, ou encore en retardant les fauches dans les secteurs les plus favorables pour l'avifaune.

Matériel et méthode

1- Zone d'étude

La zone étudiée est localisée en France dans le bassin versant de la Loire, en Maine et Loire. Elle comprend le site des Basses Vallées Angevines (BVA), ainsi qu'une partie de la vallée de la Loire située entre la confluence de la Maine et la Loire jusqu'à Saint Florent le Vieil (Figure 1).

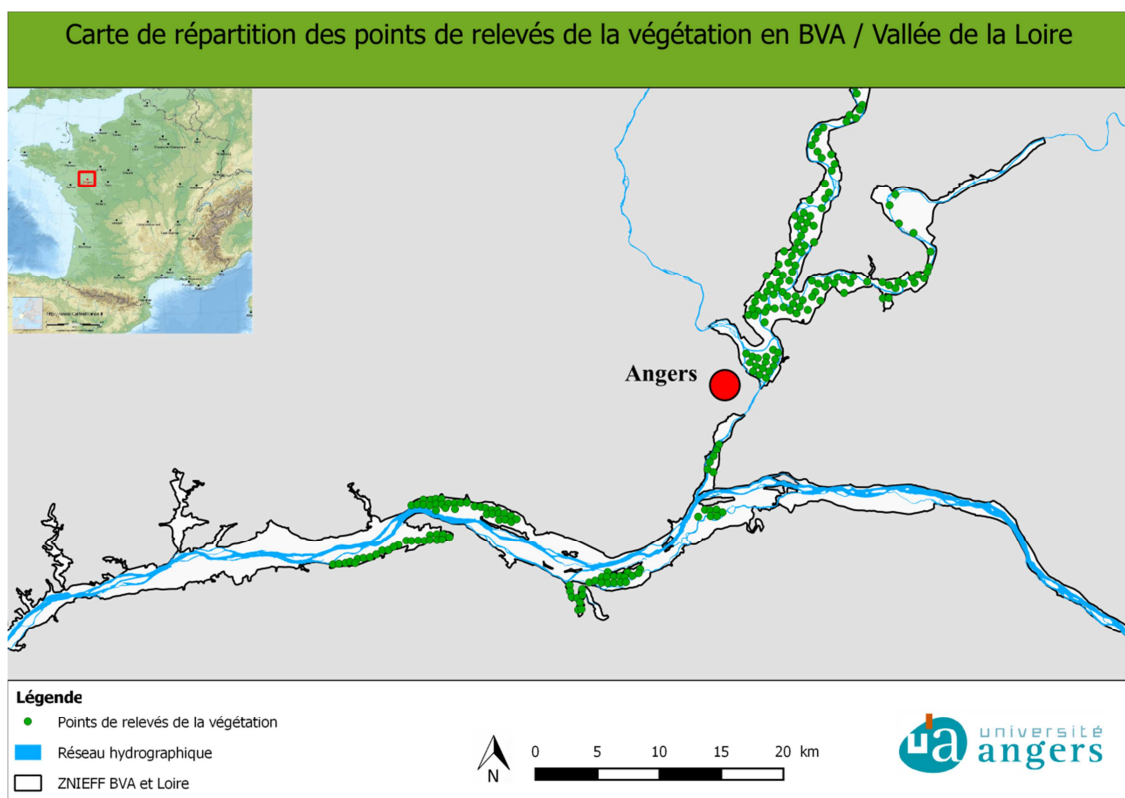


Figure 1: Carte représentant la zone d'étude. Les points d'échantillonnages utilisés pour analyser la végétation sont indiqués en vert foncé (218 au total). La carte de France montre la localisation de la zone d'étude.

Les Basses Vallées Angevines désignent de vastes étendues inondables situées au nord et au sud immédiat d'Angers. Elles sont traversées par trois rivières : la Mayenne, la Sarthe et le Loir, celles-ci

se réunissant pour former la Maine avant de se jeter dans la Loire. Ces cours d'eau sont soumis à des débordements fréquents en période hivernale, mais des inondations surviennent également souvent au cours du printemps. Les Basses Vallées Angevines sont constituées de prairies naturelles situées à des altitudes très basses variant de 14 m en aval à 19 m en amont, permettant aux rivières de s'étaler en période de crue. L'inondabilité de ces zones procure à cet espace un grand intérêt écologique. Il regroupe ainsi au sein d'une zone Natura 2000 deux ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type II (Basses Vallées Angevines (Identifiant national : 520015393) (8688 ha) et Vallée du Loir (Identifiant national : 520007293) (2102 ha)). De plus, les BVA sont reconnues comme « zone humide d'importance internationale » par la convention RAMSAR (site RAMSAR 1995). Pour ce qui est de la partie de la zone d'étude sur la vallée de la Loire, les prairies constituent également le principal habitat rencontré sur le lit majeur. Comme pour les BVA, différentes zones d'importance écologiques sont présentes. En effet, le secteur étudié sur la Loire est situé sur une zone Natura 2000 et concerne deux ZNIEFF : une de type I (Prairies entre Loire, Louet et Aubance (Identifiant national : 520004443) (495 ha)) et une de type II (Vallée de la Loire à l'amont de Nantes (Identifiant national : 520013069) (27717 ha)). L'ensemble de la zone d'étude est couverte par un bocage plus ou moins dense qui marque souvent la limite des parcelles, créant ainsi des taches d'habitats de taille variable pour les espèces présentes.

2- Espèces étudiées

Cette étude concerne le Râle des genêts (*Crex crex*) ainsi que les quatre passereaux qui dominent la communauté d'oiseaux prairiaux de la région: la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*), le Tarier des prés (*Saxicola rubetra*), le Bruant proyer (*Emberiza calandra*), et le Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*) (Figure 2).

Le Râle des genêts, est un oiseau de l'ordre des Gruiformes et de la famille des rallidés. En France, le Râle des genêts occupe principalement les prairies de fauche des vallées alluviales inondables. Il se nourrit en majorité d'invertébrés, mais aussi parfois de graines et de feuilles présentes dans les prairies qu'il fréquente. Il est migrateur et hiverne principalement dans le Sud-Est de l'Afrique (Schäffer et Koffijberg, 2004). Cependant, ses quartiers d'hiver africains sont plutôt mal connus et de nouvelles données télémétriques collectées sur des oiseaux écossais équipés de géolocalisateurs (GLS) mettent en évidence l'existence de zones d'hivernage supplémentaires en Afrique de l'Ouest (Green, 2013).

Le statut de conservation UICN de l'espèce a été reclassé de « Vulnérable » en 2004 à « Préoccupation mineure » en 2010 (la catégorie la plus basse de menace), suite à la réévaluation de ses effectifs dans la partie russe de sa distribution (BirdLife International, 2012). En France, la population est en déclin depuis de nombreuses années. Ainsi, entre 1983 et 2011 elle est passée de 1600-2200 mâles chanteurs à 295-320 (Marchadour, 2014). L'espèce a donc été classée comme « En danger » en France en 2008,

puis également dans la région Pays de la Loire en 2014 (Marchadour *et al.*, 2014). Les Basses Vallées Angevines constituent actuellement l'un des derniers bastions de l'espèce en France avec plus de 70 % des effectifs.



Figure 2 : Photographie d'un Râle des genêts (en haut) (© J-L Préau) et des quatre passereaux prairiaux étudiés. Au milieu : Bergeronnette printanière (© M.Burkhardt) et Tarier des prés (© J.Peltomäki). En Bas : Bruant proyer (© R.Rufer) et Bruant des roseaux (© R.Beltermann).

La Bergeronnette printanière, le Tarier des prés, le Bruant proyer, et le Bruant des roseaux, appartiennent tous à l'ordre des Passériformes. Ils occupent des habitats relativement proches, c'est-à-dire des prés humides ou des prairies de fauche. Cependant, quelques différences apparaissent avec notamment le Bruant proyer qui fréquente les zones agricoles, ainsi que les pâtures et les champs de céréales et le Bruant des roseaux qui est souvent proche des étangs, lacs et bords de cours d'eau. La Bergeronnette printanière et le Tarier des prés sont quasi exclusivement insectivores, alors que le Bruant des roseaux inclut des mollusques et des graines dans son régime alimentaire. Le Bruant proyer

a quant à lui une alimentation composée à 75% de graines, céréales, feuilles, herbes, baies. Les deux espèces de Bruant sont sédentaires alors que les deux autres espèces effectuent une migration.

Les statuts de conservation en France et dans la région sont différents entre les espèces. Au niveau national, la Bergeronnette printanière et le Bruant des roseaux sont classés dans la catégorie « Préoccupation mineure », le Bruant proyer est classé comme « Quasi menacée » et le Tarier des prés comme « Vulnérable » (Marchadour et *al.*, 2014). Au niveau régional, les espèces sont respectivement classées dans les catégories : « Préoccupation mineure », « Quasi menacée », « En danger » et « Vulnérable ».

3- Méthodes d'échantillonnage

a- Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage de la végétation a été réalisé sous Système d'Information Géographique (SIG), selon une grille de dispersion de points aléatoires espacés de 500 mètres chacun dans les prairies de fauche (Sutherland et *al.*, 2004). Les points sont générés grâce à la fonction « grille de points aléatoires » du logiciel QGIS version 1.8.0 (QGIS Development Team, 2013). Ils ont par la suite été vérifiés et pour certains déplacés de quelques mètres (en essayant de garder au mieux la distance de 500 m entre chaque point) pour éviter la proximité des cours d'eau, chemins et haies. Au final, un total de 218 points répartis sur les BVA et la Loire a été conservé (Figure 1). Enfin, les points ont été géo-référencés pour pouvoir être repositionné sur le terrain à l'aide d'un GPS (Garmin eTrex® 10).

b- Végétation

Concernant l'étude de la structure de végétation, les relevés ont eu lieu en 2014 lors de deux sessions et par deux groupes d'observateurs. Le premier passage a eu lieu du 21 au 26 Avril, le second du 26 au 31 Mai. Cette double mesure permet de mesurer la croissance de la végétation sur chacun des points.

L'échantillonnage a été réalisé selon la méthode « VESTA » (VERTical vegetation STRucture Analysis) qui permet d'estimer les hauteurs moyenne et la densité de la végétation prairiale (Zehm et *al.*, 2003). Ainsi, une tranche de végétation de 20 centimètres d'épaisseur est photographiée devant un arrière-plan sombre. Nous avons utilisé ici un panneau noir de 165 cm de haut et 85 cm de large. Le panneau est maintenu à la verticale derrière la tranche de végétation grâce à deux tuteurs disposés sur ces côtés, ceux-ci étant enfoncés dans le sol. Une échelle alternant bandes blanches et bandes noires tous les 10 centimètres est placée sur le bord gauche du panneau. Un second panneau noir (75 cm longueur x 85 cm largeur) est déposé horizontalement devant la tranche de végétation à photographier. Il dissimule ainsi la végétation présente entre l'appareil photo et la tranche photographiée. Un appareil photo est

disposé de l'autre côté de cette plaque et permet de photographier la tranche de végétation sur le fond sombre. L'appareil photo utilisé était un modèle Easypix Aquapix W1024 Splash à résolution de 5,0 Mega Pixels. Le réglage en mode paysage a été choisi et le flash n'a pas été utilisé. Pour chacune des photos prises, l'appareil doit se trouver à la même distance (1m70) de l'arrière-plan et à la même hauteur (95 cm du sol), afin de pouvoir visualiser l'intégralité de la végétation (Figure 3).

Pour accentuer le contraste entre la végétation et l'arrière-plan et éviter les ombres portées, il vaut mieux que la photo soit volontairement sous-exposée (le soleil derrière la plaque), cette sous exposition permettant également un traitement plus facile de l'image par la suite. Pour chaque point de végétation deux relevés sont effectués et deux images sont prises par relevé.

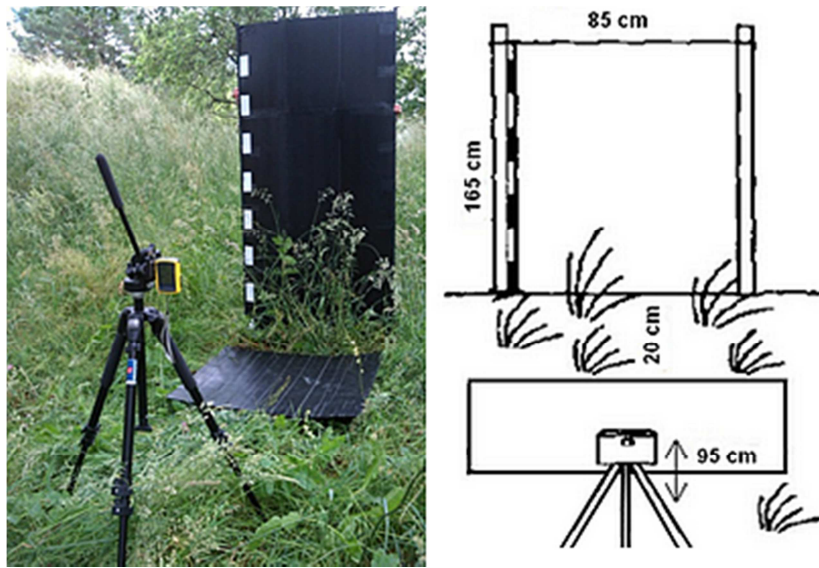


Figure 3 : A droite : Photographie du dispositif VESTA (© P. Dellesard). A gauche : Schéma indiquant les dimensions et distances propres au dispositif.

De plus, une méthode visuelle est utilisée pour évaluer le recouvrement des espèces de Poacées. Le recouvrement estimé en classes de 10 % correspond au pourcentage de recouvrement des Poacées. Les différentes mesures de structure de la végétation réalisées sur le terrain sont reportées sur des fiches papier (Annexe I). Il est important de signaler que certains points n'ont pas pu faire l'objet de relevés pour plusieurs raisons. Du bétail était présent au moment du relevé de sorte que la parcelle pâturée broutée était inexploitable. L'accès à la parcelle était impossible en raison de fauche précoce ou parce que le point se révélait placé sur une culture. De même, certains points ont été déplacés, car la parcelle indiquée était inaccessible et qu'une parcelle accessible voisine était de composition proche ou identique. Nous avons pu analyser 177 points pour le mois d'avril (soit 81.2 % des points initiaux) et 164 points pour le mois de mai (soit 75.2 % des points initiaux).

c- Avifaune

Pour l'estimation des effectifs de Râle des genêts, les données ont été fournies par la Ligue de Protection des Oiseaux d'Anjou (LPO Anjou). Elles sont issues du site collaboratif « <http://www.faune-anjou.org> », sur lequel les membres de la LPO qui ont prospecté la zone d'étude au cours de la saison de reproduction du Râle des genêts ont indiqué les positions des individus entendus ou vus. Différents ornithologues professionnels ou amateurs ont également pu ajouter des observations, celles-ci étant validées par la LPO Anjou.

La technique des points d'écoute a été utilisée pour les quatre autres espèces. Les écoutes ont été réalisées sur les points utilisés pour évaluer la structure de végétation. Les suivis ont été effectués par deux observateurs les matinées du 5 au 22 Mai, en débutant environ 30 min après le lever du soleil jusqu'à un horaire maximum de 11h du matin. Cette technique consiste à noter les espèces présentes durant une durée de 10 min / point sur un rayon de 100 m. Un objet (arbre, poteau...) a été pris comme repère et les individus ou couples placés en fonction de celui-ci à l'intérieur d'un cercle représentant le rayon de 100 m. Chaque espèce a été notée selon un acronyme spécifiques (Tp = Tarier des prés ; Bep = Bergeronnette printanière ; Bp = Bruant proyer ; Br = Bruant des roseaux), la lettre « C » était ajoutée si un couple était observé. Des jumelles (Steiner SkyHawk 10x42) ont permis de repérer les oiseaux et un télémètre (Télémètre laser Bushnell ELITE 1500 7x26) a été utilisé pour noter la distance de l'individu ou du couple. Des fiches ont permis de reporter les différentes données récoltées (Annexe II). Pour les mêmes raisons que les points de végétation, certains points concernant l'avifaune n'ont pas pu faire l'objet de relevés. Ainsi, nous avons pu analyser 186 points, soit 85.3 % des points initiaux.

