

Rapport de stage

Licence Professionnelle Gestion Agricole des Espaces Naturels Ruraux



La biodiversité urbaine :

Quels sont les facteurs influençant la répartition des communautés d'oiseaux des espaces herbacés le long d'un gradient urbain-rural ?

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Joséphine Pithon, enseignante chercheuse en écologie à l'Ecole Supérieure d'Agriculture à Angers, pour m'avoir donné l'opportunité de travailler avec elle ainsi que pour sa confiance et son aide précieuse pendant ces quatre mois.

Je remercie également toute l'équipe avec qui j'ai travaillé, notamment, Guillaume Pain pour sa bonne humeur et ses conseils en bibliographie.

Merci à Vincent Oury, pour le SIG et les sorties terrains.

Merci à Marie Jagaille pour les cartographies, pour son aide et ses réponses rapides.

Un grand merci à ma tutrice, Lise Roy pour son suivi et son aide tout au long de mon stage.



Figure 1 : Chardonneret élégant, Cindy Schrader

Table des matières

Remerciements	2
Introduction.....	5
I. Contexte	6
1. Description de la structure de stage	6
2. Descriptif du projet de recherche	6
a) Le projet URBIO.....	6
b) Deux projets complémentaires.....	7
3. La mission	7
4. Un paysage qui évolue dans sa structure et dans sa composition	8
a) Une agriculture en évolution	8
b) L'expansion urbaine	10
II. Description de la démarche d'étude.....	12
1. Méthodologie.....	12
a) Sélection des sites sur un gradient de distance à la ville.....	12
b) Classement des sites selon le paysage environnant.....	14
c) Les inventaires	15
d) Les relevés habitats.....	17
e) Les outils d'analyses.....	17
III. Résultats obtenus.....	18
1. Résultats à l'échelle des sites	18
2. Résultats des gradients à l'échelle du paysage.....	20
3. Présentation du cortège d'oiseaux inventorié.....	20
4. Relations entre cortège d'oiseaux et gradient urbain-rural	25
5. Influence des facteurs locaux sur le cortège d'oiseaux	29
a) Nature des observations.....	29
b) Les relations entre habitat et cortège d'oiseau.....	30
IV. Discussion.....	31
1. Réponse à la problématique	31
2. Analyse critique de l'étude.....	33
3. Perspectives d'aménagement et de gestion.....	33
Conclusion	36
Bibliographie	37

Liste des figures et tableaux

Figure n°1 : Chardonneret élégant

Figure n°2 : Linotte mélodieuse, spécialiste des milieux agricoles, Angers

Figure n°3 : Pigeon ramier, espèce généraliste

Figure n°4 : Méthode de sélection des sites de la ville de Nantes

Figure n°5 : Cartes des buffers minéral-végétal de Nantes et Angers, Orthophoto Angers 2008 et Nantes 2009

Figure n°6 : Pics d'activité vocale journalier chez les oiseaux au mois de juin (Blondel, 1975)

Figure n°7 : Schéma du parcours à réaliser sur les sites à étudier

Figure n°8 : Pie bavarde, site S_4.8 à Angers

Tableau n°1 : Présentation des résultats des variables de la fiche habitat, les deux villes confondues

Figure n°9 : Présentation de la variabilité des haies entre sites

Figure n°10 : Carte des buffers de 250m de trois sites d'Angers, Orthophoto 2008

Tableau n°2 : Présentation du cortège d'oiseaux de Nantes et Angers

Figure n°11 : Composition du cortège avifaunistique de Nantes et Angers

Figure n°12 : Tarier pâtre juvénile, oiseau du cortège agricole

Tableau n°3 : Composition des sites

Figure n°13 : Effets du gradient urbain-rural sur les communautés d'oiseaux

Figure n°14 : Relation entre les cortèges d'oiseaux et le gradient urbain-rural

Tableau n°4 : Répartition des espèces le long du gradient

Figure n°15 : Effet du pourcentage d'élément minéral sur les oiseaux

Figure n°16 : Influence de l'élément minéral sur les cortèges d'oiseaux spécialistes des milieux forestiers et bâtis

Figure n°17 : Présentation des observations par habitat et par type de parcelle

Figure n°18 : Influence de la composition de l'habitat sur la communauté avifaunistique

Figure n°19 : Schéma d'un réseau écologique, (Biotope)

Figure n°20 : Tonte différenciée d'un terrain de sport dans le Nord-Pas-de-Calais

Figure n°21 : Zone de fauchage tardif et bord de route fleuri dans le Nord-Pas-de-Calais

Figure n°22 : Parcelle J_1.8, Angers

Figure n°23 : Tarier pâtre qui chante

Figure n°24 : Parcelle J_2.5, Angers

Introduction

L'érosion de la biodiversité est le résultat des activités humaines qui ont pour conséquence la perte d'habitats naturels. L'urbanisation s'est étendue jusqu'à coloniser nos campagnes mais nous ne connaissons peu les conséquences sur la biodiversité. En effet, l'étude de la biodiversité urbaine est relativement récente en France (1990) et le milieu urbain est bien différent des milieux naturels et agricoles. A la campagne, ce sont les facteurs abiotiques¹ et biotiques² qui influencent la présence des espèces animales et végétales, les perturbations de l'homme s'ajoutent à ces facteurs. En ville, c'est le contraire, les espèces s'installent là où l'homme le permet en installant des infrastructures avec des trous et cavités, des parcs, des arbres, en nourrissant les oiseaux dans leurs jardins. Ce n'est qu'ensuite que les facteurs biotiques et abiotiques s'ajoutent, influençant leur présence (Clergeau, 2011).

De plus, l'écologie n'est plus centrée sur la biodiversité rare et menacée. Aujourd'hui, la biodiversité ordinaire, les milieux artificialisés et l'impact des activités anthropiques sont également étudiés. Nous pouvons alors faire l'hypothèse que la biodiversité urbaine est moins riche comparée à celle des campagnes.

Cependant, l'activité agricole s'est intensifiée, les pratiques ont changé. Notamment, le nombre des exploitations a diminué, et elles se sont agrandies, les monocultures se sont développées. Ainsi il n'y a pas seulement l'urbanisation qui menace la biodiversité mais l'agriculture également (McKinney 2002). La structure et la composition du paysage et des habitats ont ainsi été modifiés le long du gradient urbain-rural. Beaucoup d'études ont montré l'importance de la structure de la végétation à l'échelle du paysage sur la distribution et l'abondance d'une multitude d'espèces (Melles et al., 2003).

Comment la composition de la biodiversité évolue-t-elle depuis la campagne jusqu'à la ville ?
Comment la biodiversité s'est structurée en réponse à de tels changements ?

Le projet URBIO est un projet de recherche pluridisciplinaire qui étudie la biodiversité urbaine. Il a pour objectif de créer un réseau de chercheurs ainsi que de produire des connaissances scientifiques sur cette biodiversité. Mon stage de fin d'année de Licence professionnelle Gestion Agricole des Espaces Naturels Ruraux s'inscrit dans le cadre de ce projet.

Nous allons dans ce rapport tenter de répondre à la question suivante :

Quels sont les facteurs influençant la répartition des communautés d'oiseaux des espaces herbacés le long d'un gradient urbain-rural ?

Pour cela nous présenterons tout d'abord le projet de recherche dans lequel s'inscrit mon stage, nous ferons également un état de l'art sur les changements du paysage en ville et en campagne agricole ainsi qu'une description de leurs cortèges d'oiseaux associés. Ensuite, nous présenterons les méthodes mises en place pour répondre à cette problématique. Puis nous exposerons les résultats que nous avons obtenus. Enfin, nous proposerons une discussion avec des éléments de réponse en analysant les résultats et en utilisant les connaissances acquises le long de cette étude.

¹ Climat, topographie,...

² Compétition, prédation,...

I. Contexte

1. Description de la structure de stage

J'ai réalisé mon stage à l'Unité de Recherche Paysage et Ecologie à l'École Supérieure d'Agriculture d'Angers. Cette unité travaille en inter-établissement avec l'Agro-campus Ouest. Dans cette unité, sont étudiées les interactions entre les activités humaines et la biodiversité à différentes échelles. Cela permet d'évaluer la qualité des espaces sous les influences urbaines ou agricoles. Elle est composée de 4 enseignants chercheurs en écologie végétale, animale et en géomatique. Ils accompagnent des acteurs du territoire (agriculteurs, collectivités) dans des travaux de prise en compte de la biodiversité dans l'aménagement du territoire. Cette unité travaille sur deux grands axes. Le premier, le rôle des milieux semi-naturels dans le maintien de la biodiversité sous l'influence anthropique à travers, d'une part, la gestion et une mise en place d'étude du paysage et d'autre part la faune (avifaune) et la flore présente. Le second, concerne l'étude de l'aménagement des espaces afin de mieux intégrer la biodiversité. Cette unité est très active et répond à des appels à projet de recherche dont deux projets de grande ampleur UR BIO (financé par la Région des Pays de la Loire) et TRAMIX (financé par le ministère de l'écologie).

2. Descriptif du projet de recherche

a) Le projet UR BIO

Le stage rentre dans le cadre du projet UR BIO. Ce projet a débuté en 2013 et se terminera en 2016. Il a pour objectif de constituer un réseau de recherche interdisciplinaire sur la biodiversité urbaine. Il est attendu de faire émerger un pôle scientifique de référence sur ce thème dans la Région. La finalité de ce projet est de comprendre les processus impliqués dans la dynamique de la biodiversité sur un gradient urbain-rural. Trois types de fonctionnement écologiques sont étudiés : les interactions entre le climat et la biodiversité (Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville), la pollinisation par les abeilles domestiques et sauvages (Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire) et les effets de la connectivité sur la biodiversité (avifaune et flore) (ESA et Agrocampus Ouest). L'entreprise Plante & Cité participera à l'animation scientifique du programme.

L'étude est conduite dans trois villes, Angers, Nantes et La Roche-sur-Yon.

Le résultat attendu est une meilleure compréhension des processus impliqués dans la dynamique de la biodiversité à l'interface ville/campagne et donc la mise en évidence de l'intérêt de la biodiversité dans les aires urbaines³.

Le projet est conduit en 6 axes dont quatre axes de recherches, qui correspondent à différentes approches méthodologiques :

Le premier axe consiste en un travail de synthèse bibliographique sur la place de la nature en ville et le lien avec les services rendus.

L'axe 2 est une mise en commun des méthodes et sites étudiés entre les différents partenaires. L'intérêt est d'avoir des secteurs d'études et un langage commun ainsi qu'un partage des données, outils et méthodes.

³ Les aires urbaines sont des espaces semi-naturels urbanisés et des espaces « ruralisés » de la ville. Exemples d'aires urbaines : parcs, jardins, certaines haies, ...

Le troisième axe évalue l'interaction de la biodiversité et la dynamique des aires urbaines en caractérisant le gradient urbain-rural⁴ en relation avec l'occupation du sol, le climat et la biodiversité ordinaire.

Le volet 3-c étudie la place de la biodiversité ordinaire dans les aires urbaines notamment l'avifaune dans une continuité de milieux herbacés et bocagers sur un gradient urbain-rural. L'objectif est de comprendre quels sont les facteurs influençant la distribution de la biodiversité des aires urbaines à l'échelle du paysage⁵. Les résultats permettront d'alimenter la réflexion sur les intérêts de mise en œuvre des trames vertes et bleues dans les aires urbaines et d'en préciser les enjeux.

Ensuite, l'axe 4 étudie les conséquences des conditions climatiques locales sur la phénologie⁶ de la flore et de l'entomofaune. L'objectif est de voir l'influence du gradient urbain-rural sur le fonctionnement de la flore et de deux espèces d'abeilles.

Pour finir, les axes 5 et 6 ont pour objectifs de constituer un réseau scientifique interdisciplinaire et valoriser cette étude par une sensibilisation à destination des gestionnaires.

Le volet 3-c (partie ornithologie), sera le sujet de ce rapport. L'objectif est d'évaluer la contribution des milieux herbacés sur la biodiversité de ces territoires le long d'un gradient urbain-rural et de voir si ce cortège est influencé par la proximité de la ville.

b) Deux projets complémentaires

Il est nécessaire de faire le lien avec le projet de recherche TRAMIX. Ce projet étudie le rôle que peuvent avoir les activités et objets agricoles⁷ ainsi que les objets associés à la ville tels que les parcs, dans le maintien de la biodiversité ordinaire dans un contexte péri-urbain. C'est aussi l'étude de l'effet de continuité des haies et prairies sur le cortège d'espèce floristique et d'oiseaux nicheurs des milieux ouverts, le long d'un gradient urbain-rural. Un des objectifs de ce projet est de voir la place de l'agriculture dans la mise en place de la trame verte au niveau local. Ce projet est divisé en plusieurs volets, agronomie-zootéchnie, sociologie, droit, géographie physique et écologie. Ce volet écologie de TRAMIX est ainsi étroitement lié au projet URBIO.

3. La mission

L'objectif du stage est de réaliser un inventaire des oiseaux nicheurs des milieux ouverts (ou des oiseaux qui les utilisent) et d'analyser l'influence du gradient sur leur répartition : telles que les effets du gradient sur l'abondance, les effets du type d'habitat sur la richesse spécifique... Nous allons tenter de répondre à la problématique suivante :

Quels sont les facteurs influençant la répartition des communautés d'oiseaux des espaces herbacés, le long d'un gradient urbain-rural ?

⁴ Sur une échelle allant du centre-ville à la campagne

⁵ Sur une continuité de milieux herbacés

⁶ Evènements périodiques en réponse aux variations climatiques, exemple : la floraison

⁷ Prairies et haies

4. Un paysage qui évolue dans sa structure et dans sa composition

a) Une agriculture en évolution

Au cours des 50 dernières années, le paysage a énormément changé et avec une grande rapidité que ce soit en ville comme en campagne. Alors comment se sont organisés les cortèges d'oiseaux? Quelles ont été leurs réponses à ces changements?

Le monde de l'agriculture a évolué depuis la seconde guerre mondiale. Les façons de faire et de penser ont changé, il a fallu produire plus et plus vite pour nourrir la population. Ainsi, le paysage a été modifié ; les parcelles agricoles ont été remembrées ; les ruisseaux recalibrés ; les zones humides drainées afin d'agrandir les parcelles. Des machines agricoles toujours plus grandes ont été construites pour gagner du temps. Puis nous avons concentré notre énergie sur un type d'agriculture (monoculture), nous avons fait le choix entre l'élevage ou la culture. Enfin, nous avons augmenté l'utilisation des intrants de synthèses tels que les herbicides, fongicides et insecticides. Ces changements ont permis d'augmenter les rendements, mais à quel prix ?

De nombreux scientifiques ont constaté le déclin des oiseaux agricoles (Weiserbs et Jacob., 2007 ; Morris et al., 2005 ; Filippi-codaccioni et al., 2010 ; Donald et al., 2006 ; Chamberlain et al., 2000). Ce déclin est attribué à de multiples raisons, mais toutes sont le résultat de l'action de l'homme, et tout particulièrement l'agriculture. En effet, l'intensification des pratiques est à l'origine d'une perte de biodiversité (Wallis De Vries et al., 2007). Les conséquences de l'intensification sont une mortalité directe sur les oiseaux lors des opérations de fermages, une diminution des ressources alimentaires et des habitats de moindres qualités. L'utilisation de pesticides et le changement des semences et variétés cultivées ont affectés la qualité et la quantité de nourriture et des zones de nidification des oiseaux. L'utilisation de fertilisants accélère la croissance des espèces cultivées, la végétation des prairies est plus précoce, plus haute et plus dense (Derouault et al., 2009).

Résultat, les proies sont moins abondantes et moins accessibles dans les prairies très fertilisées hautes et denses. La richesse spécifique de l'herbe a été remplacée par quelques espèces (*Lolium*, *Trifolium*) qui supportent une défoliation répétée et constituent une herbe dense, qui pousse vite, à structure uniforme, qui domine par compétition avec les autres espèces (Vickery et al., 2001).

De plus, les opérations de fermages évoluent et se font de plus en plus tôt. Les fauches sont précoces et il est possible désormais de réaliser jusqu'à trois fauches dans l'année. Mais aujourd'hui le foin est majoritairement remplacé par l'ensilage et l'enrubannage. Ces pratiques consistent à couper l'herbe et la mettre sous bâche pour l'ensilage, sous plastique pour l'enrubannage, afin de conserver par voie anaérobie⁸ le fourrage sans passer par le séchage.

Pendant la saison de reproduction, la ressource alimentaire affecte le succès de reproduction des oiseaux. Ainsi, beaucoup d'oiseaux agricoles dépendent des invertébrés du sol pendant la saison d'élevage des poussins (Smith et al., 2002). Or, plus il y a de pulvérisations d'insecticides et plus les conséquences sur les oiseaux sont intenses (Morris et al., 2005 ; Hart et al., 2006). Les pesticides peuvent avoir des effets sur la disponibilité en nourriture en affectant l'abondance et l'accès aux graines et invertébrés tels que les diptères, coléoptères, orthoptères et hyménoptères (Vickery et al., 2001 ; Bouvier et al., 2005 ; Benton et al., 2002). Les herbicides

⁸ En l'absence d'air, permettant la fermentation du fourrage

influencent directement la diversité et l'abondance des plantes nourricières (plantes hôtes) des invertébrés. De plus, les champs recevant des pesticides à la période de nidification sont moins utilisés que ceux n'en recevant pas à cette période (4 fois plus de nourriture) (Morris et al., 2005). Les pesticides ont donc un effet indirect sur l'abondance d'invertébrés, le développement des jeunes oiseaux et le succès d'envol.

