Mise en œuvre du SRCE

CPO thématique

« PERMEABILITE DES ESPACES AGRICOLES »

Synthèse sur l'analyse des inventaires de l'avifaune dans les territoires CVB : Rovaltain, Bièvre et Forez.

Benoit SARRAZIN, Vincent TOLON, Emmanuel GUISEPELLI, Philippe FLEURY, Emmanuel VERICEL

Décembre 2019

I. Contexte : le SRCE, les espaces agricoles et les oiseaux communs 3
Accompagnement du dispositif TVB régional 3
Oiseaux et espaces agricoles cultivés 4
Conclusion : 7
II. Objectifs : quelle adéquation agriculture/paysage/diversité avifaunistique dans les territoires CVB ? 8
Rappel : dispositif avifaune de la CPO perméabilité des espaces agricoles 8
Questionnement 9
III. Méthodologie : focus sur les populations et les communautés 11
Rappel de l'échantillonnage 11
Analyses au niveau de l'espèce et des populations 11
Analyses au niveau des communautés et des éco-paysages. 12
IV. Résultats et interprétations 15
Une diversité spécifique élevée mais hétérogène en fréquences et répartitions 15
Espèces et paysage : des liens peu évidents à l'échelle du site d'écoute 16
Des nuances remarquables dans la répartition des communautés 19
Organisation des communautés en lien avec des « éco-paysages ». 23
V. Discussion : quelle « hétérogénéité paysagère » pour préserver la diversité de l'avifaune ? 25
Des espaces agricoles qui allient hétérogénéité paysagère et biodiversité 25
Le paysage est peu corrélé à l'assemblage des espèces à l'échelle locale 25
Des communautés probablement affectées par les contrastes éco-paysagers 26
Des risques pour les communautés spécialisées 27
Limites et approfondissements 28
VI. References bibliographiques 29
VII. ANNEXES 1

I. Contexte : le SRCE, les espaces agricoles et les oiseaux communs

Accompagnement du dispositif TVB régional

Le cas spécifique des espaces agricoles « intensifs »

Le concept de continuité écologique éprouvé par l'écologie du paysage est entré dans les politiques publiques d'aménagement du territoire en France avec le dispositif « Trame Verte et Bleue » (TVB). C'est un outil qui vise à constituer des réseaux écologiques fonctionnels sur les territoires et ce à différentes échelles. La TVB a pour ambition d'inscrire la préservation de la biodiversité dans les documents d'aménagement du territoire. La TVB inclut donc principalement des milieux naturels qui sont souvent qualifiés de réservoirs de biodiversité mais également des espaces agricoles dont les fonctionnalités vis-à-vis de la biodiversité sont assez mal connues et sujettes à controverses. Les espaces agricoles jouent un rôle majeur dans la préservation d'une biodiversité ordinaire et en partie utile à l'agriculture. Le dispositif TVB se trouve actuellement confronté à la question de la gestion écologique des espaces agricoles et plus globalement celle de leur usage multifonctionnel en réponse aux besoins divers de la société : Rôle d'approvisionnement et valorisation économique, fonctionnement écologique et valorisation récréative, patrimoniale, socio-culturelle.

Plusieurs limites méthodologiques sont apparues dans la mise en œuvre de la TVB dans les espaces agricoles. L'occupation des sols est très hétérogène sur les plans spatial et temporel du fait des activités agricoles. Les connaissances actuelles de la dynamique et de la mobilité des espèces dans ce type de paysage se trouvent très limitées par cette complexité. Les fonctionnalités écologiques qui en découlent sont difficiles à décrire, au-delà des espèces spécialisées très dépendantes d'un habitat donné, de multiples espèces ordinaires exploitent de manière plus opportuniste les multiples ressources disponibles. Ainsi l'hétérogénéité de l'ensemble doit être étudiée en analysant la composition et la configuration spatiales des différentes formes d'occupation des sols (Fahrig et al. 2011).

Cette nouvelle approche implique que **la gestion de l'organisation spatiale ou de l'hétérogénéité des espaces agricoles devient en soi un enjeu majeur pour la conservation** des espèces mobiles qui utilisent ces milieux. Or, jusqu'à présent les politiques agro-environnementales ne sont pas objectivées pour modifier l'organisation spatiale du paysage. Elles sont constituées de mesures applicables à l'échelle de l'exploitation agricole voire de la parcelle et son pourtour immédiat (haie, bosquet…) sans réellement tenir compte du niveau d'organisation supérieur du paysage.

Besoin de connaissances complémentaires

Par conséquent, trois problèmes se posent et méritent d'être analysés conjointement pour accompagner le dispositif TVB dans les espaces agricoles :

- **La caractérisation spatiale des espaces agricoles** car les données standards d'occupation des sols (comme Corine Land Cover) sont trop grossières pour une prise en compte opérationnelle de l'hétérogénéité des paysages. Or il est essentiel de mieux comprendre l'organisation spatiale du paysage et des activités agricoles au sein de larges territoires.
- **Les déterminants des structures paysagères** de cet espace en lien avec les activités agricoles principalement mais aussi l'ensemble des dynamiques socio-économiques du territoire (urbanisme, aménagements, logiques de filières…).
- **Le lien entre structures paysagères (composition, organisation), fonctionnement des systèmes agricoles et fonctionnement écologique :** abondance et circulation des espèces mobiles. Ce dernier point pose de nombreux problèmes aussi bien de connaissances disponibles et de méthodologies pour établir correctement ces liens. D'autant plus que le

paysage et les pratiques agricoles ne peuvent évidemment expliquer l'ensemble des processus écologiques à l'œuvre dans ces espaces.

Pour la mise en place de la TVB en Rhône-Alpes, le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) a été approuvé en 2014 pour 6 ans. Le SRCE détermine les composantes de la trame verte et bleue régionale et définit un plan d'actions pour la préserver et la restaurer. Lors de l'élaboration du SRCE, les espaces agricoles ont fait l'objet d'une étude qui a révélé la présence de 4 à 8% d'espaces occupés par des éléments semi-naturels arborés (Sarrazin et al., 2012). **Une notion nouvelle d'espace perméable a été actée** suite, entre autres, à cette étude, en plus des réservoirs de biodiversité et des corridors. La perméabilité est une caractéristique globale de la fonctionnalité écologique de la matrice éco-paysagère agricole pour garantir une mobilité satisfaisante des espèces (Amsallem & al, 2010).

L'enjeu majeur sur les espaces agricoles est désormais à la fois **d'améliorer les connaissances dans une perspective de gestion et d'assurer dans la durée le maintien de leurs fonctionnalités écologiques** en se basant sur la notion de « perméabilité écologique ».

Oiseaux et espaces agricoles cultivés

Généralités sur le déterminisme des communautés écologiques pour des espèces mobiles

En écologie les communautés sont des systèmes structurés par des interactions biotiques (compétition, facilitation, prédation), et/ou par interactions des individus avec leur environnement (milieux, climat…), et aussi par des processus de colonisation-extinction, ou dispersion. L'assemblage des communautés est donc le fait complexe de ces multiples processus agissant en interaction dans le temps et l'espace. De nombreuses théories ont vu le jour en se basant sur un ou plusieurs de ces processus pour tenter d'expliquer la distribution des espèces dans l'espace et/ou son évolution dans le temps :

- **Patch dynamique :** on considère un milieu de qualité homogène, les facteurs environnementaux n'ont pas d'effets, la distribution des espèces est le fait exclusif de compromis entre compétitivité et capacités de dispersion, ou également entre fécondité, taux de reproduction et dispersion des espèces. Par conséquent, la dynamique spatiale décrite par ce paradigme est dominée par des phases d'extinction et de colonisation locales.
- **Tri des espèces :** dans cette hypothèse les facteurs environnementaux ont un effet majeur sur le tri des espèces. Ainsi l'adéquation entre les traits des espèces et les conditions locales peut être maintenue même dans des milieux changeants. Le processus de dispersion est limité mais il assure cette adéquation entre environnement et traits des espèces. On se rapproche de la notion de niche écologique, l'assemblage se fait de façon à ce que chaque espèce trouve sa place dans des conditions qui lui restent assez favorables.
- **Effet masse :** effet dominant de la dispersion dans un environnement hétérogène au niveau des habitats, importance majeure des dynamiques sources – puits, les extinctions sont compensées par la dispersion qui assure la migration depuis des zones sources favorables voire saturées vers d'autres zones.
- **Neutre :** le système n'est pas guidé par un processus en particulier, les dynamiques d'extinction-colonisation sont stochastiques. Ce modèle aléatoire ne peut expliquer comment la diversité locale et régionale diffère sans faire appel à d'autres processus.

Nous comprenons ici que la perméabilité écologique ne peut se résumer au seul processus de dispersion même s'il est important pour les oiseaux. La coexistence de ces phénomènes qui décrivent l'assemblage des-communautés est tout à fait possible notamment à différentes échelles spatiales sur un même espace géographique. Deux approches scientifiques complémentaires existent pour les

étudier : modélisation d'une part et études empiriques de terrain échantillonnage sites x espèces d'autre part (approche mise en œuvre dans l'axe 1 de la CPO perméabilité des espaces agricoles).

Dynamique de la biodiversité avifaunistique dans les espaces agricoles : STOC et autres études

Aucune espèce d'oiseaux n'est écologiquement inféodée aux espaces agricoles, puisqu'elles ont toutes préexisté à l'avènement de l'agriculture, vivant en milieu ouvert, prairies ou steppes par exemple (Fontaine et Jiguet, 2016). On parle d'espèces agricoles par simplification car elles se sont adaptées à cet environnement. En France de nombreux travaux de recherche faisant parfois appel aux sciences participatives ont permis ces dernières décennies de suivre les populations d'oiseaux, dont les oiseaux communs dans tous les contextes géographiques et écologiques, dont les divers espaces agricoles.

Le Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) est un programme de suivi à long terme, coordonné par le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN). Il permet notamment de connaître l'évolution temporelle des communautés d'oiseaux communs. Il s'agit d'une base de données qui permet des analyses spatiales et temporelles. Dans un contexte général de simplification et d'homogénéisation des paysages agricoles, les résultats montrent que les **effectifs des espèces spécialisées sont en diminution (-32% entre 1989 et 2014) au profit d'espèces plus opportunistes** (Fontaine et Jiguet, 2016).

Dans les espaces agricoles, l'hétérogénéité du paysage n'affecte pas de la même façon toutes les espèces. **L'abondance des espèces spécialisés est positivement corrélée à la quantité d'habitat qui leur est nécessaire** et négativement à l'hétérogénéité de configuration du paysage, vu comme un indice de fragmentation paysagère. Pour ces espèces le mécanisme de fragmentation de l'habitat est le plus pénalisant (Teillard et al, 2014).

Les espèces généralistes sont en revanche plus abondantes dans les paysages dominés par les terres arables et une forte fragmentation du paysage. Cela suppose que les mécanismes de supplémentation voire de complémentation peuvent accentuer leur présence, c'est-à-dire la possibilité pour ces espèces de bénéficier d'habitats et de ressources de substitution.

Selon Henckel (2015) une forte hétérogénéité paysagère dans un maillage parcellaire fin renforce tout de même la stabilité des communautés en minimisant les effets perturbateurs des dynamiques de modification des milieux agricoles comme les rotations de culture. Il est donc démontré que l'hétérogénéité du paysage peut renforcer la résilience, c'est-à-dire la modification du comportement des populations suite à perturbation pour retrouver des ressources dans le paysage, grâce notamment à la dispersion. Pour aller dans un sens similaire, Bonthoux et al (2012) et Bonthoux et Balent (2015) concluent à une relative stabilité des méta communautés dans le temps. Leurs analyses montrent que dans l'espace agricole la distribution des espèces suit un gradient environnemental que la dynamique temporelle modifie peu. La composition paysagère joue ici un rôle majeur en particulier le gradient d'éléments boisés, suivant ici aussi l'hypothèse de « tri des espèces ».

Les politiques de conservation doivent donc être adaptées au niveau des communautés d'espèces et intégrer différents niveaux d'hétérogénéité du paysage (Teillard et al, 2014).

Les liens entre processus écologiques et paysage : quelle hétérogénéité paysagère pour la conservation ?

Les processus structurant les communautés seraient en partie dépendant du type de paysage, avec une importance de la dispersion dans les milieux ouverts et changeants (effet masse), et d'autre part une influence dominante de l'environnement ou des habitats préférentiels, c'est-à-dire de la disponibilité des éléments semi-naturels dans les milieux agricoles plus bocagers et pérennes (tri des espèces).

Effet stabilisateur des éléments boisés et pérennes

Les résultats de Henckel (2015) montrent une **forte structuration par l'environnement des espèces de milieux fermés par opposition aux espèces de milieux ouverts davantage structurées par des processus de dispersion.** Ces phénomènes de dispersion pourraient ainsi expliquer la variabilité interannuelle plus aléatoire rencontrée sur les espèces de milieux ouverts.

Il existe un effet majeur des éléments boisés du paysage sur la composition des communautés d'oiseaux, fortement structurées le long d'un gradient de haies et de bois (Bonthoux et al 2012). Les arbres avec les haies bois et forêts contribuent le plus à l'effet structurant du paysage sur les communautés. Il s'agit de multiples zones de refuges, nourrissage ou chant pour de nombreuses espèces.

La dispersion : essentielle en milieux ouverts cultivés

Les espèces d'oiseaux de milieux ouverts sont davantage influencées par la composition en cultures, tandis que cette composition en culture n'aurait que peu d'influence sur les espèces nichant dans les haies, qui seraient essentiellement dépendant des éléments boisés pour nicher et s'alimenter et peu influencés par la nature des cultures alentour.

Le rôle de l'échelle d'analyse

Les facteurs environnementaux ont un effet majeur à grande échelle (ou faible distance 200 m) car les territoires sont limités en période de reproduction. Les espèces spécialistes ont besoin de ressources à proximité. La réduction de l'effet structurant du paysage à plus petite échelle (grandes distances plusieurs km) peut être liée au fait que le paysage devient plus homogène et stable au fur et à mesure qu'on augmente la taille de la zone d'influence considérée. L'intensification de l'espace agricole et la fragmentation qui en résulte peuvent ne pas affecter l'occurrence d'espèces spécialistes qui vont persister localement sur des habitats résiduels et donc rester présents à petite échelle. En revanche les espèces de milieux ouverts seront plus affectées en cas de fermeture du paysage (Bonthoux et al, 2012).

La diversité des cultures est un plus mais ne suffit pas

Il existe un **effet positif de la diversité des cultures sur les composantes locales et régionales de la diversité avifaunistique** mais dépendant de la présence d'éléments boisés. La diversité à elle seule ne suffirait pas à augmenter la richesse spécifique des communautés en l'absence d'éléments semi-naturels comme les haies. Cet effet positif de la diversité des cultures va cependant dans le sens de l'hypothèse de « complémentation paysagère » (Henckel ,2015), qui suppose qu'une diversité des habitats bénéficierait d'une part aux spécialistes de ces différents habitats mais également aux espèces plus généralistes utilisant simultanément ou successivement divers habitats pour répondre à l'ensemble de leur besoins (comme par exemple pour nicher et s'alimenter). Ainsi l'hétérogénéité pourrait favoriser la diversité des espèces mais il existe un pallier.

La notion de spécialisation et l'utilisation d'espèces indicatrices

Les données du STOC ont permis de calculer l'abondance relative des espèces dans les différents types de paysages en France et donc d'en déduire leurs préférences en termes d'habitats. Ainsi, **si une espèce est plus abondante dans un habitat que ce que prédirait une répartition homogène dans les différents habitats, elle est dite spécialiste de cet habitat.** Ces choix méthodologiques ont permis de constituer des listes d'espèces ou cortèges d'espèces et de proposer l'indicateur « Oiseaux agricoles » au niveau français. Chaque espèce d'oiseaux commun peut être classée : cortèges forestier, bocager, généraliste, bâti, et milieux agricoles qui peut se décliner éventuellement en oiseaux spécialistes des prairies, des cultures …

Il faut bien sûr rester prudent dans l'usage de cette catégorisation des espèces, car selon le contexte territorial la présence de telle ou telle espèce peut s'expliquer par des caractéristiques spécifiques des paysages, de présence et de gestion d'éléments paysagers particuliers en lien avec des pratiques agricoles et/ou avec des politiques antécédentes d'aménagement de l'espace.

Il faut être très prudent également dans l'interprétation des données d'indice ponctuel d'abondance que sont les points d'écoute. **Même si la diversité spécifique globale augmente, la diversité fonctionnelle, gage d'une bonne santé des écosystèmes, n'est pas nécessairement en augmentation.** On ne peut donc pas se contenter du nombre d'espèces pour évaluer l'état de santé des écosystèmes (Bonthoux et al, 2012 ; Fontaine et Jiguet, 2016).