4- Traitements et analyses des données

a- Végétation

L'analyse des photographies a été effectuée à l'aide du logiciel ImageJ 1.47v (Abràmoff et al., 2004) en suivant un protocole spécialement conçu pour cette analyse. En premier lieu, la photographie de meilleure qualité pour chacun des deux relevés de chaque point a été sélectionnée. L'alternance de bandes noires et blanches de 10 cm disposées sur le bord de la plaque du fond donnent l'échelle à la photographie. La mise à l'échelle de la photographie a été effectuée en sélectionnant une bande de 50 cm correspondant à l'alternance de 3 bandes blanches et deux bandes noires. La distance connue de 50 cm est convertie en nombre de pixel/cm grâce à la fonction « set scale ». Ensuite, la tranche de végétation à analyser a été sélectionnée en faisant attention de ne sélectionner que la végétation présente devant le panneau vertical et en excluant la végétation située au niveau de l'échelle constituée des bandes blanches. L'image a ensuite été traitée avec la fonction « RGB stack » pour ne garder que la composante verte de la photographie et faire ressortir la végétation. La fonction « Substract

background » a été utilisée avec les options « Sliding paraboloid » et « Disable smoothing » cochée, ainsi que « Rolling ball radius » réglé à 50 pixels, afin d'améliorer le contraste entre la végétation et le fond noir. Puis, le format de l'image a été converti en noir et blanc en utilisant la fonction « Threshold » avec l'option « Dark background » cochée. Le fond devient alors blanc, et la végétation devient noire. Le seuil de conversion a été ajusté manuellement pour chaque image afin d'optimiser la visualisation de la végétation sur la photographie. De plus, des retouches ont été effectuées sur l'image pour faire disparaître certains pixels noirs provenant de reflets sur les bandes adhésives (Figure 4). L'image a ensuite été mise au format paysage. Enfin, une courbe représentant le profil d'évolution des valeurs de gris de pixels en fonction de la distance (hauteur) de l'image a été récupérée par la fonction « Plot profile ». L'information a été convertie en tableau enregistré au format texte, dans lequel les données sont présentées en deux colonnes sous la forme d'un code numérique, de 0 à 255.



Figure 4 : Les différentes étapes du traitement d'une photographie sous imageJ. A gauche : la photo recadrée, au centre : l'image faisant ressortir la composante verte, et à droite : l'image convertie en binaire et retouchée.

Les fichiers textes ont par la suite été analysés à l'aide du logiciel R version 2.15.1 (R Core team, 2012), qui retranscrit le code numérique. Ainsi, nous avons pu extraire la densité de végétation sous forme de proportions de 0 à 1 (moyenne du nombre de pixels / cm) et la hauteur maximale de la tranche de végétation (en cm). Enfin, un indice d'hétérogénéité des hauteurs de végétation a été calculé. Celui-ci est basé sur la courbe obtenue lors du traitement sur ImageJ et correspond à la distance en entre deux bornes des valeurs de gris des pixels (Figure 5). La première est située à 90 %, soit une valeur de pixel de 229.5 (correspondant à l'inflexion de la courbe) et la deuxième est située à 10 % et correspond à la dernière valeur de 10 % atteinte, c'est-à-dire la dernière valeur de pixel de 25.5 (correspondant approximativement à la hauteur des derniers pixels réels de végétaux). Une valeur en cm est ensuite obtenue en observant la distance entre ces 2 bornes. Plus cette distance est importante plus la végétation est hétérogène. Le script utilisé permet ensuite de faire la moyenne des valeurs obtenues pour chacune de ces trois variables entre les deux photos de chaque point, avant de mettre toutes ces valeurs dans un tableau qui sera utilisé pour les analyses statistiques.

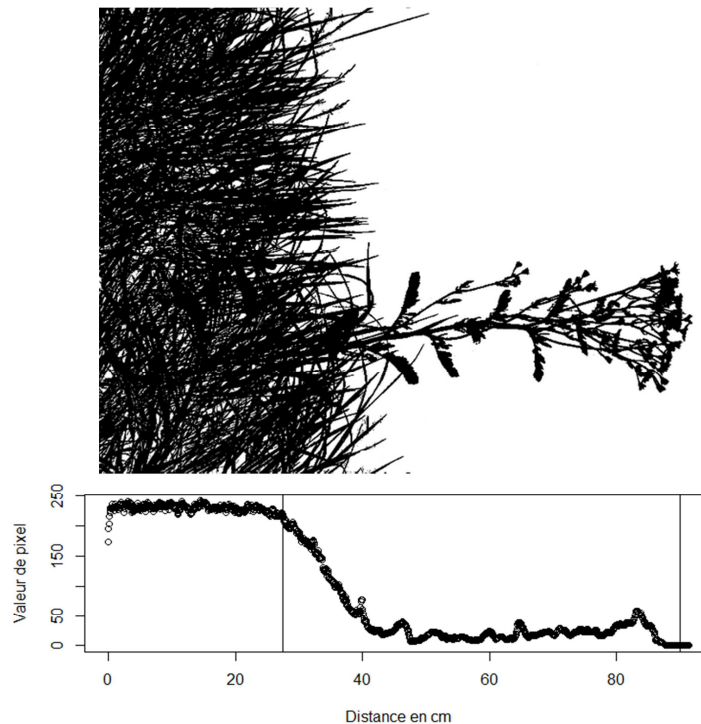


Figure 5 : Représentation des bornes de calcul de l'indice d'hétérogénéité vis-à-vis d'une image binaire initiale. La borne 90 % correspond à une valeur de pixel de 229.5 et la borne 10 % correspond à une valeur de pixel de 25.5.

b- Avifaune

Les données fournies par la LPO pour le Râle des genêts reprennent 220 observations durant la période d'installation et de reproduction de l'espèce (Mai / Juin) en 2014 (Annexe III). Il a été nécessaire de déterminer à proximité de quels points de relevé de la structure de végétation les mâles chanteurs étaient positionnés, et ainsi tester l'influence de la végétation sur la présence de l'espèce. Ce traitement a été réalisé grâce au logiciel QGIS 2.2.0 (QGIS Development Team. 2014). Dans un premier temps, un tampon d'un rayon 250 m a été réalisé sur la couche représentant les points de structure de végétation. La distance de 250 m correspond à la moitié de la distance entre chaque point. Cela permet de couvrir le maximum de surface sans qu'il n'y ait de superposition entre les tampons. La distance de 100 m généralement choisie n'a pas été sélectionnée car trop peu d'oiseaux étaient présents à cette distance. Dans un second temps, une intersection des points représentant les Râles des genêts avec cette couche tampon a été réalisée. Cela permet ainsi de ne garder que les observations de râle à proximité des points de structure (≤ 250 m). Enfin, la table attributaire a été extraite afin d'obtenir le nombre d'observation de Râle des genêts par points de structure grâce à un tableau croisé dynamique. Dans ce tableau seules les observations ayant eu lieu de début Mai jusqu'au 20 Juin ont été considérées afin d'éviter de prendre en compte des individus non cantonnés ou déplacés par les fauches.

En ce qui concerne les données récoltées sur le terrain pour les quatre passereaux prairiaux, elles ont été entrées dans un tableau afin de pouvoir effectuer par la suite les analyses statistiques. Dans ce tableau, la valeur d'un couple correspond à celle d'un mâle chanteur. Une carte montrant l'abondance des passereaux pour chaque point de relevé est consultable en Annexe (Annexe III)

5- Analyses statistiques

Les données concernant les Rôles des genêts, les passereaux prairiaux et la structure de végétation ont été compilées dans un tableau. Des analyses statistiques ont ensuite été effectuées sous le logiciel R version 2.15.1. Les prédicteurs que nous avons retenus pour les tests statistiques sont :

- Le recouvrement graminéen (classes de 10 %)
- La hauteur de végétation (en cm)
- L'hétérogénéité de la végétation (en cm)
- La croissance de la végétation (différence de hauteur entre avril et mai)
- La densité de la végétation (proportion de 0 à 1)

Les données concernant les Rôles des genêts et les passereaux prairiaux ont été converties en valeurs binaires afin de tester les différences de structure de végétation entre les points de présence et les points d'absence de chaque espèce. Pour les passereaux prairiaux, avant de tester individuellement chaque espèce, une analyse a été effectuée sur le nombre total de passereaux (regroupant les résultats des quatre espèces). A noter que l'influence de chaque variable de la végétation a également été analysée vis-à-vis de la richesse spécifique en passereaux prairiaux. Des tests de Mann-Whitney-Wilcoxon ont été utilisés pour analyser les différences entre zones d'absence et de présence des espèces. Lorsque des différences significatives ont été relevées, une analyse sur les données initiales (non transformé en binaire) a été effectuée. Cette analyse n'a pas pu avoir lieu pour le Rôle des genêts puisque plusieurs observations peuvent correspondre à un seul individu. Les points proches représentent en effet souvent un seul Rôle des genêts. Des groupes représentant le nombre d'individus présents par point ont alors été comparés grâce à des tests de Kruskal-Wallis, ces mêmes tests ont été utilisés pour l'analyse de la richesse spécifique. Si des différences étaient observées, des comparaisons par paires en utilisant des tests de Wilcoxon étaient réalisées. Cette fonction permet de savoir quels groupes diffèrent significativement parmi l'ensemble des groupes testés précédemment. A noter que pour le total des passereaux, seulement deux points présentaient des effectifs supérieurs à 6 individus (respectivement 8 et 11). Ceux-ci ont été intégrés à la catégorie « ≥ 6 ». Pour le Tarier des prés, uniquement deux points présentaient 4 individus. Ceux-ci ont été intégrés dans la catégorie « ≥ 3 ». Des tests de corrélations en utilisant la méthode de Spearman ont également été réalisés afin de

regarder si les variables étaient corrélées et si c'était le cas, quel était le sens de cette corrélation. Enfin, des tests de Mann-Whitney ont été réalisés entre les deux sites représentant la Loire et les Basses Vallées Angevines afin de regarder si des différences vis-à-vis de la végétation et du nombre d'oiseaux présents apparaissaient. Les graphiques ont tous été réalisés sous Rstudio version 0.98.507. De plus, les cartes de végétations présentées en annexes ont été réalisées à l'aide de QGIS 2.2.0.

Résultats

1- Recouvrement graminéen

Un effet du recouvrement en poacées est observé en avril et mai pour le total des passereaux et chez toutes les espèces sauf chez la Bergeronnette printanière. Un écart significatif est ainsi détecté entre les points d'absence et les points de présence de ces espèces (Tableau I).

Tableau I : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour le recouvrement graminéen entre les points d'absence et de présence. Les valeurs des médianes correspondent à des pourcentages.

TESTS RECOUVREMENT GRAMINEEN		Valeur de la médiane			
		W	p	Absence	Présence
Avril	Total passereaux	4633.5	< 0.01	70	60
	Tarier des prés	4699	< 0.01	70	60
	Bruant des roseaux	3051	< 0.01	70	60
	Bruant proyer	4324.5	< 0.01	70	60
	Bergeronnette printanière	3674.5	0.307	70	60
	Rôle des genêts	4865	< 0.001	70	50
Mai	Total passereaux	3821	< 0.01	70	60
	Tarier des prés	4150.5	< 0.001	70	50
	Bruant des roseaux	2886	< 0.001	70	50
	Bruant proyer	3682.5	< 0.05	70	60
	Bergeronnette printanière	3336.5	0.2348	70	60
	Rôle des genêts	4424	< 0.001	70	50

Aussi bien chez les passereaux que chez le Rôle des genêts, les espèces sont présentes dans des zones où le recouvrement en poacées est relativement faible. Ceci est visible en avril où les passereaux sont majoritairement présents dans des zones comprises entre 50 et 80 %, alors que le Rôle des genêts est présent dans des zones situées entre 40 et 70 % de recouvrement en poacées (Figure 6). Pour le mois de mai, les passereaux sont plutôt présents sur des zones ayant un recouvrement se situant entre 30 et 80 %, tandis que le Rôle des genêts se retrouve dans des zones entre 20 et 70 % (Figure 7).

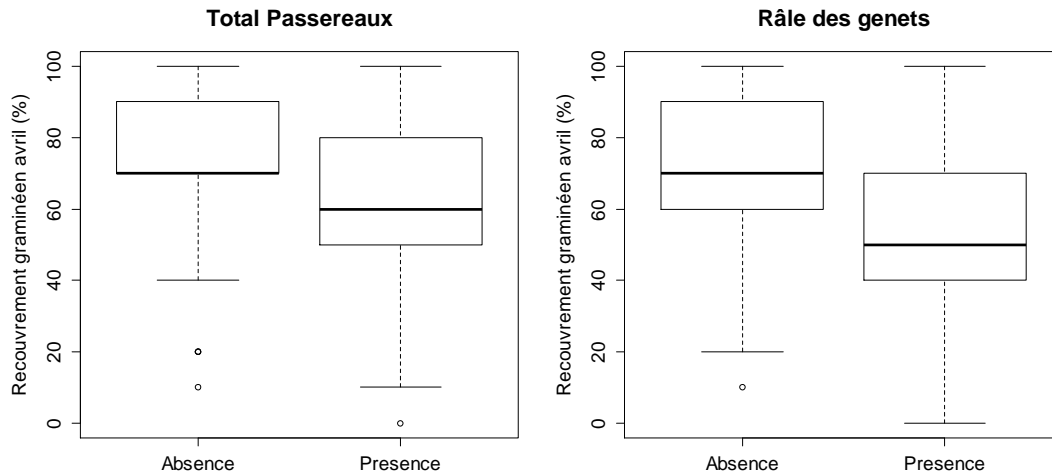


Figure 6 : Comparaisons du recouvrement graminéen entre les points d'absence et de présence du total des passereaux (à gauche) et du Rôle des genêts (à droite) en avril.

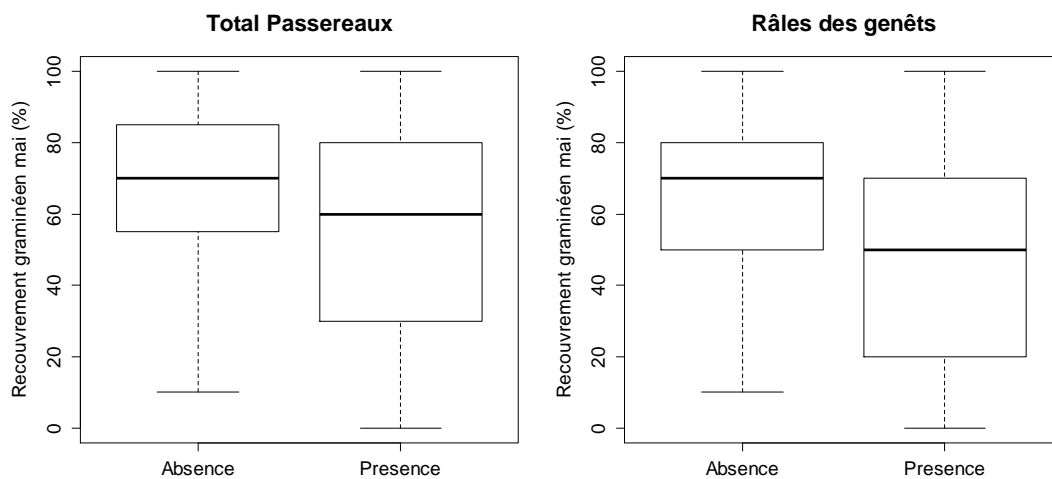


Figure 7 : Comparaisons du recouvrement graminéen entre les points d'absence et de présence du total des passereaux (à gauche) et du Rôle des genêts (à droite) en mai.

Les tests de Kruskal-Wallis montrent des différences significatives entre les groupes pour la richesse spécifique des passereaux prairiaux, pour le total des passereaux et chez toutes les espèces testées sauf le Bruant proyer en Mai (Tableau II). Les résultats des tests de comparaison par paires sont consultables en annexe IV.

