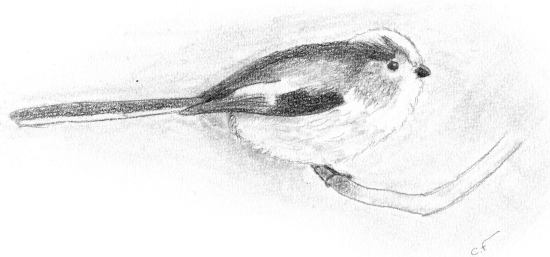


Évaluation et valorisation du potentiel écologique sur le campus de l'Université de Poitiers : étude de la biodiversité aviaire

Alexandre Berthelom, Antoine Brosse, Vincent Loiseau, Joëlle Baron-Bouchon, Roland Raimond, Didier Bouchon & Nicolas Bech

Université de Poitiers
Écologie et Biologie des Interactions
UMR CNRS 7267 - Équipe Écologie Évolution Symbiose
6 rue Michel Brunet
TSA 51106
86073 POITIERS Cedex



Introduction

Aujourd'hui, l'évolution de la biodiversité connaît une sixième grande crise avec un déclin similaire à ceux observés au cours des cinq autres crises précédentes (Leaky & Lewin, 1995). Cette sixième crise serait due en partie aux changements environnementaux et notamment aux changements d'utilisation des terres qui fragmentent de plus en plus les paysages au dépend des habitats naturels. En effet, les discontinuités d'habitats, issues de la fragmentation, représentent des barrières pour la dispersion des espèces et donc pour la connectivité des populations. Ainsi, les espèces, avec des exigences écologiques variées, doivent faire face à une distribution de plus en plus hétérogène de leurs habitats.

En effet, parmi les causes majeures de la fragmentation des habitats, l'urbanisation grandissante représente l'une des causes les plus importantes pouvant affecter le paysage de façon pérenne (Sanderson & Huron, 2011 ; Ramalho & Hobbs, 2012). Ainsi, assurer une continuité écologique à l'intérieur des espaces urbains représente un enjeu important qui est pris en compte depuis quelques années par des réflexions autour de la mise en place de « trames vertes et bleues » (exemple de la ville de Niort ; Barribaud, 2013).

La ville de Poitiers représente la commune la plus peuplée et la préfecture du département de la Vienne. Étendue sur 42,84 km², elle comprend près de 100 000 habitants et présente une zone urbaine dense (www.poitiers.fr). Cependant, quelques zones constituées d'espaces verts ou de cours d'eau, accueillent une biodiversité riche et méritent d'être mises en évidence. Parmi ces zones, le campus de Poitiers présente un bon potentiel écologique via une surface d'espaces verts non négligeables.

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes intéressés au recensement de l'avifaune du campus universitaire afin d'évaluer le potentiel écologique de cette zone. Dans un contexte de préservation de l'avifaune en milieu urbain, le but de cette étude a également été de déterminer des emplacements stratégiques pour l'installation de nichoirs compte tenu de la distribution des différentes espèces d'oiseaux, mais également des zones à forts risques de dégâts (en fonction des dommages occasionnés par la tempête Derecho de juillet 2013).

Matériel et méthode

Site d'étude

Le site d'étude se situe dans le centre du département de la Vienne en région du

Poitou-Charentes, dans la ville de Poitiers et plus particulièrement sur le campus universitaire (37,31 ha ; Figure 1). Il s'agit d'un milieu semi-urbain comprenant des bâtiments et des espaces verts composés de pelouses, de haies et d'arbres de différentes essences (acacias, chênes, érables, peupliers, platanes, résineux, robiniers, tilleuls, trembles et autres feuillus représentés dans une moindre proportion).

Échantillonnage et base de données

Nous avons réalisé 16 sessions d'échantillonnage à raison d'une sortie par semaine du 16 janvier au 15 mai 2014. Ces sessions de terrain débutaient au lever du jour, moment correspondant au pic journalier d'activité vocale chez les oiseaux diurnes (Blondel, 1975). L'échantillonnage a été réalisé le long d'un transect où ont été



Fig. 1. Carte représentant la zone d'étude, le transect parcouru lors des sessions d'échantillonnage ainsi que la répartition des bâtiments universitaires, des arbres et des oiseaux contactés.

notés tous les oiseaux contactés (vus et/ou entendus). La détermination du transect a nécessité un compromis entre temps de trajet et couverture de la zone d'étude. Ainsi, si on considère une portée de 60 mètres (avec jumelles), le transect élaboré a permis de couvrir 84 % de la surface de la zone d'étude en environ 1h30 (Figure 1). Tous les contacts ont été reportés dans un Système d'Information Géographique (SIG) à l'aide du logiciel *ArcMap v.10.0*. Nous avons également dressé un histogramme des espèces cumulées afin de voir l'évolution de celles-ci sur la période d'étude.