Par exemple l'alouette des champs trouve ses ressources en milieux ouverts « d'openfields » que ce soit en hiver pour se nourrir de graines ou au printemps/été pour trouver des insectes. L'alouette affectionne les paysages ouverts sans arbre ni végétation haute, sous climats océanique, tempéré et continental. Les prairies et les jachères sont particulièrement attractives. En migration ou en halte migratoire, les chaumes, les zones enherbées et les jachères sont largement appréciés pour y trouver leur nourriture. L'Alouette des champs est incontestablement un indicateur biologique des grandes plaines céréalières. La densité des effectifs nicheurs et des hivernants renseigne sur la qualité de l'habitat. La présence des alouettes est significativement corrélée au type de culture, à la hauteur et au recouvrement de la végétation. En hivernage, une étude sur l'utilisation nocturne des parcelles a montré que les Alouettes semblent plus abondantes sur les parcelles de chaumes, lorsque la hauteur de végétation est comprise entre un et 10 cm et lorsque le recouvrement de la végétation est compris entre 10 et 75% (MNHN). Les parcelles dénuées de végétation sont évitées, d'où la tendance à la voir s'éloigner des zones de monocultures de printemps.

Donc pour l'Alouette des champs (Fahrig et al, 2011) :

- Milieux défavorables : forêts ou boisement de grande taille, zones urbanisées.
- Milieux neutres : sols nus, terres arables intensives comme les cultures de printemps (maïs) et surfaces fourragères intensivement fauchées et/ou pâturées.
- Milieux avantageux : jachères, prairies permanentes, cultures d'hiver de préférences peu intensives.

Il est conseillé de maintenir un parcellaire de taille modéré pour accroitre l'effet lisière, maintenir des jachères et zones enherbées, les céréales à paille de printemps sont appréciées. L'Alouette apprécie les rotations pratiquées en système de polyculture-élevage sur des espaces ouverts.

Conclusion :

Il s'agit d'une brève revue de littérature scientifique, mais apparait clairement l'importance de **maintenir une hétérogénéité suffisante des paysages** pour favoriser la biodiversité avifaunistique. Les milieux agricoles ne peuvent pas être considérés comme un tout homogène, il existe de fortes disparités entre les paysages, conditionnant en partie les processus d'assemblage des communautés. La simplification des paysages n'occasionnerait donc pas systématiquement une perte drastique d'espèces mais augmenterait l'instabilité des communautés. Il est donc essentiel de ne pas négliger la conservation des éléments semi-naturels, nécessaires à stabiliser la diversité. Cet effet des éléments semi-naturels agit en interaction avec l'effet de la composition paysagère. Il apparaît ainsi que **diversifier les cultures est important mais serait insuffisant en soi sans le maintien d'éléments semi-naturels** à un niveau suffisant dans le paysage.

II. Objectifs : quelle adéquation agriculture/paysage/diversité avifaunistique dans les territoires CVB ?

Rappel : dispositif avifaune de la CPO perméabilité des espaces agricoles

Les études préalables au SRCE Rhône-Alpes montrent que les espaces de plaine d'agriculture intensive conservent une **hétérogénéité dans l'assolement avec la présence souvent non négligeable d'éléments semi-naturels à ce qui constitue un potentiel pour stabiliser la biodiversité** avifaunistique. Cette hétérogénéité paysagère est variable, il existe plusieurs unités éco-paysagères différentes au sein d'un espace agricole en fonction de la composition paysagère, des successions de culture mises en place et de la taille des parcelles entre autres (pour une analyse détaillée des unités paysagères dans les espaces agricoles de la région AURA voir les livrables 1.2 et 1.3 de la CPO perméabilité des espaces agricoles).

Pour approfondir la question de la perméabilité écologique en AURA, la CPO avait prévu un inventaire le plus complet possible de la diversité avifaunistique sur des espaces appartenant à la trame agricole du SRCE. L'objectif est ici de disposer d'une **photographie de la biodiversité avifaunistique** de ces espaces afin de décrire les liens qui pourraient exister entre activités agricoles, paysage et diversité avifaunistique. Le but est d'établir **un diagnostic et des recommandations pour la gestion de l'hétérogénéité paysagère de ces espaces** dans le but de préserver ou restaurer la biodiversité.

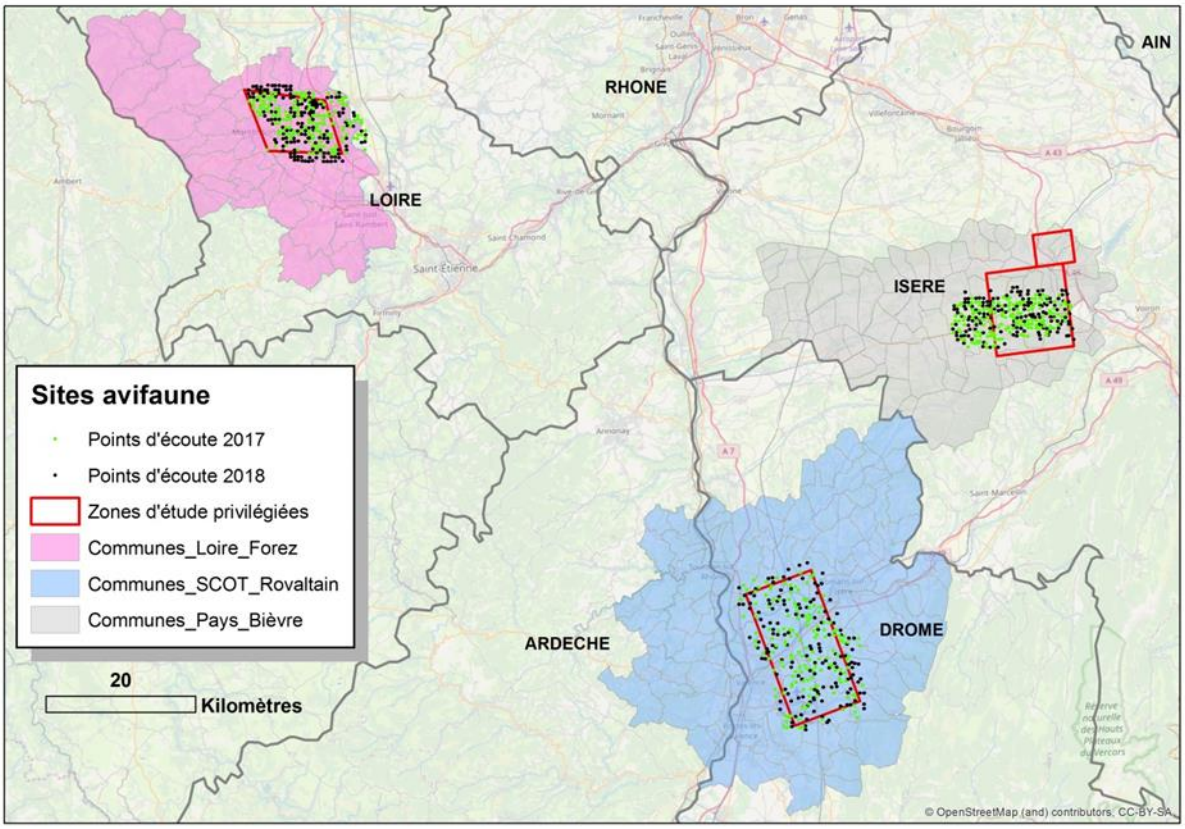


Figure 1 : localisation des points d'écoute effectués par la LPO AURA dans les trois territoires CVB partenaires de la CPO perméabilité des espaces agricoles.

Nous présentons les résultats des analyses effectuées sur 300 points d'écoute effectuée par la LPO Auvergne Rhône-Alpes dans trois espaces de plaine agricole appartenant à des territoires ayant contractualisé un Contrat Vert et Bleu avec la Région AURA : la plaine du Forez sur le territoire de la communauté d'agglomération Loire-Forez, la plaine de Bièvre sur le territoire du syndicat hydraulique,

la plaine du Rovaltain sur le territoire du SCOT Rovaltain. Par simplification nous nommerons par la suite ces territoires « Bièvre », « Forez » et « Rovaltain ».

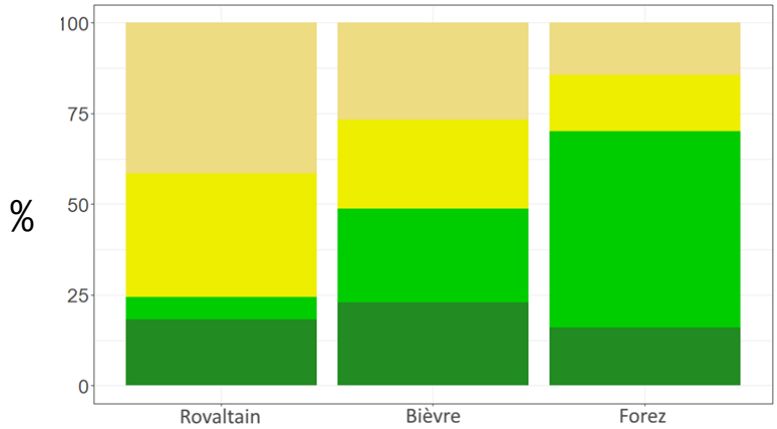


Figure 2 : répartition de quatre grands types d'occupation du sol dans les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles. Avec du haut vers le bas : cultures d'hiver (Blé, orge, colza…), cultures de printemps (maïs, tournesol, sojà…), prairies (permanentes et temporaires) et surfaces boisées (haies, bois, forêts).

La diversité paysagère des trois espaces étudiés est globalement différente (Fig.2). Le Rovaltain est dominé par les terres arables cultivées, la Bièvre est très équilibrée entre terres arables, surfaces en herbe ou boisées et enfin le Forez est dominé par les surfaces en herbe. L'analyse comparative des résultats sur ces trois territoires sera donc particulièrement pertinente pour en tirer des enseignements généralisables à l'échelle régionale.

Questionnement

L'hétérogénéité paysagère des espaces agricoles se traduit-elle par une diversité avifaunistique ? la question se pose à deux niveaux :

- D'un point de vue global : d'où le choix de réaliser un inventaire sur trois zones assez vaste de plusieurs dizaines de km².
- D'un point de vue local en lien avec les nuances d'organisation et de composition paysagère à grande échelle : d'où le choix d'une forte répétitivité spatiale des mesures.

La diversité des espèces est-elle liée à l'hétérogénéité du paysage ? Pour répondre nous analysons la répartition des populations et des communautés en lien avec la composition et l'organisation du paysage.

Cependant, nous avons vu dans la partie précédente que le **lien entre processus écologiques et paysage est rarement direct.** D'autres facteurs environnementaux peuvent jouer un rôle essentiel. Le paysage des espaces agricoles cultivés est un support biophysique dont la diversité biologique (production primaire) est quasi entièrement planifiée par l'activité humaine. Il présente une hétérogénéité visible (composition, organisation), mais aussi cachée : diversité des pratiques de gestion (Vasseur et al, 2013), et diversité des dynamiques de modifications successives du paysage. Les hypothèses d'assemblage des communautés peuvent donner de l'importance au paysage en interaction avec d'autres variables environnementales : cas du « tri des espèces » ou « effet masse », ou très peu d'importance : cas de « patch dynamic » et de « neutre ». Par conséquent l'interprétation des résultats obtenus dans cette étude nécessite de la **prudence sur les liens à établir entre hétérogénéité du paysage constatée et avifaune observée.** D'autant que nous produisons une « photographie » qui se veut exhaustive, grâce à une forte répétitivité spatiale des observations, mais

nous n'avons pas d'approche temporelle. Or la stabilité temporelle de populations d'oiseaux des milieux agricoles ouverts est fortement remise en cause dans certains travaux récents.

Nous ferons donc un état des lieux des espèces et des communautés présentes dans chaque territoire CVB. L'accent est mis sur les espèces dont le cycle de vie dépend au moins en partie de ressources disponibles dans l'espace agricole. Une communauté est un ensemble d'espèce qui partagent un même environnement ou milieu. **L'objectif est de discuter et d'évaluer la cohérence de répartition des espèces et communautés dans le paysage actuel, en tirer des enseignements pour la gestion des paysages et de la biodiversité.** Nous avons également recueilli les réactions des acteurs des territoires gestionnaires CVB, agriculteurs…sur ces différents résultats.

III. Méthodologie : focus sur les populations et les communautés

Rappel de l'échantillonnage

Un maillage du territoire a été effectué et les mailles ont été sélectionnées en veillant à conserver une représentativité en termes d'occupations du sol dominantes hors urbanisation dense (cf livrables 1.4 et 1.5 de la CPO perméabilité des espaces agricoles). L'échantillonnage est donc stratifié pour capter un maximum de diversité avifaunistique dans les espaces agricoles des périmètres d'étude.

Les écoutes effectuées en 2017 et 2018 sont effectués sur des points différents chaque année. La durée d'écoute est suffisante pour intercepter une majorité des individus qui chantent. Les données 2017 et 2018 ont été, après vérification d'homogénéité, fusionnées dans un même jeu de données représentatif de la diversité avifaunistique de l'espace inventorié.

Pour conclure nous avons 300 points d'écoute, soit 300 inventaires différents par territoire, donc 300 sites dont la composition paysagère est également étudiée à l'aide de données géographiques sous SIG. Cela représente un volume de données considérable.

Analyses au niveau de l'espèce et des populations

Les analyses au niveau de l'espèce permettent faire état des populations, tenter d'établir des liens avec la composition paysagère, difficile à ce niveau, ou d'utiliser des espèces indicatrices : cas de l'Alouette des champs et autres espèces dont la fréquence est suffisamment élevée pour analyser des corrélations avec le paysage.

Occurrences des espèces, répartition des populations

Dans chaque zone d'étude la fréquence ou occurrence de chaque espèce est obtenue. Une occurrence est une observation de l'espèce en un point sans considérer l'abondance. Une forte occurrence signifie que l'espèce est très commune dans le territoire, inversement une faible occurrence signifie que l'espèce est rare. La population des principales espèces d'intérêt telle que celle de l'Alouette des champs a été cartographiée dans les trois zones d'étude CVB. Un atlas cartographique est disponible (Annexe 11). Ce travail permet de localiser les populations et d'apprécier leur degré de ségrégation sur une espace géographique particulier. Le nombre important d'espèces inventoriées est une limite à ce travail et il est essentiel de développer des analyses plus globales qui intègrent à la fois un grand nombre d'espèce et de composantes du paysage leur fournissant potentiellement des ressources à proximité.

Corrélations entre espèces et composition paysagère (analyses factorielles)

A partir des tableaux sites x espèces d'une part et sites x composition paysagère d'autre part, une analyse des corrélations entre présence des espèces et composition paysagère a été effectuée. La méthode recherche le partitionnement optimal des sites d'écoutes en fonction de leurs caractéristiques paysagères. Elle recherche des groupements de sites d'écoute aux caractéristiques paysagères et avifaunistiques similaires.

Les informations géographiques utilisées sont celles du RPG (Registre Parcellaire Graphique) de 2017 et de 2018 pour décrire les cultures, et les données OSCOM (Occupation du sol à l'échelle communale) disponibles en région AURA pour décrire le reste de l'occupation du sol, en particulier éléments semi-naturels, forêts mais aussi surfaces artificialisées. Pour obtenir la répartition d'occupation du sol une zone tampon de 250 mètres a été utilisée autour de chaque site inventorié (point d'écoute).

Les groupes de sites obtenus à l'issu de l'analyse sont cartographiés pour évaluer visuellement leur structure géographique. L'agrégation spatiale d'un groupe de site d'écoute, autrement dit d'une partition espèces x paysage, peut provenir d'une spécificité locale du paysage (effet d'une

spécialisation agricole par exemple), ou d'espèces faisant l'objet d'une aire de répartition très limitée, voire les deux simultanément. Dans ce dernier cas, une hypothèse peut être formulée sur le déterminisme écologique qui pourrait expliquer les corrélations. Le cas contraire d'une dispersion des sites d'écoute d'un même groupe sur l'ensemble du territoire indique que la partition espèces x paysage n'est pas dépendante d'un contexte local.

Nous ne présenterons que certains résultats remarquables de ce travail d'analyse statistique qui a fait l'objet d'un rapport spécifique qui détaille les résultats obtenus pour chaque territoire CVB (Tolon et al, 2019).

Analyses au niveau des communautés et des éco-paysages.