Tableau II : Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour le recouvrement graminéen lors des tests de Kruskal-Wallis sur la richesse spécifique des passereaux et chez les espèces ayant montrés des différences significatives lors des comparaisons entre les points d'absence et de présence.

TESTS KRUSKAL-WALLIS RECOUVREMENT GRAMINEEN				
		H	d.f	p
Avril	Richesse passereaux	15.86	4	< 0.01
	Total passereaux	16.89	6	< 0.01
	Tarier des prés	10.41	3	< 0.05
	Bruant des roseaux	7.96	2	< 0.05
	Bruant proyer	11.82	3	< 0.01
Mai	Richesse passereaux	21.44	4	< 0.001
	Total passereaux	17.63	6	< 0.01
	Tarier des prés	12.52	3	< 0.01
	Bruant des roseaux	12.53	2	< 0.01
	Bruant proyer	7.45	3	0.05879

Les tests de corrélation montrent qu'il y a une tendance à l'augmentation en avril du nombre d'espèces ($r_s[1188290] = -0.2858$; $p < 0.001$) et d'individus présents ($r_s[1187688] = -0.2851$; $p < 0.001$) quand le recouvrement en poacées diminue (Figure 8). C'est aussi le cas en mai (respectivement $r_s[952019] = -0.2950$; $p < 0.001$ et $r_s[934304.6] = -0.2709$; $p < 0.001$) (Figure 9).

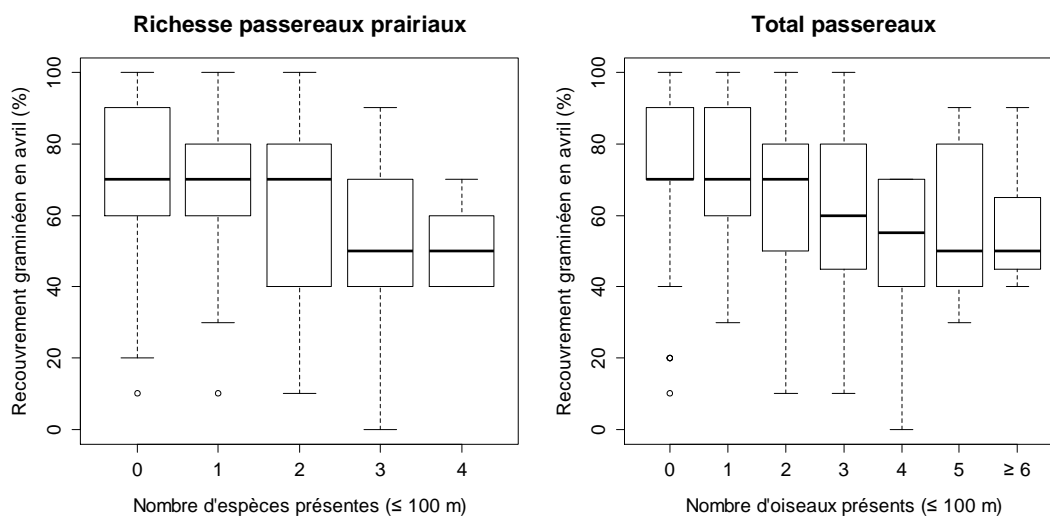


Figure 8 : Comparaisons du recouvrement graminéen entre catégories de nombre d'espèces par points (à gauche) et entre les catégories de nombre d'individus par points (à droite) en avril.

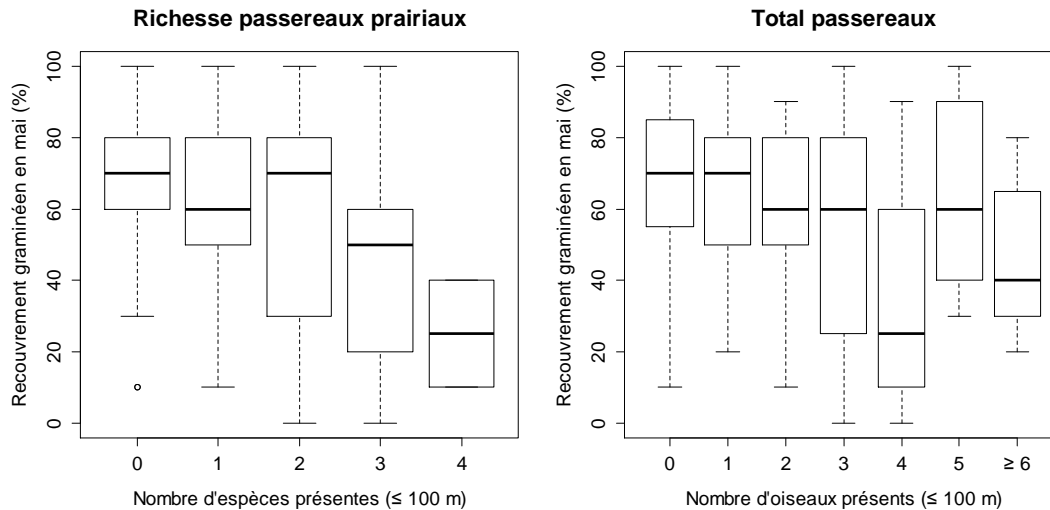


Figure 9 : Comparaisons du recouvrement graminéen entre catégories de nombre d'espèces par points (à gauche) et entre les catégories de nombre d'individus par points (à droite) en mai.

2- Hauteur, hétérogénéité et croissance de végétation

Un écart significatif pour la hauteur de végétation est observé en mai entre les points d'absence et de présence chez le Tarier des prés (Tableau III). Nous observons également un écart significatif entre les points d'absence et les points de présence chez le Râle des genêts en avril et en mai (Tableau III). Une hauteur de végétation importante semble favorable pour ces deux espèces.

Tableau III : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour la hauteur de végétation entre les points d'absence et de présence. Les valeurs des médianes correspondent à des centimètres.

TESTS HAUTEUR DE VEGETATION		Valeur de la médiane			
		W	p	Absence	Présence
Avril	Total passereaux	3291	0.2875	45	46.25
	Tarier des prés	3497	0.6146	45	47.5
	Bruant des roseaux	1963.5	0.1736	45	47.5
	Bruant proyer	3622.5	0.3362	47.5	45
	Bergeronnette printanière	3343	0.9708	46.25	45
	Râle des genêts	2786	< 0.05	45	47.5
Mai	Total passereaux	2887.5	0.6369	80	81.25
	Tarier des prés	2541	< 0.05	77.5	85
	Bruant des roseaux	1892.5	0.4787	77.5	85
	Bruant proyer	3309	0.2782	82.5	75
	Bergeronnette printanière	3372	0.1922	82.5	77.5
	Râle des genêts	2324	< 0.01	77.5	95

Le Tarier des prés est ainsi présent dans des zones où la hauteur est comprise entre 72.5 et 102.5 cm en mai (Figure 10) et le Râle des genêts est présent dans des zones ayant une hauteur de végétation comprise entre 42 et 57.5 cm en avril et entre 72.5 et 107.5 cm en mai. (Figure 11). Le test de Kruskal-Wallis réalisé pour le Tarier des prés montre des différences significatives entre les groupes ($H =$

17.85 ; d.f = 3 ; $p < 0.001$). Le Tarier des prés voit ainsi une augmentation de ces effectifs quand la hauteur de végétation augmente (Figure 10). En effet, le test de corrélation nous montre qu'il y a tendance à l'augmentation du nombre d'individus quand la hauteur de végétation augmente ($r_s[570841.5] = 0.2235$; $p < 0.01$). Le résultat du test de comparaison par paires est visible en annexe IV.

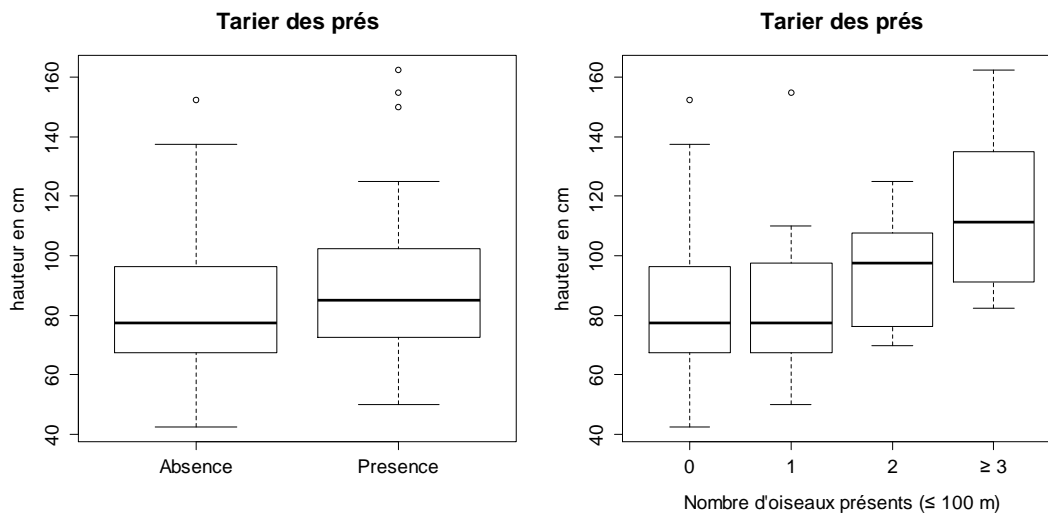


Figure 10 : Comparaisons de la hauteur de végétation entre les points d'absence et de présence du Tarier des prés (à gauche) et entre les catégories de nombre d'individus par points (à droite) en mai.

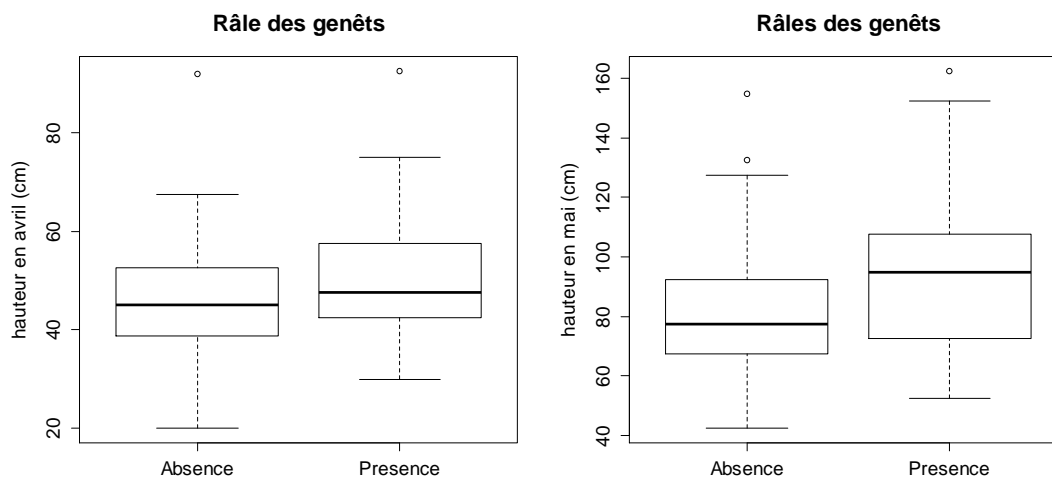


Figure 11 : Comparaisons de la hauteur de végétation entre les points d'absence et de présence du Rôle des genêts en avril et mai.

Pour l'indice d'hétérogénéité, un écart significatif a été détecté entre les points d'absence et de présence chez le Bruant proyer en avril et chez la Bergeronnette printanière en mai. Une distance d'hétérogénéité plutôt faible semble favorable pour les deux espèces. (Tableau IV). Malgré une absence d'écart significatif, une tendance opposée semble apparaître chez le Rôle des genêts en Mai.

Tableau IV : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour l'indice d'hétérogénéité de la végétation entre les points d'absence et de présence. Les valeurs des médianes correspondent à des centimètres.

TESTS HETEROGENEITE DE VEGETATION		Valeur de la médiane			
		W	p	Absence	Présence
Avril	Total passereaux	3685	0.8923	15	14.5
	Tarier des prés	4117	0.1689	15.4	14
	Bruant des roseaux	2243	0.7706	14.5	15
	Bruant proyer	4131	< 0.01	15.5	13.3
	Bergeronnette printanière	3216	0.6607	14.6	15.3
	Râle des genêts	3259	0.5495	14.5	15
Mai	Total passereaux	3057	0.9103	29.8	29.6
	Tarier des prés	2832	0.2931	28.7	29.6
	Bruant des roseaux	2048	0.9565	29.5	29.9
	Bruant proyer	3410	0.1513	31.5	27.4
	Bergeronnette printanière	3768	< 0.01	32	25.5
	Râle des genêts	2472	0.0817	28.2	32

Le Bruant proyer est ainsi présent dans des zones où la distance d'hétérogénéité est comprise entre 12 et 16.8 cm en avril et la Bergeronnette printanière est présente dans des zones ayant une distance d'hétérogénéité comprise entre 21.8 et 33.1 cm en mai (Figure 12). Les tests de Kruskal-Wallis réalisés montrent des écarts significatifs entre les groupes chez le Bruant proyer ($H = 9.82$; $d.f = 3$; $p < 0.05$), alors qu'aucune différence significative n'est détectée entre les groupes chez la Bergeronnette printanière ($H = 7.94$; $d.f = 4$; $p = 0.09378$). Le test de corrélation réalisé chez le Bruant proyer montre qu'il y a une tendance à l'augmentation du nombre d'individus de l'espèce quand la distance d'hétérogénéité diminue ($r_{s[1116120]} = 0.2077$; $p < 0.01$). Ainsi, plus la distance d'hétérogénéité diminue, plus le Bruant proyer voit ses effectifs augmenter (Figure 13). Le résultat du test de comparaison par paires pour le Bruant proyer est visible en annexe IV.

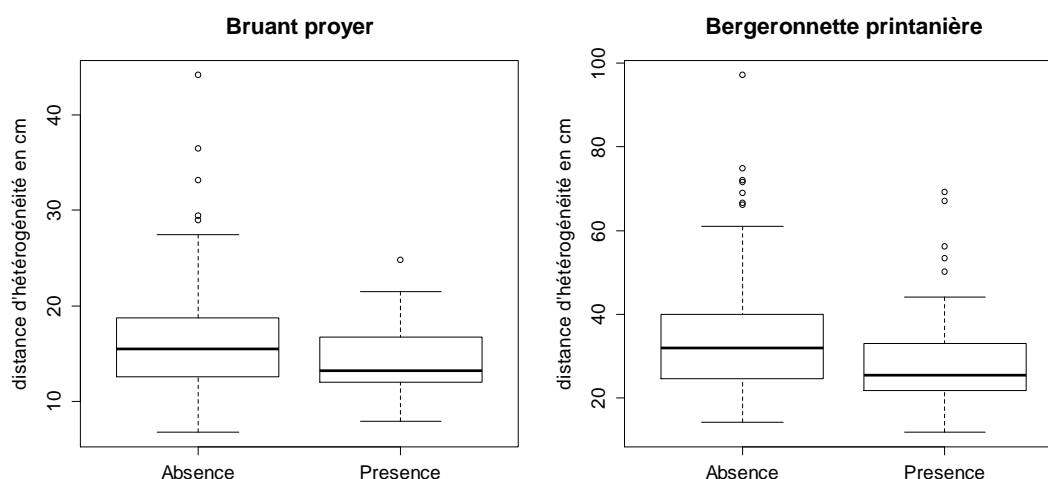


Figure 12 : Comparaisons de la distance d'hétérogénéité en avril entre les points d'absence et de présence chez le Bruant proyer en avril (à gauche) et chez la Bergeronnette printanière en mai (à droite).