A l'aide de GPS de terrain, nous avons également dressé la carte de répartition des différentes essences d'arbres rencontrés sur le campus. Les arbres ont été enregistrés de façon dichotomique : « conifère » ou « autre feuillu » lorsque l'essence était incertaine.

Analyses des données

La distribution spatiale d'un objet ponctuel (individus, nids, etc.) est généralement analysée à l'aide des statistiques des processus de point (*point process statistics* ; Cornulier & Bretagnolle, 2006). Ces statistiques ont pour but de décrire la distribution et la structure d'un patron de points. Cependant, certaines représentations ou calculs statistiques nécessitent le transfert des données cartographiques vers le logiciel R v. 3.0.2 (R Core Team, 2013). Pour cela, nous avons utilisé plusieurs packages implémentés dans R tels que MAPTOOLS (Bivand & Lewin-Koh, 2014), RGDAL (Bivand et al., 2014), SHAPEFILES (Stabler, 2013) et SPATSTAT (Baddeley & Turner, 2005). La figure 3 résume relativement bien ces processus d'importation et de lecture de fichiers de SIG. Ainsi, notre pattern de points a été analysé avec le logiciel *ArcMap v.10.0* couplé avec R.

Dans un premier temps, nous avons testé si la distribution géographique des oiseaux était aléatoire ou regroupée. Dans un deuxième temps, nous avons essayé de voir si le pattern de distribution était conditionné par la présence des arbres. Enfin, nous avons testé si certaines espèces d'oiseaux étaient inféodées à certaines essences d'arbres. Ces analyses ont été menées uniquement sur les passereaux car ce sont eux qui sont visés par la pose de nichoirs.

Densités et distribution des oiseaux

Afin de visualiser la distribution géographique des densités d'oiseaux sur la zone d'étude, nous avons réalisé, à l'aide du

logiciel R, les densités spatiales pour toutes les espèces d'oiseaux confondues et pour chaque espèce de passereaux.

Afin de vérifier si les oiseaux étaient répartis aléatoirement ou significativement regroupés, nous avons analysé les relations spatiales entre les oiseaux, toutes espèces confondues. Ce test a été mené avec l'option « Average Nearest Neighbor » implémentée dans la boîte à outil « Statistiques spatiales » du logiciel *ArcMap*. L'analyse calcule la distance moyenne de chaque entité par rapport à son entité avoisinante la plus proche. Par l'intermédiaire d'un indice, appelé Z-score, le test évalue ensuite si la distance moyenne est différente de l'attendue si les entités avaient été réparties aléatoirement. Etant corrélé avec des p-values, ce Z-score permet de connaître la significativité du test. Ce test a été appliqué pour chaque session d'échantillonnage car les oiseaux sont territoriaux et, d'une semaine sur l'autre, nous avons vraisemblablement pu contacter les mêmes individus aux mêmes endroits biaisant ainsi l'analyse vers un regroupement des entités.

Corrélation des distributions arbres / oiseaux

Nous avons testé les relations spatiales entre les arbres et les oiseaux. Pour ce faire, le test de randomisation a été utilisé. Il est implémenté dans le package SPATSTAT du logiciel R (Baddeley & Turner, 2005). Cette analyse suggère que chaque pattern de points (*i.e.* arbres versus oiseaux) est distribué de manière indépendante et donc qu'ils se répartissent de manière aléatoire. Ainsi, le test va redistribuer aléatoirement chaque pattern de points testé sur 500 simulations et va comparer les patterns observés avec ceux attendus.

Essences / oiseaux

Nous avons testé si certaines espèces de passereaux étaient inféodées à certaines essences d'arbres ou, au contraire, si certaines essences d'arbres repoussaient certaines espèces de passereaux. Dans un premier temps, nous avons attribué à chaque passereau l'essence d'arbre la plus proche géographiquement. Ceci a été réalisé avec la boîte à outil « analyse spatiale » implémentée dans le logiciel *ArcMap*. Le tableau, ainsi obtenu, nous a permis de construire un tableau de contingence *via* le logiciel R et de réaliser une AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) à l'aide du package ADE4 (Dray & Dufour, 2007).