Regroupement des espèces

Comme indiqué dans la partie précédente, le suivi STOC a permis de développer la notion de spécialisation des espèces. En lien avec la LPO AURA les espèces écoutées ont été classées par cortège, dont les trois principaux sont les cortèges des milieux agricoles ouverts, des milieux agricoles bocagers et enfin le cortège des généralistes (tableau 1). Les autres cortèges (Forestier, Urbain, Aquatique) ne sont pas traités en priorité dans cette étude.

L'analyse à l'échelle des communautés d'espèces se justifie car le regroupement des espèces bien que soumis à réserves, permet en théorie de segmenter le type de ressources utilisées et par conséquent le type de paysage susceptible de fournir ces ressources. C'est une hypothèse forte qui s'appuie sur la théorie de « tri des espèces » (cf Chapitre 1) qui suppose un filtre environnemental expliquant la localisation des espèces selon leurs principaux traits de vie.

Tableau 1 : Cortèges d'espèces élaborés pour analyser les communautés avifaunistiques des espaces agricoles dans la CPO perméabilité des espaces agricoles.

Cortège ou communauté	Nom court	Liste d'espèces
Milieux ouverts agricoles, peu d'éléments arborés ou fragmentés, moyenne à grandes parcelles, cultures et prairies	Ouvert	Alouette des champs, Alouette lulu, Bergeronnette printanière, Bruant jaune, Bruant ortolan, Bruant proyer, Busard cendré, Busard Saint-Martin, Caille des blés, Cisticole des joncs, Corbeau freux, Courlis cendré, Fauvette grisette, Linotte mélodieuse, Oedicnème criard, Pie-grièche écorcheur, Pipit des arbres, Vanneau huppé
Milieux bocagers, espaces structurés par des linéaires arborés ou buissonnant, arbres isolés, parcelles de taille petite à moyenne	Bocage	Bruant zizi, Chevêche d'Athéna, Coucou gris, Épervier d'Europe, Faucon hobereau, Fauvette des jardins, Grimpereau des jardins, Grive musicienne, Huppe fasciée, Hypolaïs polyglotte, Loriot d'Europe, Mésange à longue queue, Mésange nonnette, Pic épeichette, Pic vert, Pigeon colombin, Tourterelle des bois
Adaptés à l'ensemble de l'espace agricole sans préférence d'habitats	Généraliste	Buse variable, Choucas des tours, Corneille noire Étourneau sansonnet, Faucon crécerelle, Fauvette à tête noire, Merle noir, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Milan noir, Pie bavarde, Pigeon ramier, Pinson des arbres

Localisation des richesses spécifiques et analyses de la répartition des communautés

La richesse spécifique de chaque cortège, interprété comme une communauté d'espèces dépendantes d'un type de milieu, ont été précisément cartographiés sur chaque territoire. Ces cartes conduisent à une première analyse de la répartition des cortèges et permettent de visualiser la répartition géographique des communautés d'espèce. Pour pouvoir conclure sur l'assemblage géographique de la biodiversité de chaque communauté, nous utilisons des indices d'autocorrélation spatiale très utilisés en géographie. L'analyse de l'autocorrélation spatiale est riche d'enseignements sur un phénomène géographique et vient compléter sa cartographie en proposant une analyse quantifiée de sa structure spatiale (Oliveau, 2010). Ces techniques vont nous aider à identifier si les communautés d'espèces forment ou non des agrégats significatifs dans l'espace.

Pourquoi une analyse approfondie de la distribution spatiale des communautés ?

La richesse spécifique est une variable qui se prête bien à ce type d'analyse car sa variabilité intrinsèque est limitée en comparaison de celle de l'abondance des populations. Avec la RS on souhaite ainsi vérifier si une communauté d'espèce a tendance à se regrouper ou au contraire à éviter certains secteurs du territoire. Ces informations peuvent nous aider à analyser les liens entre structures paysagères d'une part et structures des communautés d'oiseaux d'autre part.

Ce type d'analyse est délicat, en effet, chaque point d'écoute étant analysé dans le contexte de ses voisins, il est probable que les points qui sont proches les uns des autres aient un grand nombre de points voisins similaires. Cependant, la répartition des points d'écoute effectuée sur les trois territoires est suffisamment régulière dans l'espace pour limiter ce phénomène de dépendance spatiale des valeurs, qui pourrait accentuer l'autocorrélation spatiale localement. De plus, la distance qui sépare chaque point est suffisante selon les experts de terrain, pour éviter d'écouter à plusieurs reprises les mêmes individus qui sont cantonnés en période de reproduction.

Analyse globale de la RS à l'échelle du territoire

Une première analyse est effectuée à l'aide de l'indice de Morans. Le I de Moran mesure la covariation d'un site et de ses voisins, en ramenant le résultat à la variance de l'ensemble des points (Oliveau, 2010). Plus la valeur est élevée plus les sites se ressemblent entre eux. Les distances d'analyses choisies vont de 500 à 5000 mètres avec un pas de 500 mètres. L'indice d'autocorrélation est calculé pour chaque distance et nous indique l'échelle géographique à laquelle la RS de la communauté est la plus structurée. Il varie entre -1 et 1. Les faibles valeurs sont des autocorrélations négatives, les valeurs nulles indiquent aucune autocorrélation et les fortes valeurs proche de 1 des autocorrélations positives. Pour le test d'hypothèse statistique, l'indice I de Moran peut être transformé en score Z (erreur standard), pour lequel les valeurs au-delà du seuil de significativité indiquent une autocorrélation spatiale significative, avec un taux d'erreur correspondant à la probabilité associée (hypothèse de loi normale).

Analyse locale de la RS de chaque site d'écoute

Il s'agit ici de détailler l'analyse globale en identifiant les regroupements statistiquement significatifs de valeurs élevées ou de valeurs faibles de RS de chaque communauté en choisissant la distance d'analyse optimale entre un site et ses voisins. Ces mesures indiquent si l'agrégation spatiale observée des valeurs élevées ou faibles est plus prononcée qu'elle ne devrait l'être dans le cadre d'une répartition aléatoire de ces mêmes valeurs (A contrario, l'hypothèse nulle suppose que les données sont l'une des innombrables versions possibles d'une structure totalement aléatoire). Dans un tel cas, il s'agit d'une indication que des processus spatiaux sous-jacents expliquent la distribution spatiale des valeurs.

Nous utilisons ici l'indice « Gi » développé par Getis et Ord (1995). L'indice Gi est une comparaison entre la variance locale au voisinage d'un point et la variance globale du jeu de données. Le résultat est donc dépendant du jeu de données et doit être interprété dans le contexte particulier de chaque zone d'étude. Ensuite un test permet de calculer un score z (erreur standard) et suivant les valeurs obtenues de séparer les sites dont l'autocorrélation spatiale locale est significative des autres. On aboutit alors à trois classes de sites d'écoute :

- Les sites où la RS d'une communauté présente un voisinage qui lui ressemble avec de fortes valeurs (autocorrélation spatiale élevée et valeur de l'indice élevé),
- Les sites où la RS d'une communauté présente un voisinage qui lui ressemble avec également de faibles valeurs (autocorrélation spatiale élevée et valeur de l'indice faible),
- Les sites aux valeurs non significatives (il s'agit des sites dont les valeurs et les valeurs de leurs voisins ne se ressemblent pas et sont proches de la moyenne de l'échantillon total).

Le résultat se présente sous forme de carte où les sites inventoriés apparaissent en trois couleurs suivant les trois catégories ci-dessus. Lorsqu'un nombre important de sites fait l'objet d'une agrégation spatiale, une interprétation est proposée en lien avec des variables de composition paysagère (% de surfaces en éléments semi-naturels, urbanisés, cultivés…) et d'organisation paysagère (taille des parcelles, diversité cultivée). Les fréquences des espèces écoutées sur les sites faisant l'objet d'une agrégation sont également présentées.

IV. Résultats et interprétations

Une diversité spécifique élevée mais hétérogène en fréquences et répartitions

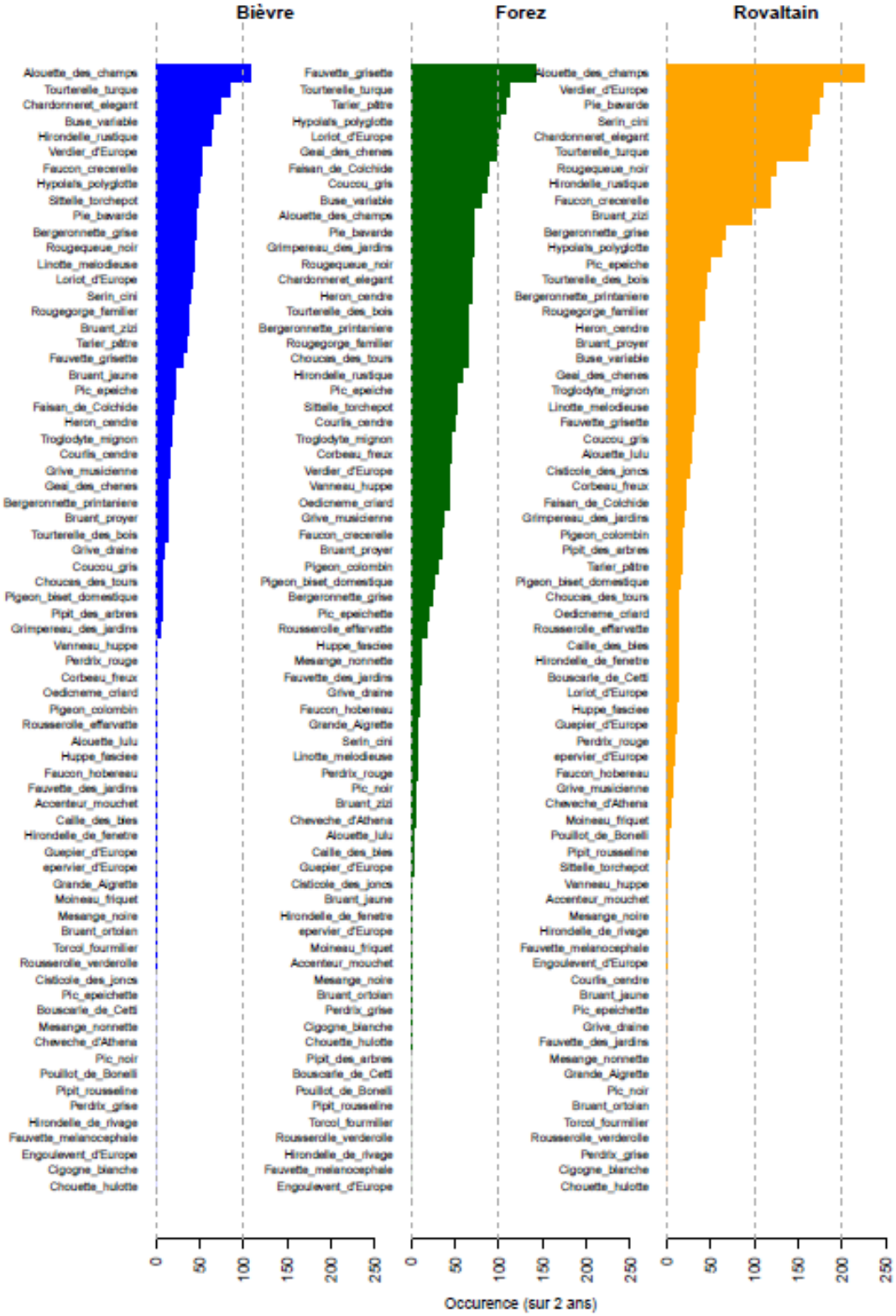


Figure 3 : fréquence d'observation des d'espèces inventoriées dans les trois territoires CVB, par ordre décroissant de fréquence totale par espèce sur 300 sites d'écoute.

Les espèces inventoriées sont au nombre de 131 sur les trois territoires CVB en cumulant les deux années de suivi. 100 espèces dans le Rovaltain, 113 dans le Forez et 93 en Bièvre. Les fréquences d'observation sont très déséquilibrées, en particulier dans le Rovaltain, un peu moins en Bièvre et dans une moindre mesure encore en Forez (Fig.3). Le Rovaltain est le territoire qui présente une rupture très nette entre deux types d'espèces : des taxons omniprésents et d'autres plus rares.

L'Alouette des champs est l'espèce la plus fréquente en regroupant les données de l'ensemble des trois territoires. C'est en particulier en Rovaltain que sa fréquence est particulièrement élevée, elle arrive en tête également en Bièvre. Ce résultat est logique car il s'agit des deux plaines avec une dominance de milieux ouverts. La présence de l'Alouette est indicateur d'une certaine qualité écologique des milieux.

Le Rovaltain présente des fréquences élevées pour de nombreuses espèces généralistes ou fréquentant les zones bâties et urbanisées comme les parcs et jardin. Ce constat est lié au caractère périurbain de cet espace avec un bâti très dispersé. Cependant de nombreuses espèces plus rares et spécialisées se maintiennent avec des fréquences relativement élevées. Des spécialistes des milieux agricoles comme l'Alouette, voire le Bruant zizi sont très fréquents.

La structure décroissante des fréquences d'espèces en Bièvre est plus progressive, avec une moindre importance des oiseaux généralistes ou du bâti relativement aux autres espèces. Néanmoins dans ce territoire les fréquences des espèces plus rares et spécialisées décroissent en parvenant à des niveaux plus faibles que dans les deux autres espaces pour une même pression d'observation.

Enfin en Forez la structure des fréquences d'espèces est beaucoup plus équilibrée avec des valeurs relativement élevées. Cela indique qu'une diversité d'espèces appartenant à différentes communautés cohabitent et pourraient bénéficier donc d'une plus grande diversité de biotope que dans les deux autres territoires.

Espèces et paysage : des liens peu évidents à l'échelle du site d'écoute

Une analyse factorielle a permis de faire émerger les corrélations entre l'occurrence des espèces sur chaque site d'écoute et les multiples variables de composition paysagère propres à chaque site.

Hétérogénéité du paysage et dispersion des espèces

Dans l'ensemble la dispersion des espèces et l'hétérogénéité de la composition paysagère ne permet pas d'établir facilement des partitions espèces x paysage. Autrement dit le résultat principal est que l'hétérogénéité paysagère semble offrir une multitude de ressources exploitées par une large diversité d'espèce. Nous avons raisonné sur la présence/absence des espèces, or il s'avère que si la dispersion de l'espèce dans l'espace agricole est suffisamment importante pour que sa présence soit associée à une diversité de composantes du paysage alors l'outil statistique ne détecte pas de corrélation forte. Ce résultat est rassurant car il indique que de nombreux oiseaux ordinaires ne font pas l'objet d'une ségrégation spatiale très forte qui les ferait abandonner une partie de l'espace agricole. A la lumière des cartes proposées (Fig.4), on peut conclure que ce résultat est particulièrement vrai en Forez où il est totalement impossible de distinguer une organisation géographique des sites d'écoutes en fonction de leur appartenance à un groupe fonctionnel. Le résultat est plus nuancé en Rovaltain et Bièvre où l'on constate que certaines partitions espèces x paysage sont constituées d'une majorité de sites d'écoute structurés géographiquement.

L'enseignement majeur de cette analyse est donc cohérent avec l'analyse des fréquences globales des espèces. En effet les fréquences élevées de nombreuses espèces et le fait qu'elles ne fassent pas l'objet d'une ségrégation spatiale trop marquée se traduit par une biodiversité équilibrée en tous points de l'espace. Il faut garder à l'esprit que les espèces généralistes contribuent le plus à cette distribution

équilibrée en réponse à un patron paysager d'origine anthropique assez similaire (cultures, bâti, éléments semi-naturels aux interfaces, voire paysages imbriqués avec un étalement urbain avec jardins).