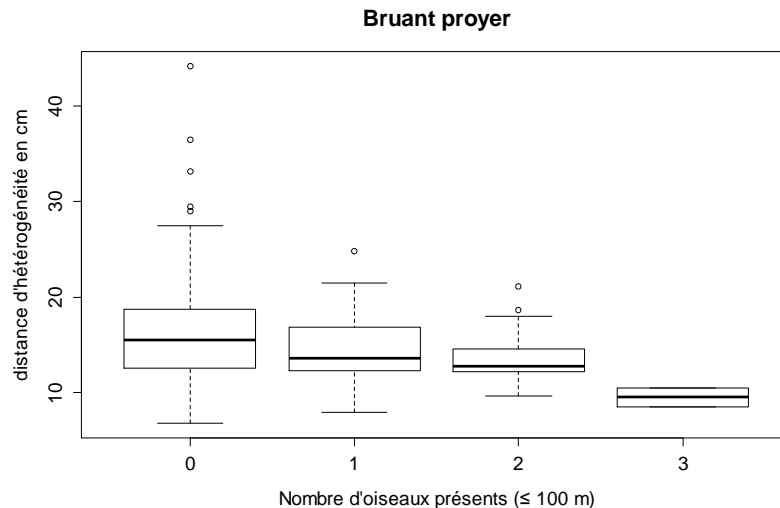


Figure 13 : Comparaisons de la distance d’hétérogénéité entre les catégories d’effectifs chez le Bruant proyer en avril.

Pour la croissance de la végétation, un écart significatif entre les points d’absence et de présence a seulement été observé chez le Tarier des prés en mai (Tableau V). Une croissance relativement élevée favorise la présence de l’espèce. Malgré une absence d’écart significatif, une tendance similaire semble exister chez le Râle des genêts.

Tableau V : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour la croissance de végétation entre les points d’absence et de présence. Les valeurs des médianes correspondent à des centimètres.

TESTS CROISSANCE DE VEGETATION	W	p	Valeur de la médiane	
			Absence	Présence
Total passereaux	2651	0.9199	35	35
Tarier des prés	2280.5	< 0.05	32.5	42.5
Bruant des roseaux	2032.5	0.6223	35	32.5
Bruant proyer	2636	0.9529	38.75	32.5
Bergeronnette printanière	3038.5	0.172	40	30
Râle des genêts	2209	0.0921	32.5	41.25

Ainsi, chez cette espèce, une croissance de végétation comprise entre 27.5 et 55 cm en mai semble favorable (Figure 14). Le test de Krustal-Wallis montre des différences significatives entre les groupes ($H = 8.847$; $d.f = 3$; $p < 0.05$). Le test de corrélation nous montre qu’il y a une tendance à l’augmentation du nombre d’individus quand la croissance de végétation augmente ($r_{s[496608]} = 0.1998$; $p < 0.05$). Ainsi, plus la croissance de la végétation est importante, plus le Tarier des prés voit ses effectifs augmenter (Figure 14). Le résultat du test de comparaison par paires est visible en annexe IV.

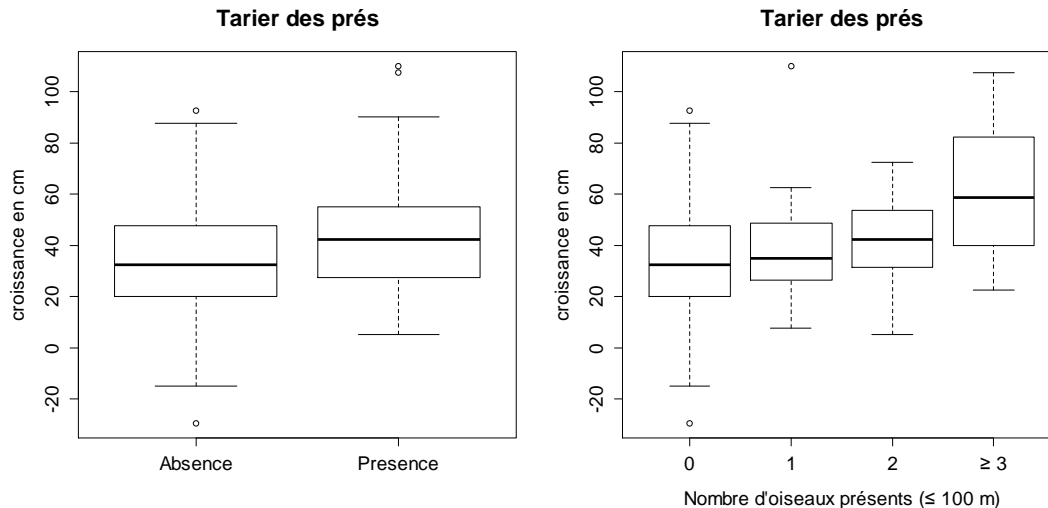


Figure 14 : Comparaisons de la croissance de végétation entre les points d'absence et de présence du Tarier des prés (à gauche) et entre les catégories de nombre d'individus par points (à droite).

3- Densité de la végétation

Un effet de la densité a été détecté entre les points d'absence et de présence chez le Tarier des prés en avril et chez la Bergeronnette printanière en mai (Tableau VI).

Tableau VI : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour la densité de végétation entre les points d'absence et de présence. Les valeurs des médianes correspondent à des proportions de 0 à 1.

TESTS DENSITE DE VEGETATION		Valeur de la médiane			
		W	p	Absence	Présence
Avril	Total passereaux	3135	0.1247	0.65	0.67
	Tarier des prés	2832	< 0.05	0.65	0.68
	Bruant des roseaux	2173	0.5766	0.67	0.67
	Bruant proyer	2715	0.05372	0.66	0.68
	Bergeronnette printanière	3230	0.6931	0.67	0.67
	Râle des genêts	3383	0.8329	0.67	0.67
Mai	Total passereaux	2930	0.7458	0.56	0.57
	Tarier des prés	3394	0.3912	0.57	0.57
	Bruant des roseaux	2209	0.537	0.57	0.56
	Bruant proyer	3153	0.5893	0.57	0.57
	Bergeronnette printanière	2423	< 0.05	0.56	0.58
	Râle des genêts	3277	0.2835	0.57	0.56

Une densité de végétation relativement importante semble favorable pour les deux espèces. Le Tarier des prés est présent dans des zones où la densité est comprise entre 0.65 et 0.71 en avril et la Bergeronnette printanière est présente dans des zones avec une densité comprise entre 0.53 et 0.62 en mai (Figure 15). Les tests de Krustal-Wallis réalisés montre des écarts significatifs entre les groupes chez le Tarier des prés ($H = 9.49$; $d.f = 3$; $p < 0.05$). Aucune différence significative n'apparait entre les groupes chez la Bergeronnette printanière ($H = 5.09$; $d.f = 4$; $p = 0.2781$). Le test de corrélation

réalisé chez le Tarier des prés montre qu'il y a une propension à l'augmentation du nombre d'individus quand la densité de végétation augmente ($r_s[780916.2] = 0.155$; $p < 0.05$). Ainsi, plus la densité de la végétation est importante, plus le Tarier des prés voit ses effectifs s'accroître (Figure 16). Le résultat du test de comparaison par paires pour le Tarier des prés est visible en annexe IV.

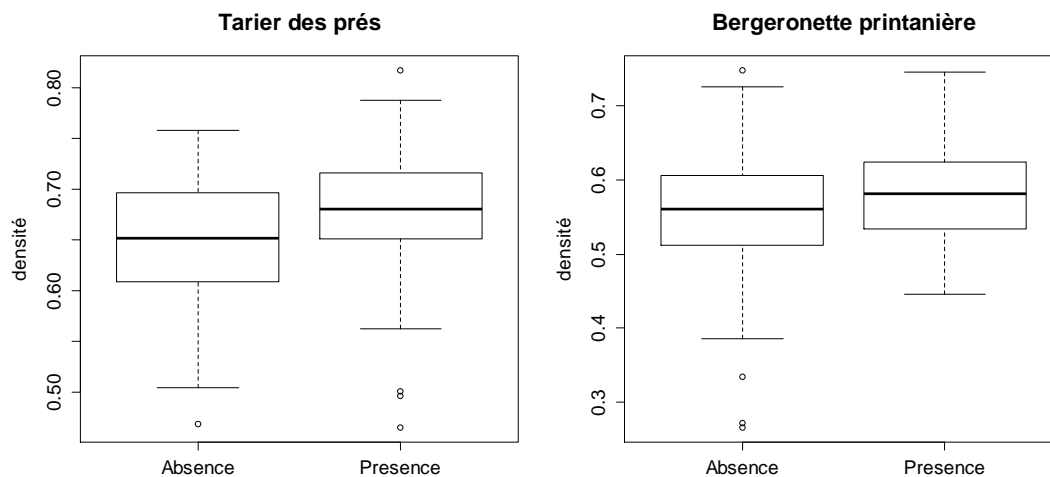


Figure 15 : Comparaisons de la densité de végétation entre les points d'absence et de présence pour le Tarier des prés en avril (à gauche) et la Bergeronnette printanière en mai (à droite).

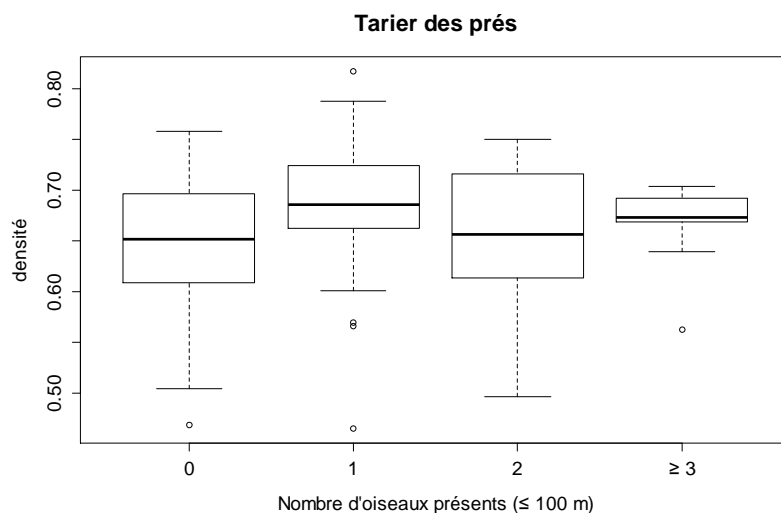


Figure 16 : Comparaisons de la densité de la végétation entre les catégories de nombre d'individus par points chez le Tarier des prés en avril.

4- Comparaison des sites (BVA/Loire)

Les sites BVA et Loire montrent des écarts significatifs pour plusieurs variables de la végétation en avril et en mai. Pour les deux mois, des différences apparaissent pour le recouvrement en poacée et la hauteur de végétation. Au mois de mai, une différence est également observée pour la distance d'hétérogénéité. Un écart significatif est aussi observé pour la croissance de la végétation entre avril et mai (Tableau VII). Des cartes indiquant l'évolution de chaque variable de la végétation sur l'ensemble des points de relevé sont consultables en Annexe V.

Tableau VII : Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des tests de comparaison pour les différentes variables de la végétation entre BVA et Loire.

TESTS VEGETATION BVA / LOIRE				Valeur de la médiane	
	Variables de végétation	W	p	Loire	BVA
Avril	Recouvrement en Poacées en avril	4897.5	< 0.001	80	60
	Hauteur en avril	2931.5	< 0.05	45	47.5
	Distance d'hétérogénéité en avril	3856	0.4646	15.44	14.37
	Densité en avril	2975	0.05052	0.66	0.68
Mai	Recouvrement en Poacées en mai	4303.5	< 0.001	70	60
	Hauteur en mai	1365.5	< 0.001	72.5	95
	Distance d'hétérogénéité en mai	1838	< 0.001	25.21	33.91
	Densité en mai	3645	0.134	0.59	0.56
Avril/Mai	Croissance entre avril et mai	1447.5	< 0.001	27.5	44.75

Pour ce qui est du recouvrement en poacées, il est intéressant de voir qu'aussi bien en avril qu'en mai celui-ci est plus faible dans les Basses Vallées Angevines (Figure 17). On peut remarquer une hauteur de végétation plus importante dans les BVA pour les deux mois étudiés (Figure 18). Enfin, la distance d'hétérogénéité est plus importante au niveau des BVA, tandis que la croissance apparaît comme plus faible sur le site de la Loire vis-à-vis BVA (Figure 19).

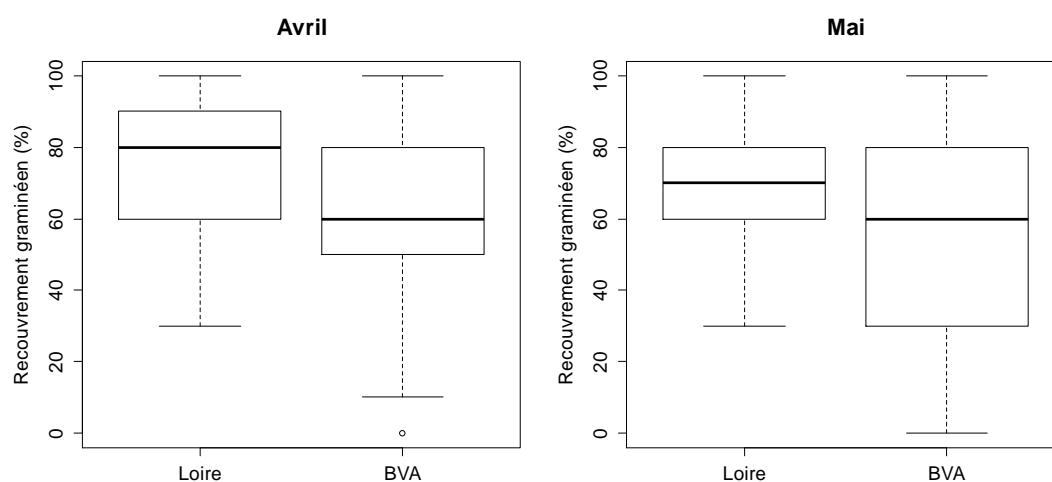


Figure 17 : Comparaison du recouvrement graminéen entre Loire et BVA pour le mois d'avril (à gauche) et de mai (à droite).

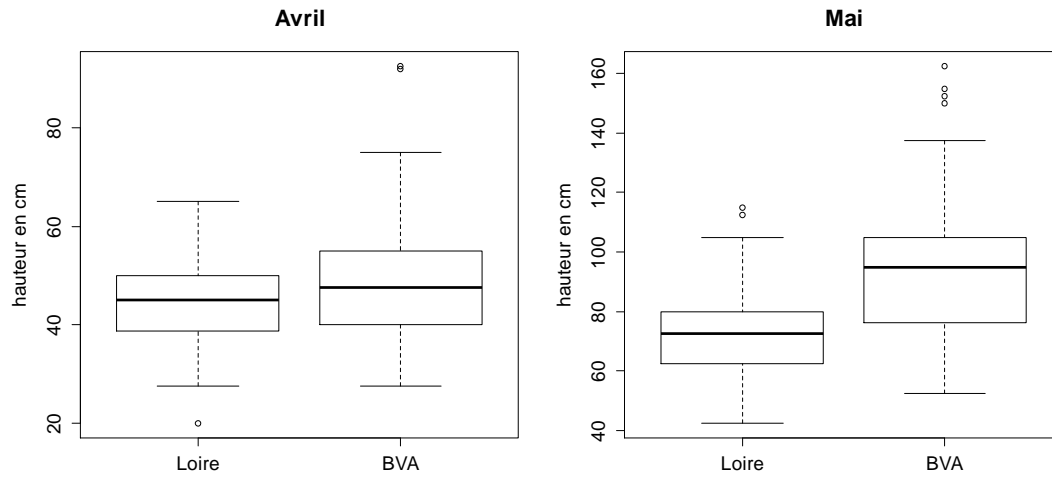


Figure 18 : Comparaison de la hauteur de végétation entre Loire et BVA pour le mois d'avril (à gauche) et de mai (à droite).