Ensuite le piétinement a un impact sur le nombre de nid et d'oiseaux à l'envol, il dépend du type et de la taille du bétail ainsi que du temps de pâturage. Les prairies avec une Unité Gros Bovin élevée auront une forte influence sur le succès de nidification des oiseaux nicheurs au sol (Batary et al., 2010). De même, un pâturage intensif peut réduire l'opportunité de floraison et d'égrainage de la végétation (Vickery et al., 2001). Enfin, l'introduction d'ivermectine⁹ a une implication sur les invertébrés coprophages car les résidus d'insecticides du traitement se trouvent dans les déjections du bétail (Virlovet., 2005). Des études ont montré une réduction de l'activité des coprophages dans les déjections d'individus malades et par conséquent une diminution de la richesse et de l'abondance en oiseaux insectivores (Bouvier et al., 2011).

Les nouvelles pratiques et les pesticides ont une influence sur la structure et la composition de la végétation. Les prairies sont semées, la végétation y est plus dense et homogène, les herbicides détruisent les espèces produisant des graines. Ces facteurs influencent l'usage des oiseaux selon leur régime alimentaire. Les granivores préfèrent les végétations clairsemées et plutôt hautes alors que les insectivores préfèrent une végétation basse avec des trouées pour y chasser (Buckingham et al., 2006 ; Batary et al., 2010).

L'intensification et la simplification du paysage menacent beaucoup d'oiseaux spécialistes des milieux agricoles comme l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) et la Linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*). Les zones humides ont été remblayées et les forêts coupées afin d'installer des cultures. C'est ainsi que les habitats naturels ont été fragmentés et que l'étendue de ces habitats a diminué (zones humides, mares, haies).



Figure 2 : Linotte mélodieuse, spécialiste des milieux agricoles, Angers, Cindy Schrader

Ces changements ont des conséquences différentes selon les cortèges d'oiseaux : espèces spécialistes ou généralistes. Les espèces spécialistes sont des espèces qui sont étroitement dépendantes d'un habitat et/ou d'une ressource alimentaire. Les oiseaux spécialistes des milieux agricoles dépendent des milieux ouverts et homogènes. Ils sont donc sensibles à la

⁹ Traitement utilisé chez les vaches et chevaux contre les parasitoses

diversité et la fragmentation des habitats. Filippi-Codaccioni a montré une corrélation négative de l'abondance des espèces spécialistes avec l'intensification des pratiques agricoles et la complexification du paysage (Filippi-Codaccioni et al., 2010 ; Filippi-Codaccioni et al., 2010bis). A l'opposé, les espèces généralistes ne sont pas dépendantes d'un habitat ou d'une ressource alimentaire. Elles ont besoins de petits patches d'habitats hétérogènes offrant différentes ressources alimentaires et des abris. Elles sont généralement plus compétitives que les spécialistes qui sont restreintes à quelques habitats.

L'intensification de l'agriculture a donc un impact fort sur le cortège d'oiseaux spécialistes des milieux agricoles. On peut aussi retrouver à la campagne des espèces spécialistes des forêts comme le Troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*), le Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*) mais aussi des espèces généralistes comme la Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*) et l'Accenteur mouchet (*Prunella modularis*).

L'intensification de l'agriculture ainsi que la simplification du paysage et l'expansion des zones urbaines ont pour conséquence la perte de la biodiversité.

b) L'expansion urbaine

L'urbanisation en France date de l'industrialisation et de l'exode rural en 1800. Les villes sont sources d'emplois et de services. L'attrait de la culture notamment dans les grandes villes attire les nouveaux habitants. La population urbaine représente aujourd'hui la moitié de la population mondiale alors qu'elle n'était que de 13% au XXème siècle. L'étalement urbain¹⁰ est un phénomène mondial observé dans la majeure partie des villes européennes, essentiellement autour des grandes et moyennes agglomérations. En France, les communes péri-urbaines ont à partir de 1970, pris le relais des banlieues dans l'expansion des aires urbaines, contribuant à renforcer le phénomène de l'étalement urbain (Clergeau P., 2001).

L'urbanisation des campagnes, par l'étalement urbain, englutit en France, tous les sept ans, l'équivalent d'un département. Cela offre la possibilité de mener une vie de type urbaine dans un milieu resté rural en apparence. Aujourd'hui la limite ville-campagne est devenue obsolète. Cette croissance s'est faite au détriment des milieux naturels et agricoles. Les conséquences de cet étalement urbain sur la biodiversité sont multiples.

La ville est structurée par, un réseau routier et des zones d'activités et résidentielles qui ont fragmenté le paysage et isolé les habitats naturels (Clergeau P., 2001 ; Arnould et al., 2011 ; Menon et al., 2014 ; Chace et Walsh., 2006). Ces « îlots de nature » sont ainsi devenus petits et isolés les uns des autres. De plus, la matrice urbaine¹¹ rend difficile le brassage des communautés animales et végétales par manque de connectivités des milieux naturels (Menon et al., 2014 ; Chace et Walsh., 2006 ; Clergeau P., 2001). Cette matrice crée une barrière aux espèces à faible capacité de déplacement. De plus, l'aménagement urbain provoque une mortalité forte en période de migration et de reproduction des oiseaux via les impacts des voitures, fenêtres et fils électriques (Menon et al., 2014).

L'homme a un fort impact sur la biodiversité en ville. En effet, la ville doit être considérée comme un écosystème à part entière avec son climat, son hétérogénéité et ses fortes contraintes (Arnould et al., 2011). Contrairement à celle des habitats naturels, la biodiversité urbaine est soumise à la pollution atmosphérique, une imperméabilisation des sols forte, un

¹⁰ Le développement des surfaces urbanisées en périphérie des villes

¹¹ Réseau d'éléments urbains

éclairage artificiel et une présence humaine constante (bruit, piétinement, dérangement) (Huillet L., 2007 ; Clergeau P., 2001). De plus, la pluviométrie, la nébulosité et la température sont supérieures en ville qu'en campagne (Clergeau P., 2001, Shochat et al., 2006).

La composition et la qualité du paysage sont influencées par l'homme. En tant que gestionnaire des espaces, il sélectionne la flore en détruisant les « mauvaises herbes », en plantant des haies ornementales avec des espèces exotiques (Menon et al., 2014 ; Chace et walsh., 2011) et en utilisant certains pesticides. L'homme sélectionne également la faune. En effet, il remplace les espèces sauvages par des espèces domestiques, il élimine les animaux « nuisibles » mais nourrit certaines espèces comme les canards ou les oiseaux des jardins (Huillet L., 2007). Tous ces choix et sélections ont des conséquences sur la composition des espèces en présence de l'homme.

La diversité de l'avifaune urbaine est constituée d'un cortège urbanophile¹². Ce sont des espèces spécialistes du bâti comme par exemple l'Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*). Ce sont aussi des espèces généralistes, elles s'adaptent aux perturbations du paysage (Clergeau P., 2007 et 2001 ; Arnould et al., 2011 ; Devictor et al., 2007 et 2008 et Filippi-Codaccioni et al., 2008). Les espèces généralistes sont très concurrentielles puisqu'elles utilisent plusieurs types d'habitats et qu'elles ont une valence écologique¹³ large. Elles sont tolérantes aux modifications du paysage et certaines sont connues pour être des colonisatrices comme par exemple le Pigeon ramier (*Columba palumbus*). On peut trouver aussi en ville, avec un effectif moins important, des espèces spécialistes¹⁴ des milieux forestiers comme le Troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*), le Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*) et les Mésanges charbonnières (*Parus major*) et bleues (*Cyanistes caeruleus*). Les oiseaux sont donc sensibles à la variation de qualité des habitats, et les spécialistes le sont plus que les généralistes (Clergeau et al., 1997 et 2008).



Figure 3 : Pigeon ramier, espèce généraliste, David Pain

¹² Espèces qui aiment la ville

¹³ Espèces peu exigeantes au niveau de l'habitat et de la ressource alimentaire

¹⁴ Espèces exigeantes

II. Description de la démarche d'étude

1. Méthodologie

Etant donné que le stage a commencé début avril, début de la saison de reproduction des oiseaux, la pré-sélection des sites a été faite avant mon arrivée en stage.

a) Sélection des sites sur un gradient de distance à la ville

Un gradient urbain-rural a été utilisé. Il nous permet de voir comment sont formés les cortèges d'oiseaux du centre-ville jusqu'en campagne afin de mettre en avant l'influence de l'urbanisation sur l'abondance et la richesse spécifique (Manon et al., 2014). Cependant, ce gradient est complexe car il comporte une multitude de facteurs tels que la fragmentation, le recouvrement du couvert végétale et des surfaces imperméables, la densité de population et de route, la pollution de l'air, de l'eau et du sol... (Arnould P et al., 2011).

Deux villes (Angers et Nantes) parmi trois (troisième : La Roche sur Yon) ont été étudiées. Tout d'abord, par souci de faisabilité, de distance et puisque les contraintes sont multiples (la météo, les déplacements, le temps), mais aussi car le gradient urbain-rural de La Roche-Sur-Yon était beaucoup plus court que ceux de Nantes et Angers (étant donné que cette ville est plus petite), les données n'auront alors pas pu être comparables.

Afin d'étudier le gradient urbain-rural, un transect passant par le centre de chacune des villes a été tracé jusqu'à la campagne (la référence du centre est la cathédrale). Par la suite, une délimitation de 3000 mètres autour du transect a été tracée. A l'intérieur de ce périmètre ont été conservé les milieux herbacés situés à plus de 250 mètres des cours d'eau et points d'eau, des bois de plus de 0,5 hectares, cf. figure n°4, a.

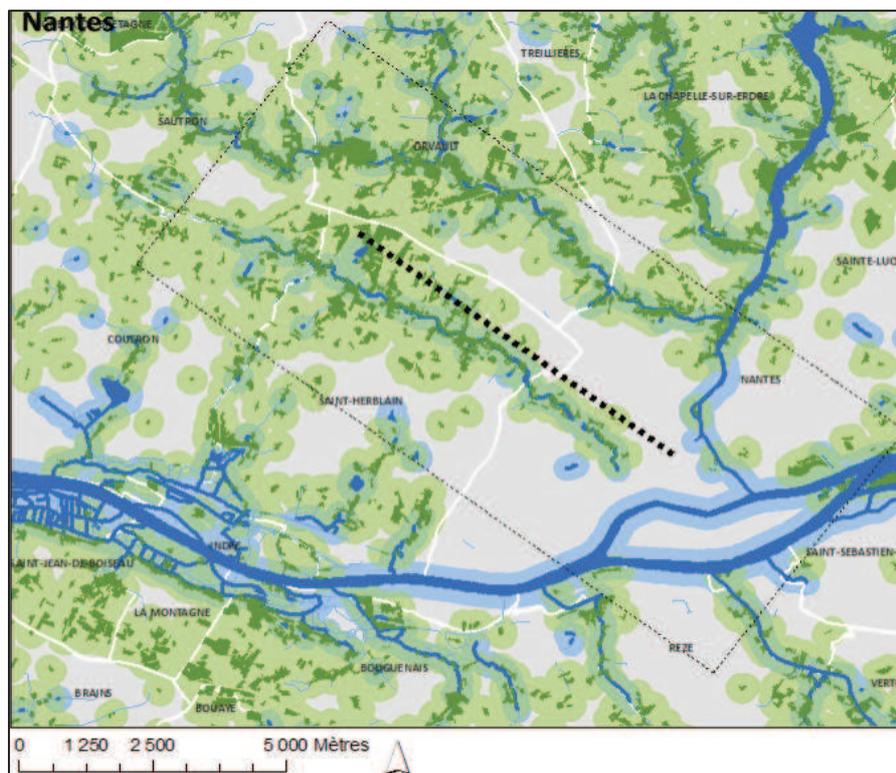
La difficulté a été de trouver des sites après l'exclusion des zones tampons¹⁵. La figure 4, b représente en blanc les zones tampon et en gris la zone d'échantillonnage des sites.

Les sites ont été sélectionnés après visite sur le terrain, afin d'obtenir des sites de taille homogène et par classe de distance au centre-ville (trois sites distants d'environ 1 km, 3km, 4km, 6km). Finalement, une dizaine de sites (11 à Nantes et 13 à Angers) d'une surface moyenne d'un hectare ont été retenus dans chacune des deux villes, allant de 1 à 11 kilomètres du centre des villes.

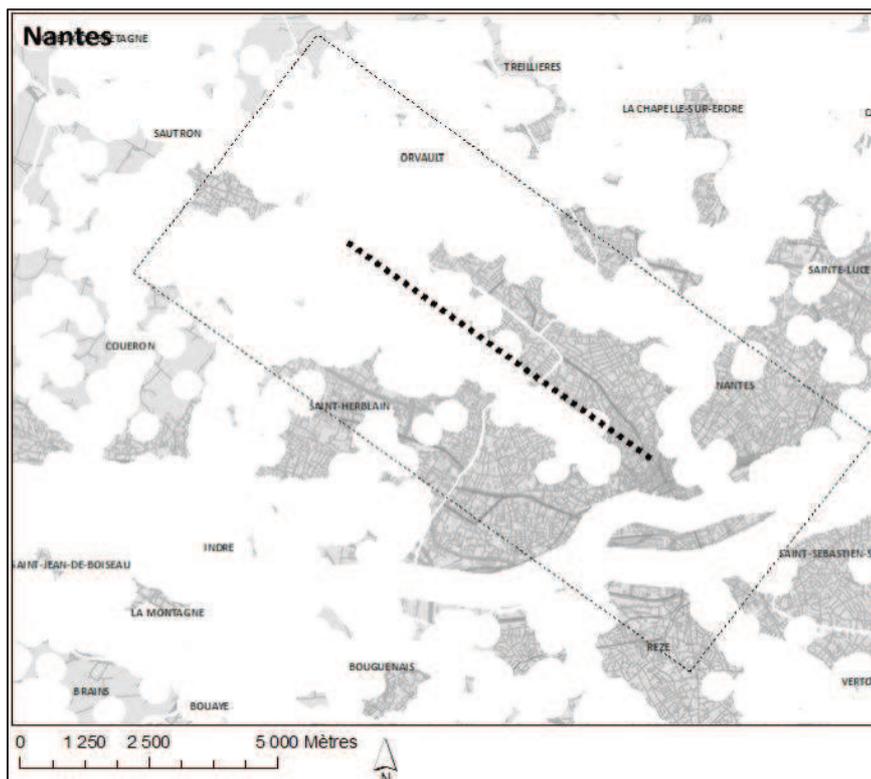
Ils ont été codés afin de les distinguer. Pour cela, nous les avons caractérisés en 4 habitats : les friches (F), qui sont des sites à l'abandon et qui ne sont donc pas gérés ni entretenus ; les prairies (P) qui sont des prairies agricoles pâturées par des animaux et gérées par l'homme ; les terrains de sports (S) qui sont en général des terrains de foot plus ou moins fréquentés et gérés par l'homme et enfin les jardins (J) qui sont en fait des parcs avec une fréquentation et une gestion variable. Nous avons au final, huit jardins (parcs), quatre friches, huit terrains de sport et quatre prairies permanentes.

Ensuite, la distance du site à la cathédrale est notée après la lettre correspondant à l'habitat ce qui nous donne : P_3.3 pour une prairie à 3.3 Kilomètre de la cathédrale.

¹⁵ Zone entourant un élément sur un rayon donné, ici les cours d'eau, points d'eaux et les bois de plus de 0.5 hectares sur un rayon de 250m