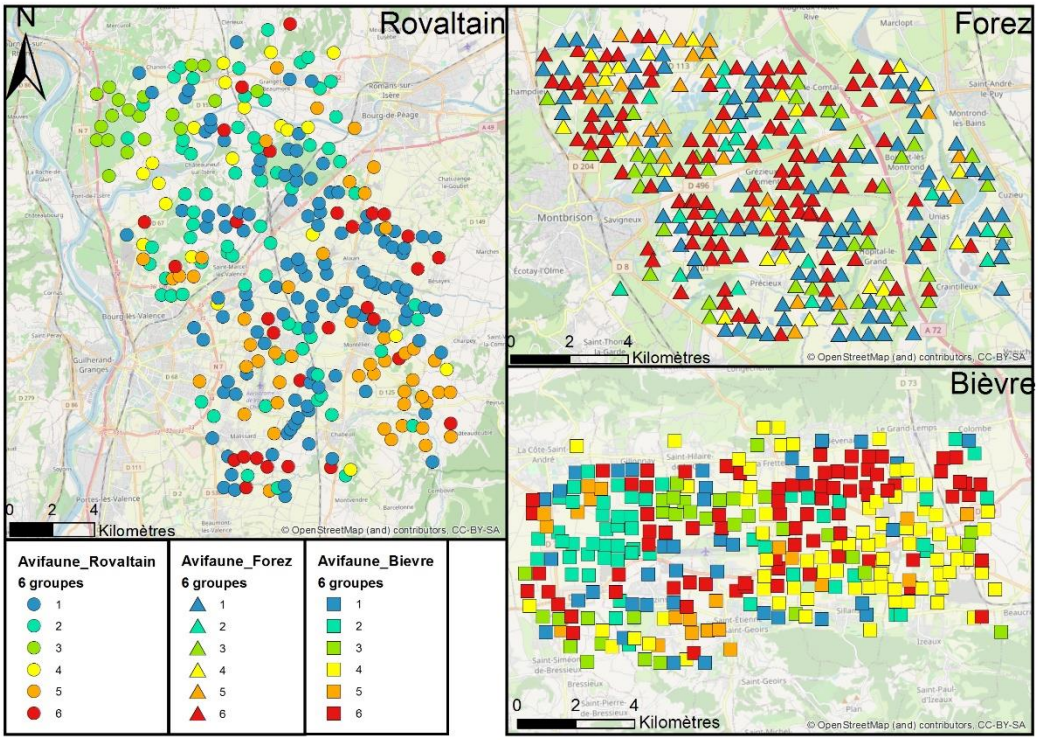


Figure 4 : cartographies des groupes de sites d'écoute obtenus suite à l'analyse factorielle des corrélations espèces x composantes du paysage dans les trois territoires CVB (Rappel : les analyses sont effectuées de manière indépendante sur chaque territoire).

Cependant, cette analyse met tout de même en avant les espèces et éléments du paysage présentant une marginalité forte, et moins les habitats ou espèces majoritaires. Cela représente une typicité du lien espèce-paysage qui peut être limité géographiquement (sites agrégés) mais représentative du territoire dans son ensemble et nécessitant à ce titre d'être préservé.

Quelques partitions espèces x paysage remarquables

Pour plus de détails se référer à Tolon et al (2019).

Tableau 2 : exemples de groupes fonctionnels identifiés par l'analyse factorielle espèces x paysage dans les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles. Les sites d'écoute des groupes présentés sont visibles sur la carte de la figure 4.

Synthèse multifactorielle espèces x paysage	Organisation géographique Agrégé/dispersé	Brève description du groupe fonctionnel
	Agrégé	**Groupe 3 Rovaltain : Typicité du secteur nord viticole** Corrélation majeure entre l'Alouette lulu et les paysages marqués par la viticulture au nord de Valence dans le Rovaltain. Elle est accompagnée d'Alouette des champs, Chardonneret élégant, Serin cini, Bruant zizi. Il s'agit donc d'espaces

		ouverts à semi-ouverts avec des zones buissonneuses et semi-naturelles.
	Dispersé	Plusieurs combinaisons mettent en avant l'Alouette des champs par exemple en Rovaltain avec des surfaces en blé et maïs, accompagnée du verdier d'Europe et du Chardonneret. Autre association remarquable en Rovaltain entre Alouette des champs et surfaces en blé et/ou surfaces fourragères comme la luzerne, accompagnée du Chardonneret et de la tourterelle turque, signe que l'urbanisation n'est jamais bien loin.

Des nuances remarquables dans la répartition des communautés

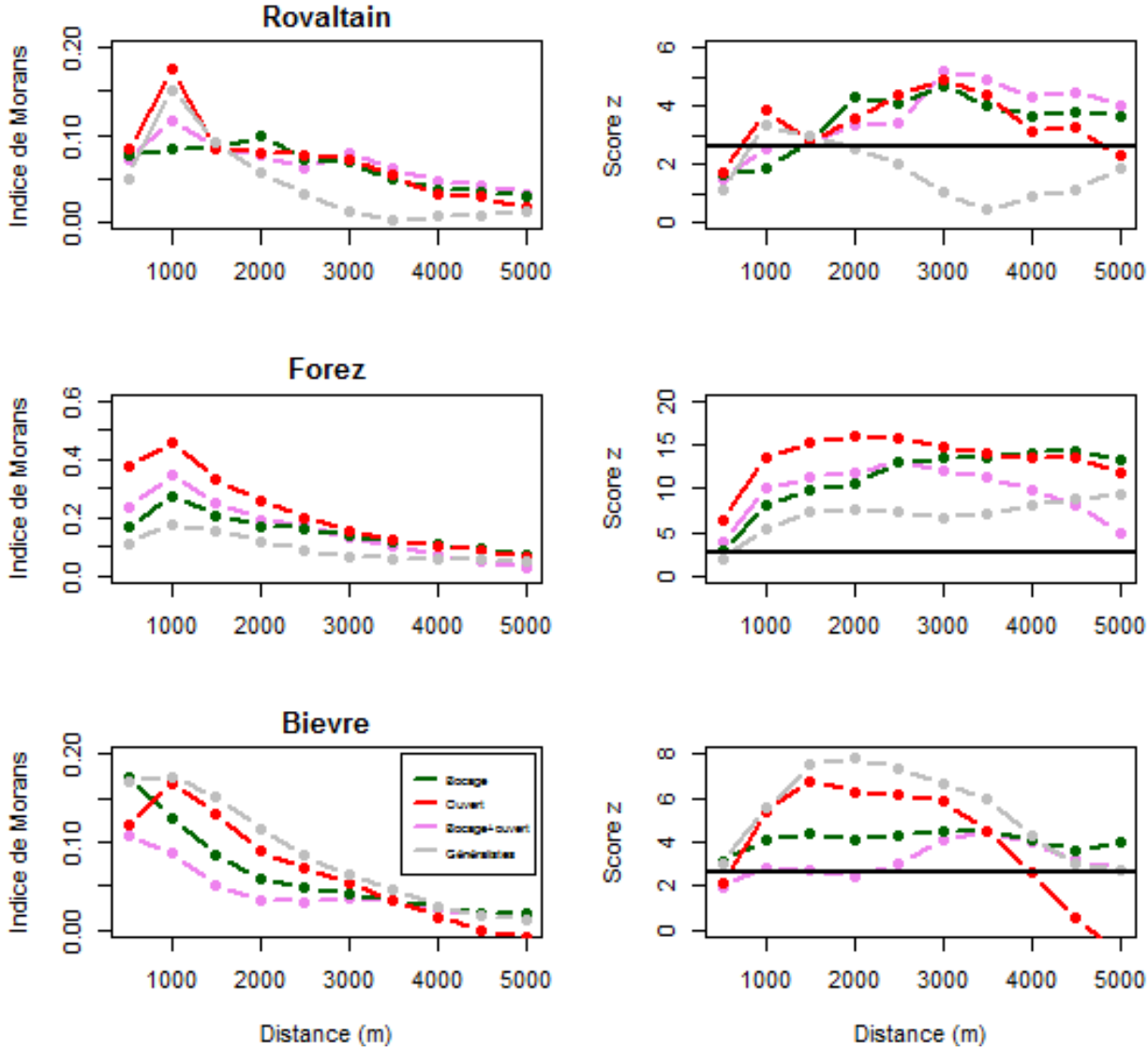


Figure 5 : analyse de la structure spatiale des richesses spécifiques des communautés d'oiseaux du bocage, des milieux ouverts, du cumul des communautés bocage et milieux ouverts et des généralistes. Pour chaque territoire, l'indice de Morans est accompagné du score z (score standard) indiquant la significativité statistique de l'autocorrélation (le seul de significativité est matérialisé par la droite noire pour p<0,01 sous hypothèse de distribution normale).

L'analyse globale de l'autocorrélation spatiale de la richesse spécifique des communautés donne des indices de Morans décroissants lorsque l'on augmente la distance d'analyse (Fig.6). L'autocorrélation est donc la plus forte à faible distance, et la variance de la richesse spécifique explicable par le voisinage s'amenuise ensuite. Il existe donc un effet de voisinage sur la diversité des communautés analysées et il s'agit d'un phénomène classique. Cependant dans la plupart des cas, le seuil statistique (Score Z) est plus élevé sur des distances d'analyse intermédiaires de 1 à 3km. Cela signifie que les structures spatiales sont plus robustes à plus petite échelle en comparaison à une distribution aléatoire des valeurs.

Les analyses locales viennent confirmer cette tendance en faisant émerger des agrégats significatifs de taille importante en particulier en Bièvre et Forez sur les communautés des milieux ouverts et bocagers (Fig.6). Nous proposerons des pistes d'interprétation possibles en lien avec les facteurs environnementaux que sont les composantes du paysage.

Milieux ouverts et bocagers : richesses variables mais communautés plutôt structurées

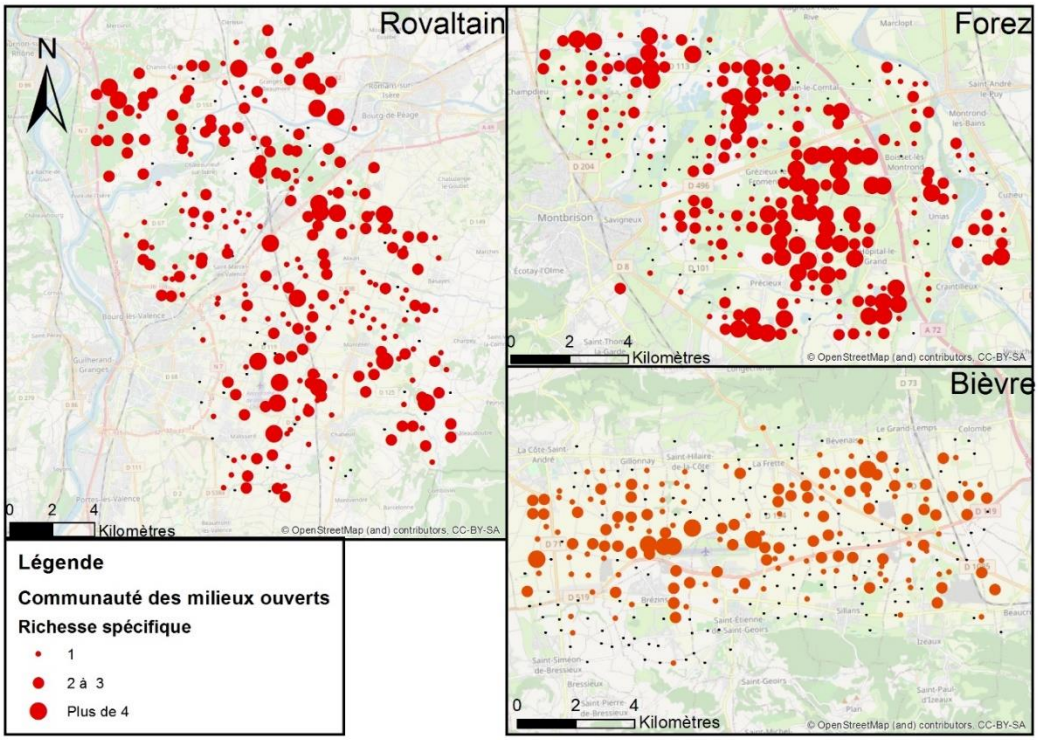


Figure 4 : Cartographies de la richesse spécifique des oiseaux des milieux ouverts sur les 300 sites inventoriés dans chacun des trois territoires CVB : Rovaltain, Forez, Bièvre. Les points noirs indiquent qu'aucune espèce de cette communauté n'a été écoutée.

La communauté des milieux ouverts regroupe les espèces qui évoluent dans un parcellaire agricole peu ou pas structuré par des éléments boisés de haute taille. Les richesses peuvent être très élevées en particulier en Forez (Fig.3). Cette communauté présente des richesses spécifiques relativement faibles voire nulles en de nombreux points en Bièvre à l'exception de la zone autour de l'aéroport de Grenoble Saint Geoirs principalement. Les contrastes sont très importants en Forez alors qu'on observe plus d'hétérogénéité spatiale de cette communauté en Rovaltain. Les cartes produites montrent une agrégation spatiale des sites les plus fournis en espèces (Fig.7).

Le constat est similaire pour les oiseaux du bocage qui évoluent préférentiellement dans un parcellaire structuré avec des linéaires de haies de taille importante ou de buissons. Les cartes montrent également une faiblesse des richesses spécifiques en Bièvre à l'exception des communes au nord de la zone qui conservent des surfaces boisées en cœur de plaine (Fig.6). Au contraire une densité très importante de cette communauté est frappante en Forez. Une présence hétérogène mais remarquable et structurée de cette communauté est observable en Rovaltain.

Ces observations sont confirmées par les indices d'autocorrélation spatiale de Morans qui sont positifs mais dont les valeurs restent assez faibles en Rovaltain ou en Bièvre et élevés en Forez dépassant 0,5 (Fig.4). Les distributions spatiales des communautés du bocage et des milieux ouverts ne sont donc

pas totalement aléatoires en particulier en Forez. De plus, en regroupant les espèces, la communauté globale des oiseaux des milieux ouverts et bocagers qui fréquentent les espaces agricoles se comporte différemment selon le territoire. En Rovaltain cette « super communauté » se structure de manière significative à une petite échelle, tout comme en Bièvre (distance d'analyse de 3 km). C'est plutôt l'inverse qui est constaté en Forez.

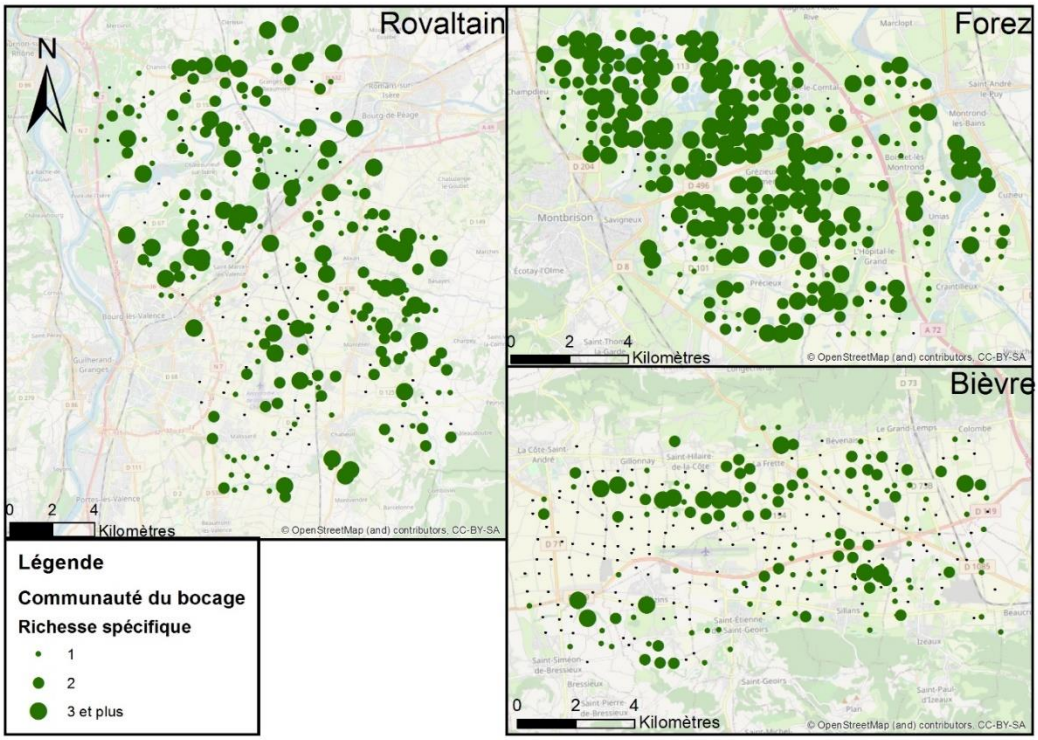


Figure 6 : cartographie de la richesse spécifique des oiseaux des milieux bocagers sur les 300 sites inventoriés dans chacun des trois territoires CVB : Rovaltain, Forez, Bièvre. Les points noirs indiquent qu'aucune espèce de cette communauté n'a été écoutée.

Oiseaux généralistes : richesse élevée mais cortège peu structuré sauf en Bièvre

Il n'en va pas de même pour les oiseaux généralistes dont les structures ne sont valables qu'à très faible distance puis s'érodent rapidement, confirmant le caractère plus aléatoire de la dispersion de ces espèces à plus petite échelle en Rovaltain et Forez (Fig.5). La Bièvre présente une structure radicalement différente car la richesse des oiseaux généralistes est la mieux structurée de toutes les communautés étudiées et semble former une agrégation en cœur de plaine notamment le long de l'ancienne route nationale qui relie Lyon et Grenoble (Annexe 2).