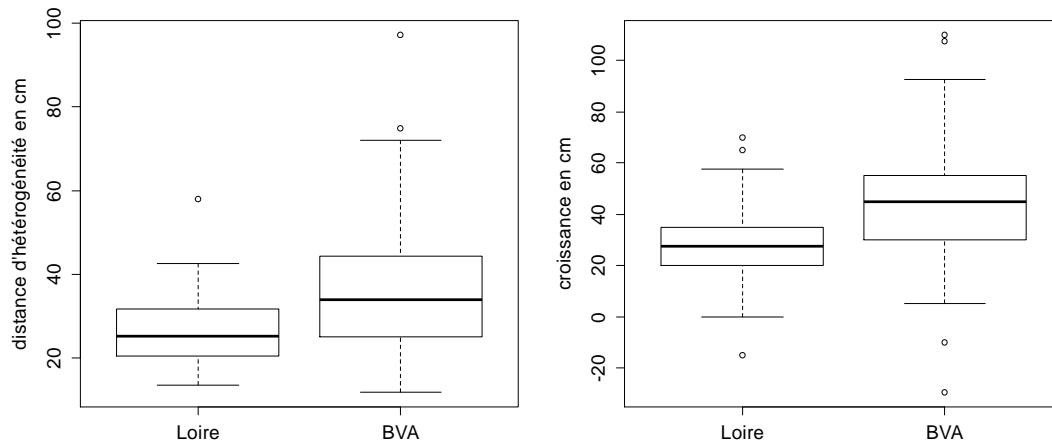


Figure 19 : Comparaison de la distance d'hétérogénéité en mai (à gauche) et de la croissance (à droite) entre Loire et BVA.

Concernant les comparaisons du nombre d'oiseaux présents entre les deux sites, des différences significatives apparaissent pour le Tarier des prés ($W = 2849$; $p < 0.001$), le Bruant des roseaux ($W = 3486.5$; $p < 0.05$) et le Râle des genêts ($W = 5824$; $p < 0.001$). Dans les trois cas, les BVA semblent plus favorables.

Discussion

Comme il était attendu, il apparaît un évitement des zones avec un recouvrement trop important en Poacées dans les Basses Vallées Angevines et la vallée de la Loire par le Râle des genêts et les passereaux prairiaux. Ce résultat semble confirmer ce que plusieurs autres études avaient déjà observées. Il a en effet déjà été démontré que dans la région le Râle des genêts fréquente des habitats dans lesquels les herbacées non graminéennes dominent (Normand *et al.*, 2009). Ainsi plusieurs taxons végétaux lui sont associés, comme les Malvacées, les Renonculacées, les Polygonacées et les Joncacées. En Slovénie, une étude montre également que la plupart des mâles chanteurs se trouvent dans des prairies présentant une forte couverture en herbacées non graminéennes (Grobelnik and Trontelj, 1999). Pour les passereaux prairiaux, il a été prouvé que les herbacées non graminéennes peuvent fournir des sites de chants ou encore un substrat intéressant pour la nidification (Fisher et Davis, 2010). En outre, une biomasse et une diversité importante des invertébrés ont été associées à une augmentation de la couverture en plantes herbacées non graminéennes (Burger *et al.*, 1993), ce qui suggère que l'augmentation de ce recouvrement peut fournir de meilleures ressources alimentaires pour les oiseaux prairiaux. L'abondance en Poacées sur la Loire et sur les parties les plus éloignées du cœur des Basses Vallées Angevines peut expliquer la faible occurrence du Râle des genêts, ainsi que du Tarier des prés et du Bruant des roseaux dans ces secteurs. Il a par ailleurs été suggéré qu'en vallée de la Loire, le phénomène d'incision du lit du fleuve, combiné aux printemps successifs avec de faibles précipitations, aurait tendance à entraîner un assèchement printanier précoce des prairies alluviales (Hennique *et al.*, 2013). Cette situation si elle perdure, pourrait favoriser le développement des Poacées au détriment des herbacées dicotylédones.

Il ressort également que le Râle des genêts et le Tarier des prés ont une préférence pour les zones où la hauteur de végétation est relativement élevée. La différence observée entre la Loire et les Basses Vallées Angevines suggère que ce facteur peut être limitant pour l'installation de ces deux espèces car la majorité des observations sont situées dans les BVA. D'après la littérature, le Râle des genêts préfère les secteurs où la végétation est haute, il a été montré qu'une couverture végétale supérieure à 20 cm permettait son installation (Green *et al.*, 1997). La hauteur de végétation est un facteur important puisqu'une hauteur trop faible risque de rendre l'oiseau visible, et probablement augmenter le risque de prédation sur les nids (Green *et al.*, 1997). La préférence pour une végétation plutôt haute chez le Tarier des prés peut s'expliquer par le fait qu'il préfère les zones où le nombre de sites perchoir est important (Fischer *et al.*, 2012). Cela est souvent le cas dans les zones avec une hauteur de végétation élevée, car plus la hauteur de la végétation augmente, plus il y a de concurrence et seules quelques plantes atteignent des hauteurs importantes pouvant ainsi servir de perchoir. Il peut être surprenant de voir que chez les autres espèces la hauteur de végétation ne joue pas de rôle, car une augmentation de celle-ci peut permettre de se dissimuler et de se protéger vis-à-vis des prédateurs ou des conditions climatiques (Fisher et Davis, 2010). Toutefois, il a aussi été remarqué que des hauteurs

plus modérées de végétation sont préférables pour certaines espèces en raison du compromis entre la dissimulation, la vigilance et l'efficacité de recherche de nourriture (Fisher et Davis, 2010). Il est aussi apparu dans cette étude qu'une hétérogénéité trop importante de la végétation impacte négativement la présence du Bruant proyer et de la Bergeronnette printanière. Cette variable n'impacte pas les autres espèces de passereaux. Cela semble surprenant car plus l'hétérogénéité est importante, plus certains végétaux vont ressortir du couvert végétal pour offrir des sites perchoir. En effet, comme la plupart des autres passereaux ces deux espèces ont besoins de plantes hautes pour optimiser au mieux leur surveillance du territoire et bénéficier de bon sites de chant (Cody, 1985 ; Sutherland et *al.*, 2004). Une tendance opposée semble exister chez le Râle des genêts. Il est possible que l'espèce préfère ces zones car elles présentent des plantes qui de par leurs morphologies peuvent cacher la végétation de la strate inférieur, comme les différentes espèces d'Œnanthe. Le camouflage du Râle vis-à-vis des prédateurs aériens se voit ainsi amélioré dans ces secteurs. Les effectifs de Tarier des prés se voient également impactés par la croissance de la végétation entre fin avril et fin mai. Cette préférence pour les zones à croissance élevée est peut-être due au fait que celles-ci présentent rapidement des végétaux pouvant servir de perchoirs et de place de chant. La croissance pourrait aussi jouer un rôle chez le Râle des genêts, puisque malgré un écart non significatif entre les zones d'absence et de présence de l'espèce, une tendance apparait avec une observation de Râles dans les zones où la croissance végétale est forte. Ce résultat a déjà été observé en Allemagne où le Râle des genêts préfère les prairies où la croissance est élevée (Helmecke, 2001).

En ce qui concerne la densité, certains oiseaux prairiaux répondent à ce paramètre car la végétation prairiale est utilisée comme substrat de nidification, et peut fournir un lieu de dissimulation envers les prédateurs et des proies en abondance (Fisher et Davis, 2010). Cependant, chez la plupart des espèces de passereaux de notre étude il ne semble pas y avoir d'impact. Cela peut s'expliquer par le fait que les déplacements sous le couvert végétal sont minoritaires et ainsi, les besoins d'une densité particulière ne sont pas primordiaux. Il est cependant remarquable de voir que la densité de la végétation ne semble pas jouer de rôle dans la sélection de l'habitat chez le Râle des genêts. Des résultats différents ont été observés par deux autres études. En Allemagne (Helmecke en 2001), une forte densité de végétation est associée aux sites d'installation de l'espèce. A l'inverse, Green (1997) observe en Ecosse que les fortes densités ne sont pas favorables à la présence du Râle des genêts. La divergence des résultats peut provenir des méthodes d'estimation ou de gammes de densité de végétation différentes entre zones. Il est également possible que d'autres facteurs comme la hauteur ou le recouvrement en Poacées au moment de l'installation modulent le poids de la densité de végétation dans la sélection d'habitat par les oiseaux. On peut également imaginer que la pression de prédation sur les nids soit suffisamment faible pour ne pas induire de sélection d'habitat sur ce paramètre de structure.

Les différences pouvant apparaître entre la végétation présente sur la Loire et sur les Basses Vallées Angevines peuvent être expliquées en partie par des contrats différents en terme de retard de fauche (20 juin et 1er juillet sur la Loire contre 20 juin et 10, 20 juillet sur les BVA (Ministère de l'agriculture de l'alimentation et de la pêche, 2012, 2013). Ces différentes dates de fauche peuvent en effet avoir un impact sur la composition des prairies en permettant ou non la reproduction et la dissémination des espèces végétales (Gréville et Muller, 1996). La pression de pâturage peut également jouer un rôle. Ainsi, le bétail prélève un type de végétation particulier et occasionne également une fertilisation des prairies, ce qui entraîne des modifications de la composition floristique (Gréville et Muller, 1996). Il a par ailleurs été montré que les espèces végétales répondent de façon variée à ces deux types de pression du fait de leurs capacités de dispersion différentes (Amiaud et *al.*, 2008). Il est également à noter que les données récoltées pour cette étude ne sont valables que pour la saison de reproduction 2014. Les conditions météorologiques, fluctuantes selon les années, peuvent grandement impacter les résultats de cette étude. Il est également probable que les inondations des années précédentes en Anjou aient modifiées le type et la structure de la végétation, par leur durée, leur répétition ou leur ampleur, comme cela a pu être observé par Bissels (2005) en Allemagne. Les inondations ont possiblement aussi eu un impact sur la répartition des populations d'oiseaux étudiés car ceux-ci n'ont pas forcément sélectionné les zones qui auraient dû être les plus favorables les années précédentes.

Ainsi, plusieurs résultats d'intérêt ont pu être acquis dans cette étude. Cela pourra permettre par la suite la mise en place de mesures favorisant une structure et une composition de végétation particulièrement adaptées aux différents besoins des oiseaux. Dans la zone étudiée, des politiques de protection environnementales existent déjà pour essayer de protéger les prairies, notamment à travers des mesures d'acquisitions de parcelles, de fauches tardives et de conservation de bandes refuges. Ces mesures ont pu être réalisées en grande partie grâce aux programmes de conservation bénéficiant au Rôle des genêts tels que, le programme européen Life + Nature "Protection des sites de reproduction et réalisation d'actions novatrices et démonstratives favorables au Rôle des genêts" et deux Plans Nationaux d'Actions français. Cependant ces différents programmes se concentrent sur le Rôle des genêts et ne tiennent pas vraiment compte des autres espèces d'oiseaux présentes dans les prairies. L'étude réalisée ici fait apparaître certaines relations entre le Rôle des genêts et les passereaux prairiaux, en particulier en ce qui concerne les exigences envers la couverture graminéenne des prairies. Des besoins semblables ont également été détectés entre le Rôle des genêts et le Tarier des prés pour ce qui est de la hauteur de la végétation. Ainsi, il semble que des mesures de conservation permettant de maintenir des zones de prairies ayant un recouvrement en poacées et une hauteur favorable pour le Rôle des genêts pourraient bénéficier également aux autres oiseaux prairiaux et en particulier au Tarier des prés. Ce choix aurait l'avantage de ne pas entraîner de coûts supplémentaires occasionnés par la réalisation de mesures et de programmes spécifiques aux différentes espèces de passereaux prairiaux. Il est également probable que grâce à des programmes adaptés d'autres espèces

présentes dans les prairies deviennent des bénéficiaires indirects, notamment parmi les invertébrés (Buri et *al.*, 2013). Cependant, des divergences apparaissent pour les autres espèces de passereaux, en particulier pour la distance d'hétérogénéité de la végétation, qui lorsqu'elle est trop importante est défavorable pour le Bruant des roseaux et la Bergeronnette printanière. Si des mesures de protections doivent être prises pour ces deux espèces, elles pourraient aller à l'encontre de la protection du Rôle des genêts chez qui une tendance inverse semble apparaître.

Afin d'optimiser cette étude des améliorations doivent cependant être proposées. Dans un premier temps, un suivi sur plusieurs années et l'augmentation du nombre de relevés par point semblerait intéressant, car cela permettrait d'affiner les estimations des variables de structure de la végétation. Dans notre cas, nous n'utilisons que deux relevés par points, il se peut que cela soit insuffisant pour représenter la structure réelle de la végétation. Un quadrillage plus fin de la zone pourrait également être une piste intéressante pour pallier à l'hétérogénéité des parcelles échantillonnées. Toutefois, le nombre de relevés par point ainsi que le nombre de points dépendent des contraintes de temps et des conditions climatiques (risque de zones inondées lorsque la saison est trop pluvieuse). Il est nécessaire que les relevés soient effectués dans une période la plus courte possible afin d'éviter toute modification de végétation entre le début et la fin de la session. Deuxièmement, il est probable que le protocole de traitement des images ne soit pas optimal. En effet, l'analyse réalisée peut présenter certains biais pour l'analyse de la densité et de l'hétérogénéité. Ainsi, le traitement peut occasionner des pertes de pixels sur les bandes les plus basses, ou au contraire une surestimation des pixels pour les bandes les plus hautes. D'autre part, puisque le traitement informatique permet difficilement d'extraire la hauteur de la sous-strate, importante pour se dissimuler chez le Rôle des genêts, il aurait été intéressant de la mesurer directement sur le terrain. Troisièmement, il est fort probable que pour les passereaux prairiaux les données récoltées ne soient pas optimales. En effet, à cause d'une contrainte de temps, un seul passage a été effectué sur chaque point ce qui paraît insuffisant pour évaluer au mieux le nombre d'oiseaux présents. Un ou deux passages supplémentaires auraient permis d'évaluer plus finement les populations, et ainsi d'améliorer les résultats. Enfin, une analyse plus approfondie des associations végétales semblerait également une piste intéressante, notamment car le recouvrement en poacée a un impact sur toutes les espèces étudiées. Cette année une tentative a été réalisée dans les Basses Vallées Angevines mais le nombre de données récoltées n'est pas satisfaisant pour toutes les associations végétales. Une analyse statistique fiable n'a donc pas pu être réalisée à ce jour.

Pour finir, il est essentiel de noter que la structure et la composition de la végétation prairiale ne sont pas forcément les paramètres les plus importants dans la sélection d'habitats chez les oiseaux prairiaux. La fragmentation des prairies par les arbres et les haies semble avoir un impact plus important. Ainsi, une étude récente de Thompson et *al.* (2014) suggère que la réduction de la quantité d'arbustes et d'arbres présents dans les prairies, est plus susceptible d'augmenter la densité des

passereaux prairiaux que des tentatives pour améliorer la quantité et la qualité des prairies. Ce résultat entre en concordance avec une étude de Ellison et *al.* (2013) qui a permis de constater que les densités de passereaux prairiaux augmentaient après le retrait de linéaires d'arbre et de haies séparant des pâturages adjacents. Enfin, une étude réalisée dans les Basses Vallées Angevines et la vallée de la Loire par des membres du laboratoire, Besnard et Secondi (2014), a démontré qu'une densité trop importante de haies à travers les prairies a un effet négatif sur l'abondance et la richesse des oiseaux prairiaux. Toutes ces études font penser qu'il serait intéressant d'étudier quelle variable de la végétation ou du paysage impacte le plus les populations d'oiseaux prairiaux dans les Basses Vallées Angevines et la vallée de la Loire.