Positionnement des nichoirs

L'emplacement des nichoirs a été déterminé (i) en fonction des dégâts occasionnés par la tempête Derecho (juillet 2013), (ii) de façon à ce que les trous d'ouverture des nichoirs soient orientés à l'Est afin que les premiers rayons du soleil puissent réchauffer le nid et (iii) en respectant une distance de 30-40 mètres entre les nichoirs afin de limiter la compétition (Raphaël Bussièrre, *com. pers.*). Ensuite, la position géographique des nichoirs va différer selon les espèces visées en fonction de leurs exigences écologiques. En effet, sur les 18 nichoirs disponibles, 6 seront destinés à accueillir des Mésanges bleues (diamètres de 28 et 30 mm) et 6 seront destinés à accueillir des Mésanges charbonnières (diamètre de 35 mm) ; ils seront placés sur des feuillus. Sur les 6 nichoirs restants, 2 seront destinés à accueillir des Rougequeues noirs et seront placés sur des bâtiments, 2 seront destinés à accueillir des Bergeronnettes grises et seront placés à proximité des points d'eau (temporaires ou non) et 2 seront destinés à accueillir

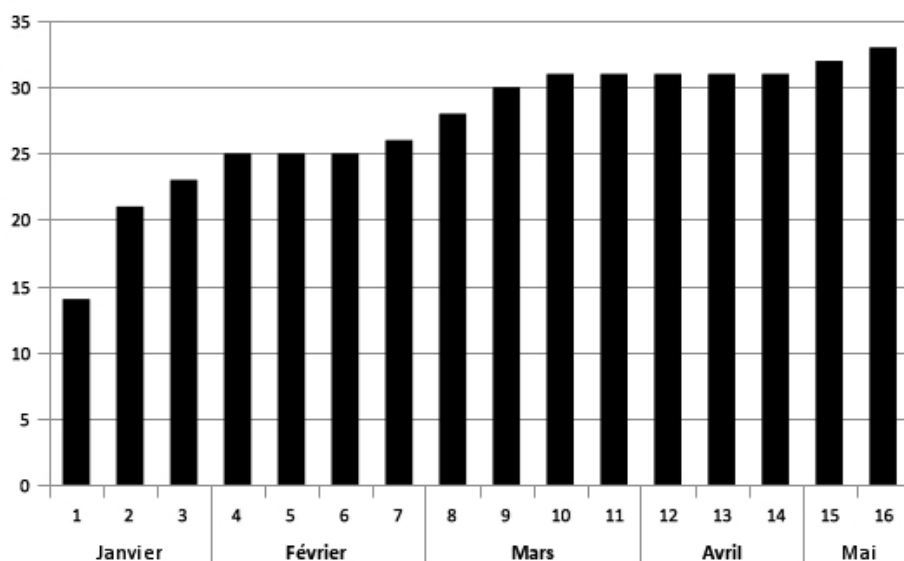


Fig. 2. Évolution du nombre cumulé d'espèces sur la période d'étude.

des Grimpereaux des jardins et seront placés sur des conifères. Ces informations ont été fournies par Raphaël Bussièr, ornithologue confirmé et bagueur agréé par le CRBPO. Les plans des nichoirs ont été tirés du site internet : www.nichoirs.net (annexe).

Résultats

Espèces contactées

Nos sessions de comptage ont donné lieu à 981 contacts pour 33 espèces (Tableau I). Seule l'abondance de trois espèces d'oiseau n'a pas été relevée car elles étaient

présentes en trop grand nombre et leur distribution ne semblait pas être conditionnée par une quelconque entité paysagère : Corneille noire, Pie bavarde et Pigeon ramier. En revanche, elles sont comptabilisées dans le total des espèces contactées sur la zone d'étude, parmi lesquelles nous pouvons distinguer le Roitelet à triple bandeau, la Bergeronnette des ruisseaux et le Bruant des roseaux qui sont des espèces déterminantes pour les ZNIEFF au niveau de la Vienne pour la première, et au niveau du Poitou-Charentes pour les deux autres (Jourde & Terrisse, 2001).

Un histogramme du nombre cumulé d'espèces nous permet de voir l'évolution du cortège d'espèces au cours de notre période d'étude (Figure 2). On peut y distinguer deux plateaux, le premier prend place début février (session n°4) et correspondrait aux espèces hivernantes présentes et le second qui prend place mi-mars (session n°10) pourrait correspondre, soit aux arrivées d'espèces migratrices et semi-migratrices ou encore au fait que certaines espèces soient plus visibles ou audibles à cette période de l'année.