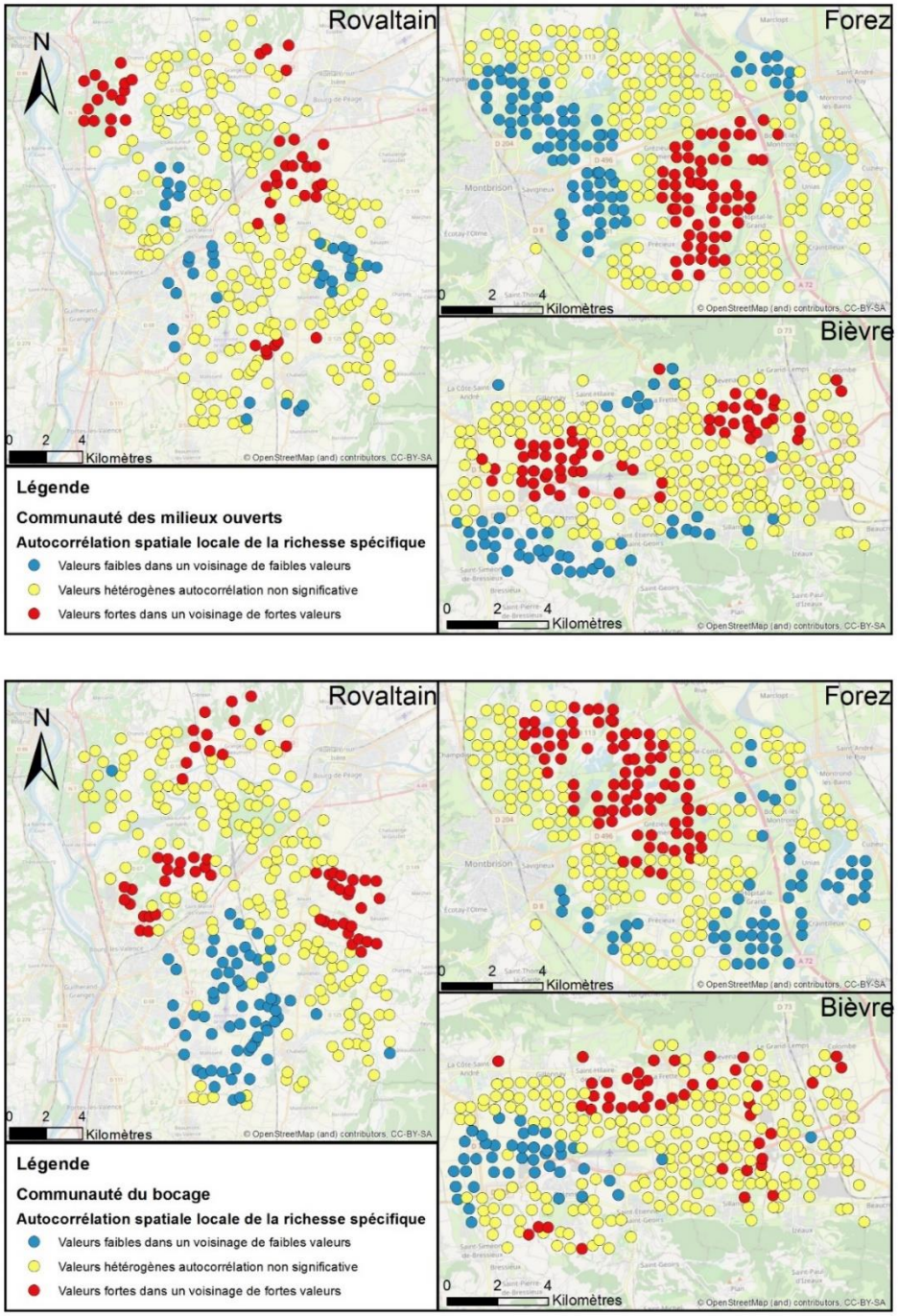


Figure 7 : cartographies de l'autocorrélation spatiale locale de la richesse spécifique de la communauté des oiseaux des milieux ouverts (haut) et des milieux bocagers (bas) dans les trois territoires CVB. Les distances optimales d'analyse pour le Rovaltain, le Forez et la Bièvre sont respectivement de 2000, 3500 et 1500m pour les espèces de milieux ouverts et de 2000, 2000 et 1500m pour les espèces de milieux bocagers. Le seuil statistique du score Z correspond à p<0,1 pour les valeurs faibles et fortes.

Organisation des communautés en lien avec des « éco-paysages ».

Superposition entre structures des communautés et paysage

Nous cherchons ici à interpréter les structures spatiales des communautés décrites précédemment. Il s'agit de pistes d'interprétation car nos analyses ne se sont pas explicatives mais purement descriptives. Nous procédons par superposition des cartes de structures de communautés avec les cartes de composantes du paysage. Nous avons vu précédemment que les structures spatiales des communautés d'espèces sont les plus significatives pour des distances d'analyse allant de 1500 à 3500 mètres entre un point d'écoute et ses points voisins. Pour analyser de manière adéquate ces structures de richesse spécifique (RS) en lien avec les variables de composition ou organisation du paysage nous utilisons une cartographie statistique sur un maillage hexagonal de 500 hectares qui permet de lisser l'hétérogénéité paysagère en raisonnant sur les taux de couverture des différentes composantes paysagères (Annexes 4 à 10). Il s'agit donc d'un niveau d'organisation du paysage plus grossier que celui utilisé plus haut dans l'étude du lien espèces x paysage.

Tableau 2 : évaluation qualitative de la corrélation spatiale entre la structure des communautés d'oiseaux (Fig.6) et les variables paysagères (Annexes 4 à 10). ESN : éléments semi-naturels. Le symbole * indique une superposition entre les agrégats significatifs de la richesse spécifique et les valeurs extrêmes des composantes paysagères. Le symbole est rouge ou bleu selon qu'il s'agisse de fortes ou faibles valeurs de richesse spécifique. ↗ et ↘ : indiquent des valeurs respectivement élevées et faibles de la variable paysagère.

Communauté	Territoire	% ESN (haies, bois)		Taille des parcelles		% Surfaces urbanisées		% Surface maïs		Diversité cultivée	
		↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘	↗	↘
Milieux ouverts	Bièvre	*	**	**	**	*		**			**
	Forez	***		**	*			*			***
	Rovaltain	*	***	*	** **	*	*	**	*	* *	* *
Milieux bocagers	Bièvre	*	***	*	**	*		***	**	*	*
	Forez			***		*	***	*		* *	*
	Rovaltain	*	**	***	***	**	*	*** *	*	***	**

Des structures de communauté corrélées à la mosaïque paysagère à petite échelle

Les recouvrements entre les agrégats de richesse spécifique des communautés et les variables paysagères sont résumés dans le tableau 2. Les résultats sont différents d'une zone à l'autre car dépendent étroitement du contexte géographique local, cependant des tendances communes à deux ou trois territoires sont visibles. Ces résultats, bien que qualitatifs, montrent que plusieurs facteurs du paysage peuvent agir simultanément sur la structure des communautés dans la zone étudiée, et parfois même sur les mêmes sites agrégés. Il existe bien sur des interactions entre ces facteurs du paysage qui sont pour certains corrélés entre eux, par exemple les forts taux de surface en maïs sont liés à de faibles diversité cultivées.

La structure spatiale de la communauté des milieux ouverts est en toute logique bien associée à la quantité d'éléments semi-naturels et à la taille moyenne des parcelles, que ce soit pour les faibles ou fortes valeurs d'agrégats. Cela confirme que ces deux variables paysagères sont essentielles dans la

définition du degré d'ouverture du paysage et dans la délimitation d'espaces agricoles différents et complémentaires. Ainsi les zones ouvertes de grandes parcelles dépourvues d'ESN attirent des agrégats de fortes valeurs de RS. A contrario, dans le Forez la présence généralisée de haie et bois conduit à des espaces de bonne densité bocagère qui sont évitées par les espèces de milieux ouverts. Inversement une faible diversité cultivée favorise ces espèces en particulier en Forez. On constate en Rovaltain que des agrégats de fortes ou faibles RS peuvent se superposer à des parcellaires de petite taille. Même constat en lien avec une forte diversité cultivée. Cette observation démontre la diversité importante de contextes paysagers qui contribuent à divers assemblages d'espèces en Rovaltain, où nous l'avons vu plus haut, les structures spatiales des communautés sont assez fragiles sur le plan statistique.

La structure spatiale de la communauté des milieux bocagers est également très déterminée relativement aux % d'ESN et à la taille moyenne des parcelles. Dans les plaines cultivées de Bièvre et du Rovaltain les zones dépourvues d'ESN arborés et/ou présentant des tailles de parcelle élevées sont corrélées à des agrégats de faibles RS. Inversement les parcellaires de petite taille peuvent être corrélés à des agrégats de forte valeur de RS car les ESN y sont probablement plus dense et moins fragmentés. Les zones de maïsiculture semblent être en partie évitées par cette communauté et sont de plus corrélés à de grands parcellaires et peu d'ESN.

Des effets cumulatifs des facteurs paysagers sur les structures des communautés ?

L'addition des deux communautés : espèces des milieux ouverts ou bocagers offre une structure spatiale intéressante à analyser car elle met en évidence les zones qui présenteraient un bon compromis pour l'accueil de ces deux communautés, et inversement les zones qui cumuleraient un manque de ressources (Annexe 3). En Rovaltain on retrouve la périphérie est et sud de Valence qui cumule une faible diversité paysagère, beaucoup de maïs et d'urbanisation avec un agrégat de faibles valeurs de RS. Ce cumul de facteurs pourrait avoir un effet perturbateur limitant la fréquentation par de multiples espèces de ces cortèges. Au contraire, un agrégat de fortes valeurs est observé à l'ouest de Romans sur Isère dans un secteur avec une mosaïque très diversifié. En Forez où les RS sont élevées pour les deux communautés, le cœur de plaine exprime le meilleur compromis avec un large agrégat de fortes valeurs de RS au sein de grandes parcelles, beaucoup de prairies et d'ESN en mosaïque avec des cultures et très peu d'urbanisation. Enfin en Bièvre, il s'agit essentiellement d'un agrégat de fortes valeurs de RS qui se situe au nord de la zone inventoriée avec un compromis en termes de taille de parcelle modérée, prairie permanente, cultures, ESN et assez peu d'urbanisation récente.

L'analyse met donc en avant des tendances d'effets cumulatifs favorables et/ou défavorables de l'organisation paysagère sur les communautés d'oiseaux des milieux agricoles, et ce de manière similaire sur les trois territoires, avec toutefois des spécificités.

V. Discussion : quelle « hétérogénéité paysagère » pour préserver la diversité de l'avifaune ?

Des espaces agricoles qui allient hétérogénéité paysagère et biodiversité

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'adéquation entre occupation des sols, paysage et diversité des espèces d'oiseaux dans trois espaces agricoles de plaine où le paysage est déterminé en grande majorité par l'agriculture. Nous sommes partis de l'hypothèse qu'il existe un filtre environnemental et que les espèces se structurent au moins en partie selon les ressources fournies par leur environnement direct c'est-à-dire le paysage. Ainsi, malgré de nombreuses réserves liées à la complexité des processus écologiques qui gouvernent la distribution spatiale des espèces, l'analyse comparative de la répartition des espèces et des communautés dans les trois territoires, est riche d'enseignements pour la gestion des paysages et de la biodiversité.

En réponse à l'hétérogénéité paysagère qui caractérise les trois plaines étudiées, les diversités avifaunistiques sont importantes et confirment que ces espaces agricoles vus comme un ensemble fonctionnel restent des réservoirs importants de biodiversité avifaunistique. Cette tendance lourde cache cependant des disparités, et les effets de l'hétérogénéité paysagère se déclinent différemment dans chaque territoire. De plus, les fréquences élevées de nombreuses espèces généralistes créent un « bruit de fond » qui s'ajoute aux espèces spécialisées présentes pour certaines ponctuellement ou localement donnant l'impression générale d'une forte diversité spécifique. La décomposition de cette diversité en communautés spécialisées nous a permis de dégager quelques tendances qui montrent que la richesse avifaunistique de ces espaces n'est pas totalement uniforme.

Le paysage est peu corrélé à l'assemblage des espèces à l'échelle locale

Les analyses effectuées à l'échelle du site d'écoute sur une sélection large d'espèces démontrent qu'il existe de nombreux assemblages d'espèces en corrélation avec les composantes du paysage. Ces assemblages sont liés à des sites d'écoute qui sont souvent dispersées sur l'ensemble du périmètre inventorié sans logique géographique. Cela est probablement dû à un degré de similarité élevé de la composition paysagère sur l'ensemble des sites d'écoutes. C'est particulièrement le cas en Rovaltain et en Forez, un peu moins en Bièvre.

Seuls les forts contrastes paysagers semblent structurant sur les assemblages d'espèces. Le cas du Rovaltain est très particulier dans la mesure où les cultures annuelles sont très dominantes au sud avec de grandes parcelles et les cultures pérennes restent très importantes au nord et forme une unité éco paysagère spécifique très diversifiée de petites parcelles. Comme on pouvait s'y attendre ce contraste nord/sud agit sur les assemblages d'espèces, mais de manière limitée avec tout de même une dominance d'espèces omniprésentes comme l'Alouette des champs dans la plupart des assemblages. En Bièvre c'est le contraste plaine / coteaux qui structure en partie les assemblages d'espèces avec des coteaux plus urbanisés et/ou boisés. Les plaines de Bièvre et du Rovaltain ont en commun un phénomène de spécialisation des espaces en cœur de plaine qui a tendance à structurer des unités éco paysagères divergentes à plus petite échelle. Mais cela n'engendre pas de contrastes forts qui modifient radicalement les éléments paysagers des sites d'écoute.

Lorsque les sites d'écoute appartiennent à un même éco-paysage très typique du fait d'une composante marginale, il n'est pas anormal d'y trouver un assemblage d'espèce également singulier avec des espèces spécialisées. En dehors de ces cas particuliers, le paysage explique finalement très mal les assemblages d'espèces à l'échelle du site d'écoute. En soi, ces assemblages restent très intéressants pour identifier la façon dont les espèces pourraient exploiter leur environnement. Les espèces généralistes sont omniprésentes et masquent les contributions d'autres espèces moins

fréquentes. Il est alors essentiel de s'intéresser à l'hétérogénéité du paysage à de plus petites échelles au niveau desquelles se structurent des éco-paysages qui pourraient héberger préférentiellement des communautés d'espèces plus spécialisées.

Des communautés probablement affectées par les contrastes éco-paysagers

Le regroupement des espèces en communautés devait théoriquement permettre de mieux séparer le type de ressources écologiques et donc de mettre plus facilement en relation des groupes d'espèces avec le paysage, en mettant de côté les espèces les plus généralistes. Des tendances apparaissent et un peu plus significativement pour la Bièvre et le Forez.

Rovaltain : une richesse assez élevée mais peu structurée à l'exception d'un cœur de plaine très anthropisé

En Rovaltain nous avons vu que certaines espèces spécialisées comme l'Alouette lulu fréquentent des milieux également spécifiques comme les paysages viticoles, mais les communautés des milieux ouverts ou du bocage sont très peu structurées et les richesses spécifiques très hétérogènes. Ce résultat est cohérent avec le précédent à savoir que le paysage est peu corrélé à l'assemblage des espèces au niveau des sites d'écoute. La répartition spatiale des espèces présente une hétérogénéité généralisée, à cause d'une série d'espèces qui sont omniprésente dans le Rovaltain y compris au sein de cortèges a priori plus spécialisées sur les milieux ouverts à semi-ouverts (Alouette des champs, Serin cini, Chardonneret élégant…). Malgré cette situation plutôt favorable, soutenue par une forte diversité paysagère, nous avons constaté une tendance à la baisse des richesses spécifiques en particulier des espèces du bocage lorsque ce dernier est effacé par une taille élevée de parcelles, une faible diversité cultivée (cultures de printemps irriguées dominantes comme le maïs) et des éléments semi-naturels résiduels qui induisent une ouverture du paysage. Dans cet espace de plaine agricole très urbanisée le cumul des perturbations anthropiques peut produire des paysages simplifiés corrélés à de faibles richesses spécifiques pour des communautés spécialisées.