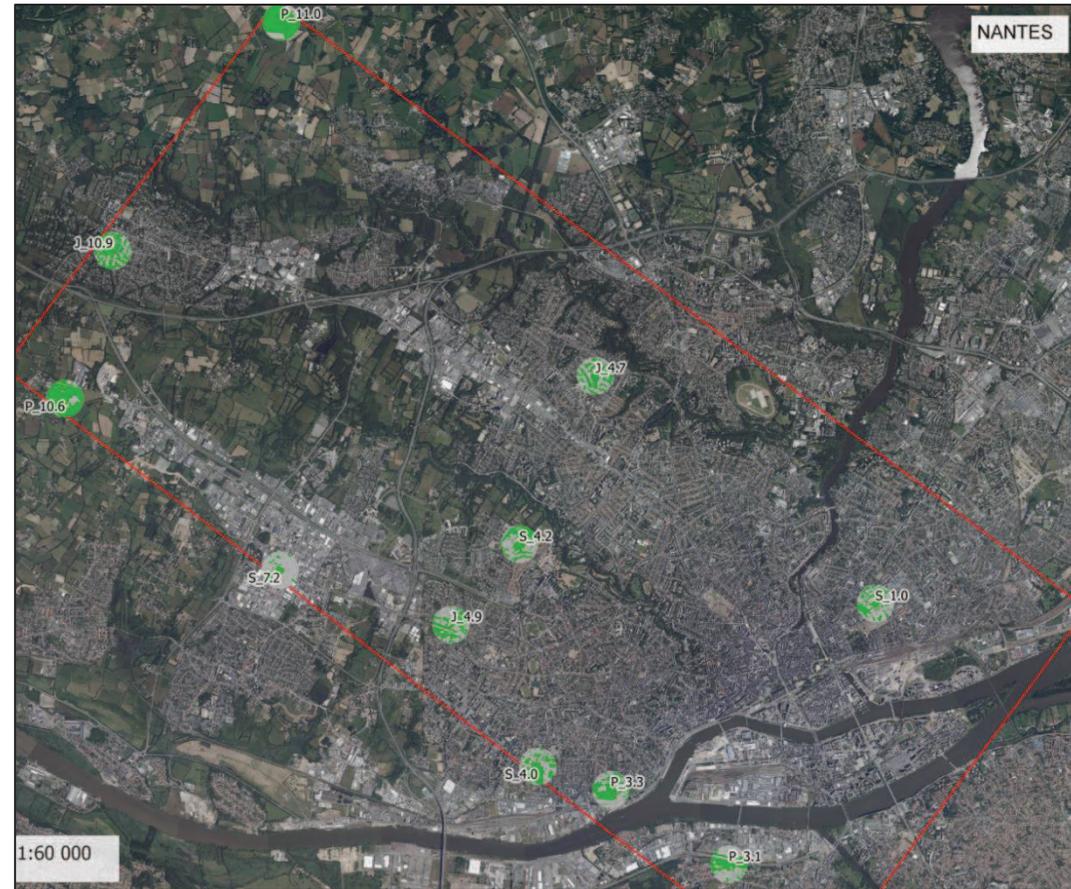
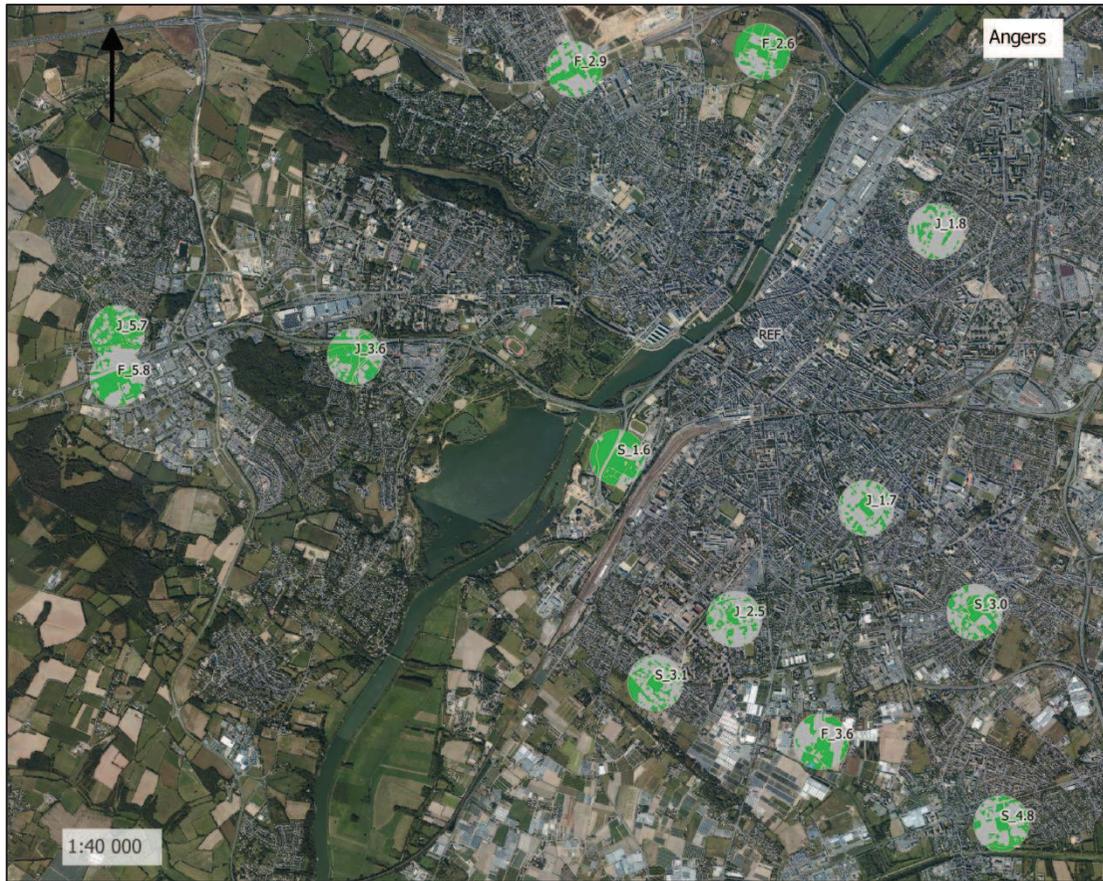
a) Carte des zones d'exclusions (bois, haies, points d'eaux) et du transect de la ville de Nantes. Marie Jagaille, BDTPO IGN Février 2014



b) Carte négatif de la zone tampon des 250m de la ville de Nantes, Marie Jagaille, BDTPO IGN Février 2014

Figure 4 : Méthode de sélection des sites de la ville de Nantes

b) Classement des sites selon le paysage environnant



a) Carte des buffers de 250m d'Angers, vert : végétal ; gris : minéral

b) Carte des buffers de 250m de Nantes, vert : végétal ; gris : minéral

Figure 5 : Cartes des buffers minéral - végétal de Nantes et Angers, Cindy Schrader, Orthophoto Angers 2008 et Nantes 2009

Nous avons également fait le choix d'une seconde classification des sites avec une vision à l'échelle du paysage. Nous avons voulu voir si le pourcentage de surface minérale et végétale influençait la présence et le cortège d'oiseaux. En effet, nous avons réalisé des zones tampons de 250 mètres et de 500 mètres autour de chaque site et nous avons calculé dans ces zones tampons, les surfaces minérales tels que, les routes, parkings et le bâti, cf. figure n°5 ci avant.

c) Les inventaires

L'avifaune a été choisie pour cette étude car ce sont de bons bio-indicateurs. En effet, la composition de la communauté d'oiseaux change avec les variations de qualité et de composition des habitats (Weiserbs A et al., 2007 ; Donald et al., 2007 ; Burel F et al., 1998, J.P.L Savard et al., 2000).

Les inventaires ont été réalisés en s'inspirant de la méthode de territory mapping ou plan quadrillé (Bibby et al., 2000). Dans cette méthode, l'inventaire est réalisé à la vue et au chant des oiseaux. Elle permet de dessiner les territoires de chaque couple d'oiseaux reproducteur sur un site ou d'obtenir l'indice de population¹⁶. Seuls les oiseaux ordinaires sont concernés, ce qui signifie que les rapaces diurnes et nocturnes, les oiseaux migrateurs tels les Hironnelles et Martinets n'ont pas été étudiés. Cette méthode a été préférée à un Indice Ponctuel d'Abondance ou Kilométrique car elle permet de localiser plus précisément les oiseaux contactés (dans les haies et dans les milieux herbacés). Nous en avons tiré notre version adaptée et allégée avec seulement trois visites contre huit pour le plan quadrillé.

L'objectif sur le terrain est donc de localiser précisément les oiseaux contactés sur une carte (orthophoto 1/2500 ou 1/5000). Sur cette carte ont été notés la date, l'heure de début et l'heure de fin des relevés, le recouvrement du ciel en nuage, l'ensoleillement, la force du vent et les sources de bruits.

Les comportements territoriaux des individus sont notés grâce à des codes, ce sont des indices de territorialité. Pour cela un code d'annotation a été choisi pour faciliter la prise de note pendant l'inventaire, cf. annexe n°1. Ce code est inspiré de celui du British Trust of Ornithology, il a été conçu pour le recensement des oiseaux communs par plan quadrillé (Bibby et al., 2000).

Les inventaires ont été réalisés d'Avril à fin Juin, à raison d'un par mois, le matin en prenant en compte, autant que possible, tous les biais possibles de la méthode choisie :

- L'observateur ; les compétences d'observation et de reconnaissance varient selon la personne (si changement d'observateur) et selon ses compétences.
- L'habitat ; les oiseaux des milieux ouverts sont plus facilement détectables que les oiseaux des broussailles ou des forêts denses, et peuvent donc paraître plus abondant. En ville, les oiseaux sont plus difficiles à contacter du fait des nuisances sonores, des routes et zones industrielles peu accessibles.
- La détectabilité des espèces ; certaines sont bruyantes comme le Troglodyte mignon et d'autres plus discrètes tel le Grimpereau des jardins (*Certhia brachydactyla*).
- Une densité importante d'oiseaux qui chantent rend difficile l'identification des espèces et individus ainsi que la détermination des limites des territoires.

¹⁶ Estimation du nombre d'oiseaux nicheurs

- Chaque espèce chante à une période spécifique (différente des autres). Cette activité peut durer plus ou moins longtemps dans l'année.
- Le moment de la journée le plus intense est proche de l'aube. Ensuite, l'intensité diminue. Il est conseillé d'éviter ce moment qui correspond à un pic d'activité (au lever du soleil). Les inventaires seront ainsi réalisés une heure après le lever du soleil, pendant trois à quatre heures car les oiseaux chantent de moins en moins en avançant dans la journée. Les oiseaux peuvent se remettre à chanter en fin de journée, mais avec une moindre intensité, cf. figure n°6 ci-dessous.

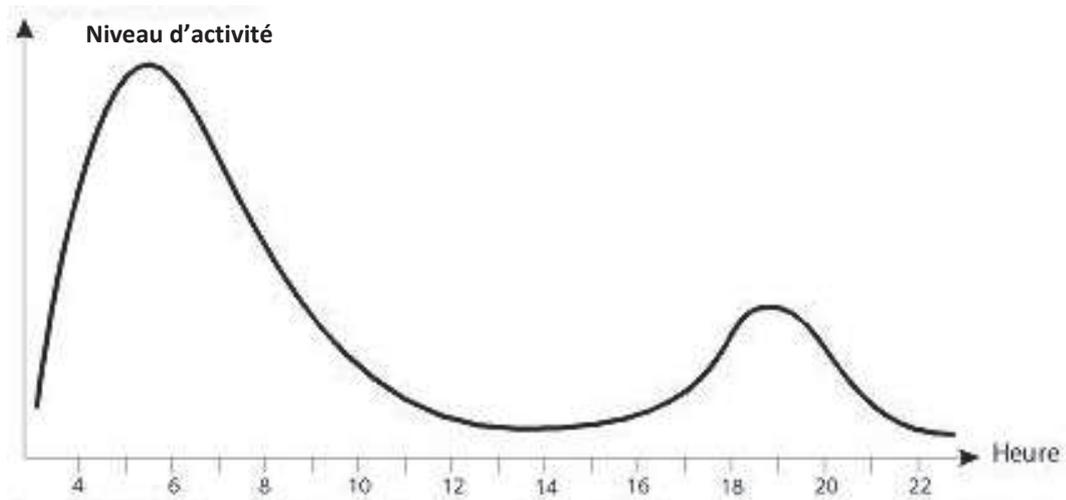


Figure 6 : Pics d'activité vocale journalier chez les oiseaux au mois de juin (Blondel, 1975)

- Pour finir, la météo est très importante. Une pluie et un vent fort (même moyen) ne permettent pas de voir ni d'entendre les oiseaux, l'activité de chant est souvent terminée plus tôt par un temps chaud. Les inventaires sont donc dépendants de la météo.

Les inventaires réalisés sur le terrain se présentent sous forme d'un parcours, tout le long du périmètre de la parcelle puis en zigzag dans la parcelle afin de contacter toutes les espèces d'oiseaux présents et de bien les localiser, cf. figure n°7 ci-dessous.

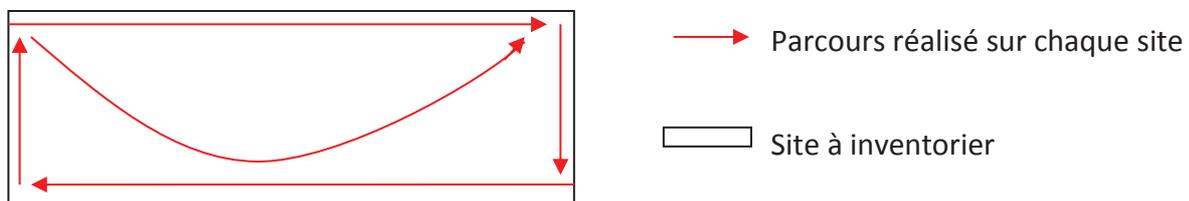


Figure 7 : Schéma du parcours à réaliser sur les sites à étudier

Pour comprendre la répartition spatiale des espèces, il est nécessaire de décrire la végétation et d'analyser l'utilisation des habitats par les oiseaux afin de comprendre la distribution des oiseaux sur une parcelle.

d) Les relevés habitats

Les petits bois ont déjà fait l'objet d'études (voir Projet Ecorurb : Clergeau P., 2011), c'est pourquoi les milieux herbacés ont été choisis. Ce milieu est plus difficile à étudier que les bois car il est moins représenté en ville et est souvent de petite taille. Nous nous intéressons également aux habitats associés : les haies. En effet il est important de les prendre en compte puisque beaucoup d'oiseaux comme le Merle noir (*Turdus merula*), la Grive musicienne (*Turdus philomelos*) et le Bruant zizi (*Emberiza cirulus*) les utilisent en plus des milieux herbacés, pour y nicher. La présence de haies, leurs compositions et leurs structures peuvent influencer l'abondance et la richesse spécifique des oiseaux dans les milieux ouverts (Melles et al., 2003).

Une description des habitats (haies et milieux herbacés) a été réalisée lors de la troisième session de terrain. Ce relevé vise à déterminer dans quels types d'habitats (structure de la végétation, diversité floristique, principales familles présentes) les oiseaux sont les plus présents.

Un protocole de description des haies et éléments du paysage présents sur les sites a été conçu à partir de deux autres protocoles cf. annexe n°2. L'un, le suivi de l'écosystème prairie de fauche de l'ONCFS (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage). Le deuxième, les « fiches milieux » de la Chambre d'Agriculture du programme Intégrer de la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitations agricoles. La description des sites nous permettra de recenser les facteurs influençant la distribution de certains oiseaux.



Figure 8 : Pie bavarde, site S_4.8 à Angers, Cindy Schrader

e) Les outils d'analyses

Le classement des cortèges d'oiseaux utilisé est celui de Vigie Nature, un programme de sciences participatives fondées par le Muséum National d' Histoire Naturelle de Paris¹⁷. On trouve ainsi les généralistes et les spécialistes des milieux forestiers, urbains et agricoles.

Pour les calculs de corrélation, nous avons utilisé la corrélation de Spearman lorsque les relations sont linéaires, les variables sont indépendantes et que la distribution ne suit pas une loi normale. La formule est la suivante : $r(s) = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)}$, avec D : la différence et n : la taille de l'échantillon.

¹⁷ Lien internet : <http://vigienature.mnhn.fr/page/produire-des-indicateurs-partir-des-indices-des-especes-habitat>

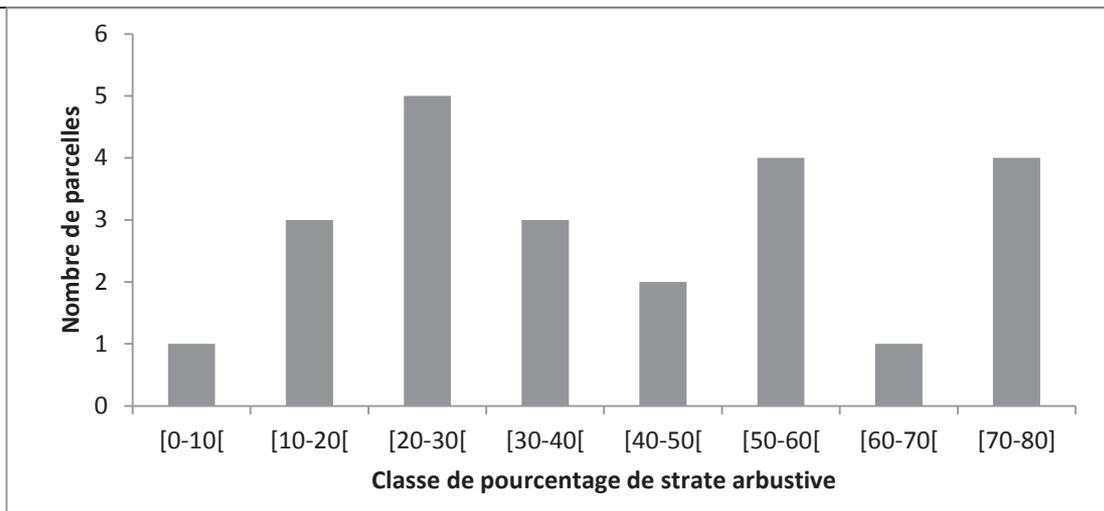
III. Résultats obtenus

1. Résultats à l'échelle des sites

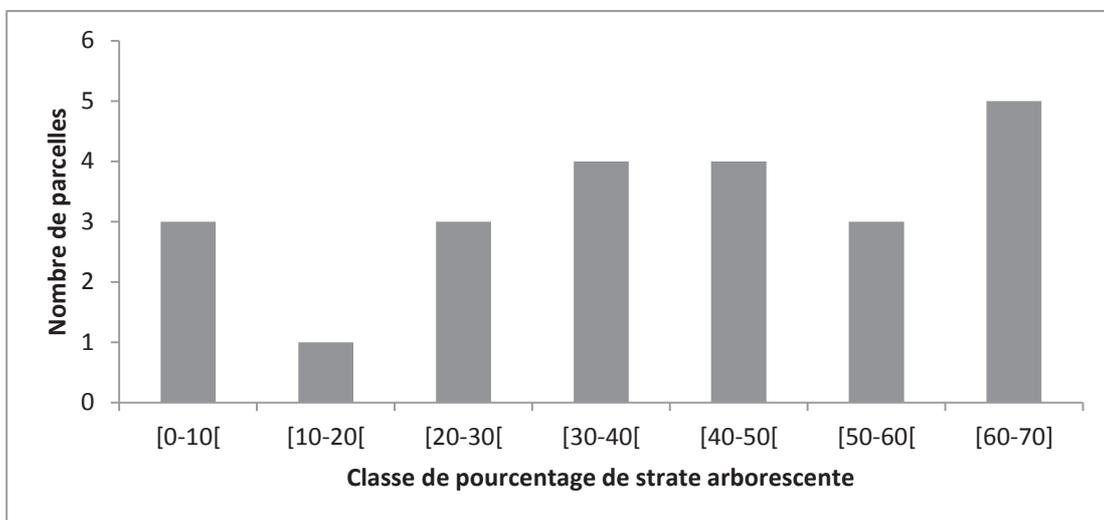
Nous avons obtenu des variables qui changent peu entre les sites, à l'exception du pourcentage de strate arbustive, et arborescente cf. tableau n°1 et figure n°9 ci-dessous. Les haies varient également au niveau de leurs compositions. On remarque autant de site avec des haies naturelles ou ornementales, et on trouve plus de sites avec des haies mixtes cf. figure 9, c.