Densités

Les densités totales (*i.e.* tout oiseaux confondus) et les densités absolues pour chaque espèce représentée, se trouvent en figure 3. La plupart des espèces révèlent des distributions hétérogènes avec des densités plus importantes sur la partie Ouest de notre zone d'étude (*i.e.* la prairie Rabelaise). A noter que les espèces les plus rarement observées ne sont représentées que par un unique point sur leur carte.

Relations spatiales interspécifiques

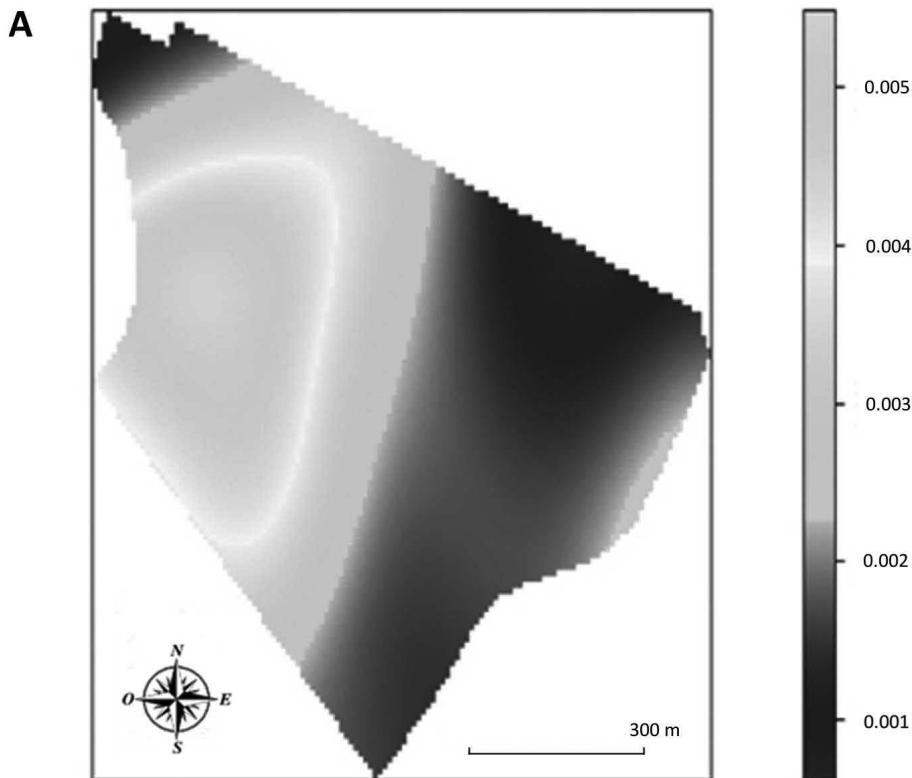
Quelle que soit la période de l'étude, les oiseaux contactés ne semblent pas se distribuer sur le campus de façon aléatoire, n'occupant ainsi pas la totalité de l'aire étudiée. En effet, les résultats obtenus montrent que tous les individus, toutes espèces confondues, sont géographiquement regroupés les uns par rapport aux autres (p -value < 0,01).

Distribution arbres / oiseaux

Bien que les résultats aient démontré une corrélation spatiale significative entre la distribution des arbres et celle de nos observations d'oiseaux (p -value < 0,05), les espèces ne semblent pas avoir de préférences significatives parmi les essences d'arbres présentes sur la zone d'étude. En effet, avec 44,4 % de l'inertie totale, l'AFC n'a pas révélé de relations significatives entre espèces d'oiseaux et essences d'arbres.

Espèce		Nombre de contacts
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	X
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	X
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	X
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	106
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	100
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	94
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	82
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	65
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	64
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	38
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	37
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	33
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	28
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	19
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	18
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	17
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	13
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	12
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	11
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	9
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	9
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	9
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	7
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	7
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	5
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	4
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	3
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	2
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	2
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	1
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	1
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	1
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	1

Tab. I. Tableau récapitulatif de chaque contact sur la zone d'étude (les espèces figurant avec X contacts n'ont pas été dénombrées).