Bièvre : richesse limitée et bien structurée en fonction du type d'espace

En Bièvre les contrastes paysagers sont plus accentués qu'en Rovaltain, ou du moins les changements de contextes eco paysagers sont plus tranchés. La présence de l'Axe de Bièvre et de l'aéroport de Grenoble a amené une ouverture du paysage et un agrandissement des parcelles en cœur de plaine à l'ouest favorisant les espèces de milieux ouverts. Par contraste les bordures de plaine proches des zones urbaines historiques conservent un morcellement des parcelles et un bocage résiduel assez dense favorisant les espèces bocagères. La persistance des systèmes de polyculture élevage à l'est laisse une place non négligeable aux surfaces en herbe qui accroit la diversité et la stabilité des milieux. Seuls les espaces agricoles éloignés de l'axe de Bièvre n'ayant pas subi le même phénomène de spécialisation ou de remembrement conservent un assemblage diversifié d'espèces de milieux ouverts et de milieux bocagers.

Forez : une forte richesse, des communautés structurées mais partageant des espaces communs

On pourrait interpréter comme un paradoxe les résultats dans le Forez qui expriment à la fois les structures spatiales des communautés (milieux ouverts et milieux bocagers) les plus marquées (Fig.7) et les assemblages espèces x paysage sur des sites d'écoute les plus dispersés (Fig.4). Ces deux aspects marquants des résultats en Forez ne sont pas incompatibles. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la spécialisation des espaces est moins importante que dans les deux autres territoires. La présence généralisée d'éléments semi-naturels de types haies ou prairies permanentes, et ce quels que soient les autres composantes du paysage, limite les contrastes entre espaces fonctionnels et semble stabiliser les populations. Cela pourrait limiter une ségrégation spatiale trop forte des communautés.

C'est le cas plus particulièrement de la communauté des milieux bocagers, mais les populations des deux communautés, bocagers et milieux ouverts, se côtoient dans des espaces voisins ou imbriqués, bénéficiant d'effets lisières. Les richesses spécifiques sont d'ailleurs très élevées par rapport aux deux autres territoires et surtout les assemblages d'espèces présentent une meilleure équitabilité. Dans un tel contexte où la qualité du milieu est plus homogène et stabilisée par des éléments pérennes du paysage, il existe une forme de résilience face aux perturbations engendrées par les espaces cultivés ou urbanisés. De plus, les facteurs environnementaux comme le paysage pourraient être moins structurant sur la distribution des espèces dans ces conditions, laissant place à d'autres processus écologiques. Le paysage reste toutefois très structurant pour la communauté des milieux ouverts qui tend à se concentrer dans un secteur où les sols très ingrats poussent les agriculteurs à exploiter un peu plus de terres arables sur de grandes parcelles avec moins de haies et de bosquets qui ont du mal à persister sur ce type de sols.

Des risques pour les communautés spécialisées

La spécialisation des espaces agricoles ?

Il est essentiel de conserver une diversité d'espaces agricoles et d'éviter une spécialisation trop importante des activités et donc des paysages. Les recommandations proposées par les écologues sont de maintenir à la fois une diversité cultivée pour une complémentarité de ressources, et préserver aux interfaces suffisamment d'éléments semi-naturels pérennes pour une stabilisation des espèces dans le temps (Sirami et al, 2019). L'exemple du Forez est assez exemplaire de ce point de vue. Donc l'enjeu est le maintien d'un paysage diversifié en maitrisant les dynamiques brutales de spécialisation du paysage comme par exemple un étalement urbain ou une modification radicale des logiques de filières agricoles (comme par exemple la transformation brutale de prairies en terres arables à cause de l'arrêt de l'activité d'élevage).

On peut tout de même s'interroger sur les effets de la spécialisation des espaces sur les communautés. Les exemples du Rovaltain et de la Bièvre permettent de discuter ce point. L'hypothèse de filtre environnemental doit conduire à la sélection d'un assemblage d'espèce adapté à la spécialisation paysagère. Cette tendance est observable en Bièvre. Mais on constate que différents types de spécialisations dans la plaine permettent de conserver un maximum de biodiversité en additionnant les communautés présentes. Conclusion, la spécialisation des espaces n'est pas nécessairement un facteur de dégradation de la biodiversité à petite échelle à condition qu'elle soit maitrisée, sans tomber dans une banalisation des paysages. Cette étude apporte un éclairage supplémentaire sur la nécessité de prendre en compte l'hétérogénéité du paysage dans les politiques publiques d'aménagement en raisonnant à l'échelle d'éco paysages qui tendent à influencer la distribution spatiale des communautés d'oiseaux.

La banalisation des espaces agricoles ?

Dans les territoires étudiés, il existe un phénomène de simplification paysagère et de banalisation des espaces conduisant à la réduction des ressources écologiques disponibles. C'est le cas lorsqu'une taille moyenne de parcelles élevée est couplée à une faible quantité d'éléments semi-naturels et à une faible diversité cultivée, le tout s'additionnant à la présence de surfaces artificialisées et d'axes de communication. On peut parler d'effets cumulatifs défavorables, affectant probablement la structure des communautés des milieux ouverts et bocagers, mais beaucoup moins les espèces généralistes. Ils sont perceptibles en Rovaltain à l'est de l'agglomération de Valence, ou en Bièvre où les espèces généralistes se structurent en cœur de plaine à proximité des secteurs les plus aménagés ces dernières années.

Toutefois certains aménagements comme les aérodromes (Bièvre et Rovaltain) contribuent paradoxalement à ajouter de la diversité avec des surfaces toujours en herbe situés dans des espaces très ouverts de grandes cultures. Cela tend à accroitre localement la diversité des espèces des milieux ouverts en favorisant une complémentarité de milieux.

Limites et approfondissements

La connaissance de l'hétérogénéité du paysage n'est pas suffisante dans cette analyse. Il serait opportun de regrouper les espèces selon leurs traits fonctionnels pour analyser plus précisément les fonctionnalités écologiques des espaces. En effet c'est la diversité des fonctionnalités écologiques qui assurent une biodiversité et pas seulement une forte richesse spécifique. L'analyse espèce x paysage mériterait donc une description et une catégorisation plus fine des éléments du paysage en termes de ressources écologiques pour les espèces. Cela permettrait de déboucher sur des assemblages plus fonctionnels et d'évaluer plus concrètement et précisément les fonctionnalités écologiques fournies par les espaces agricoles.

VI. References bibliographiques

Bonthoux, S Balent, G Bird metacommunity processes remain constant after 25 years of landscape changes, Ecological Complexity, Volume 21, 2015, Pages 39-43, ISSN 1476-945X,

Bonthoux, S., Barnagaud, J., Goulard, M. et al. Contrasting spatial and temporal responses of bird communities to landscape changes. Oecologia 172, 563–574 (2013). https://doi.org/10.1007/s00442-012-2498-2

Fahrig, L., J. Baudry, L. Brotons, F.G. Burel, T.O. Crist, et al. 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. Ecol. Lett. 14(2): 101–112. doi: 10.1111/j.1461-0248.2010.01559.x.

Fontaine, B Jiguet F – 2016. Le STOC, support de travaux scientifiques : des points d'écoute à la Politique Agricole Commune. Ornithos 23-1 : 16-27.

Julliard R., Clavel J., Devictor V., Jiguet F. & Couvet D. (2006). Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. Ecology Letters 9 : 1 237-1 244.

Oliveau, S. 2010. AUTOCORRÉLATION SPATIALE : LEÇONS DU CHANGEMENT D'ÉCHELLE. L'espace géographie, Vol. 39 | pages 51 à 64.

Ord, J.K. and Getis, A. (1995), Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application. Geographical Analysis, 27: 286-306. doi:10.1111/j.1538-4632.1995.tb00912.x

Sirami C, Gross N, Baillod AB, Bertrand C, Carrie´ R, Hass A, Henckel L, Miguet P, Vuillot C, Alignier A, Girard J, Bata´ry P, Clough Y, Violle C, Giralt D, Bota G, Badenhausser I, Lefebvre G, Gauffre B, Vialatte A, Calatayud F, Gil-Tena A, Tischendorf L, Mitchell S, Lindsay K, Georges R, Hilaire S, Recasens J, Sole´-Senan XO, Roblen˜o I, Bosch J, Barrientos JA, Ricarte A, Marcos-Garcia MA, Min˜ano J, Mathevet R, Gibon A, Baudry J, Balent G, Poulin B, Burel F, Tscharntke T, Bretagnolle V, Siriwardena G, Ouin A, Brotons L, Martin J-L, Fahrig L (2019) Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions. Proc Natl Acad Sci 116:16442–16447

Teillard F., Antoniucci D., Jiguet F. & Tichit M. (2014). Contrasting distributions of grassland and arable birds in heterogenous farmlands : implications for conservation. Biological Conservation 176 : 243-251.

Vasseur, C., Joannon, A., Aviron, S., Burel, F., Meynard, J-M., Baudry, J. The cropping systems mosaic: How does the hidden heterogeneity of agricultural landscapes drive arthropod populations?, Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 166, 2013, Pages 3-14, ISSN 0167-8809,

VII. ANNEXES

Annexe 1 : Diagrammes des fréquences d'observation des espèces d'oiseaux dits de milieux agricoles dans les trois territoires CVB. 2

Annexe 2 : Cartographies de la richesse spécifique des oiseaux des milieux généralistes sur les 300 sites inventoriés dans chacun des trois territoires CVB : Rovaltain, Forez, Bièvre. 3

Annexe 3 : Cartographies de l'autocorrélation spatiale locale de la richesse spécifique des espèces d'oiseaux des milieux ouverts ou bocagers dans les trois territoires CVB. 4

Annexe 4 : Cartes de répartition des éléments semi-naturels arborés (haies, bosquets) sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles. 5

Annexe 5 : Cartes de répartition des tailles moyennes de parcelles agricoles sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles. 6

Annexe 6 : Cartes de répartition des surfaces en prairies permanentes sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles. 7

Annexe 7 : Cartes de répartition des surfaces en forêt sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles. 8

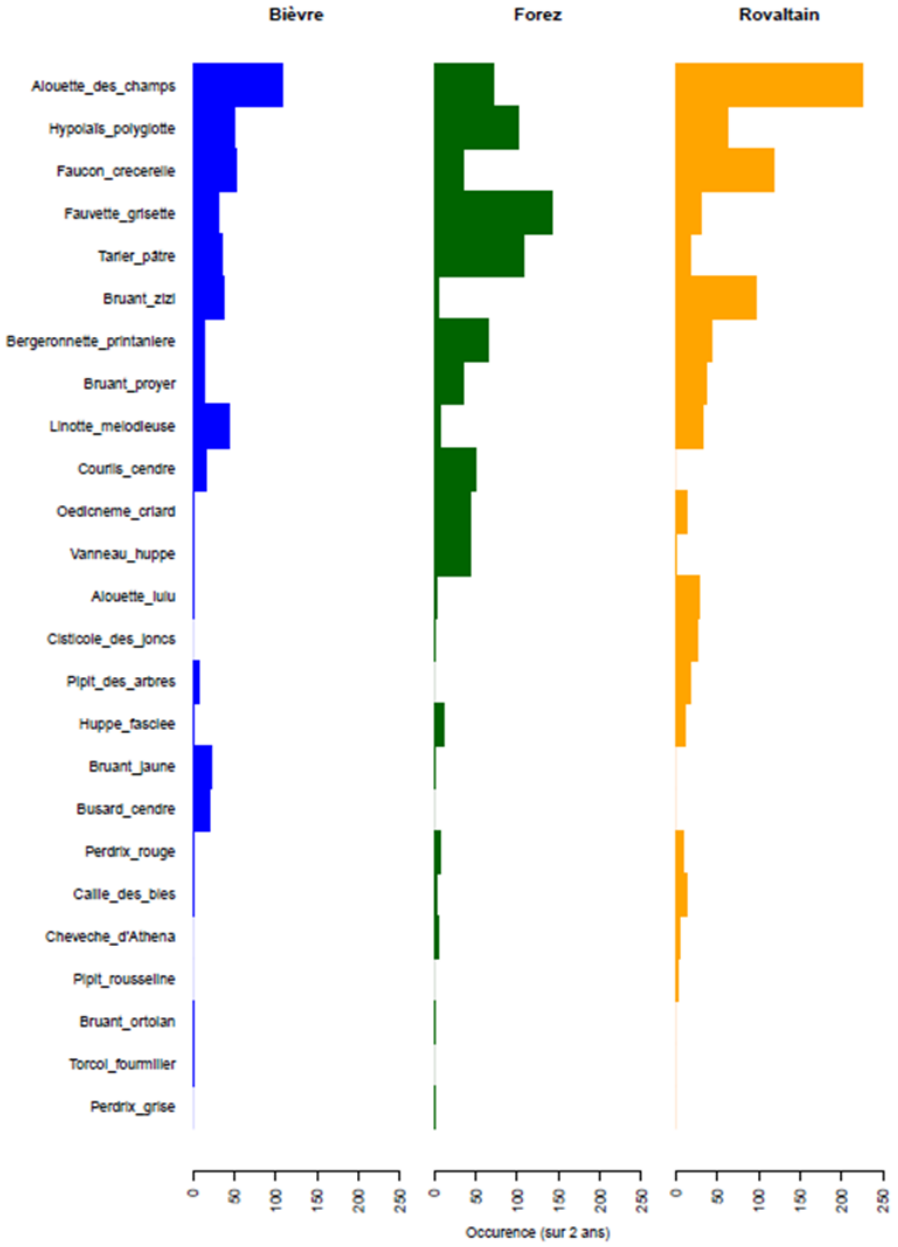
Annexe 8 : Cartes de répartition des surfaces en cultures de maïs (grain, ensilage et semence) sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles. 9

Annexe 9 : Cartes de répartition des surfaces artificialisées (urbanisation, axes de communication, zones industrielles) sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles. 10

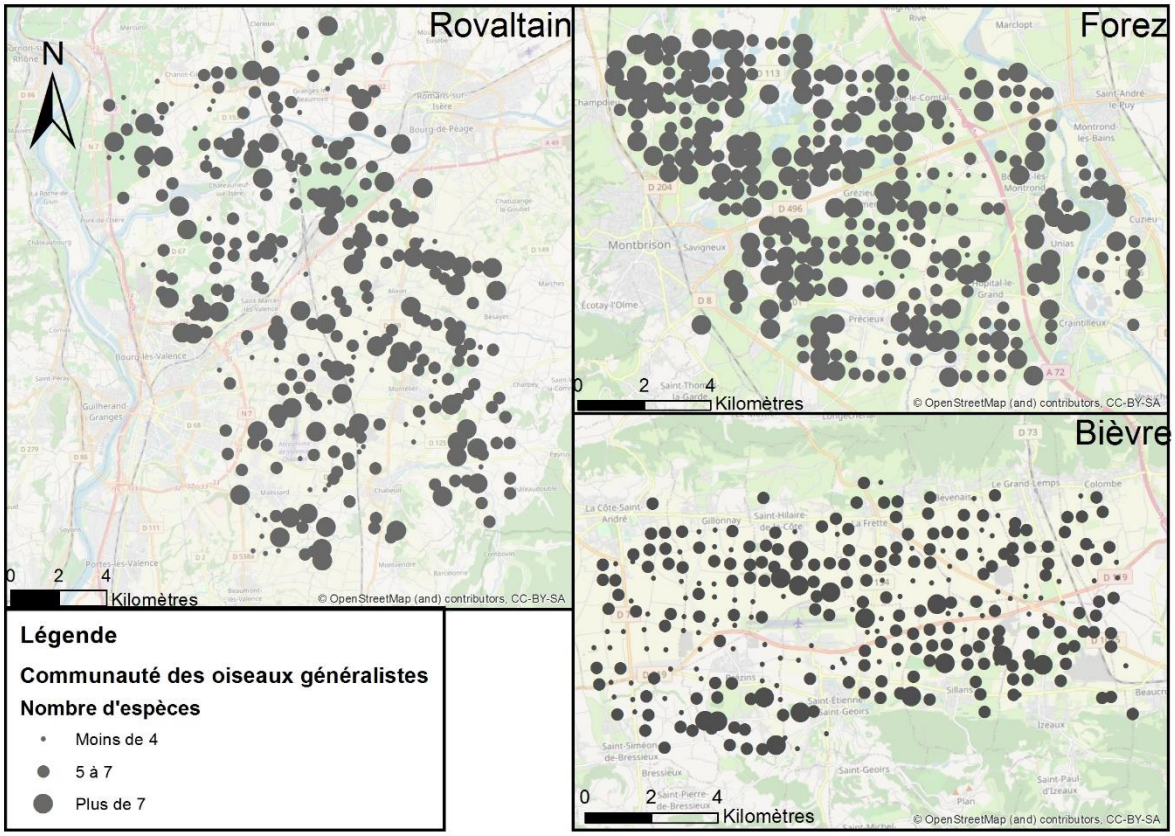
Annexe 10 : Cartographie de la diversité paysagère cultivée (indice de Simpson) des trois territoires CVB. 11

Annexe 11 : Cartes de répartition de la population pour une série d'espèces d'oiseaux des milieux agricoles ouverts en Bièvre, Rovaltain et Forez. 12

Annexe 1 : Diagrammes des fréquences d'observation des espèces d'oiseaux dits de milieux agricoles dans les trois territoires CVB.