Tableau 1 : Présentation des résultats des variables de la fiche habitat, les deux villes confondues

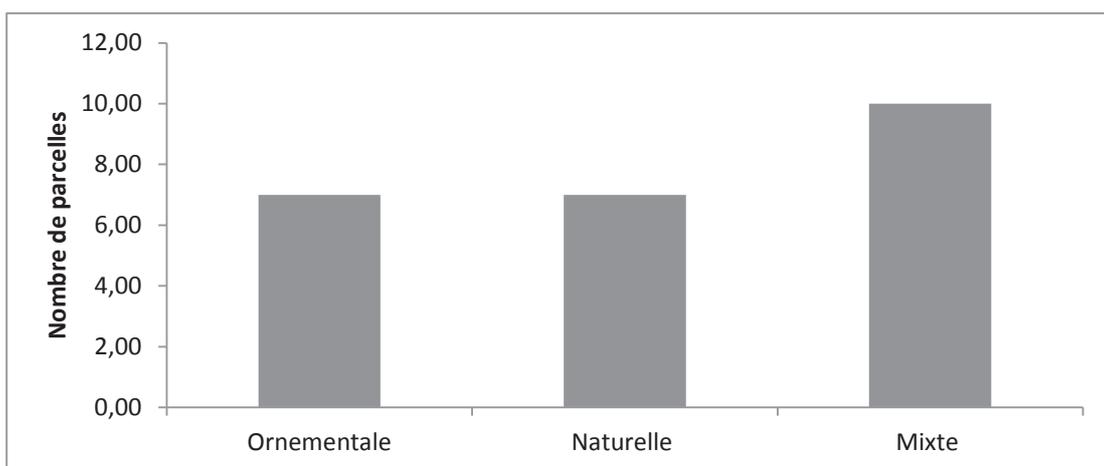
	Variables	Minimum	Moyenne	Maximum
Variables catégoriques	Nombre de haie	0	2.79	4
	Nombre de talus et de fossés	0	0.67	3
	Nombre d'espèces floristique	5	10.67	22
	Nombre de familles floristique	3	3.71	5
	Largeur moyenne des haies	1	2.63	5
Variables continues	Pourcentage de sol nu	0	4.54	20
	Pourcentage de strate herbacée	52.5	76.97	98.75
	Pourcentage de strate arbustive	1.75	39.41	77.5
	Pourcentage de strate arborescente	1.25	35.61	66.25
Présence/absence	Bosquet	0	0.33	8
	Fruitiers	0	0.17	4
	Essences allochtones	0	0.33	8
	Roncier	0	0.125	3
	Arbre isolé	0	0.29	7
	Bois mort	0	0.17	4
	Lierre	0	0.25	6
	Trou et cavité	0	0.17	4



a) Variation du pourcentage de strate arbustive entre sites



b) Variation du pourcentage de strate arborescente entre sites



c) Fréquence de trois types de haies

Figure 9 : Présentation de la variabilité des haies entre sites

2. Résultats des gradients à l'échelle du paysage

Nous avons obtenu un gradient de site en fonction de leur intégration dans le paysage urbain (sites du plus minéralisé au moins minéralisé). Le buffer de 250 mètre a été le plus réaliste parmi les deux buffers testés. Il représente bien le voisinage direct de chaque site (« minéral » ou « végétal») cf. figure n°10 ci-dessous. Nous avons obtenu une organisation des sites qui diffère de celui du gradient de distance à la ville. Par exemple le site S_1.6 est l'un des plus urbains avec le gradient urbain-rural. Il est à l'opposé, le moins minéralisé.

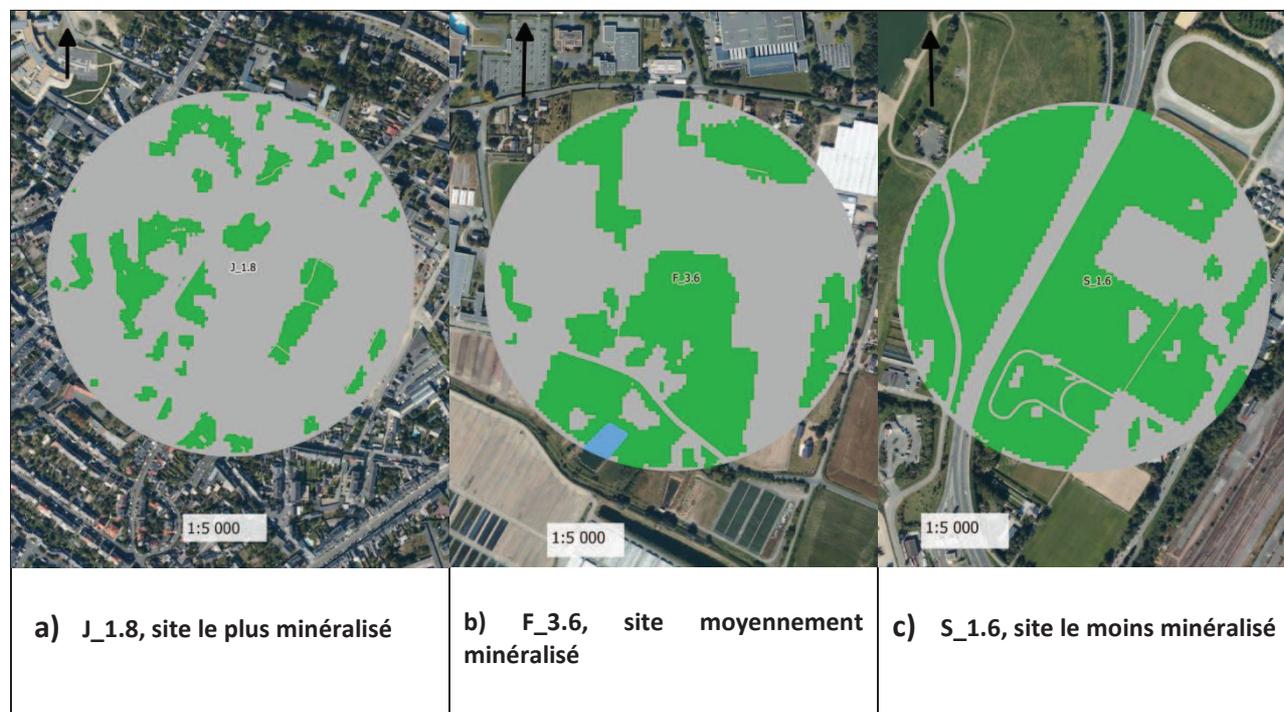


Figure 10 : Carte des buffers de 250m de trois sites d'Angers, Cindy Schrader, Orthophoto 2008

3. Présentation du cortège d'oiseaux inventorié

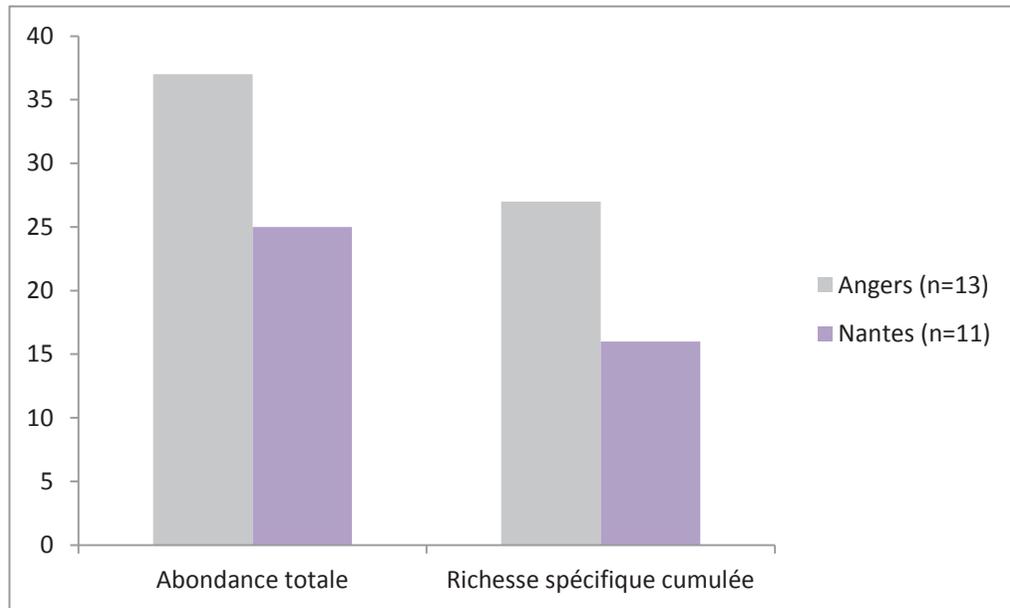
Voici la liste des espèces inventoriées pendant les trois mois de terrain, cf. tableau n°2. Nous les avons classés selon leur fréquence, groupe fonctionnel (généralistes ou spécialistes), régime alimentaire principal en période estivale et leur habitat de nidification. Les 13 espèces les plus fréquentes sont des généralistes ou des spécialistes du bâti. Elles sont majoritairement omnivores et une grande partie niche au-dessus du sol. Seulement deux espèces nichent strictement au sol ont été observées et 14 autres espèces nichent bas dans les buissons à moins de 1.50m du sol. Les espèces rencontrées moins de cinq fois sont majoritairement spécialistes et insectivores.

Nous avons comparé les cortèges d'oiseaux d'Angers et de Nantes. Nous pouvons voir que les deux villes abritent les mêmes cortèges d'oiseaux. Les deux villes ont 25 espèces en commun composées de généralistes et spécialistes du bâti, des forêts et des milieux agricoles. Angers dispose d'une abondance et une richesse plus forte que Nantes ce qui est peut-être expliqué par son nombre de site plus important, 13 pour Angers et 11 pour Nantes, cf. figure n°11.

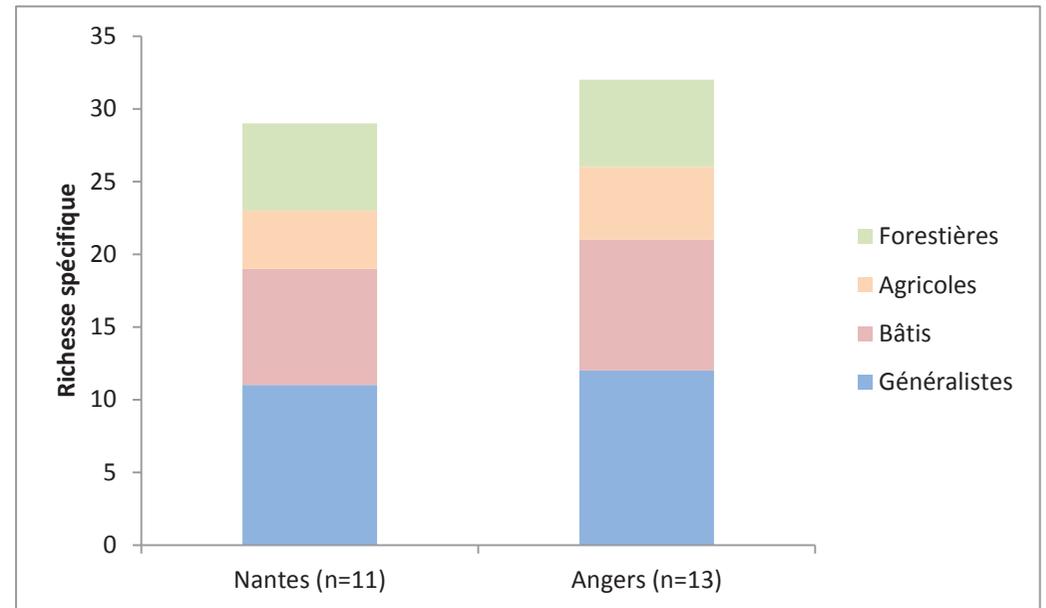
Le cortège d'oiseaux étant peu variable entre les deux villes, nous avons pu mettre les données de Nantes et Angers en commun afin d'avoir un jeu de données plus conséquent, cf. tableau n°3.

Nom commun	Nom latin	Fréquence	Groupe fonctionnel	Régime alimentaire	Nidification
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	48	Spécialiste	Omnivore	Maisons, arbres, falaises, sol
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	37	Généraliste	Omnivore	Buissons, haies, bosquets
Pigeon ramier	<i>Columbus palumbus</i>	30	Généraliste	Omnivore	Arbres, au sol sous une haie
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	28	Spécialiste	Omnivore	Arbres, buissons
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	22	Spécialiste	Omnivore	Cavités bâti
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	21	Généraliste	Insectivore	Buissons
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	20	Généraliste	Insectivore	Trous d'arbres, nichoirs
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	20	Spécialiste	Granivore	Arbres
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	17	Généraliste	Insectivore	Trous d'arbres, cavités, nichoirs
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	17	Généraliste	Granivore	Arbres
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	14	Généraliste	Insectivore	Arbres, buissons <1,50m du sol
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	13	Généraliste	Omnivore	Arbres, falaises
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	11	Spécialiste	Granivore	Arbres, haies, buissons denses
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	10	Spécialiste	Granivore	Arbustes <1,50m du sol
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	9	Spécialiste	Omnivore	Au sol
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	9	Spécialiste	Insectivore	Racines, cavités d'arbres
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	9	Spécialiste	Insectivore	Végétation dense
Rougequeue noire	<i>Phoenicurus ochruros</i>	8	Spécialiste	Insectivore	Trou et cavités
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>	8	Spécialiste	Granivore	Petits arbres, arbustes
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	6	Spécialiste	Granivore	Arbres
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	6	Spécialiste	Omnivore	Près du sol
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	6	Généraliste	Omnivore	Arbres ou buissons
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	5	Généraliste	Insectivore	Trou d'arbre
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	5	Généraliste	Insectivore	Arbres, au sol
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>	4	Spécialiste	Granivore	Au pied d'un buisson <1,50m du sol
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	4	Spécialiste	Omnivore	Buissons
Rosignol ptilomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4	Généraliste	Insectivore	Au sol, bas dans les buissons
Hypolaïs polyglotte	<i>Hipolais polyglotta</i>	3	Généraliste	Insectivore	Arbustes à faible hauteur
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	3	Spécialiste	Insectivore	Cavités, derrière les écorces
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	2	Spécialiste	Insectivore	Trou, cavité bâtis ou sol
Sitelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	2	Spécialiste	Insectivore	Trous et crevasses
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>	2	Spécialiste	Insectivore	Au sol
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	1	Spécialiste	Granivore	Crevasses
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	1	Spécialiste	Insectivore	Anciennes loges de Pics
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	1	Spécialiste	Insectivore	Buissons près du sol
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>	1	Spécialiste	Insectivore	Buisson près du sol
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	1	Spécialiste	Insectivore	Arbres ou buissons

Tableau 2 : Présentation du cortège d'oiseaux de Nantes et Angers



a) Comparaison de la richesse et de l'abondance spécifique des oiseaux à Nantes et Angers



b) Richesse en espèces généralistes et spécialistes à Nantes et Angers

Figure 11 : Composition du cortège avifaunistique de Nantes et Angers

Nous pouvons voir dans le tableau n°3 ci-après, que la richesse et l'abondance des cortèges d'oiseaux forestiers et agricoles sont faibles. La richesse spécifique¹⁸ et l'abondance¹⁹ maximale des espèces généralistes et spécialistes du bâti sont égales. Les espèces spécialistes des forêts et des milieux agricoles ont la même richesse spécifique maximale, cf. tableau n°3, a. Il faut noter que l'abondance minimum des espèces généralistes est de 4, ce qui signifie que dans chaque site, il y avait la présence d'au moins 4 espèces généralistes.

Il y a une grande variabilité de l'abondance selon les sites dont un ayant une abondance plus faible et un autre avec une abondance plus élevée que les autres. Pour la richesse spécifique, deux sites ont une valeur plus faible et un autre a une valeur plus élevée que les autres. La richesse spécifique et l'abondance les plus élevées correspondent à un seul site qui est une friche (cf. tableau n°3, b et c).