Références

- Abràmoff, M., Magalhaes, P., Ram, S. 2004. Image processing with ImageJ. *Biophotonics Int.* 11, 36–42.
- Amiaud, B., Merlin, A., Damour, A., Gaujour, E., Plantureux, S. 2008. Effets des pratiques agricoles sur les patrons de dispersion d'espèces végétales en prairies permanentes. *Actualité de la recherche en écologie des communautés végétales- Actes du 4e colloque ECOVEG.* 23 p. Lavoisier.
- Bahm, M., Barnes, T., Jensen, K., Gabbert, A., 2011. Vegetative characteristics and grassland passerine use of conservation plantings in eastern south Dakota. *Proc. S. Dak. Acad. Sci.* 90, 137–151.
- Besnard, A.G., Secondi, J., 2014. Hedgerows diminish the value of meadows for grassland birds: Potential conflicts for agri-environment schemes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 189, 21–27.
- Birdlife International, 2012. *Crex crex*. In: IUCN Red List of Threatened Species Version 2014.1. <<http://www.iucnredlist.org>>.
- Bissels, S., 2005. Restoration of alluvial grasslands : Effects of flooding and management on plant dispersal and recruitment. Thesis. Justus-Liebig Universität Gießen. 105 p.
- Burger, L. W., Jr., E. W. Kurzejeski, T. V. Dailey, and M. R. Ryan. 1993. Relative invertebrate abundance and biomass in conservation reserve program plantings in northern Missouri, in Church, K. E. and Dailey, T. V., Quail III: national quail symposium. Kansas City, MO. Kansas Department of Wildlife and Parks, Pratt, KS. p. 102–108
- Buri, P., Arlettaz, R., Humbert, J.-Y. 2013. Delaying mowing and leaving uncut refuges boosts orthopterans in extensively managed meadows: Evidence drawn from field-scale experimentation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 181, 22–30.
- Clergeau, P., Croci, S., Jokimäki, J., Kaisanlahti-Jokimäki, M.-L., Dinetti, M., 2006. Avifauna homogenisation by urbanisation: Analysis at different European latitudes. *Biol. Conserv.* 127, 336–344.
- Cody, M. L., ED. 1985. *Habitat Selection in Birds.* 558 p. Academic Press, New York.
- Donald, P.F., Green, R.E., Heath, M.F., 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc. R. Soc. London. Ser. B Biol. Sci.* 268, 25–9.
- Ellison, K.S., Ribic, C. a, Sample, D.W., Fawcett, M.J., Dadisman, J.D., 2013. Impacts of tree rows on grassland birds and potential nest predators: a removal experiment. *PLoS One* 8, e59151.

- Filippi-Codaccioni, O., 2008. Impact des pratiques agricoles et de l'urbanisation sur les communautés d'oiseaux agricoles. Thèse. Université Pierre et Marie Curie. 170 p.
- Fischer, K., Busch, R., Fahl, G., Kunz, M., Knopf, M., 2012. Habitat preferences and breeding success of Whinchats (*Saxicola rubetra*) in the Westerwald mountain range. *J. Ornithol.* 154, 339–349.
- Fisher, R.J., Davis, S.K., 2010. From Wiens to Robel: A Review of Grassland-Bird Habitat Selection. *J. Wildl. Manage.* 74, 265–273.
- Green, R.E., Rocamora, G., Schaffer, N., 1997. Populations, ecology and threats to the Corncrake *Crex crex* in Europe. *Vogelwelt* 134, 117–134.
- Green, R. E. 2013. Tracking Scotland's Corncrakes. *Birdwatch* 250. 26-28.
- Gréville, F., Muller, S., 1996. Etude de l'impact des changements des pratiques agricoles sur la biodiversité végétale dans les prairies inondables du Val de Meuse: présentation méthodologique et premiers résultats. *Acta Bot. Gall. Bot. Lett.* 143, 317–338.
- Grobelnik, V., Trontelj, P., 1999. The Corncrake (*Crex crex*) in Slovenia 93–96.
- Hall, L., Krausman, P., Morrison, M., 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildl. Soc. Bull.* 25, 173–182.
- Helmecke, A., 2001. Use of Space and Habitat by the Corncrake (*Crex crex*, L.) in the Lower Valley of the Oder 173–175.
- Hennique, S., Deceuninck, B., Mourgaud, G., Chanson, C., 2013. Deuxième plan national d'actions en faveur du Rôle des genêts (*Crex crex*) 2013-2018. 132 p. LPO, LPO Anjou, Ministère l'Ecologie, du développement Durable l'Energie, DREAL des Pays la Loire.
- Herkert, J., 1994. The effects of habitat fragmentation on midwestern grassland bird communities. *Ecol. Appl.* 4, 461–471.
- Isselstein, J., Jeangros, B., Pavlu, V., 2005. Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe—a review. *Agron. Res.* 3, 139–151.
- Krause, B., Culmsee, H., Wesche, K., Bergmeier, E., Leuschner, C., 2011. Habitat loss of floodplain meadows in north Germany since the 1950s. *Biodivers. Conserv.* 20, 2347–2364.
- MacArthur, R.H., Pianka, E.R., 1966. On Optimal Use of a Patchy Environment. *The American Naturalist* 100, 603–609.
- Maillard J.F, 2010. Fenaision et reproduction des oiseaux prairiaux des Basses Vallées Angevines. Bilan des suivis réalisés de 2001 à 2009 dans le cadre de l'Observatoire National "Prairie de Fauche". 27 p. Rapport ONCFS.
- Marchadour, B., Beaudoin, J.-C., Beslot, E., Boileau, N., Montfort, D., Raitière, W., Tavenon, D., Yésou, P., 2014. Liste rouge des populations d'oiseaux nicheurs des pays de la Loire. 24 p. Coord. régionale LPO Pays la Loire, Bouchemaine.
- Marchadour B. (coord.), 2014. Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire. 576 p. Delachaux et Nestlé, Paris.
- Ministère de l'agriculture de l'alimentation et de la pêche, 2012. Notice d'information territoire "Basses Vallées Angevines" Mesures agroenvironnementales territorialisées (MAET) CAMPAGNE 2012. 7 p.

- Ministère de l'agriculture de l'alimentation et de la pêche, 2013. Notice d'information territoire "Loire aval" Mesures agroenvironnementales territorialisées (MAET) CAMPAGNE 2013. 7 p.
- Normand, F., Latraube, F., Lacourpaille, D., Yésou, P., 2009. Évolution d'une population de Râle des genêts *Crex crex* dans l'estuaire de la Loire. Approche spatio-temporelle liée à l'habitat. *Alauda* 77, 209–218.
- Pearce-Higgins, J.W., Grant, M.C., 2006. Relationships between bird abundance and the composition and structure of moorland vegetation : Capsule Variations in the composition , structure and heterogeneity of moorland vegetation are shown to affect the abundance of eight of nine moorland bird spe. *Bird Study* 53, 112–125.
- Plantureux, S., Peeters, A., McCracken, D., 2005. Biodiversity in intensive grasslands: Effect of management, improvement and challenges. *Agron. Res.* 3, 153–164.
- Pulliam, H., Danielson, B., 1991. Sources, sinks, and habitat selection: a landscape perspective on population dynamics. *American naturalist* 137, 50–66.
- QGIS Development Team. 2013. QGIS 1.8.0 Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <<http://qgis.osgeo.org>>.
- QGIS Development Team. 2014. QGIS 2.2.0 Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <<http://qgis.osgeo.org>>.
- R Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <<http://www.R-project.org/>>.
- Sadler, J.P., Small, E.C., Fiszpan, H., Telfer, M.G., Niemela, J., 2006. Investigating environmental variation and landscape characteristics of an urban-rural gradient using woodland carabid assemblages. *J. Biogeogr.* 33, 1126–1138.
- Schäffer, N., Koffijberg, K. 2004. « *Crex crex* Corncrake ». *BWP Update.* 6, (1/2), 57-78
- Sordello, R., Gaudillat, V., Sibley, J.-P., Julien, T., 2011. Trame verte et bleue – Critères nationaux de cohérence – Contribution à la définition du critère sur les habitats. 29 p. Rapport MNHN-SPN.
- Sutherland W.J., Newton I., Green R. 2004. *Bird ecology and conservation: a handbook of techniques.* 408 p. Oxford University Press.
- Thompson, S.J., Arnold, T.W., Amundson, C.L., 2014. A multiscale assessment of tree avoidance by prairie birds. *Condor.* 116, 303–315.
- Veech, J. a, 2006. A comparison of landscapes occupied by increasing and decreasing populations of grassland birds. *Conserv. Biol.* 20, 1422–32.
- Vickery, J. a., Tallowin, J.R., Feber, R.E., Asteraki, E.J., Atkinson, P.W., Fuller, R.J., Brown, V.K., 2001. The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *J. Appl. Ecol.* 38, 647–664.
- Vogel, J.A., 2011. Grassland bird response to enhanced vegetation diversity in restoration plantings in the Spring Run Complex of northwestern Iowa. Thesis. Iowa State University. 161 p.
- Whittingham, M., Evans, K., 2004. The effects of habitat structure on predation risk of birds in agricultural landscapes. *Ibis (Lond. 1859).* 146, 210–220.
- Zehm, A., Nobis, M., Schwabe, A., 2003. Multiparameter analysis of vertical vegetation structure based on digital image processing. *Flora - Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants* 198, 142–160.

Annexes

Annexe I : Exemple de fiche de relevé de terrain végétation

Fiche de relevé de terrain végétation		
Observateur : Berdin Guillaume	n° du point : 233	
Date : 29/05/14	Heure : 15h50	Météo : nuageux
n° des photos : 297 à 300		
% poacées/non poacées : 50 / 50		
Remarques :		

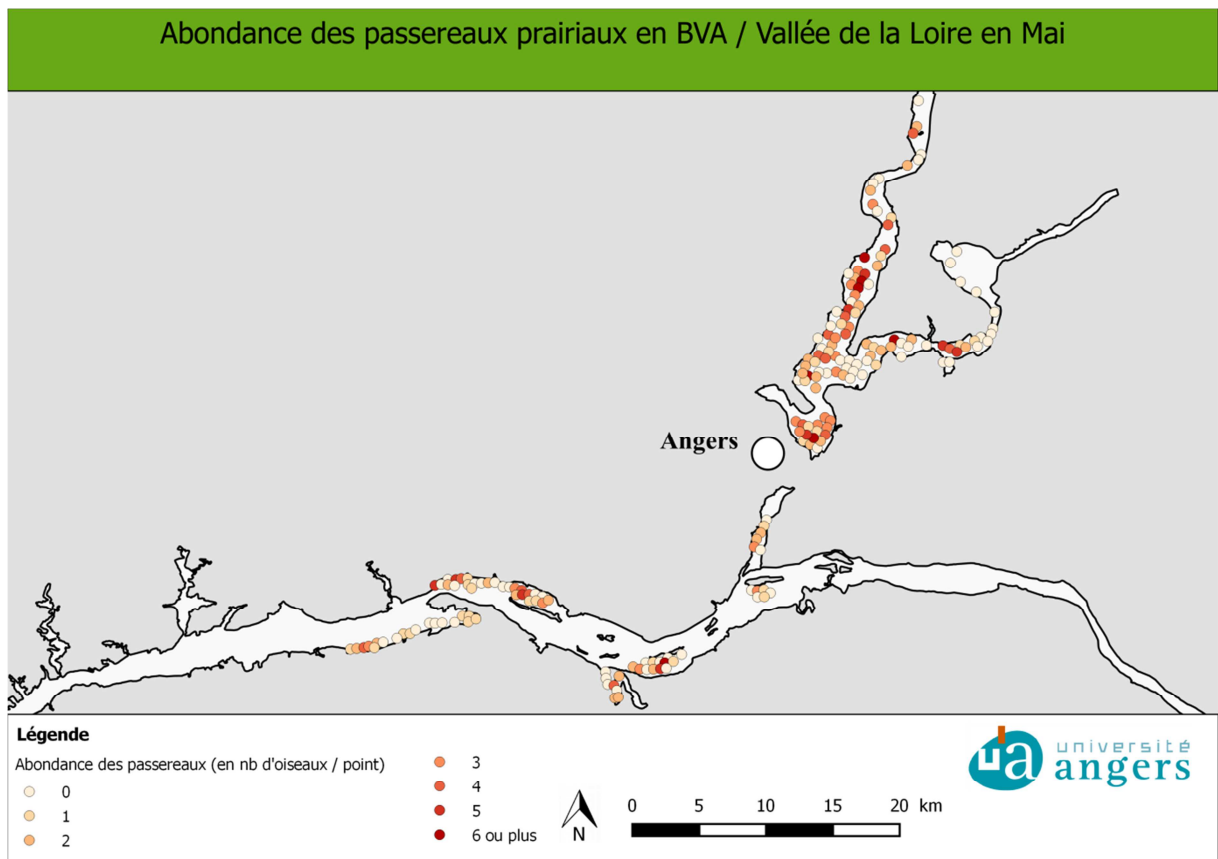
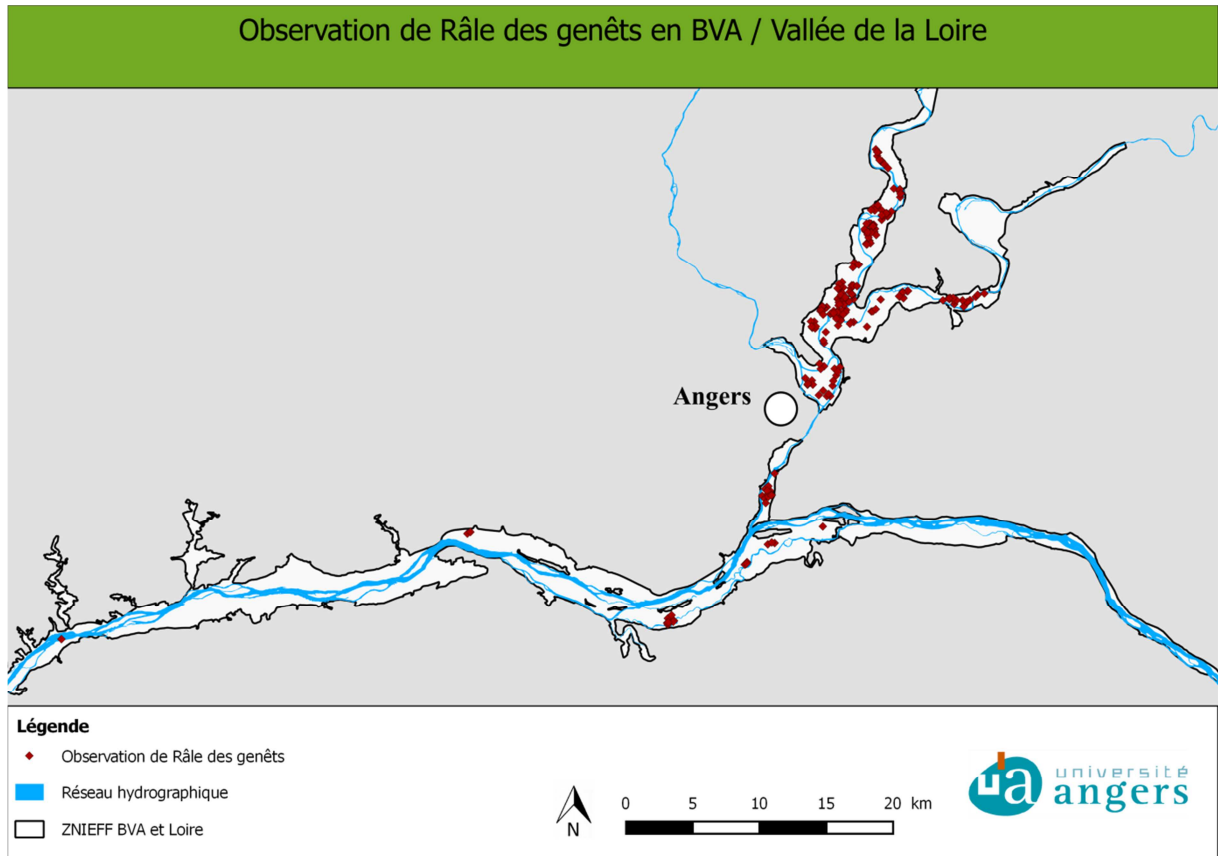
Météo : Ensoleillé ; Ciel voilé ; Nuageux ; Couvert ; Brouillard ; Pluie faible ; Averse ; Orageux + **Vent**

Annexe II : Exemple de fiche de relevé de terrain avifaune

Fiche de relevé de terrain avifaune		
Observateur : Berdin Guillaume	n° du point : 75	
Date : 13/05/14		Heure : 7h05
Météo : ensoleillé		
<p>Chaque espèce est notée par acronymes spécifiques :</p> <p>Tp = Tarier des prés Bep = Bergeronnette printan Bp = Bruant proyer Br = Bruant des roseaux</p> <p>La lettre « C » est ajoutée si un couple est observé.</p> <p>La distance d'observation est notée à côté de l'espèce</p>		
Remarques :		