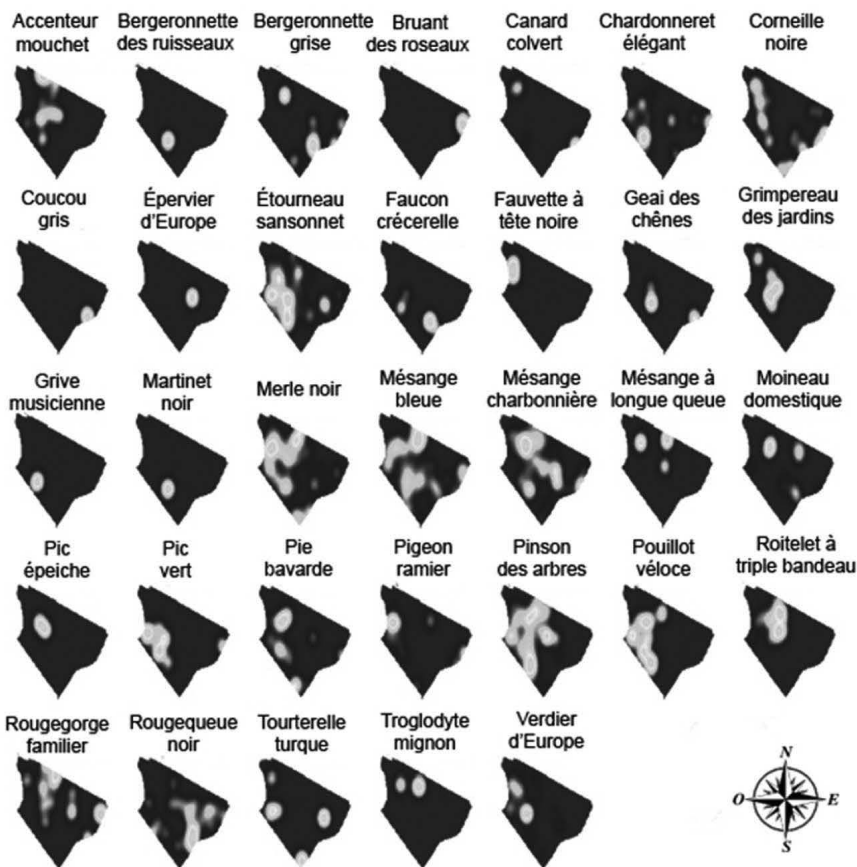
Distribution des nichoirs et interpolation

La figure 4 présente les emplacements des 18 nichoirs positionnés en fonction des exigences écologiques des espèces visées, de leur densité absolue, des dégâts occasionnés par la tempête Derecho et de l'orientation du trou d'ouverture. Le tableau II présente les caractéristiques des 18 nichoirs posés.

Discussion

Les résultats ont montré la présence d'espèces patrimoniales telles que le Roitelet à triple bandeau, illustrant le potentiel écologique du campus universitaire dans un projet de TVB. Suite à la détermination des espèces présentes, nous avons utilisé des outils de statistiques spatiales et de cartographie afin de déterminer des emplacements optimaux pour la pose de nichoirs dont le but était de favoriser la reproduction de certaines espèces de passereaux, et tenter de faire du campus universitaire de Poitiers un réservoir de biodiversité aviaire.

B Répartition des densités absolues des oiseaux pour chaque espèce



Potentiel écologique du campus universitaire

Au sein du campus universitaire de Poitiers (37,31 hectares), nous avons recensé 33 espèces. Ce chiffre représente un bon potentiel compte tenu qu'à Paris, 60 espèces d'oiseaux ont été comptabilisées sur 87 km² (Malher *et al.*, 2010). Notre cortège d'espèces est d'autant plus important qu'il englobe des régimes alimentaires variés, laissant même présager une chaîne trophique fonctionnelle. En effet, un Épervier d'Europe a été vu survolant le campus et ce rapace se nourrit presque exclusivement d'autres oiseaux (www.oiseaux.net), ce qui le placerait au sommet de la chaîne alimentaire présente sur le campus universitaire. Vient ensuite un couple de Faucons crécerelles nicheur sur le campus. Ce rapace, bien que se nourrissant surtout de micromammifères en milieu rural, peut se nourrir de moineaux domestiques en milieu urbain (UICN France, 2013), espèce également présente sur la zone d'étude. Les autres espèces d'oiseaux comptabilisées dans cette étude couvrent une bonne partie des autres régimes alimentaires, à titre d'exemples : le Chardonneret élégant qui est granivore, la Cornelle noire qui est un omnivore opportuniste ou encore le Bruant des roseaux qui peut se nourrir aussi bien de graines que d'invertébrés aquatiques.