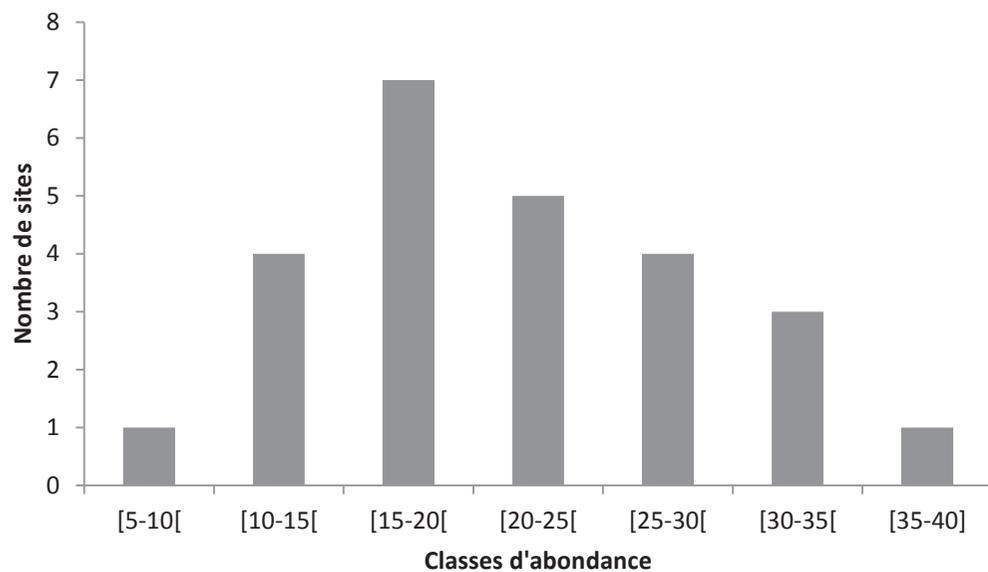
Figure 12 : Tarier pâtre juvénile, oiseau du cortège agricole Cindy Schrader

¹⁸ Nombre d'espèce total

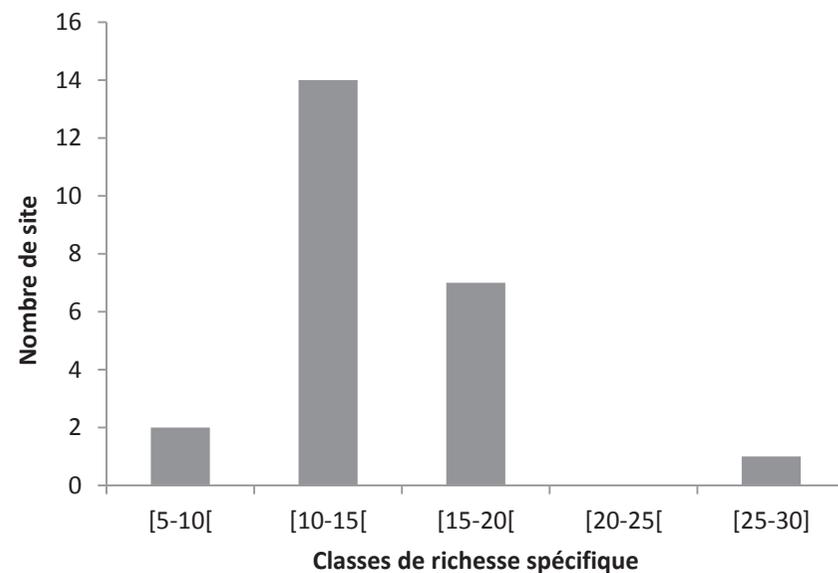
¹⁹ Nombre d'individus maximal par espèce

Variables	Minimum	Moyenne	Maximum
Richesse spécifique cumulée	8	13,67	27
Abondance totale	9	21,46	37
Richesse en espèces généralistes	2	6,79	9
Abondance en espèces généralistes	4	11,5	19
Richesse en espèces spécialistes du bâti	0	4,42	9
Abondance en espèces spécialistes du bâti	0	9,38	19
Richesse en espèces spécialistes agricoles	0	0,46	5
Abondance en espèces spécialistes agricoles	0	0,83	15
Richesse en espèces spécialistes forestières	0	2	5
Abondance en espèces spécialistes forestières	0	2	7

a) Composition par groupes fonctionnels et par site



b) Répartition des sites par classes d'abondance



c) Répartition des sites par classes de richesse spécifique

Tableau 3 : Composition des sites

4. Relations entre cortège d'oiseaux et gradient urbain-rural

Afin de voir s'il existait une relation entre la distance à la ville et l'abondance maximale ainsi que la richesse spécifique cumulée des deux villes, nous avons utilisés le test de corrélation de Spearman. L'utilisation de l'abondance maximale et de la richesse spécifique cumulée se justifie en période de reproduction, puisque ce sont des espèces territoriales. Ainsi tous les individus sont pris en compte en utilisant le nombre d'individu maximal et en cumulant les résultats des trois visites.

Nous nous sommes appuyés sur un livre de statistiques sur les oiseaux (Fowler & Cohen., 1995), qui énonce que, compte tenu du faible nombre d'échantillons (n=24), nous pouvons dire qu'il y a bien une corrélation non due au hasard si, r(s) a pour valeurs seuil : 0.343 ; 0.409 ; 0.485 ; 0.537.

Ainsi, nous pouvons voir qu'il y a une faible relation de l'effet du gradient sur l'abondance (r(s) proche de 0.343 pour n=24), cf. figure n°13 ci-dessous. En revanche, il n'y a aucun effet du gradient sur la richesse spécifique.

r(s)	Richesse spécifique cumulée	Abondance maximale
Distance à la ville	0,026805929	- 0,330424934

Figure 13 : Effet du gradient urbain-rural sur les communautés d'oiseaux

Nous avons de la même manière, étudié l'effet de la variable distance à la ville sur la richesse spécifique cumulée et l'abondance par groupes fonctionnels, cf. figure n°14 ci-dessous.

Nous avons trouvé peu de relations significatives. En effet il existe deux relations négatives, la distance à la ville avec l'abondance et avec la richesse spécifique des espèces spécialistes du bâti (valeur de r(s) entre 0.343 et 0.409 pour la richesse spécifique et entre 0.409 et 0.485 pour l'abondance pour n=24).

Distance à la ville\Cortèges d'oiseaux	Richesse spécifique cumulée	Abondance maximale
Généralistes	0,08277011	- 0,19439474
Spécialistes bâti	- 0,39020749	- 0,46066737
Spécialistes agricoles	0,03209737	0,07339896
Spécialistes forestiers	0,29803643	0,24360887

Figure 14 : Relation entre les cortèges d'oiseaux et le gradient urbain-rural

Nous avons aussi réalisé des tableaux pour visualiser l'effet de la distance à la ville sur la composition du cortège ; en fonction du groupe fonctionnel et du régime alimentaire cf. tableau n°4, a et b. Cela nous a permis de voir la répartition des cortèges d'oiseaux et l'abondance des espèces le long du gradient. En outre, nous avons réalisé un tableau d'occurrence pour les espèces cavernicoles cf. tableau n°4,c.

Nom commun\distance à la ville (km)	S 1	S 1,6	J 1,7	J 1,8	J 2,5	F 2,6	F 2,9	S 3	S 3,1	P 3,1	P 3,3	J 3,6	F 3,6	S 4	S 4,2	J 4,7	S 4,8	J 4,9	J 5,7	F 5,8	S 7,2	P 10,6	J 10,9	P 11
Pinson des arbres	1	1	2	1	2	1	0	2	1	0	2	1	2	1	3	1	1	2	3	1	0	2	3	3
Merle noir	2	2	8	2	3	0	2	6	8	4	3	3	3	1	4	3	1	5	6	2	1	2	6	2
Fauvette à tête noire	3	1	1	0	1	3	2	3	0	4	1	2	1	0	0	1	0	2	5	1	0	1	2	2
Pigeon ramier	6	2	4	8	4	3	2	7	5	2	2	3	2	0	2	1	1	0	5	2	0	3	3	2
Corneille noire	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	4	0	1	3	0	1	0
Accenteur mouchet	1	0	1	2	0	3	0	2	0	4	1	0	2	2	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0
Mésange bleue	0	1	2	2	3	4	2	3	2	2	1	4	2	1	2	2	2	0	3	0	0	2	3	2
Mésange charbonnière	0	6	2	0	1	1	1	2	1	1	2	3	0	2	4	1	0	2	2	2	0	2	1	4
Pic vert	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
Geai des chênes	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Hypolaïs polyglotte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rossignol philomèle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Etourneau sansonnet	8	8	8	7	8	2	4	5	0	1	1	5	6	3	2	8	4	8	4	0	5	2	0	0
Rougequeue noir	1	1	1	1	0	3	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	2	0	0
Pie bavarde	2	2	0	1	4	2	1	6	1	2	3	5	2	2	2	1	8	2	5	0	0	4	1	0
Moineau domestique	1	0	1	8	4	6	2	1	4	0	0	1	1	1	4	2	0	4	0	0	4	1	0	0
Verdier d'Europe	1	0	2	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0
Chardonneret élégant	0	2	0	3	0	1	4	0	0	1	2	3	3	0	1	0	0	1	0	0	6	1	0	0
Bergeronnette grise	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tourterelle turque	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	0	3	1	3	0	2	2	1	0	0	0	1	0
Rougegorge familier	1	1	0	0	0	0	0	3	0	1	1	3	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	2	2
Troglodyte mignon	1	0	2	0	1	1	0	1	0	2	1	3	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
Grive musicienne	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Pouillot véloce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Grimpereau des jardins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Fauvette grisette	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Alouette des champs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bruant zizi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

a) Abondance maximale des cortèges d'oiseaux (légende : bleu = généralistes ; rouge = spécialistes du bâtis ; vert = spécialistes des forêts ; orange = spécialistes agricoles)

Nom commun/distance à la ville	S 1	S 1,6	J 1,7	J 1,8	J 2,5	F 2,6	F 2,9	S 3	S 3,1	P 3,1	P 3,3	J 3,6	F 3,6	S 4	S 4,2	J 4,7	S 4,8	J 4,9	J 5,7	F 5,8	S 7,2	P 10,6	J 10,9	P 11
Etourneau sansonnet	8	8	8	7	8	2	4	5	0	1	1	5	6	3	2	8	4	8	4	0	5	2	0	0
Pigeon ramier	6	2	4	8	4	3	2	7	5	2	2	3	2	0	2	1	1	0	5	2	0	3	3	2
Merle noir	2	2	8	2	3	0	2	6	8	4	3	3	3	1	4	3	1	5	6	2	1	2	6	2
Pie bavarde	2	2	0	1	4	2	1	6	1	2	3	5	2	2	2	1	8	2	5	0	0	4	1	0
Moineau domestique	1	0	1	8	4	6	2	1	4	0	0	1	1	1	4	2	0	4	0	0	4	1	0	0
Corneille noire	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	4	0	1	3	0	1	0
Geai des chênes	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Grive musicienne	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Alouette des champs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fauvette à tête noire	3	1	1	0	1	3	2	3	0	4	1	2	1	0	0	1	0	2	5	1	0	1	2	2
Accenteur mouchet	1	0	1	2	0	3	0	2	0	4	1	0	2	2	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0
Mésange bleue	0	1	2	2	3	4	2	3	2	2	1	4	2	1	2	2	2	0	3	0	0	2	3	2
Mésange charbonnière	0	6	2	0	1	1	1	2	1	1	2	3	0	2	4	1	0	2	2	2	0	2	1	4
Rougequeue noir	1	1	1	1	0	3	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	2	0	0
Rougegorge familier	1	1	0	0	0	0	0	3	0	1	1	3	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	2	2
Troglodyte mignon	1	0	2	0	1	1	0	1	0	2	1	3	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
Pouillot véloce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Pic vert	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
Hypolaïs polyglotte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bergeronnette grise	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fauvette grise	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Grimpereau des jardins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Rossignol philomèle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Pinson des arbres	1	1	2	1	2	1	0	2	1	0	2	1	2	1	3	1	1	2	3	1	0	2	3	3
Tourterelle turque	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	0	3	1	3	0	2	2	1	0	0	0	1	0
Chardonneret élégant	0	2	0	3	0	1	4	0	0	1	2	3	3	0	1	0	0	1	0	0	6	1	0	0
Verdier d'Europe	1	0	2	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0
Bruant zizi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

b) Abondance maximale des oiseaux selon leur régime alimentaire le long du gradient. Légende : rouge : omnivores ; vert : insectivores ; orange : granivores

Nom commun/distance à la ville	S_1	S_1,6	J_1,7	J_1,8	J_2,5	F_2,6	F_2,9	S_3	S_3,1	P_3,1	P_3,3	J_3,6	F_3,6	S_4	S_4,2	J_4,7	S_4,8	J_4,9	J_5,7	F_5,8	S_7,2	P_10,6	J_10,9	P_11	
Mésange bleue																									
Mésange charbonnière																									
Troglodyte mignon																									
Pic vert																									
Grimpereau des jardins																									
Sitelle torchepot																									

c) Occurrence du cortège d'oiseaux cavernicole le long du gradient

Tableau 4 : Répartition des espèces le long du gradient, Cindy Schrader

Nous pouvons dire que la majorité des espèces généralistes sont présentes tout le long du gradient. Le Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*) et l'Hypolaïs polyglotte (*Hipolais polyglotta*), espèces insectivores généralistes, ne se trouvent pas respectivement à moins de 3.1 Km et 3.6 Km de la ville. Les espèces spécialistes du bâti se retrouvent peu en zone rurale, alors que les espèces forestières sont peu présentes en ville. Pour les espèces typiquement agricoles, elles sont absentes en ville et sont très peu représentées. De plus ce sont surtout dans les friches que nous les trouvons, cf. tableau n°4, a.

Les omnivores sont présent tout le long du gradient, leur l'abondance est la plus élevée. Les insectivores sont également présents le long du gradient, c'est aussi le régime alimentaire le plus représenté. Puis, les granivores sont plus abondants en dehors du centre-ville. De plus, nous pouvons voir que tous les granivores sont représentés sur une friche située à 3.6 Kilomètres du centre-ville, cf. tableau n°4, b.

Enfin, nous pouvons constater la présence d'espèces cavernicoles tout le long du gradient.

Nous avons aussi testé l'effet du pourcentage de minéralisation sur la répartition de l'avifaune, cf. figure n°15 ci-dessous. Il y a une corrélation négative entre le pourcentage d'élément minéral et la richesse spécifique cumulée des oiseaux ($r(s)$ entre -0.343 et -0.409). La valeur de $r(s)$ est proche de 0.343 pour l'abondance maximale des oiseaux, mais nous ne pouvons pas dire qu'il y a une corrélation entre l'abondance et le pourcentage d'élément minéral.

	Richesse spécifique cumulée	Abondance maximale
$r(s)$	- 0,403153858	0,254584122

Figure 15 : Effet du pourcentage d'élément minéral sur les oiseaux

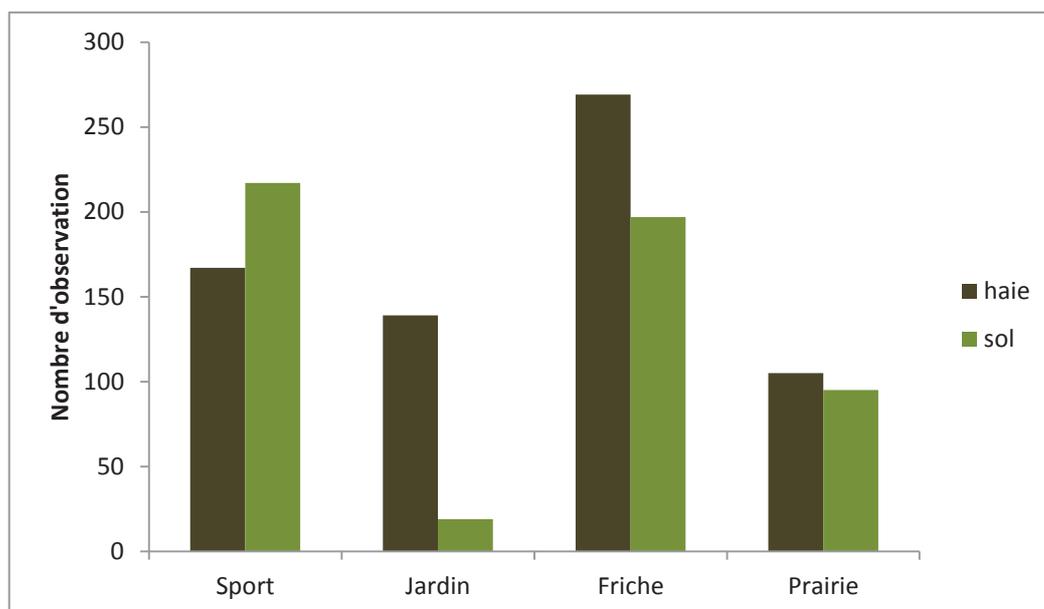
Nous observons également une tendance semble-t-il, plus réaliste de la distribution des cortèges d'oiseaux spécialistes du bâti et des milieux forestiers cf. figure n°16. Les premiers semblent être très présents en ville avec une abondance forte qui ensuite s'affaiblie avec la diminution de la surface minérale. Les seconds montrent une tendance inverse.

Et sansonnet	5	7	8	8	0	8	4	1	8	4	6	1	0	5	3	2	8	4	5	2	0	8	2	0
Rougequeue noir	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	2	0
Moineau domestique	4	8	1	4	4	1	0	0	2	2	1	0	0	1	1	4	4	0	1	6	0	0	1	0
Chardonneret élégant	6	3	0	0	0	0	0	1	0	4	3	2	0	0	0	1	1	0	3	1	0	2	1	0
Verdier d'Europe	1	0	2	0	0	1	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0
Pie bavarde	0	1	0	4	1	2	8	2	1	1	2	3	0	6	2	2	2	5	5	2	1	2	4	0
Tourterelle turque	0	1	1	2	1	0	2	0	0	0	3	1	0	1	1	3	2	1	0	0	1	0	0	0
Berg grise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Troglodyte mignon	1	0	2	1	0	1	0	2	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	3	1	1	0	1	1
Rougegorge familial	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	1	1	0	2	3	0	2	1	0	2
Grive musicienne	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pouillot véloce	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Grimpereau des jardins	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0

Figure 16 : Influence de l'élément minéral (de gauche à droite : site du plus minéralisé au moins minéralisé) sur les cortèges d'oiseaux spécialistes des milieux forestiers et bâtis, Cindy Schrader

5. Influence des facteurs locaux sur le cortège d'oiseaux

a) Nature des observations



Nombre d'observation dans les haies et au sol selon le type de parcelle. Dans cette figure, sont pris en compte les grands groupes d'oiseaux tels que les Etourneaux et les Linottes

Figure 17 : Présentation des observations par habitat et par type de parcelle

Etant donné que nous avons deux types de milieux (boisés et herbacés) sur les sites, nous avons trouvé intéressant de différencier les observations faites dans les haies et au sol selon les types de parcelles, cf. figure n°17 ci-avant.