Météo : Ensoleillé ; Ciel voilé ; Nuageux ; Couvert ; Brouillard ; Pluie faible ; Averse ; Orageux + **Vent**

Annexe III : Cartes d'observation du Râle des genêts et d'abondance des passereaux prairiaux



Annexe IV : Résultats des tests de comparaison par paire

Tableau I : Résultats des comparaisons par paire pour la richesse en passereaux prairiaux pour le recouvrement graminéen en avril

	0	1	2	3
1	0.136	-	-	-
2	0.061	0.429	-	-
3	< 0.001	< 0.05	0.218	-
4	< 0.01	0.049	0.254	0.734

Tableau II : Résultats des comparaisons par paire pour le total des passereaux prairiaux pour le recouvrement graminéen en avril

	0	1	2	3	4	5
1	0.3202	-	-	-	-	-
2	< 0.05	0.40818	-	-	-	-
3	0.12816	0.33078	0.96216	-	-	-
4	< 0.001	< 0.01	< 0.05	0.1385	-	-
5	0.14637	0.26498	0.76164	0.77485	0.40745	-
≥ 6	< 0.05	0.13468	0.38283	0.55697	0.70452	0.95699

Tableau III : Résultats des comparaisons par paire pour la richesse en passereaux prairiaux pour le recouvrement graminéen en mai

	0	1	2	3
1	0.0955	-	-	-
2	0.30751	0.67129	-	-
3	< 0.01	< 0.05	0.03836	-
4	< 0.001	< 0.001	< 0.01	0.10605

Tableau IV : Résultats des comparaisons par paire pour le total des passereaux prairiaux pour le recouvrement graminéen en mai

	0	1	2	3	4	5
1	0.36677	-	-	-	-	-
2	0.06039	0.38192	-	-	-	-
3	0.07248	0.27665	0.67067	-	-	-
4	< 0.001	< 0.01	< 0.05	0.14251	-	-
5	0.70832	0.98658	0.61551	0.3871	< 0.05	-
≥ 6	< 0.05	0.08452	0.23433	0.58042	0.3661	0.24114

Tableau V : Résultats des comparaisons par paire entre les catégories de nombre d'individus pour le Tarier des prés pour la hauteur de végétation en mai.

	0	1	2
1	0.7857	-	-
2	< 0.01	< 0.01	-
≥ 3	< 0.01	< 0.01	0.0994

Tableau VIII : Résultats des comparaisons par paire entre les catégories de nombre d'individus pour le Tarier des prés pour la croissance de végétation.

	0	1	2
1	0.534	-	-
2	0.069	0.204	-
≥ 3	< 0.05	< 0.05	0.110

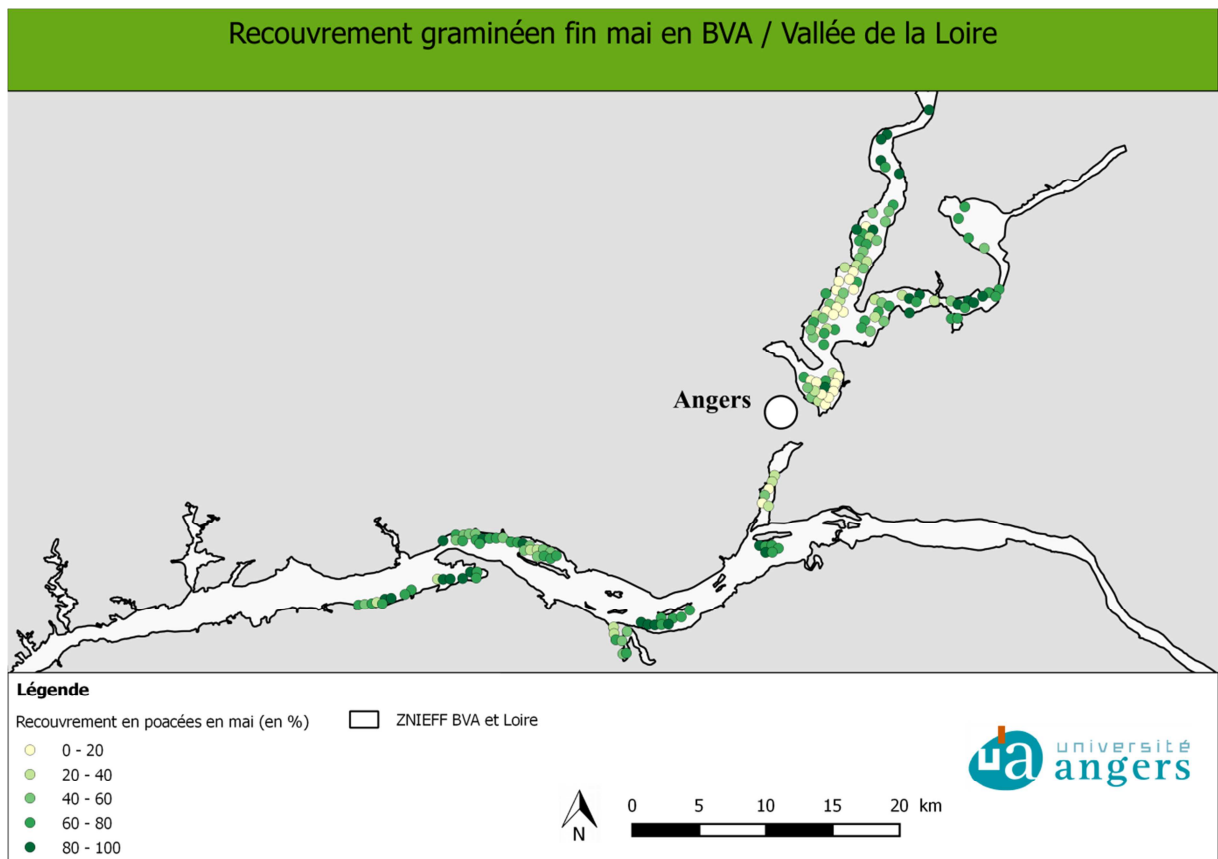
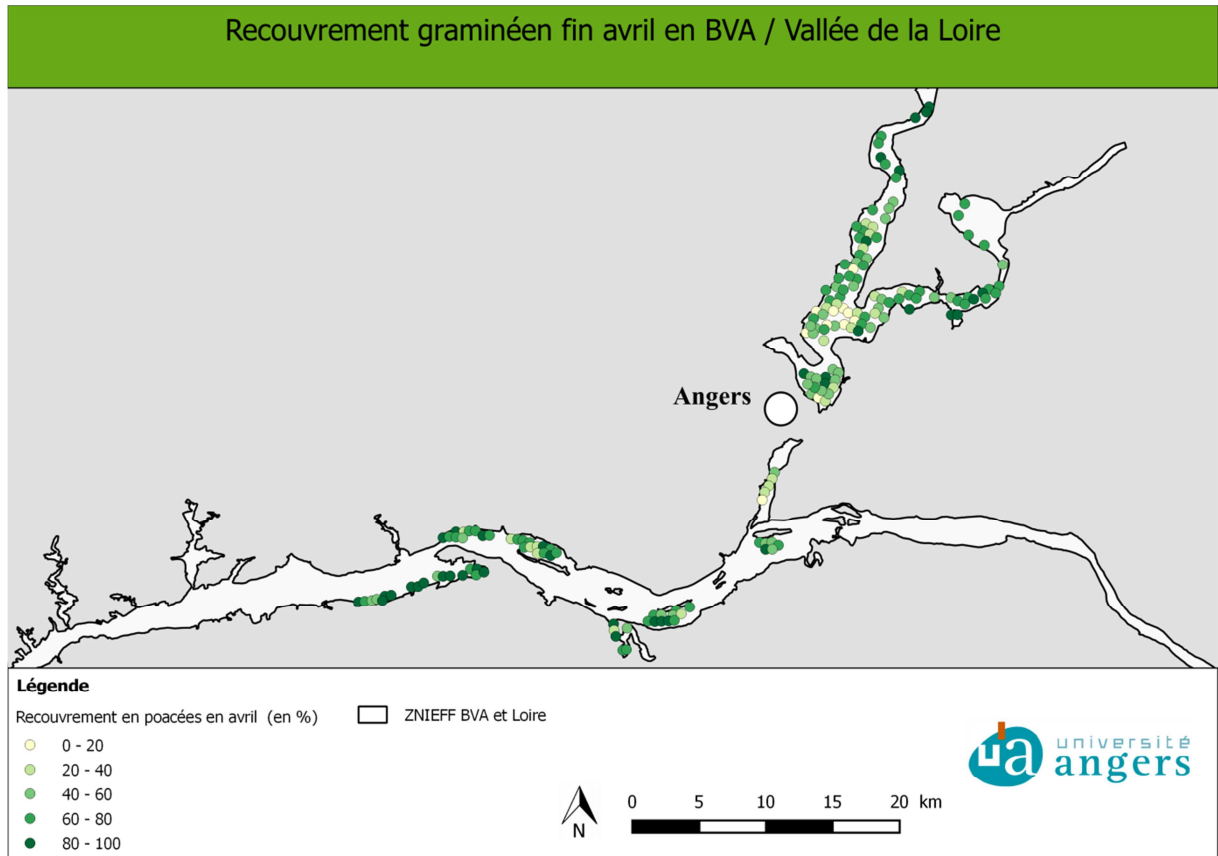
Tableau VII : Résultats des comparaisons par paire entre les catégories de nombre d'individus pour le Tarier des prés pour la densité de végétation en avril.

	0	1	2
1	< 0.01	-	-
2	0.5840	0.1186	-
≥ 3	0.5237	0.2004	0.8940

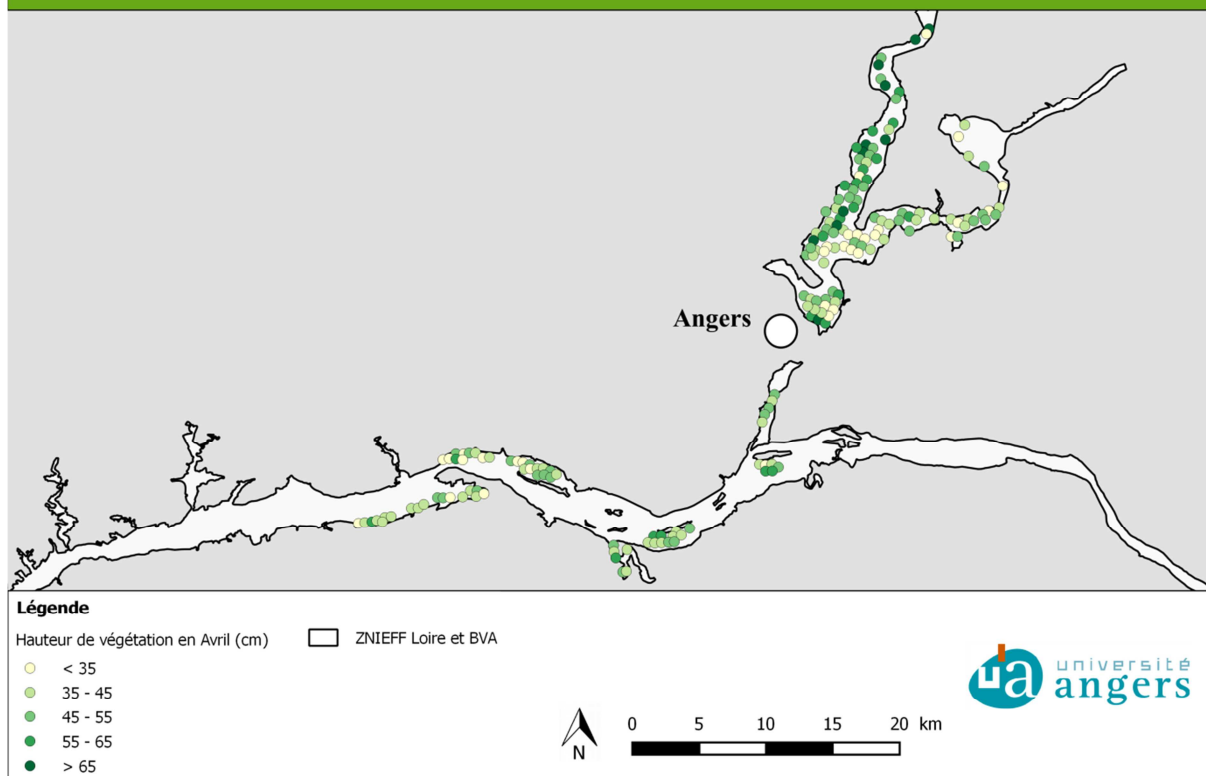
Tableau VIII : Résultats des tests de comparaisons par paire entre les catégories de nombre d'individus chez le Bruant proyer pour la distance d'hétérogénéité en avril.