Même si la chaîne trophique présente sur le campus semble être fonctionnelle, notre

Fig. 3. A : Densité totale d'oiseaux présents sur le campus universitaire en termes de proportions. B : Densités absolues (i.e. proportions d'individus) pour chaque espèce contactée. Toutes les cartes sont indépendantes les unes des autres et donc les nuances (du clair au foncé) dépendent uniquement des effectifs propres à chaque espèce.

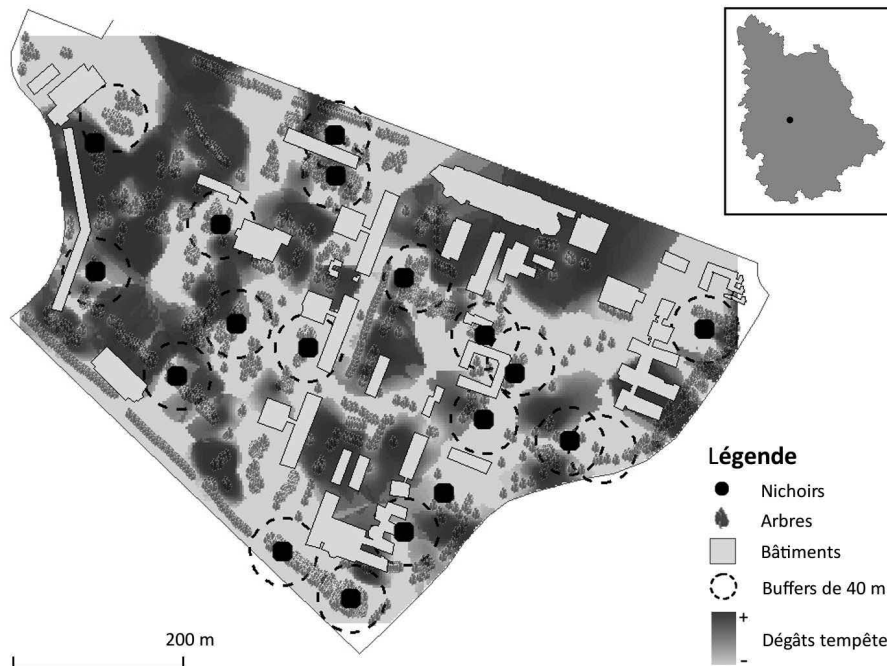


Fig. 4. Localisation des 18 nidoirs et de leurs zones tampons respectives, associée à une représentation des dégâts occasionnés par la tempête Derecho sur les arbres du campus universitaire ; interpolation par IDW (Inverse distance weighting).

recensement n'a pas mis en évidence la présence d'espèces classées sur la liste rouge de l'UICN que ce soit au niveau mondial ou national (UICN, 2013 ; UICN *et al.*, 2011). En revanche, trois espèces déterminantes au niveau de la Vienne dont deux au niveau du Poitou-Charentes ont été notées : la Bergeronnette des ruisseaux (déterminante en Poitou-Charentes) qui n'a été observée qu'une seule fois, le Bruant des roseaux (déterminante en Poitou-Charentes) qui a été observé plusieurs fois mais qui ne niche pas sur le site, et le Roitelet à triple bandeau (déterminante en Vienne) (Jourde & Terrisse, 2001), qui elle en revanche niche probablement sur notre zone d'étude. Ces espèces, traduisant un bon potentiel écologique, pourraient favoriser le classement du campus universitaire comme un « réservoir de biodiversité ».

Bien que la richesse spécifique, enregistrée sur notre zone d'étude, semble traduire un bon potentiel écologique, nous pensons que certaines espèces n'ont pas été recensées. En effet, notre zone d'étude n'est en théorie prospectée qu'à 84 % et ce sont notamment les bords de la zone qui sont délaissés. De plus, l'effort de comptage était potentiellement différent à chaque session de terrain car le nombre d'observateurs pouvait différer à cause des disponibilités de chacun. Enfin, quand les comptages survenaient en semaine, les nuisances sonores dues aux flux routiers, de 8h à 9h environ, pouvaient altérer la qualité

de l'écoute. Les conditions météorologiques pouvaient aussi faire diminuer significativement l'activité de l'avifaune présente. Néanmoins, ce protocole comporte plusieurs points positifs dont l'aspect « non-invasif » des relevés de terrains qui limite les perturbations des animaux contactés. De plus, la régularité des sessions d'échantillonnage nous a permis de décrire l'évolution du cortège d'espèces présent sur la zone d'étude.