Nous nous apercevons qu'il y a beaucoup d'oiseaux dans les friches (total de 466 individus observés) notamment dans les haies. Les terrains de sport sont en deuxième position avec 384 observations, et là, les oiseaux ont surtout été observés se nourrissant au sol. Dans les prairies, les oiseaux sont observés aussi bien au sol que dans les haies avec une légère tendance pour les haies. Enfin, dans les jardins, les oiseaux sont surtout présents dans les haies et les arbres, cf. figure n°17.

b) Les relations entre habitat et cortège d'oiseau

Le facteur distance à la ville a peu d'influence sur la répartition des communautés d'oiseaux. Nous avons donc tenté de voir s'il y avait un effet de l'habitat sur la communauté d'oiseaux. Pour cela, nous avons confronté les variables de composition de l'habitat (pourcentages de strates, nombre de familles floristiques,...) à la richesse spécifique cumulée d'une part, et à l'abondance maximale d'autre part. Cependant, aucune des variables testées avec le coefficient de corrélation de Spearman, n'a montré de corrélation significative. On a observé, parmi les variables, seulement une légère augmentation de la richesse spécifique cumulée avec le pourcentage de strate arbustive, mais la valeur de $r(s)$ pour qu'il y ait une relation significative n'est pas atteinte, cf. figure n°18.

r(s)	Richesse spécifique cumulée	Abondance maximale
Pourcentage de strate arborescente	0,17681779	-0,11441087
Pourcentage de strate arbustive	0,32475853	0,14600679

Figure 18 : Influence de la composition de l'habitat sur la communauté avifaunistique

IV. Discussion

1. Réponse à la problématique

Beaucoup de facteurs influencent la répartition des communautés d'oiseaux des milieux herbacés le long du gradient urbain-rural.

Nous avons pu voir qu'il y avait une corrélation négative du gradient urbain-rural sur l'abondance maximale des oiseaux. Le gradient d'élément minéral nous a lui, permis de remarquer une corrélation négative sur la richesse spécifique. La biodiversité urbaine est donc bien, moins riche qu'à la campagne et les éléments constituant le paysage influencent la répartition des cortèges d'oiseaux.

Nous avons également trouvé une corrélation négative du pourcentage d'élément minéral sur l'abondance et la richesse des oiseaux spécialistes du bâti qui augmente vers le centre-ville. Ce cortège niche au-dessus du sol et peut donc s'installer sous les toits, dans les trous des murs, sur des lampadaires et dans les grands arbres, à l'abri des prédateurs. Les espèces omnivores et généralistes, eux, ont une stratégie de reproduction et par conséquent, une maturité sexuelle précoce, ils produisent donc beaucoup de petits. De plus, le centre urbain constitue un « îlot de chaleur » fourni par les habitations ce qui rend les hivers moins rudes (Shochat et al., 2006), ce qui permet aux espèces urbaines d'étendre leur période de reproduction. Shochat les qualifie de « colonisatrices ». Ce sont donc des espèces ubiquistes²⁰ qui se développent bien en milieu urbain. Ceci expliquerait leur abondance le long du gradient.

Tous ces facteurs expliquent pourquoi nous retrouvons le même cortège d'oiseaux dans les deux villes et notons dans les deux cas leur diminution en s'éloignant de la ville. Les espèces généralistes sont favorisées dans les aires récemment urbanisées puisque les espèces spécialistes sont affectées par ces perturbations. Les généralistes remplacent ainsi les spécialistes, provoquant un appauvrissement de la diversité spécifique engendrant une banalisation de la biodiversité (Filippi-Codaccioni et al., 2008 ; Clergeau P., 2007). Ainsi, nous trouvons en ville, peu d'espèces, très représentées : Pigeon ramier, Merle noir, Accenteur mouchet... (Clergeau P., 2007 et 2001 ; Arnould et al., 2011 ; Devictor et al., 2007 et 2008 et Filippi-Codaccioni et al., 2008).

Les infrastructures urbaines offrent cependant des habitats favorables à l'installation d'espèces cavernicoles. Les cavités dans les murs, ponts et arbres peuvent ainsi expliquer leur présence tout le long du gradient.

Les espèces des buissons ou nichant au sol sont plus sensibles à l'urbanisation et ne peuvent pas s'installer en zone très minéralisée. Cela peut contribuer à diminuer la richesse spécifique en zone urbaine comme beaucoup d'études ont pu le démontrer (voir Menon et al., 2014, Clergeau et al., 1998 ; Filippi Codaccioni et al., 2008 ; Melles et al., 2003). Ce cortège d'oiseaux a besoin d'un couvert végétal plus important et d'un réseau de haies afin que les individus puissent se déplacer entre sites. Il en est de même pour les espèces spécialistes des milieux herbacés en ville, et le long du gradient. Selon Melles, le changement de la structure d'habitat serait une réponse à la répartition des communautés d'oiseaux le long du gradient urbain-rural (Melles et al., 2003). Cela confirme le besoin de continuités écologiques, afin de favoriser les espèces spécialistes.

La présence de haies, d'arbres, de points d'eau ; la taille, la composition végétale (espèces, haie ornementale, naturelle ou mixte) augmentent la richesse spécifique des oiseaux (Savard et

²⁰ Espèces peu exigeantes au niveau de la ressource en habitat, en alimentation et en refuge

al., 2000, Salaiman et al., 2013, S. Fontana et al., 2011, Arnould et al., 2011). La composition du paysage influence la distribution des oiseaux. Dans cette étude, les friches abritent deux fois plus d'oiseaux que les prairies. Nous avons pu voir qu'au sein de chaque site, il pouvait y avoir des différences de composition des haies, notamment au niveau des pourcentages de strates arbustives et que cela influençait légèrement la richesse spécifique. Nous avons également pu remarquer que beaucoup d'espèces nichaient dans les buissons en dessous de 1.50 mètre du sol ce qui correspond à la strate arbustive. La présence de ces espèces en ville et zone péri-urbaine est expliquée par la présence de haies aménagées dans ces zones (souvent utilisé pour délimiter ou canaliser). En effet, chaque site étudié possédait au moins une haie, il y a donc un réseau de haie déjà existant en ville.

Cependant, la composition des haies dépend d'une gestion anthropique. L'homme est gestionnaire des terrains de sport, jardins et des prairies. Les friches sont des espaces qui ont été abandonnés. Une multitude de facteurs influençant la richesse et l'abondance de l'avifaune est liée à l'homme (M.F.J. Aronson et al., 2014). En effet, c'est bien souvent l'homme qui décide d'introduire des espèces exotiques aussi bien animales que végétales. Nous avons vu que parmi les sites étudiés, une haie sur deux était ornementale. Or ces espèces peuvent créer des perturbations dans le réseau trophique des espèces autochtones en augmentant par exemple la concurrence sur la nourriture. La végétation autochtone fournit 10 à 50 fois plus que la végétation allochtone en ressource alimentaire et en capacité d'accueil pour les oiseaux autochtones (Sulaiman et al., 2013), elle est donc essentielle. La gestion de l'homme et sa fréquentation sont des facteurs influençant la répartition des oiseaux. En effet, nous avons vu que ce sont les friches qui obtiennent plus d'observation que les jardins (parcs) et terrains de sport qui ont une fréquentation plus importante et une gestion plus intensive. Cela explique ainsi les observations importantes dans la parcelle F_3.6 ainsi que sa richesse et son abondance élevée. Cependant, les sites fréquentés par l'homme comme les terrains de sport peuvent aussi profiter aux oiseaux. Leur végétation herbacée rase permet aux oiseaux de s'y nourrir facilement.

Nous retrouvons peu d'espèces forestières en ville. Cela peut s'expliquer par la structure morcelée des habitats semi-naturels, notamment à cause de la fragmentation et de l'isolement des parcs boisés.

Les espèces agricoles ne sont pas présentes en ville et cela semble logique du fait qu'il n'y ait pas d'espaces herbacés qui ne soit peu fréquenté par l'homme ou les prédateurs en ville mais aussi par le manque de continuité de ces milieux. L'abondance de ce cortège augmente en s'éloignant de la ville et donc avec l'augmentation du nombre d'espaces herbacés et de leur continuité en campagne.

Pour conclure, nous avons donc mis en évidence un cortège d'oiseaux spécialistes des milieux bâtis et des généralistes en zone urbaine. En s'éloignant du centre urbain, nous avons rencontrés les espèces spécialistes des milieux boisés avec des espèces généralistes. Les spécialistes du bâti, elles, régressant. Enfin, en s'approchant de la campagne, nous n'avons plus noté de spécialistes du bâti mais nous avons retrouvé les généralistes et les spécialistes des milieux boisés en augmentation et quelques espèces spécialistes des milieux agricoles sont apparues.

Il y a donc un effet de la distance à la ville et de la structure du paysage sur la répartition des cortèges d'oiseaux.

De plus, d'une manière générale, nous avons contacté des oiseaux aussi bien au sol que dans les buissons. Il faut donc conserver des espaces herbacés tout autant que les haies. Il est aussi important que ces éléments soient interconnectés afin de permettre le déplacement et le

brassage des espèces. Les parcs et aires végétalisées sont à prendre en compte dans les documents d'aménagements urbains afin de les conserver et de développer la diversité avifaunistique.

2. Analyse critique de l'étude

Nous avons contacté peu d'espèces spécialistes du milieu agricole. Ce résultat peut être influencé par le nombre important de sites en contexte urbain par rapport au contexte rural. Il ne faut donc pas oublier de faire le lien avec le projet TRAMIX, qui étudie des sites en milieux agricoles et qui a pour objectif de mettre en avant l'importance de la continuité des habitats et qui fera le lien avec le contexte agricole.

Ce résultat peut également être influencé par le petit nombre de sites qui ont été étudiés puisque les exigences en termes de structure et de composition des habitats étaient fortes. En effet, il a été difficile de trouver des espaces herbacés homogènes, de 1 hectare et éloignés des points d'eau et zones boisées. Là encore, le projet TRAMIX permet d'augmenter l'effectif de site étudié. De plus, cette étude va se prolonger dans le temps et être réalisée sur plusieurs années pour obtenir plus de données, puisque chaque année est différente (météo par exemple) et que les comportements des oiseaux sont influencés par ces changements.

La classification des oiseaux par cortège de Vigie Nature n'est peut-être pas la plus appropriée puisque certaines espèces auraient pu être placées parmi les généralistes comme le Rouge-gorge familier (*Erithacus rubecula*).

3. Perspectives d'aménagement et de gestion

Nous avons démontré l'importance des continuités écologiques pour le déplacement et le brassage des espèces, de la campagne jusqu'en ville. Nous avons vu notamment, que les friches et les haies, bordées de milieux ouverts, abritent une richesse spécifique d'oiseaux importante.

Depuis le Grenelle de l'environnement II, le Plan Local d'Urbanisme (PLU), document de planification de l'urbanisme, prend en compte la Trame Verte et Bleue (TVB). La TVB est un outil d'aménagement qui a pour objectif d'enrayer l'érosion de la biodiversité en participant à la restauration des continuités écologiques entre les milieux semi-naturels. Ainsi, la TVB facilite le brassage génétique en augmentant la capacité de déplacement d'un réservoir de biodiversité à un autre, via des réseaux de végétation et de points d'eau appelés « corridors », cf. figure n°19.

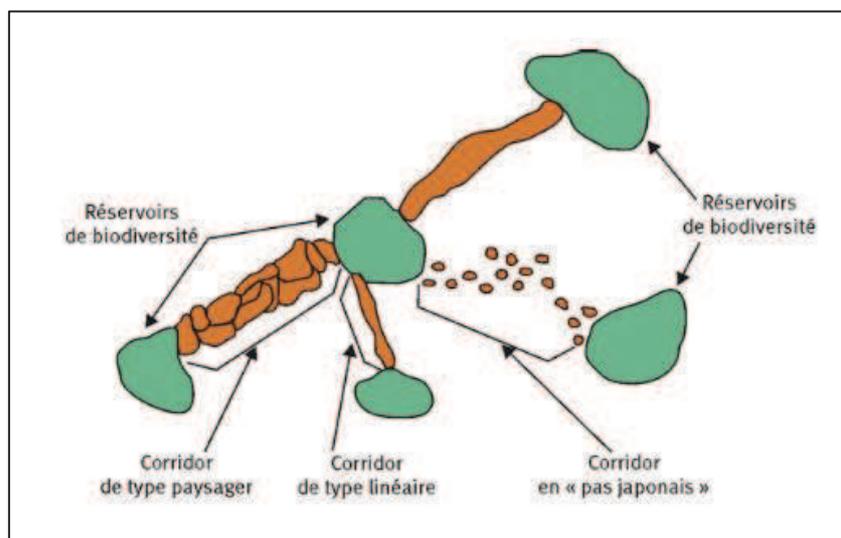


Figure 19 : Schéma d'un réseau écologique, source : Biotope

Il convient ainsi de relier les espaces verts et autres éléments semi-naturels urbains et ruraux aux milieux naturels, afin de créer un réseau écologique à l'échelle locale, inter-communale, voir régionale. Le réseau de haie de Nantes et Angers existe déjà, tous les sites étudiés possèdent au moins une haie. Il suffit de les connecter entre-elles en créant de nouvelles haies d'espèces autochtones, bordées d'une végétation herbacée de taille variable.

La gestion de ces aménagements doit être cohérente avec la démarche de développement durable de la TVB. Pour cela, certaines villes ont mis en place une gestion différenciée de leurs espaces verts. La gestion différenciée est une nouvelle approche de gestion qui consiste à adapter le mode d'entretien à chaque espace vert, en fonction de ses caractéristiques et de ses usages. Elle intègre dans la gestion des espaces verts, un souci écologique. Elle utilise des végétaux adaptés à leur milieu (sol, climat), conserve des zones en friche, retarde la période de fauche et limite l'utilisation de produits phytosanitaires en faveur de la lutte biologique, dans l'objectif d'augmenter la biodiversité en ville. Elle permet de mieux répartir les charges d'entretien des espaces verts au profit d'un triple avantage écologique, économique et social.



Figure 20 : Tonte différenciée d'un terrain de sport dans le Nord-Pas-de-Calais

En effet, la ville de Wormhout, dans le Nord-Pas-de-Calais, a depuis 2002 mis en place la gestion différenciée des espaces verts. Le résultat est là, la gestion différenciée présente de très nombreux intérêts. Un intérêt écologique (une richesse spécifique des oiseaux, multipliée par 3 pour certains sites), intérêts touristique, social et éducatif, intérêt économique enfin, grâce à une meilleure gestion des interventions, à l'économie des ressources et à la réduction des produits chimiques et des carburants (<http://www.gestiondifferentiee.org>).

Cette gestion permet d'intégrer une diversité d'espèces végétales et d'avoir une variation de la hauteur de la végétation herbacée, favorisant les insectes. Ainsi cette diversité d'habitats herbacés permet aux oiseaux insectivores et granivores de s'installer. Elle peut être mise en place dans les parcs ou jardins et autour des terrains de sport étudiés.



Figure 21 : Zone de fauchage tardif et bord de route fleuri dans le Nord-Pas-de-Calais

Ces trames vertes permettent d'augmenter le pourcentage d'élément végétal, favorisant ainsi l'augmentation de la richesse spécifique des oiseaux.

Elles peuvent être installés le long des routes (cf. figure n°21), des champs, des voies ferrées, des cours d'eau, des voies vertes pour le plus grand bonheur des promeneurs, en transition des bois, de la campagne jusqu'en ville. Elles permettent ainsi, non seulement de favoriser la richesse et l'abondance des communautés d'oiseaux mais aussi de toute une diversité d'espèces qui dépendent des milieux aquatiques, forestiers et herbacées.

Conclusion

La biodiversité a une valeur esthétique, sociale et économique. Les parcs, arboretums et jardins urbains sont appréciés pour leurs couleurs et leurs diversités de plantes. Ils ont un côté récréatif, les personnes aiment s'y ressourcer. Cette biodiversité assure le maintien de la qualité de l'air et la régulation du climat. Elle permet la croissance et le développement des végétaux qui dépendent des animaux pollinisateurs (abeilles, papillons, oiseaux et même chauves-souris), des aérateurs (lombrics, taupes) et des décomposeurs (bactéries, champignons, ...). La perte d'un de ces ouvriers aurait des conséquences sur la production de fruits et de légumes. Elle est donc essentielle pour l'agriculture mais aussi pour la fabrication des médicaments qui sont issus des plantes.

Selon l'Union Européenne, la valeur financière des biens et services fournis par les écosystèmes est de plus de 26 milliards d'euros par an. La perte de la biodiversité coûterait entre 1350 et 3100 milliards d'euros par an au monde selon l'étude de l'économiste Pavan Sukhdev (Commission Européenne., 2008).

Chaque oiseau dépend d'au moins un habitat pour se nourrir, se reproduire et se déplacer. Or l'expansion urbaine dégrade, fragmente et artificialise le paysage. Bien que certaines espèces se portent bien face à ces perturbations, d'autres trouvent refuge dans les petits bouts de nature restants. Si ce phénomène persiste, la ville et la campagne ne se distingueront plus. Les espaces non minéralisés seront restreints ainsi que leurs cortèges d'oiseaux associés.

Nous avons montré en partie l'influence de la composition (friches, prairies, jardins et terrains de sport) du paysage sur la répartition des oiseaux. Les friches et les jardins ont une abondance plus forte que les terrains de sport et les prairies. De plus nous avons montré qu'une grande partie des oiseaux, dépendait des milieux boisés associés à un espace herbacé. La structure du paysage est à prendre en compte, ces mosaïques d'habitats doivent être reliées par des continuités végétales herbacées et arborescentes pour favoriser le déplacement et le brassage d'une diversité d'espèces.