	0	1	2
1	0.079	-	-
2	0.065	0.423	-
≥ 3	< 0.05	0.054	0.059

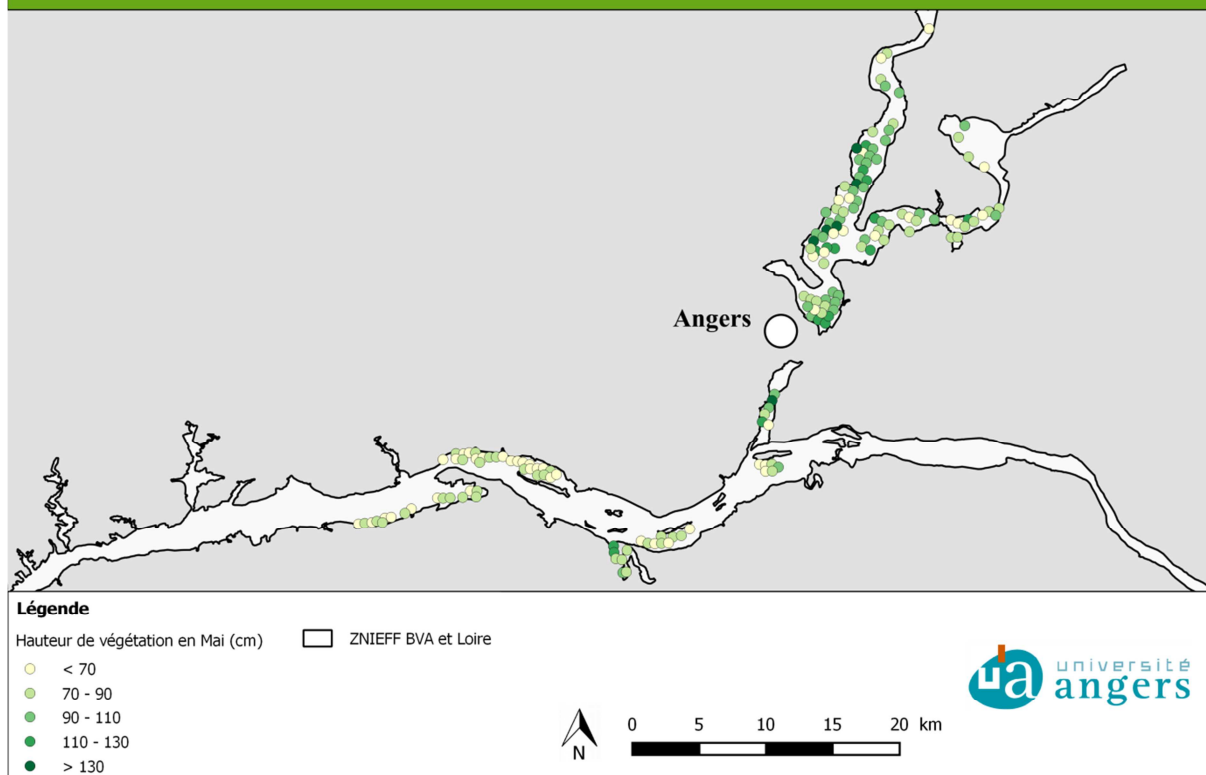
Annexe V : Cartes de végétation



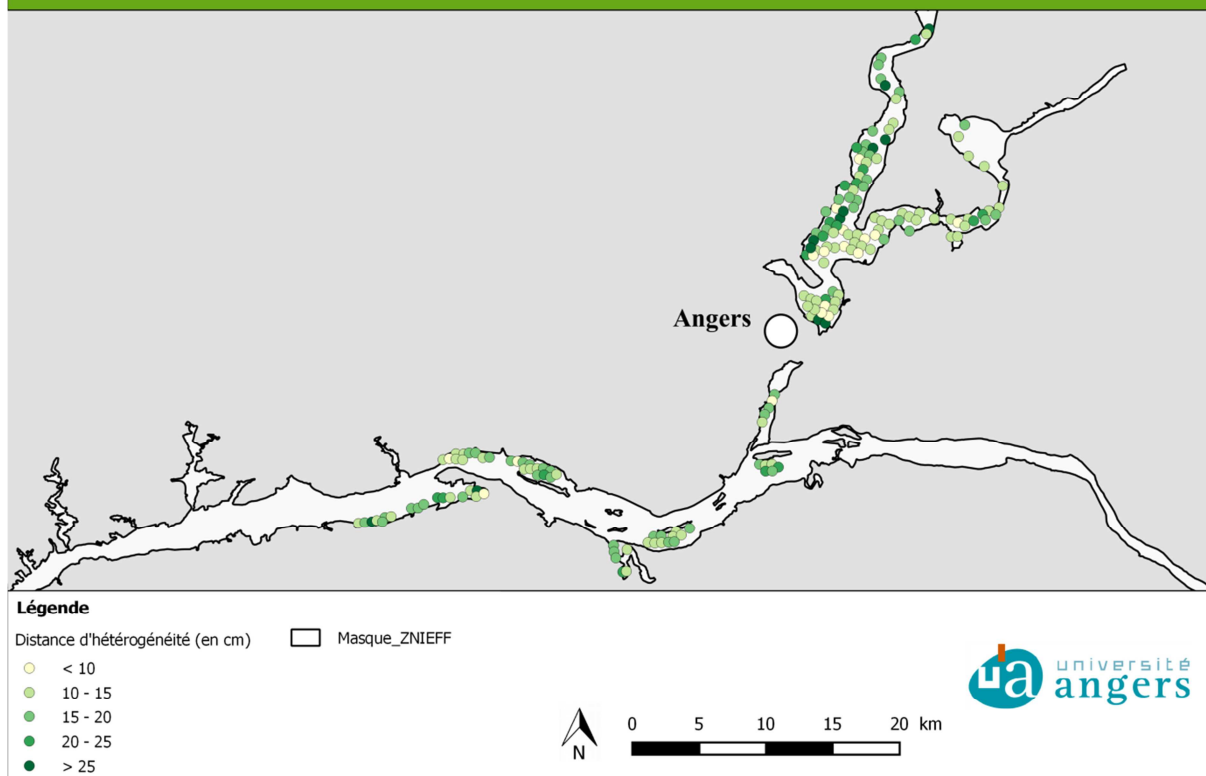
Hauteurs maximales de végétation fin avril en BVA / Vallée de la Loire



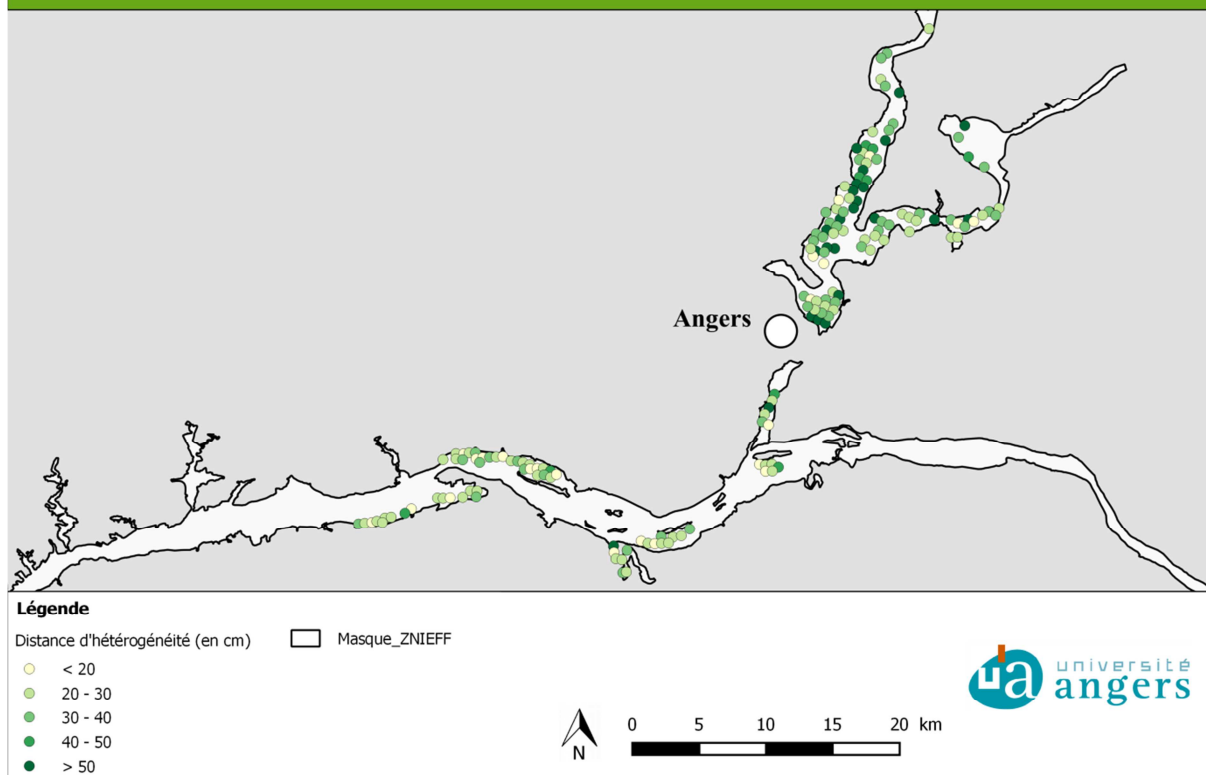
Hauteurs maximales de végétation fin mai en BVA / Vallée de la Loire



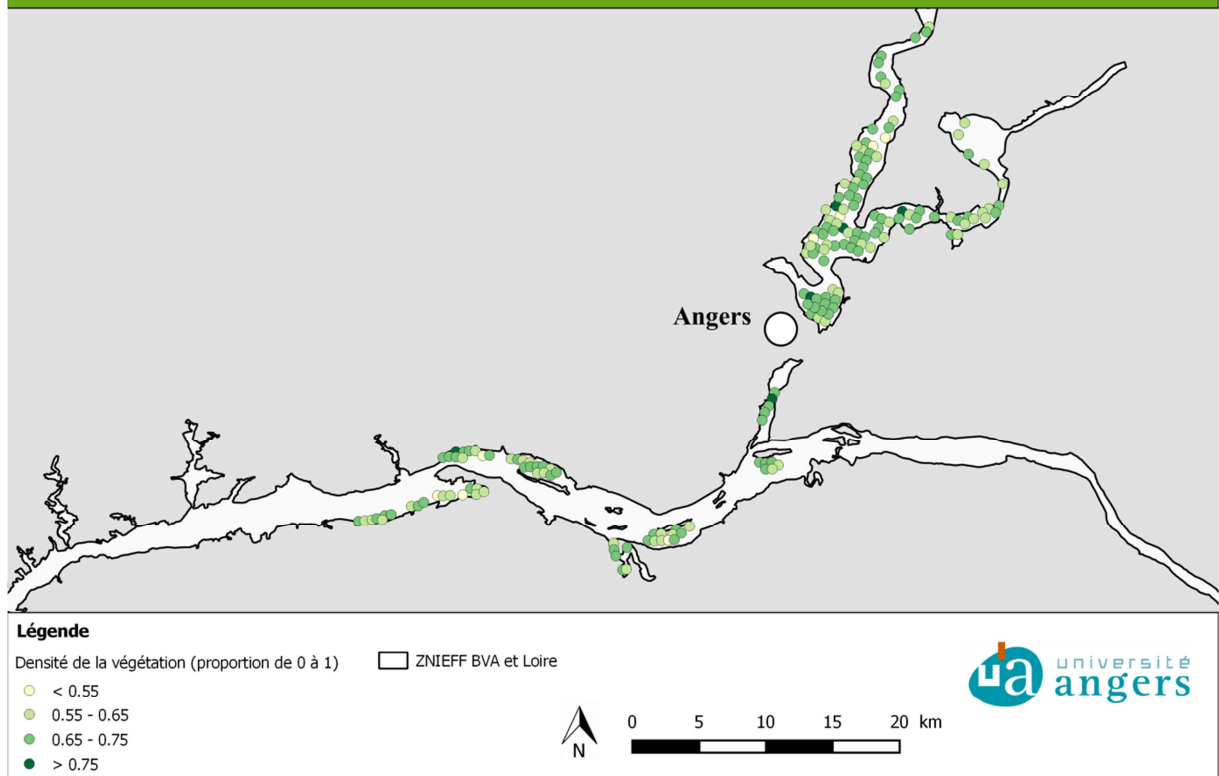
Hétérogénéité de la végétation fin avril en BVA / Vallée de la Loire



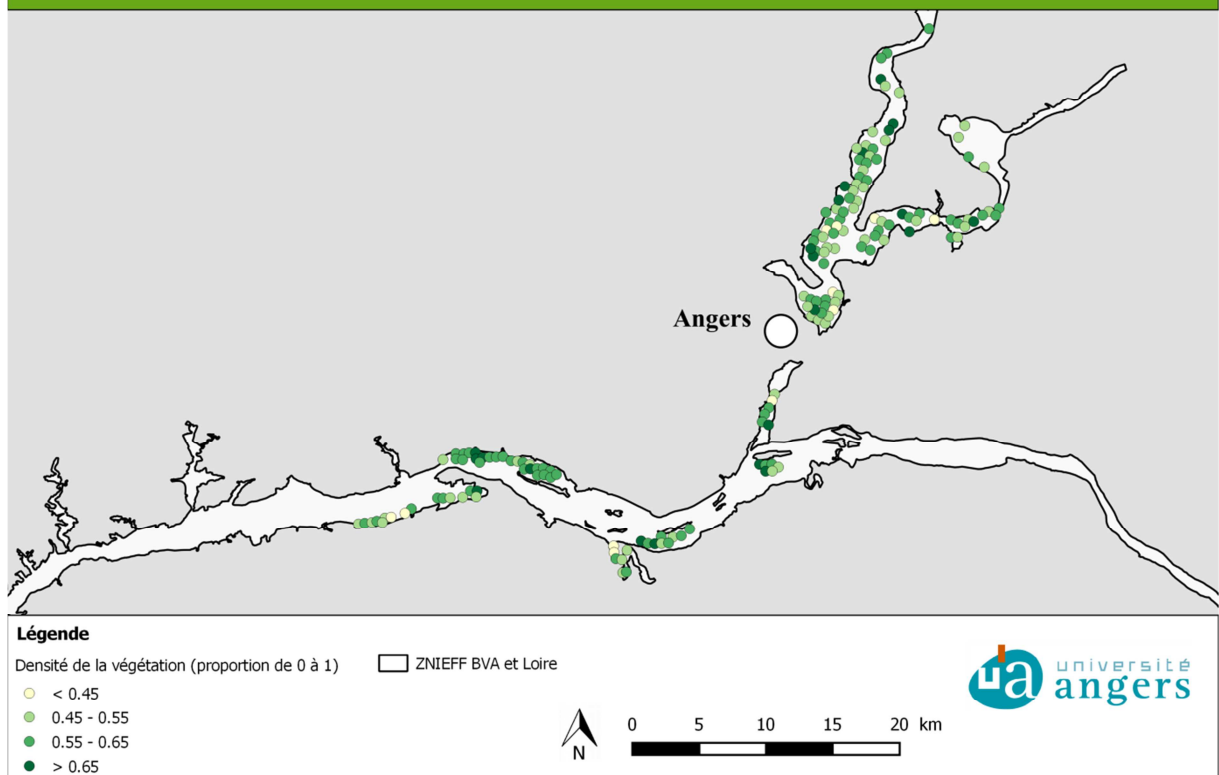
Hétérogénéité de la végétation fin mai en BVA / Vallée de la Loire



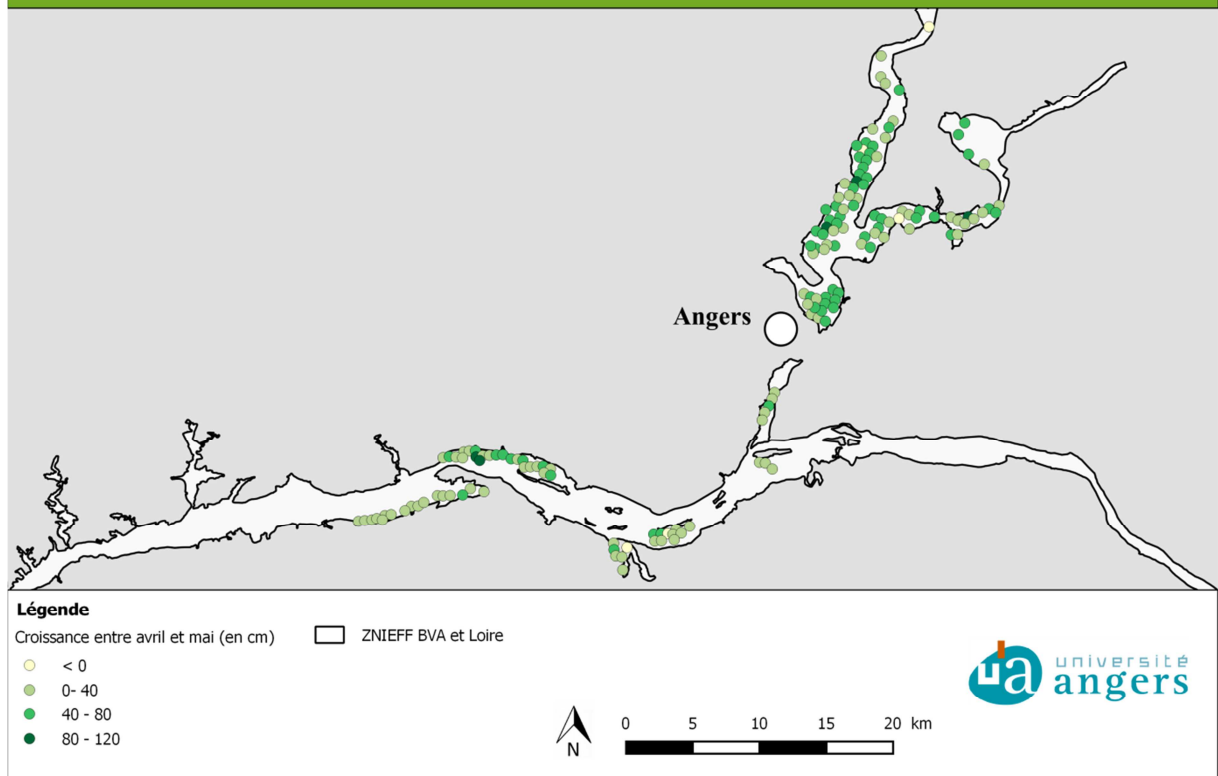
Densité de végétation fin avril en BVA / Vallée de la Loire



Densité de végétation fin mai en BVA / Vallée de la Loire



Croissance de végétation entre avril et mai en BVA / Vallée de la Loire



ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné(e)
déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le **27/08/2014**

**Cet engagement de non plagiat doit être signé et joint
à tous les rapports, dossiers, mémoires.**

Présidence de l'université
40 rue de rennes – BP 73532
49035 Angers cedex
Tél. 02 41 96 23 23 | Fax 02 41 96 23 00