Nos résultats ont révélé une hétérogénéité temporelle et spatiale de l'avifaune. En effet, les deux plateaux bien visibles en figure 2 peuvent témoigner de cette répartition temporelle hétérogène des espèces. Le premier plateau correspondrait au total des espèces d'oiseaux hivernants et le second correspondrait aux arrivées des premières espèces migratrices et semi-migratrices, ceci étant confirmé par les exigences écologiques et le cycle de vie des oiseaux recensés à ces périodes. La Fauvette à tête noire contactée la première fois à la toute fin février (session n°7), la Grive musicienne et le Rougequeue noir contactés début mars (session n°8), puis la Bergeronnette grise contactée la semaine suivante (session n°9), sont toutes des espèces semi-migratrices ; c'est-à-dire qui vont migrer à petite échelle, les populations se décalant vers le Sud en hiver.

L'hétérogénéité spatiale des espèces pourrait s'expliquer par l'hétérogénéité du

paysage qui présente une voie routière très fréquentée à l'Est et la prairie Rabelaise relativement plus tranquille à l'Ouest. De plus, les exigences écologiques des espèces en fonction des saisons et la compétition pour l'espace pourraient également être à l'origine de cette distribution hétérogène. On pourrait, par exemple, considérer qu'en hiver, les milieux découverts (comme les bâtiments et les arbres à feuilles caduques) sont des milieux hostiles à l'accueil des oiseaux. En effet, globalement, les observations des premiers mois de l'année ont été faites dans la partie Ouest de la zone d'étude. D'ailleurs, les résineux (à feuilles pérennes) présents sur notre zone d'étude sont eux aussi répartis sur la partie Ouest et Nord-Ouest alors que les feuillus ont une répartition homogène sur la zone. Il serait donc intéressant, de tester et de mettre en évidence dans des études ultérieures si les oiseaux, toutes espèces confondues, se répartissent géographiquement en fonction du feuillage présent ou non sur les arbres. Ainsi, on s'attendrait à observer un déplacement de la présence des oiseaux sur la partie Est du campus au fur et à mesure que les arbres regagnent leurs feuilles (*i.e.* avec l'arrivée du printemps).

Résultats des analyses

Nos résultats indiquent que tous les individus observés (toutes espèces confondues) étaient significativement regroupés quel que soit le mois de l'année (*i.e.* quelle que soit la session de terrain). Cependant, les tendances semblent également indiquer que les oiseaux se distribuent de façon plus aléatoire à mesure de l'arrivée du printemps. Ce changement de distribution pourrait être dû au changement de comportement des oiseaux au cours du printemps : les parades nuptiales, la construction du nid et l'incubation nécessitent moins de déplacements que la phase de nourrissage des jeunes où il faut collecter de grandes quantités de nourriture. Ceci pourrait également expliquer la « conquête » temporelle des feuillus, comme énoncé plus haut.

Les résultats issus de l'analyse factorielle des correspondances n'ont pas révélé de liens entre les espèces d'oiseaux et les essences arborées. Ainsi la distribution des différentes essences d'arbres n'a pas conditionné la pose des nidoirs. Dans tous les cas, il aurait été peu prudent d'affecter une espèce d'oiseau à une seule essence d'arbre car les essences d'arbres sont rarement les seules entités déterminant le lieu de vie des oiseaux, et notamment des passereaux. Ainsi, d'autres entités paysagères pourraient être testées comme par

N°	Nom	Type	Essence	Session	Diamètre (mm)
1	Sidney	Bergeronnette grise	Saule	1	ND
2	Nicolas C.	Rougequeue noir	Saule	1	ND
3	Angilina	Bergeronnette grise	Chêne	1	ND
4	Sandy	Rougequeue noir	Chêne	1	ND
5	Alexandre	Grimpereau des jardins	Conifère	1	ND
6	Antoine	Grimpereau des jardins	Conifère	1	ND
7	Joëlle	Mésange bleue	Bouleau	1	28
8	Vincent	Mésange charbonnière	Platane	1	35
9	Jean-Paul	Mésange bleue	Peuplier	1	28
10	Elie	Mésange charbonnière	Tilleul	1	35
11	Teddy	Mésange charbonnière	Bouleau	2	35
12	Aurore	Mésange bleue	Autre feuillu	1	28
13	Romain	Mésange charbonnière	Chêne	2	35
14	Nicolas B.	Mésange bleue	Chêne	1	28
15	Charlotte	Mésange charbonnière	Autre feuillu	2	35
16	Benjamin	Mésange charbonnière	Autre feuillu	2	35
17	Didier	Mésange bleue	Bouleau	2	28
18	Roland	Mésange bleue	Bouleau	2	28