Les études sur la biodiversité ordinaire comme URBIO et TRAMIX ont permis de développer et de mieux intégrer la protection et la préservation de l'environnement dans les projets urbains et ruraux via les différents documents d'urbanismes et les nouvelles mesures de gestion. Il serait intéressant de réaliser un état des lieux de la biodiversité de chaque grande ville afin de mettre en place des mesures cohérentes (TVB, gestion différenciée des espaces verts, favoriser les jardins ouvriers, réaliser des programmes de sensibilisation, ...) Ces études sont donc importantes pour conserver la biodiversité en milieu semi-naturel.

Bibliographie

- Arnould, Paul, Yves-François Le Lay, Clément Dodane, and Inès Méliani. 2011. "La Nature En Ville : L'improbable Biodiversité." *Géographie, Économie, Société* 13 (1): 45–68. doi:10.3166/ges.13.45-68.
- Aronson, M. F. J., F. A. La Sorte, C. H. Nilon, M. Katti, M. A. Goddard, C. A. Lepczyk, P. S. Warren, et al. 2014. "A Global Analysis of the Impacts of Urbanization on Bird and Plant Diversity Reveals Key Anthropogenic Drivers." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281 (1780): 20133330–20133330. doi:10.1098/rspb.2013.3330.
- Bas, Yves, Mathilde Renard, and Frédéric Jiguet. 2009. "Nesting Strategy Predicts Farmland Bird Response to Agricultural Intensity." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 134 (3-4): 143–47. doi:10.1016/j.agee.2009.06.006.
- Batáry, Péter, András Báldi, and Sarolta Erdős. 2007. "Grassland versus Non-Grassland Bird Abundance and Diversity in Managed Grasslands: Local, Landscape and Regional Scale Effects." *Biodiversity and Conservation* 16 (4): 871–81. doi:10.1007/s10531-006-9135-5.
- Batáry, Péter, Joern Fischer, András Báldi, Thomas O Crist, and Teja Tscharntke. 2011. "Does Habitat Heterogeneity Increase Farmland Biodiversity?" *The Ecological Society of America*, 152–53.
- Batáry, Péter, Theda Matthiesen, and Teja Tscharntke. 2010. "Landscape-Moderated Importance of Hedges in Conserving Farmland Bird Diversity of Organic vs. Conventional Croplands and Grasslands." *Biological Conservation* 143 (9): 2020–27. doi:10.1016/j.biocon.2010.05.005.
- Baudry, Jacques, and Agnès Jouin. 2003. *De La Haie Aux Bocage. Organisation, Dynamique et Gestion*. INRA- Quae. Espaces Ruraux.
- Benton, Tim G., David M. Bryant, Lorna Cole, and Humphrey QP Crick. 2002. "Linking Agricultural Practice to Insect and Bird Populations: A Historical Study over Three Decades." *Journal of Applied Ecology* 39 (4): 673–87.
- Bibby, Colin J, Neil D Burgess, David A Hill, and Simon Mustoe. 2000. *Bird Census Techniques*. Academic press.
- Birrer, Simon, Jenny Markus, and Niklaus Zbinden. 2011. "Evolution Des Populations D'oiseaux Nicheurs Dans Les Zones Agricoles de 1990 À 2009," *Recherche Agronomique Suisse*, , 66–71.
- Blair, Robert. 2004. "The Effects of Urban Sprawl on Birds at Multiple Levels of Biological Organization." *Ecology and Society* 9 (5): 2.
- Blair, Robert B. 1996. "Land Use and Avian Species Diversity Along an Urban Gradient." *Ecological Applications* 6 (2): 506. doi:10.2307/2269387.
- Bonthoux, Sébastien. 2011. "Les Relations Spatiales et Temporelles Entre Les Communautés D'oiseaux et Les Paysages Agricoles." <http://oatao.univ-toulouse.fr/8378/>.
- Bouvier, Jean-Charles, Benoît Ricci, Julia Agerberg, and Claire Lavigne. 2011. "Apple Orchard Pest Control Strategies Affect Bird Communities in Southeastern France." *Environmental Toxicology and Chemistry* 30 (1): 212–19. doi:10.1002/etc.377.
- Bouvier, Jean-Charles, Jean-François Toubon, Thomas Boivin, Beno Sauphanor, and others. 2005. "Effects of Apple Orchard Management Strategies on the Great Tit (*Parus Major*) in Southeastern France." *Environmental Toxicology and Chemistry* 24 (11): 2846–52.
- Brickle, N.W., and D.G.C. Harper. 2002. "Agricultural Intensification and the Timing of Breeding of Corn Buntings *Miliaria Calandra* : In an Intensively Managed Agricultural Landscape, Few Females Attempted a Second Brood." *Bird Study* 49 (3): 219–28. doi:10.1080/00063650209461269.
- Brotons, Lluís, Axel Wolff, Guillaume Paulus, and Jean-Louis Martin. 2005. "Effect of Adjacent Agricultural Habitat on the Distribution of Passerines in Natural Grasslands." *Biological Conservation* 124 (3): 407–14. doi:10.1016/j.biocon.2005.01.046.
- Broyer, Joël. 2001. "Plaidoyer Pour Une Politique Européenne En Faveur Des Écosystèmes Prairiaux." *Le Courrier de l'Environnement* 43: 41–50.
- Buckingham, Dave L., Will J. Peach, and Derren S. Fox. 2006. "Effects of Agricultural Management on the Use of Lowland Grassland by Foraging Birds." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112 (1): 21–40. doi:10.1016/j.agee.2005.06.019.

- Burel, Françoise, Jacques Baudry, Alain Butet, Philippe Clergeau, Yannick Delettre, Didier Le Coeur, Florence Dubs, Nathalie Morvan, Gilles Paillat, and Sandrine Petit. 1998. "Comparative Biodiversity along a Gradient of Agricultural Landscapes." *Acta Oecologica* 19 (1): 47–60.
- Butler, S. J., J. A. Vickery, and Ken Norris. 2007. "Farmland Biodiversity and the Footprint of Agriculture." *Science* 315 (5810): 381–84.
- Chace, Jameson F., and John J. Walsh. 2006. "Urban Effects on Native Avifauna: A Review." *Landscape and Urban Planning* 74 (1): 46–69. doi:10.1016/j.landurbplan.2004.08.007.
- Chamberlain, D. E., and R. J. Fuller. 2000. "Local Extinctions and Changes in Species Richness of Lowland Farmland Birds in England and Wales in Relation to Recent Changes in Agricultural Land-Use." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 78 (1): 1–17.
- Chamberlain, D. E., R. J. Fuller, R. G. H. Bunce, J. C. Duckworth, and M. Shrubbs. 2000. "Changes in the Abundance of Farmland Birds in Relation to the Timing of Agricultural Intensification in England and Wales." *Journal of Applied Ecology* 37 (5): 771–88.
- Chevallier, Nathalie, Maxime Amy, Cyril Eraud, Pauline Cabaret, Damien Brebion, Matthieu Deseure, and Sophie Morin. 2013. "Impact Du Mode de Gestion Des Haies Sur L'avifaune." *Faune Sauvage*.
- Clergeau, Philippe. 2007. "Une Biodiversité Urbaine?" http://www.pirve.fr/wp-content/uploads/2010/10/Clergeau_Biodiversit%C3%A9Urb.pdf.
- Clergeau, Philippe. 2008. "Préserver La Nature Dans La Ville." *Responsabilité et Environnement*, no. 4: 55–59.
- Clergeau, Philippe. 2011. *Ville et Biodiversité, Les Enseignements D'une Recherche Pluridisciplinaire*. Presses universitaires de Rennes. Espace et Territoires.
- Clergeau, Philippe, A Sauvage, A Lemoine, J. -P Marchand, Florence Dubs, and G Mennechez. 1997. "Quels oiseaux dans la ville?" *Les Annales de La Recherche Urbaine*, no. 74: 119–30.
- Denis, Daniel, Claudine Thenail, Sandrine Petit, Nathalie Morvan, Philippe Merot, Didier Le Coeur, Florence Dubs, Françoise Burel, and Jacques Baudry. 1995. *Méthode d'analyse des haies: Protocole d'observation et gestion informatisée des données*. Rapport de fin de contrat AIR3-ct 920476/920477. <http://prodinra.inra.fr/record/28074>.
- Derouault, A, S Hippolyte, and O Villa. 2009. "Corrélat Environnementaux Pour La Reproduction de L'avifaune Dans L'agrosystème 'Prairie de Fauche.'" *Etops*, no. 76: 43–58.
- Devictor, Vincent, and Frederic Jiguet. 2007. "Community Richness and Stability in Agricultural Landscapes: The Importance of Surrounding Habitats." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120 (2-4): 179–84. doi:10.1016/j.agee.2006.08.013.
- Devictor, Vincent, Romain Julliard, Joanne Clavel, Frédéric Jiguet, Alexandre Lee, and Denis Couvet. 2008. "Functional Biotic Homogenization of Bird Communities in Disturbed Landscapes." *Global Ecology and Biogeography* 17 (2): 252–61. doi:10.1111/j.1466-8238.2007.00364.x.
- Devictor, Vincent, Romain Julliard, Denis Couvet, Alexandre Lee, and FrÉDÉRIC Jiguet. 2007. "Functional Homogenization Effect of Urbanization on Bird Communities." *Conservation Biology* 21 (3): 741–51. doi:10.1111/j.1523-1739.2007.00671.x.
- Devictor, Vincent, Romain Julliard, and Frédéric Jiguet. 2008. "Distribution of Specialist and Generalist Species along Spatial Gradients of Habitat Disturbance and Fragmentation." *Oikos* 0 (0): 080211051304426–0. doi:10.1111/j.2008.0030-1299.16215.x.
- Devictor, Vincent, and Alexandre Robert. 2009. "Measuring Community Responses to Large-Scale Disturbance in Conservation Biogeography." *Diversity and Distributions* 15 (1): 122–30. doi:10.1111/j.1472-4642.2008.00510.x.
- Diraison, Martin, and Thomas Zgirski. 2013. "Avifaune Nicheuse de Trois Zones Agricoles Du Nord Finistère." In *Etudes de La Répartition Spatiale de L'avifaune*, 5. Saint-Brieuc.
- Donald, Paul F., Fiona J. Sanderson, Ian J. Burfield, and Frans P.J. van Bommel. 2006. "Further Evidence of Continent-Wide Impacts of Agricultural Intensification on European Farmland Birds, 1990–2000." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116 (3-4): 189–96. doi:10.1016/j.agee.2006.02.007.

- Donald, P. F., R. E. Green, and M. F. Heath. 2001. "Agricultural Intensification and the Collapse of Europe's Farmland Bird Populations." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 268 (1462): 25–29. doi:10.1098/rspb.2000.1325.
- Fauré, J-B, Pierre Phalempin, A De Rambuteau, E Cavailles, L Idray, Eric Demmerlé, and L Percheron. 2014. "Les MAEC et l'AB 2015-2020, Réunions Inter-Régionales."
- Filippi-Codaccioni, O, V Devictor, J Clobert, and R Julliard. 2008. "Effects of Age and Intensity of Urbanization on Farmland Bird Communities." *Biological Conservation* 141 (11): 2698–2707. doi:10.1016/j.biocon.2008.08.006.
- Filippi-Codaccioni, Ondine, Vincent Devictor, Yves Bas, Jean Clobert, and Romain Julliard. 2010. "Specialist Response to Proportion of Arable Land and Pesticide Input in Agricultural Landscapes." *Biological Conservation* 143 (4): 883–90. doi:10.1016/j.biocon.2009.12.035.
- Filippi-Codaccioni, Ondine, Vincent Devictor, Yves Bas, and Romain Julliard. 2010. "Toward More Concern for Specialisation and Less for Species Diversity in Conserving Farmland Biodiversity." *Biological Conservation* 143 (6): 1493–1500. doi:10.1016/j.biocon.2010.03.031.
- Fischer, Christina, Andreas Flohre, Lars W. Clement, Péter Batáry, Wolfgang W. Weisser, Teja Tschardt, and Carsten Thies. 2011. "Mixed Effects of Landscape Structure and Farming Practice on Bird Diversity." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 141 (1-2): 119–25. doi:10.1016/j.agee.2011.02.021.
- Fontana, Simone, Thomas Sattler, Fabio Bontadina, and Marco Moretti. 2011. "How to Manage the Urban Green to Improve Bird Diversity and Community Structure." *Landscape and Urban Planning* 101 (3): 278–85. doi:10.1016/j.landurbplan.2011.02.033.
- Fowler, Jim, and Louis Cohen. 1995. *Statistics for Ornithologists*. British Trust for Ornithology. BTO Guides 22.
- Garaffa, Pablo I., Julieta Filloy, and M. Isabel Bellocq. 2009. "Bird Community Responses along Urban–rural Gradients: Does the Size of the Urbanized Area Matter?" *Landscape and Urban Planning* 90 (1-2): 33–41. doi:10.1016/j.landurbplan.2008.10.004.
- Groupe Ornithologique Breton. 2012. *Atlas Des Oiseaux Nicheurs de Bretagne*. Delachaux et Niestlé.
- Hart, J. D., T. P. Milsom, G. Fisher, V. Wilkins, S. J. Moreby, A. W. A. Murray, and P. A. Robertson. 2006. "The Relationship between Yellowhammer Breeding Performance, Arthropod Abundance and Insecticide Applications on Arable Farmland: Insecticides, Arthropods and Yellowhammer Productivity." *Journal of Applied Ecology* 43 (1): 81–91. doi:10.1111/j.1365-2664.2005.01103.x.
- Hinsley, S.A, and P.E Bellamy. 2000. "The Influence of Hedge Structure, Management and Landscape Context on the Value of Hedgerows to Birds." *Journal of Environmental Management* 60: 33–49.
- Huillet, Laetitia. 2007. *Tendances spatio-temporelles de répartition chez les oiseaux hivernants durant 26 ans d'étalement urbain à Québec*. <http://www.theses.ulaval.ca/2007/24161/24161.pdf>.
- Jenny, M, J Michler, Zellweger-Fischer, Simon Birrer, and R Spaar. 2014. "Favoriser l'Alouette Des Champs." Station Ornithologique Suisse.
- Jokimäki, Jukka, and Esa Huhta. 2000. "Artificial Nest Predation and Abundance of Birds along an Urban Gradient." *Cooper Ornithological Society, The Condor*, 102 (4): 838–47.
- Julliard, Romain, Joanne Clavel, Vincent Devictor, Frédéric Jiguet, and Denis Couvet. 2006. "Spatial Segregation of Specialists and Generalists in Bird Communities." *Ecology Letters* 9 (11): 1237–44. doi:10.1111/j.1461-0248.2006.00977.x.
- Kennedy, Patricia L., Sandra J. DeBano, Anne M. Bartuszevige, and Andrea S. Lueders. 2009. "Effects of Native and Non-Native Grassland Plant Communities on Breeding Passerine Birds: Implications for Restoration of Northwest Bunchgrass Prairie." *Restoration Ecology* 17 (4): 515–25. doi:10.1111/j.1526-100X.2008.00402.x.
- LPO - Alsace. 2010. *Constitution D'un Réseau Écologique Sur La Commune de Muttersholtz*.
- LUZURIAGA, Nivia. 2009. *Réponse des oiseaux aux changements des paysages agricoles*. Bibliographique. Montpellier. http://www.parcbee.univ-montp2.fr/evaluat/memoires_biblio_08_09/nivia_luzuriaga.pdf.

- Maillard, Jean-François. 2010. *Fenaison et reproduction des oiseaux prairiaux des basses vallées Angevines. Bilan de suivis réalisés de 2001 à 2009 dans le cadre de l'observatoire national "Prairie de fauche."* http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/pdf/synthese_ONEPF_BVA_final.pdf.
- McKinney, Michael L. 2002. "Urbanization, Biodiversity, and Conservation The Impacts of Urbanization on Native Species Are Poorly Studied, but Educating a Highly Urbanized Human Population about These Impacts Can Greatly Improve Species Conservation in All Ecosystems." *BioScience* 52 (10): 883–90.
- Melles, Stephanie, Susan Glenn, and Kathy Martin. 2003. "Urban Bird Diversity and Landscape Complexity: Species-Environment Associations along a Multiscale Habitat Gradient." *Conservation Ecology* 7 (1): 5.
- Menon, Manjula, Prashanthi Devi M, and Mohanraj Rangaswamy. 2014. "Avifaunal Richness and Abundance Along an Urban Rural Gradient with Emphasis on Vegetative and Anthropogenic Attributes in Tiruchirappalli, India." *Landscape Research*, May, 1–18. doi:10.1080/01426397.2014.910294.
- Morris, Antony J., Jeremy D. Wilson, Mark J. Whittingham, and Richard B. Bradbury. 2005. "Indirect Effects of Pesticides on Breeding Yellowhammer (*Emberiza Citrinella*)." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 106 (1): 1–16. doi:10.1016/j.agee.2004.07.016.
- Owens, Ian PF, and Peter M. Bennett. 2000. "Ecological Basis of Extinction Risk in Birds: Habitat Loss versus Human Persecution and Introduced Predators." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97 (22): 12144–48.
- PAQUET, Jean-Yves, Jean-Paul FOUARGE, André MONMART, and Laurent WARGÉ. 2006. "Quinze Ans de Suivi de l'Hirondelle de Fenêtre (*Delichon Urbicum*) Dans Les Milieux Ruraux, Suburbains et Urbains de L'entité de Namur." *Aves*, 1–10.
- Philippe, Clergeau, L. Savard Jean-Pierre, Mennechez Gwenaelle, and Falardeau Gilles. 1998. "Bird Abundance and Diversity along an Urban-Rural Gradient: A Comparative Study between Two Cities on Different Continents." *The Condor: An International Journal of Avian Biology* 100: 413–25.
- Philippe, Clergeau, Croci Solene, Jokimäki Jukka, Kaisanlahti-Jokimäki Marja Lisa, and Dinetti Marco. 2006. "Avifauna Homogenisation by Urbanisation: Analysis at Different European Latitudes." *Biological Conservation* 127: 336–44.
- Sattler, T., D. Borcard, R. Arlettaz, F. Bontadina, P. Legendre, M. K. Obrist, and M. Moretti. 2010. "Spider, Bee, and Bird Communities in Cities Are Shaped by Environmental Control and High Stochasticity." *Ecology* 91 (11): 3343–53.
- Sattler, T., G. B. Pezzatti, M. P. Nobis, M. K. Obrist, T. Roth, and M. Moretti. 2014. "Selection of Multiple Umbrella Species for Functional and Taxonomic Diversity to Represent Urban Biodiversity: Selection of Umbrella Species." *Conservation Biology* 28 (2): 414–26. doi:10.1111/cobi.12213.
- Savard, Jean-Pierre L., Philippe Clergeau, and Gwenaelle Mennechez. 2000. "Biodiversity Concepts and Urban Ecosystems." *Landscape and Urban Planning* 48 (3): 131–42.
- Schaub, M, N Zbinden, N Martinez, M Maurer, A Loset, R Spaar, N Weisshaupt, and R. Arlettaz. 2008. "Végétation Claisemée, Un Habitat Important Pour La Faune." *Station Ornithologique Suisse*.
- Shochat, E, P Warren, S Faeth, N Mcintyre, and D Hope. 2006. "From Patterns to Emerging Processes in Mechanistic Urban Ecology." *Trends in Ecology & Evolution* 21 (4): 186–91. doi:10.1016/j.tree.2005.11.019.
- Smith, H. G., and M\ a ans Bruun. 2002. "The Effect of Pasture on Starling (< I> Sturnus Vulgaris</i>) Breeding Success and Population Density in a Heterogeneous Agricultural Landscape in Southern Sweden." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 92 (1): 107–14.
- Sulaiman, Suria, Nik Hanita Nik Mohamad, and Sabrina Idilfitri. 2013. "Contribution of Vegetation in Urban Parks as Habitat for Selective Bird Community." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 85 (September): 267–81. doi:10.1016/j.sbspro.2013.08.358.
- Thorez, J.-P. 2009. "Corridors Écologiques: Une Trame Verte et Bleue." *Connaître Pour Agir*, December.