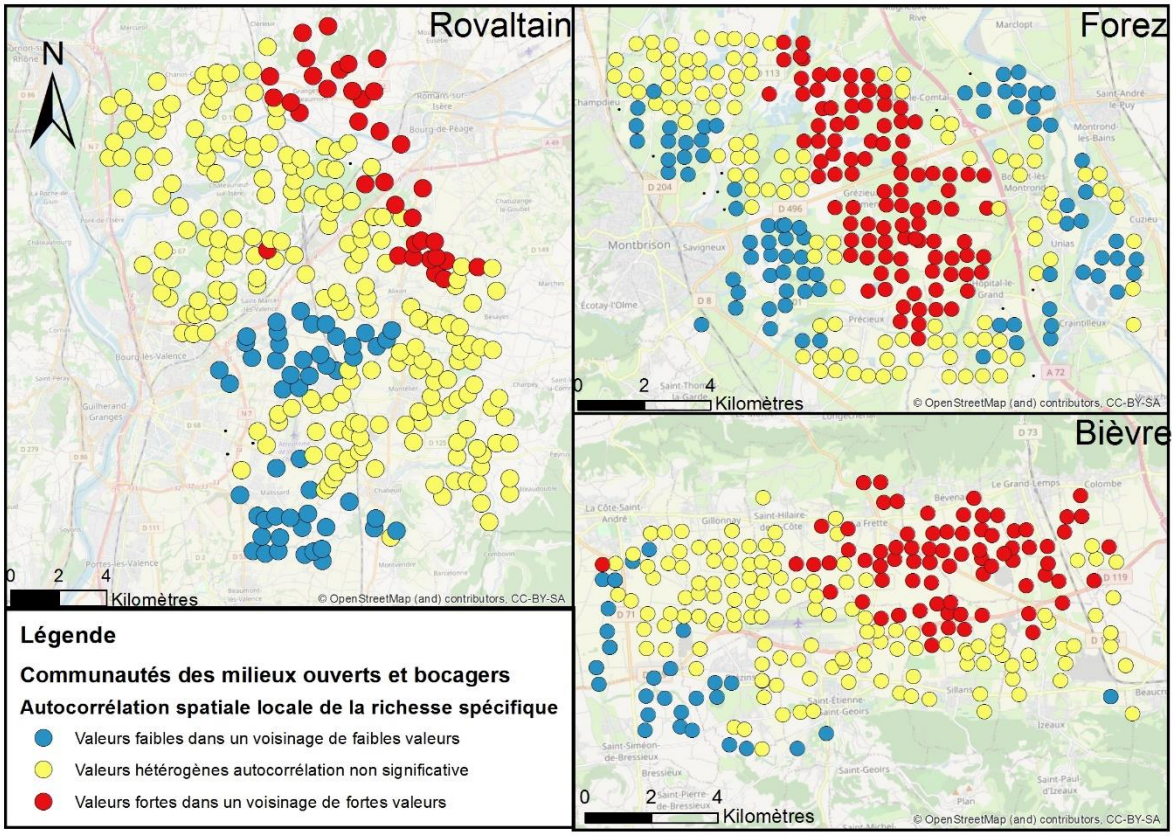


Annexe 2 : Cartographies de la richesse spécifique des oiseaux des milieux généralistes sur les 300 sites inventoriés dans chacun des trois territoires CVB : Rovaltain, Forez, Bièvre.



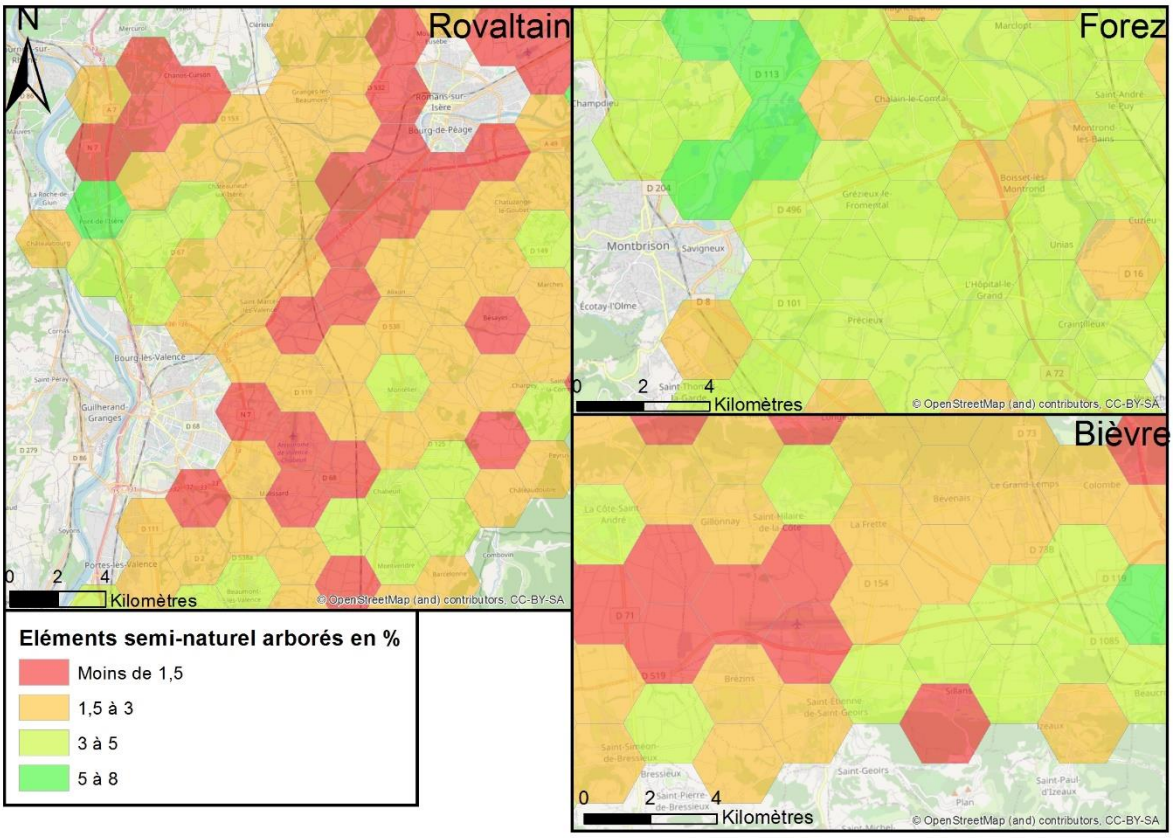
Annexe 3 : Cartographies de l'autocorrélation spatiale locale de la richesse spécifique des espèces d'oiseaux des milieux ouverts ou bocagers dans les trois territoires CVB.

Les distances optimales d'analyse sont respectivement de 2000, 2000 et 1500m pour le Rovaltain, le Forez et la Bièvre. Le seuil statistique du score Z correspond à p<0,1 pour les valeurs faibles et fortes.



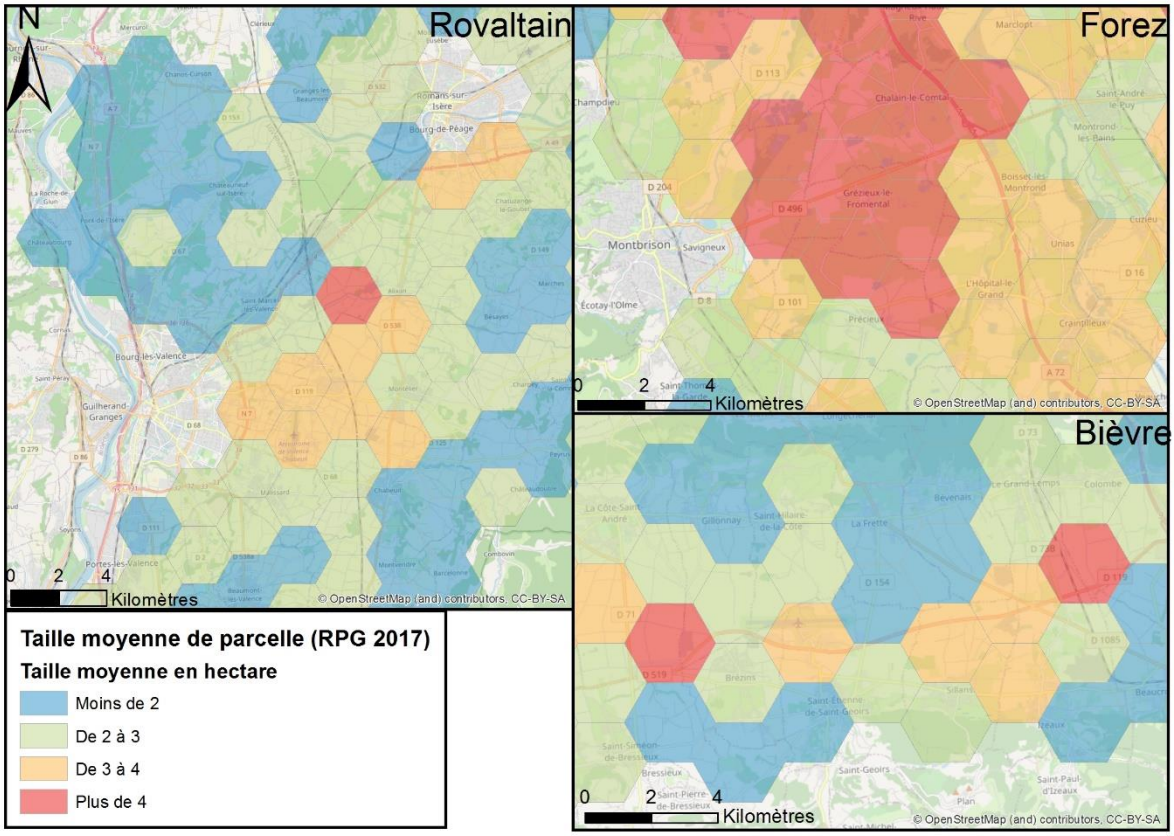
Annexe 4 : Cartes de répartition des éléments semi-naturels arborés (haies, bosquets) sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles.

Les composantes paysagères sont mesurées dans un maillage hexagonal de taille unitaire de 500 hectares. Source des données : base OSCOM (Occupation du Sol à l'échelle COMmunale) DREAL Auvergne-Rhône-Alpes.



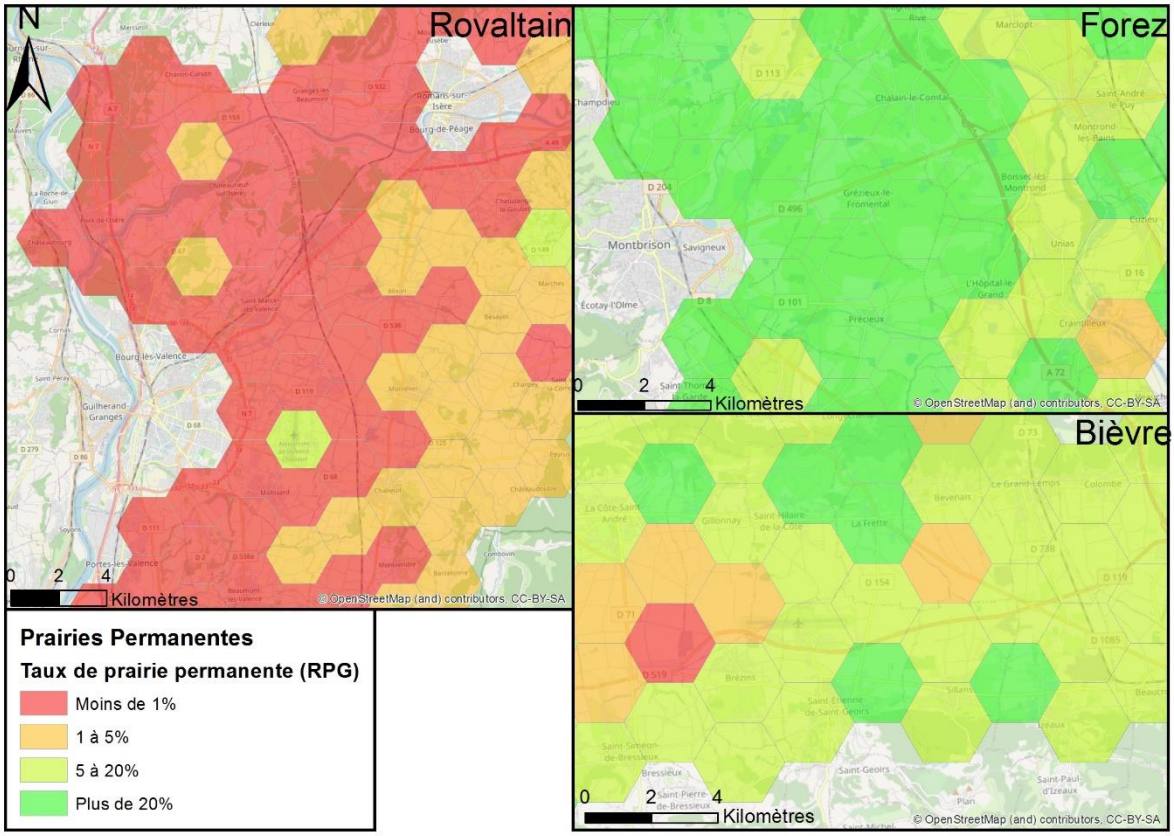
Annexe 5 : Cartes de répartition des tailles moyennes de parcelles agricoles sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles.

Les composantes paysagères sont mesurées dans un maillage hexagonal de taille unitaire de 500 hectares. Source des données : RPG (Registre Parcellaire Graphique) 2017, IGN.



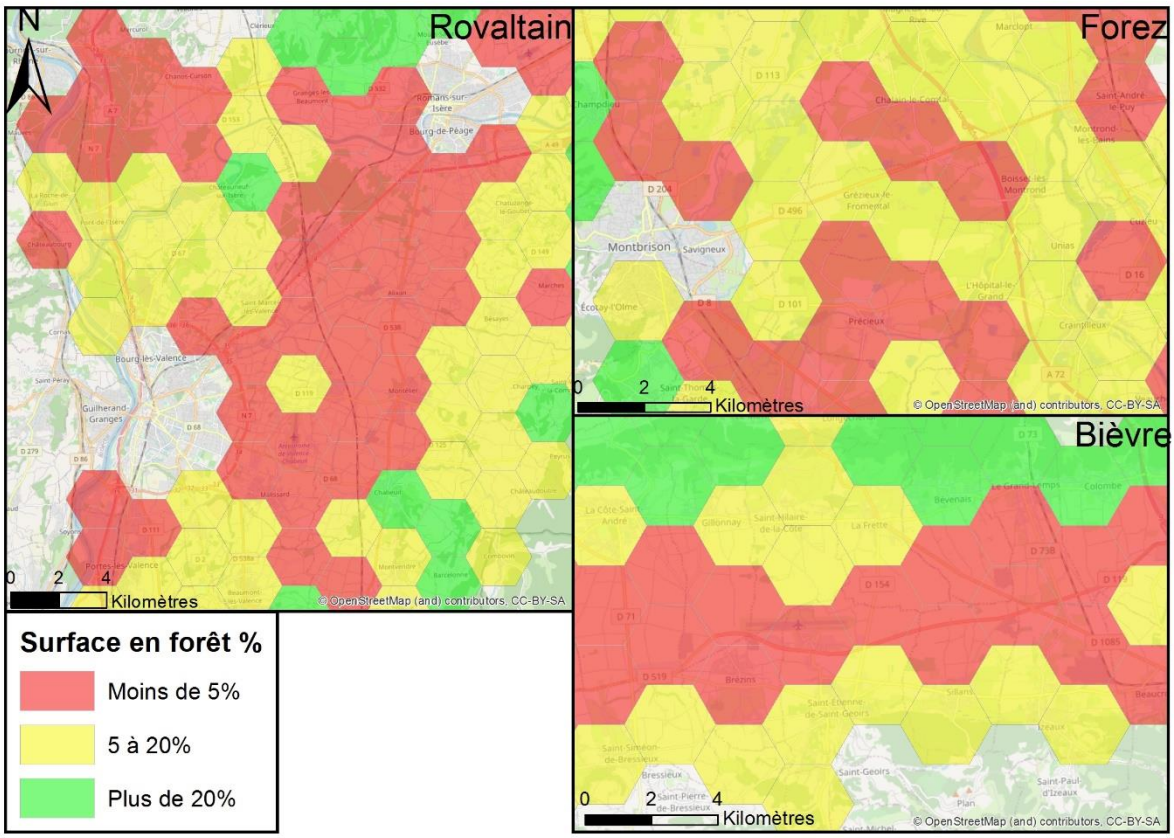
Annexe 6 : Cartes de répartition des surfaces en prairies permanentes sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles.