- Tichit, Muriel, Daphné Durant, and Eric Kernéis. 2005. "The Role of Grazing in Creating Suitable Sward Structures for Breeding Waders in Agricultural Landscapes." *Livestock Production Science* 96 (1): 119–28. doi:10.1016/j.livprodsci.2005.05.010.
- Union européenne, and Commission européenne. 2008. *L'économie des écosystèmes et de la biodiversité rapport d'étape*. Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes.
- Vickery, J. A., J. R. Tallwin, R. E. Feber, E. J. Asteraki, P. W. Atkinson, R. J. Fuller, and V. K. Brown. 2001. "The Management of Lowland Neutral Grasslands in Britain: Effects of Agricultural Practices on Birds and Their Food Resources." *Journal of Applied Ecology* 38 (3): 647–64.
- Virlouvet, Gaël. 2005. "Effets Des Antiparasitaires Sur Les Insectes Coprophages." *Le Point Vétérinaire* 255: 42–45.
- Wallis De Vries, M. F., A. E. Parkinson, J. P. Dulphy, M. Sayer, and E. Diana. 2007. "Effects of Livestock Breed and Grazing Intensity on Biodiversity and Production in Grazing Systems. 4. Effects on Animal Diversity." *Grass and Forage Science* 62 (2): 185–97.
- Weiserbs, Anne, and Jean-Paul Jacob. 2007. *Analyse Des Résultats 1992–2005 de La Surveillance Des Oiseaux Nicheurs «communs» Dans La Région de Bruxelles–Capitale*. Aves. http://aufildeleau.be/fileadmin/Aves/Bulletins/Articles/44_2/44_2_65.pdf.

Liste des annexes

Annexe n°1 : Annotations des fiches inventaires oiseaux

Annexe n°2 :

- a) Choix des variables habitats**
- b) Fiche descriptive de l'habitat**



Figure 22 : Parcelle J_1.8, Angers, Cindy Schrader

Annexe n°1 : Annotations des fiches inventaires oiseaux

Pour noter une espèce, les premières lettres du genre et/ou de l'espèce sont annotées, par exemple pour le Rougegorge familier, on note Rgf ; pour le Pigeon ramier, Pr ; la Fauvette à tête noire, Fvtn.

Un nid est symbolisé par une étoile : *

Si un individu observé transporte de la nourriture ou des matériaux, il est noté :
transp. food ou transp. mat

Une flèche symbolise les déplacements des oiseaux, : Rgf —>

Pour distinguer deux individus de la même espèce sur le site, un trait discontinu est dessiné entre les deux : Rgf- - - -Rgf.

Au contraire, pour montrer que c'est le même individu qui s'est déplacé, on le note par un trait continu : Rgf ——— Rgf.

Cependant, lorsque l'on n'est pas sûr que c'est le même individu, on ajoute un point d'interrogation au-dessus (ou sur) du trait continu : Rgf —?— Rgf

Pour symboliser un individu qui s'alimente, c'est un carré qui entoure l'individu : Rgf

Enfin, pour énumérer le nombre d'individu, il suffit d'ajouter le chiffre, pour le sexe, le symbole mâle ou femelle et pour les juvéniles, on note tout simplement le diminutif: Juv.

Des règles ont été mises en place pour les inventaires oiseaux. Par exemple les grands groupes d'oiseaux de plus de 8 individus n'ont pas toujours été pris en compte ce qui aurait biaisé les résultats pour le rapport abondance et distance à la ville. Cependant, ces grands groupes ont été utilisés lorsque l'on étudiait le nombre d'individus qui mange au sol.

Les activités de tous les oiseaux contactés sont localisées avec de courtes annotations :

Pour noter un cri de Rougegorge, il sera souligné : Rgf

Pour un cri d'alarme, de territorialité, il sera souligné deux fois : Rgf

Le chant sera noté en entourant l'individu : Rgf

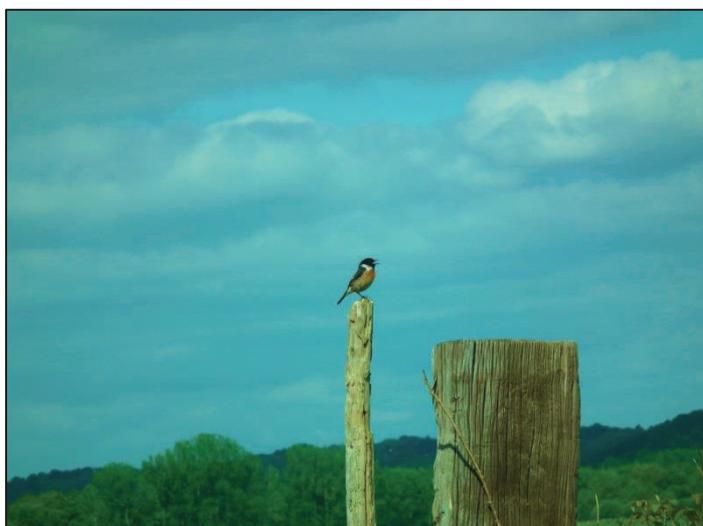


Figure 23 : Tarier pâtre qui chante, Tp

Annexe n°2 : a) Choix des variables habitats

La hauteur du couvert végétal et le pourcentage de recouvrement de sol nu a été noté en parcourant la totalité de chaque site. Pour la hauteur du couvert végétale, 20 mesures ont été prises et la moyenne a été conservée. Ces deux indicateurs sont importants. En effet, la hauteur d'herbe influence beaucoup la présence d'oiseaux. Une végétation basse et peu dense permet aux oiseaux insectivores de se nourrir en insectes et invertébrés rapidement. Les oiseaux peuvent ainsi voir arriver les prédateurs et leur mobilité y est meilleure, ce qui n'est pas le cas dans une végétation haute et dense. Les granivores eux préfèrent une végétation plus avancée (stade d'épiaison). Les passereaux préfèrent les milieux hétérogènes avec des patches de sol nu. (Buckingham et al, 2006). Les zones de sol nu constituent un terrain de chasse pour les oiseaux insectivores, ils sont donc aussi importants que la végétation.

La présence/absence de certaine famille végétale permet d'apprécier l'impact de la gestion du site en supposant qu'une gestion intensive diminue le nombre de famille floristique. Les Fabacées et Graminées par exemple, ont un rôle de refuge, de nidification et d'alimentation pour le cortège d'oiseaux agricole.

Pour finir, le nombre d'espèces végétales a été compté sur une bande 10 mètres sur 2, ainsi que le recouvrement en bryophytes¹. Ceci permet également de voir l'influence de la gestion sur la diversité végétale en supposant ici aussi qu'une gestion intensive diminue le nombre d'espèces végétales.

La seconde partie concerne les haies adjacentes au site. Une haie n'est pas seulement un élément du paysage mais dépend aussi d'un gestionnaire (agriculteur, jardinier, ...). Les différents modes de gestion des haies participent à la diversité des haies. Les données sur la présence, la structure et composition des haies vont permettre de voir la complexité ou non de celles-ci. L'abondance et la diversité de l'avifaune sont fortement corrélées à la physionomie, la stratification et le volume de la végétation (Baudry et al, 2003). Les haies riches en oiseaux sont souvent grandes et contiennent généralement beaucoup d'espèces ligneuses. Pour les haies aussi, la structure a un rôle pour les cortèges d'oiseaux, il n'y a pas de haie idéale qui favorise toutes les espèces. Les grives par exemple, nichent que dans les haies d'au moins 1.4 m de haut et 1 m de large.

Chaque haie entourant le site, est identifiée par a) b) c) ou d) sur une carte et est décrite.

Le recouvrement de chaque strate, les hauteurs maximales et dominantes, le nombre d'espèces ligneuses et les espèces dominantes permettent de voir la complexité de la haie et également la qualité de la haie (potentiel d'accueil, microclimat, abris). Plus une haie est complexe (haute, large et dense) et plus les conditions se rapprochent des habitats forestiers (à grande échelle (hectare) le milieu forestier abrite le plus de diversité vasculaire). Ces éléments influencent donc la composition et la richesse des communautés de flores et de faunes.

¹ Mousses et sphaignes

La présence de bois mort influence également la composition des populations d'oiseaux. Le bois mort est une source de nourriture pour le Pic noir (*Dryocopus martius*), d'habitat pour les oiseaux cavernicoles comme le Pic vert (*Picus viridis*).

Les espèces allochtones² accueillent généralement moins d'invertébrés que les espèces indigènes. Notons que la seconde cause de la perte de la biodiversité est l'introduction espèces allochtones. Les résineux abritent un cortège d'espèces particulier, on y trouve par exemple les Roitelets (*Regulus ignicapilla* et *Regulus regulus*) et la Mésange huppée (*Parus cristatus*).

Les éléments du paysage sur le site tel qu'un bosquet, une mare, un arbre isolé, peuvent constituer des micros habitats et des ressources alimentaires mais aussi des matériaux pour la construction des nids, ce qui explique la présence de certaines espèces. Ces éléments ont été localisés sur carte.

Le paysage environnant les sites peut expliquer en partie l'abondance et la richesse spécifique. En effet, si le site est entouré de routes et d'une zone industrielle, nous supposons que l'abondance d'oiseaux n'est pas la même que sur un site non fragmenté.

Enfin une rapide description de la fréquentation humaine permet de comprendre la présence ou non d'espèces selon les perturbations causées par l'homme (travaux, fréquentation forte, ...).



Figure 24 : Parcelle J_2.5, Angers, Cindy Schrader

² Espèces d'origine étrangère, souvent introduites par l'homme comme haies ornementales

Annexe n°2 : b) Fiche descriptive de l'habitat

Département	Commune	Noms de la parcelle	Observateur	Date

Structure de la végétation

1-Type de station (% de l'espace occupé)

Parc, jardin	
Prairie fauchée	
Terrain de sport	
Friche	
Autre (préciser)	

2- Familles présentes

Famille	Absente	Peu abondante	Abondante
Graminées			
Fabacées			
Apiacées			
Astéracées			
Renonculacées			
Orchidacées			

3- Diversité sur une bande de 10m x 2m

Nombre total d'espèces distinguées	Recouvrement du sol en mousse
Commentaires (dominance d'une espèce ou famille) :	

4- Eléments de la parcelle à localiser sur la carte

Eléments de la parcelle	Présence	Absence
Arbre isolé *		
Roncier		
Flaque d'eau, marre, ornière		
Bâtis		
Fossé		
Talus		
Espace boisé, bosquet		

* Description des arbres isolés :

	Présence	Absence
Essence fruitière		
Essences allochtones		
Mousse et lichen		
Lierre		
Trous et cavités		
Branches mortes		

5- Eléments du paysage adjacent à la parcelle (culture, bâtis)

A	B	C	D

Description des activités anthropiques du site

1- La fréquentation humaine (activités, indicateurs du niveau de fréquentation), sources de bruit ; Degrés d'urbanisation, type d'urbanisation... ?

2- Mode d'entretien, signes d'entretien visibles :

3- Autres commentaires :

Annexe n°2 : b) Fiche descriptive de l'habitat

Haies : nommer chaque côté de la parcelle : A, B, C et D et le reporter sur la carte.	Strate herbacée				Strate arbustive				Strate arborescente			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Recouvrement %												
Recouvr. d'espèces allochtones (ornementales et résineuses)												
Recouvr. d'espèces résineuses												
Hauteur maximale												
Hauteur de la strate dominante												
Présence d'arbres, bois morts												
Nombre d'espèces ligneuses sur une longueur de 30 mètres												

	A	B	C	D
Nature de la bordure : talus (hauteur), fossé (profondeur, longueur), haie, chemin, rien				
Largeur moyenne				
Espèces dominantes	1- 2- 3- 4- 5-	1- 2- 3- 4- 5-	1- 2- 3- 4- 5-	1- 2- 3- 4- 5-

Résumé

L'étude de la biodiversité ordinaire est récente, et celle de la biodiversité urbaine tout autant. Cependant il est important de voir comment s'organisent les espèces face aux perturbations anthropiques.

En effet, les villes se développent, prennent de l'ampleur et empiètent sur les milieux ruraux. Les résultats sont une fragmentation des habitats naturels et semi-naturels, une diminution des surfaces végétales, une augmentation des surfaces imperméables et de la pollution, une lumière quasi constante, des îlots de chaleurs, des mortalités directes des oiseaux avec les voitures...

En zone rurale, les pratiques agricoles se sont intensifiées depuis la seconde guerre mondiale afin de nourrir la population. Par conséquent, les pesticides et la mécanisation se sont développés, les parcelles se sont agrandies... Ici les effets sont la fragmentation du paysage, la diminution du bocage, la pollution des eaux... Les oiseaux sont des espèces très touchées par ces facteurs. Ce sont des espèces indicatrices. Elles sont suivies afin d'évaluer la qualité des habitats.

L'axe 3-c du programme de recherche URBIO a pour objectif de répondre à la question : quels sont les facteurs influençant la répartition des communautés d'oiseaux des espaces herbacés le long d'un gradient urbain-rural ?

Nous avons pu démontrer que la richesse spécifique est négativement corrélée à l'approche du milieu urbain. Cependant, ce gradient a également un effet positif sur l'abondance et la richesse spécifique de la communauté d'oiseaux spécialistes du bâti. Cela montre bien que certaines espèces d'oiseaux ont trouvé en ville de quoi se réfugier, se nourrir et se reproduire. Mais en ce qui concerne les oiseaux strictement inféodés aux milieux ouverts, peu d'individus ont été recensés et les seuls individus observés se situent en zone agricole et peu fréquentée. Ces espèces sont donc menacées par l'expansion de la ville à la campagne (effet de minéralisation des espaces) mais aussi par les pratiques agricoles comme les fauches et l'utilisation des machines pendant la période de nidification.

La perte de biodiversité est une conséquence des activités anthropiques. En revanche, des outils d'aménagement du territoire comme la Trame Verte et Bleue ont été développés suite au Grenelle de l'environnement permettant l'intégration de la biodiversité en ville. Des mesures de gestion respectueuses de l'environnement ont aussi été conçues afin de maintenir, favoriser et augmenter la biodiversité aussi bien en ville qu'à la campagne.

Mots-clés : biodiversité urbaine, richesse spécifique, abondance, cortèges d'oiseaux.

Abstract

Ordinary biodiversity study is recent, as urban biodiversity. However, it is important to see how species are organized in front of humans' disturbances.

Indeed, cities are building up, increasing, interfering with rural areas. Results are natural and semi-natural habitats fragmentation, a decrease of green surfaces, an increase of waterproof surfaces and pollution, an almost constant light, heat islands, direct mortality with cars.

In rural areas, in order to feed the population, agricultural practices have been intensified since the Second World War. Therefore, pesticides and mechanization have been developed, farm plots expanded... Here, effects are landscape fragmentation, grove reduction, water pollution... Bird species are affected by those factors. Birds are indicator species. They are followed to evaluate habitat's quality.

The aim of the 3-c axis from the research program URBIO is to answer to the question: What are the factors impacting opened areas birds' communities' distribution along an urban-rural gradient?

We showed that cities have a negative impact on bird's abundance. However, this gradient also gets a positive effect on the specialist built bird community's abundance and specific richness. It shows well that some bird species found somewhere to breed, feed and hide. Concerning restricted open land's bird, a few have been found, and the only species observed were in quite desert agricultural zone. Those species are threatened by urban expansion on the countryside (soil mineralization effect) but also by agricultural practices like mowing and using machines during breeding period.

The loss of biodiversity caused by human activities. Planning tools have been developed like the green and blue belt following the Grenelle Process. Some measures that benefits the environment were also developed to maintain, favor and enhance biodiversity in cities as well as in countrysides.

Key-words: urban biodiversity, specific richness, abundance, retinue of bird