Les composantes paysagères sont mesurées dans un maillage hexagonal de taille unitaire de 500 hectares. Source des données : RPG (Registre Parcellaire Graphique) 2017, IGN.



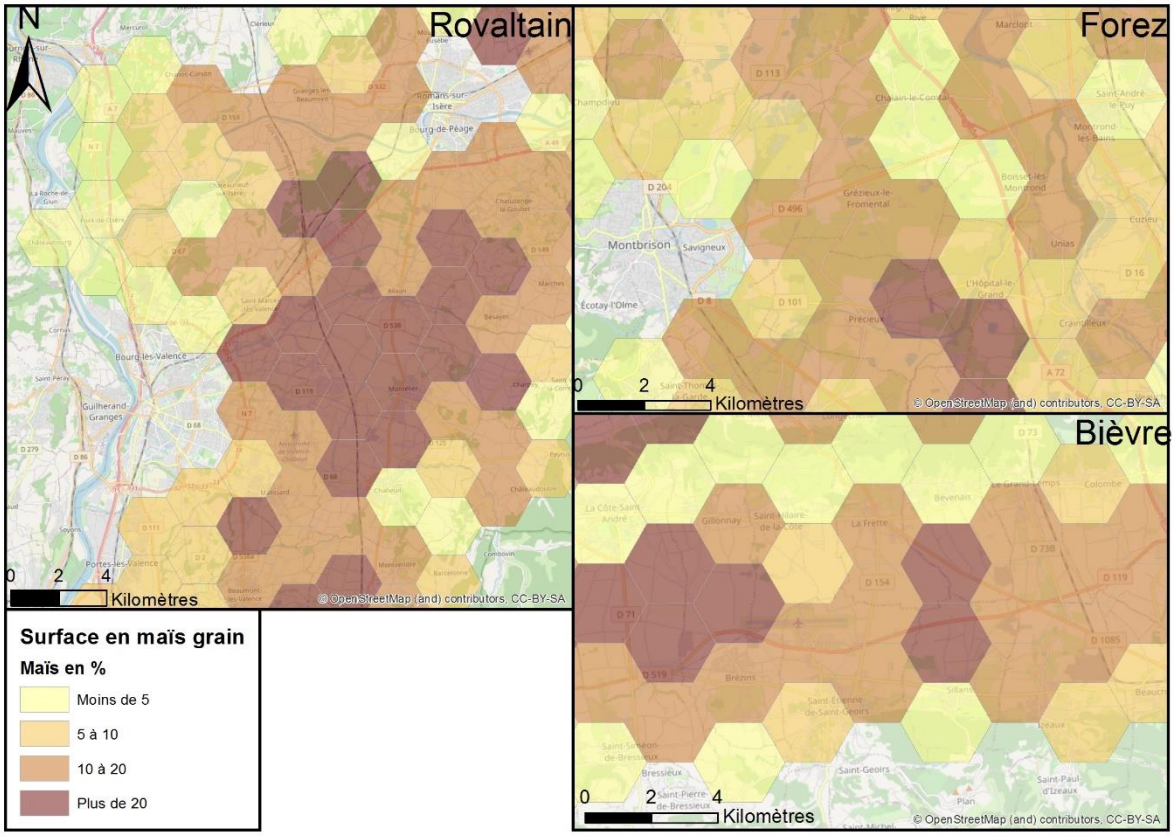
Annexe 7 : Cartes de répartition des surfaces en forêt sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles.

Les composantes paysagères sont mesurées dans un maillage hexagonal de taille unitaire de 500 hectares. Source des données : base OSCOM (Occupation du Sol à l'échelle COMmunale) DREAL Auvergne-Rhône-Alpes.



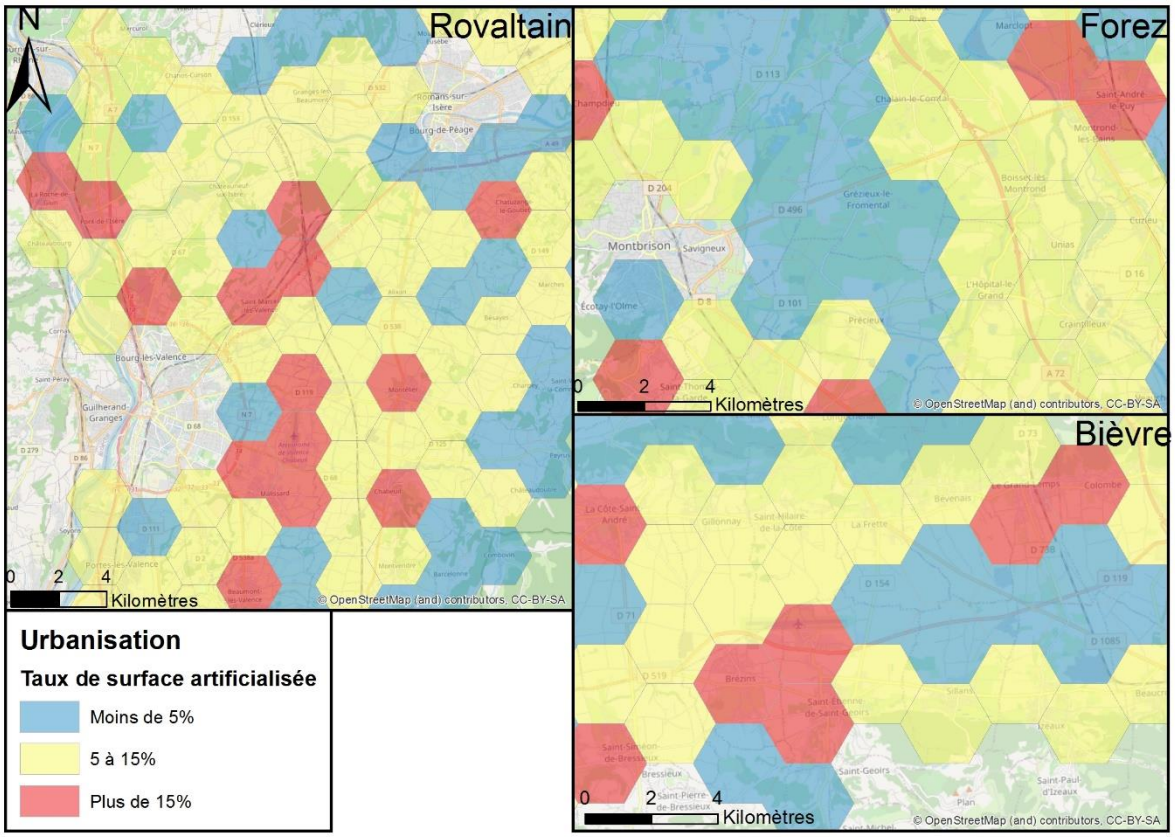
Annexe 8 : Cartes de répartition des surfaces en cultures de maïs (grain, ensilage et semence) sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles.

Les composantes paysagères sont mesurées dans un maillage hexagonal de taille unitaire de 500 hectares. Source des données : RPG (Registre Parcellaire Graphique) 2017, IGN.



Annexe 9 : Cartes de répartition des surfaces artificialisées (urbanisation, axes de communication, zones industrielles) sur les trois territoires CVB de la CPO perméabilité des espaces agricoles.

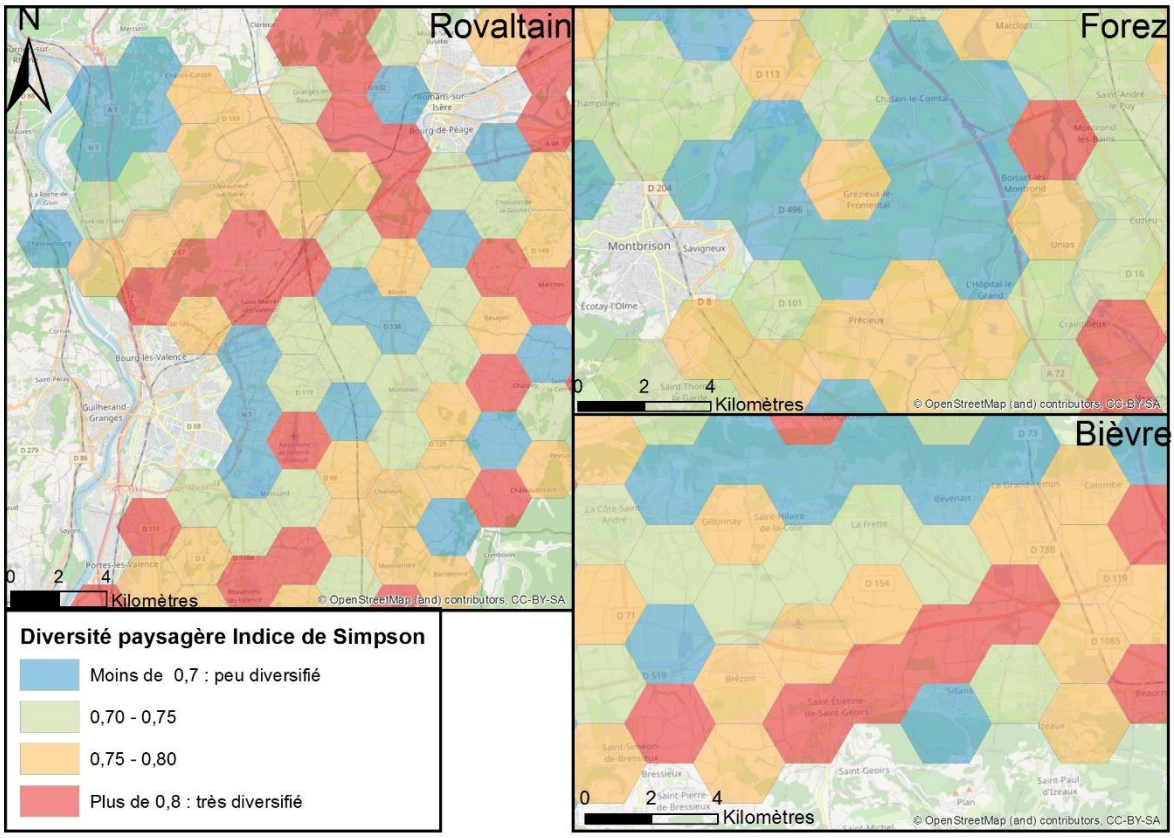
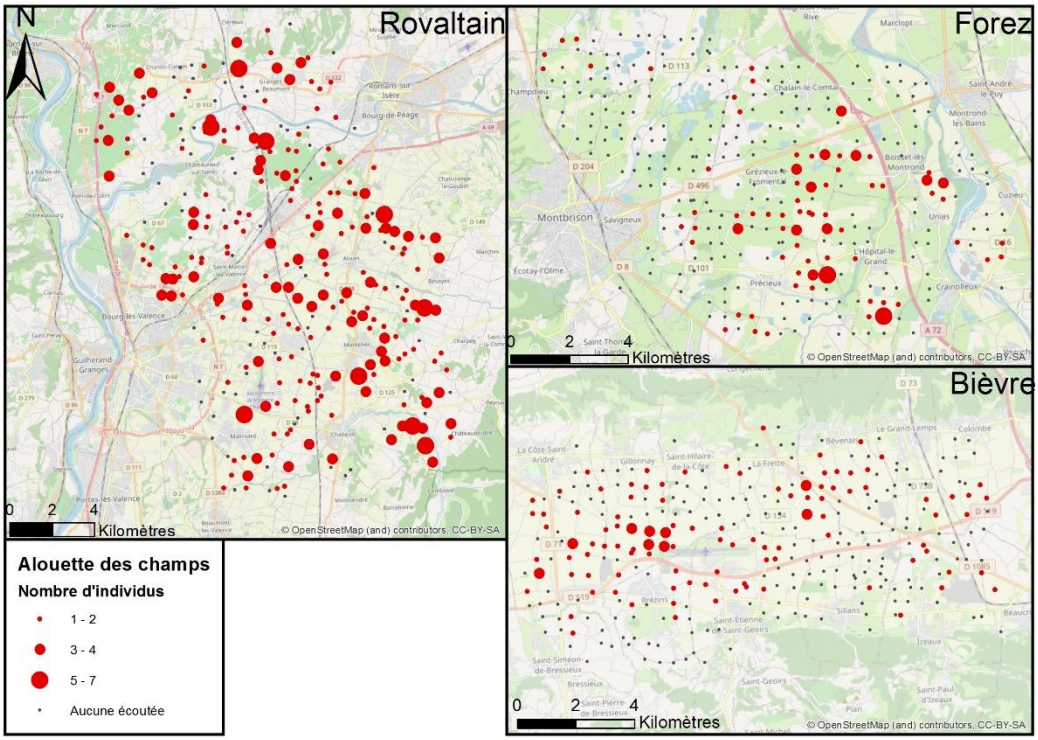
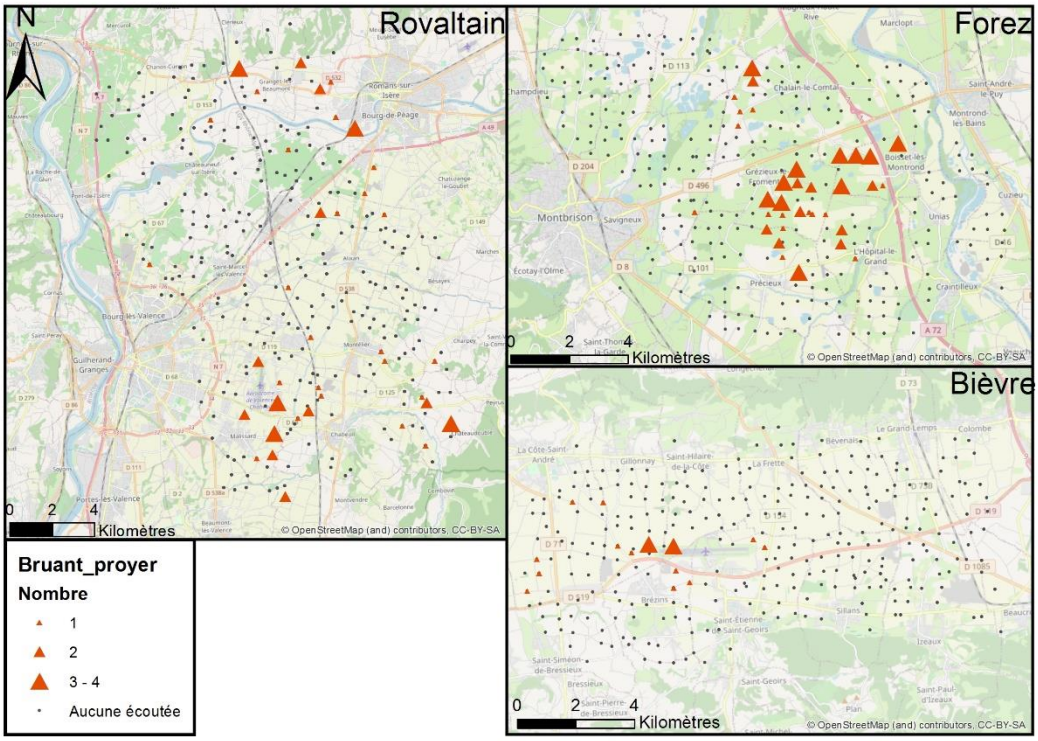
Les composantes paysagères sont mesurées dans un maillage hexagonal de taille unitaire de 500 hectares. Source des données : base OSCOM (Occupation du Sol à l'échelle COMmunale) DREAL Auvergne-Rhône-Alpes.



Annexe 10 : Cartographie de la diversité paysagère cultivée (indice de Simpson) des trois territoires CVB.

Les composantes paysagères sont mesurées dans un maillage hexagonal de taille unitaire de 500 hectares. Source des données : base OSCOM (Occupation du Sol à l'échelle COMmunale) DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, et RPG 2016. Les regroupements de cultures sont les suivants :

- Autres oléoprotéagineux : soja, lupin,
- Céréale hiver : blé, orge, seigle, triticale, avoine…
- Colza
- Divers
- Gel et jachères
- Légumes
- Maïs
- Prairies Temporaires et fourrages"
- Prairies permanentes
- Tournesol
- Cultures permanentes : vignes et vergers



Annexe 11 : Cartes de répartition de la population pour une série d'espèces d'oiseaux des milieux agricoles ouverts en Bièvre, Rovaltain et Forez.