Tab. II. Détails des 18 nichoirs posés. La colonne « Noms » correspond aux prénoms de chaque participant au projet, « Type » aux espèces attendues (annexe 1), « Essence » à l'essence arborée sur laquelle sont posés les nichoirs et « Session » à la date de pose. La session 1 s'est déroulée le 11 juin 2014 et la session 2 est prévue pour le premier trimestre de l'année scolaire 2014-2015.

exemple les haies ou les bâtiments, ces derniers étant indispensables à la nidification de certaines espèces telles que le Rougequeue noir.

La distribution de l'avifaune sur le campus universitaire a conditionné le choix des emplacements de nichoirs. En effet, ceux destinés à accueillir la Bergeronnette grise ont été placés dans la partie du campus où l'espèce a été la plus observée, c'est-à-dire dans la partie Sud-Est. Les conseils fournis par Raphaël Bussière ont été capitaux dans les choix d'emplacements des nichoirs, notamment pour ceux des Grimpereaux des jardins qui doivent être posés sur des conifères de préférence ou ceux des Mésanges bleues et charbonnières qui doivent être posés préférentiellement sur des feuillus. L'emplacement des nichoirs a également été conditionné par l'interpolation des dégâts sur les arbres occasionnés par la tempête Derecho de juillet 2013.

La richesse spécifique enregistrée dans cette étude représente un argument

concernant le classement du campus universitaire de Poitiers en zone d'intérêt écologique. Il est maintenant important de suivre l'occupation des nichoirs au cours des prochaines saisons de reproduction afin de déterminer lesquels n'ont pas été occupés, pour quelles raisons ou même quelles sont les successions d'espèces occupant un nichoir d'une année sur l'autre.

Remerciements

Merci aux collégiens de l'E.R.E.A Anne Franck de Poitiers et Jean-Paul Garibotto pour la construction des nichoirs. Merci également à Raphaël Bussière et Cédric Faivre pour leurs conseils avisés. Nos remerciements s'adressent également au service de la Direction Logistique et Patrimoine Immobilier, qui nous ont apporté les informations nécessaires aux interpolations et qui ont prêté main forte pour la pose des nichoirs.

Bibliographie

- BADDELEY A. & TURNER R. (2005). Spatstat: An R package for analyzing spatial point patterns. *Journal of Statistical Software* 12(6) : 1-42.
- BIVAND R. & LEWIN-KOH N. (2014). Maptools: Tools for reading and handling spatial objects. R package version 0.8-29.
- BIVAND R., KEITT T. & ROWLINGSON B. (2014). Rgdal: Bindings for the Geospatial Data Abstraction Library. R package version 0.8-16.
- BLONDEL J. (1975). L'analyse des peuplements d'oiseaux, élément d'un diagnostic écologique ; I. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P). *Terre et Vie* 29 : 533-589.
- CORNULIER, C. & BRETAGNOLLE, V. (2006). Assessing the influence of environmental heterogeneity on bird spacing patterns: a case study with two raptors. *Ecography* 29 : 240-250.
- DRAY S. & DUFOUR A.B. (2007). The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software* 22(4) : 1-20.
- JOURDE P. & TERRISSE J. (2001). Espèces animales et végétales déterminantes en Poitou-Charentes. Coll. Cahiers techniques du Poitou-Charentes, Poitou-Charentes Nature, Poitiers, 154 p.
- LEAKY R. & LEWIN R. (1995). The Sixth Extinction: Patterns of Life and the Future of Humankind. Doubleday, New York. 271 p.
- MALHER F., LESAFFRE G., ZUCCA M., COATMEUR J. (2010). Oiseaux nicheurs de Paris : Un atlas urbain, Delachaux et Niestlé. 240 p.
- RAMALHO C.E. & HOBBS R.J. (2012). Time for a change: dynamic urban ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 27: 179-188.
- R Core Team (2013). R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 409 p.

SANDERSON E.W. & HURON, A. (2011). Conservation in the city. *Conservation Biology*, 25(3) : 421-423.

STABLER B. (2013). shapefiles: Read and Write ESRI Shapefiles. R package version 0.7.

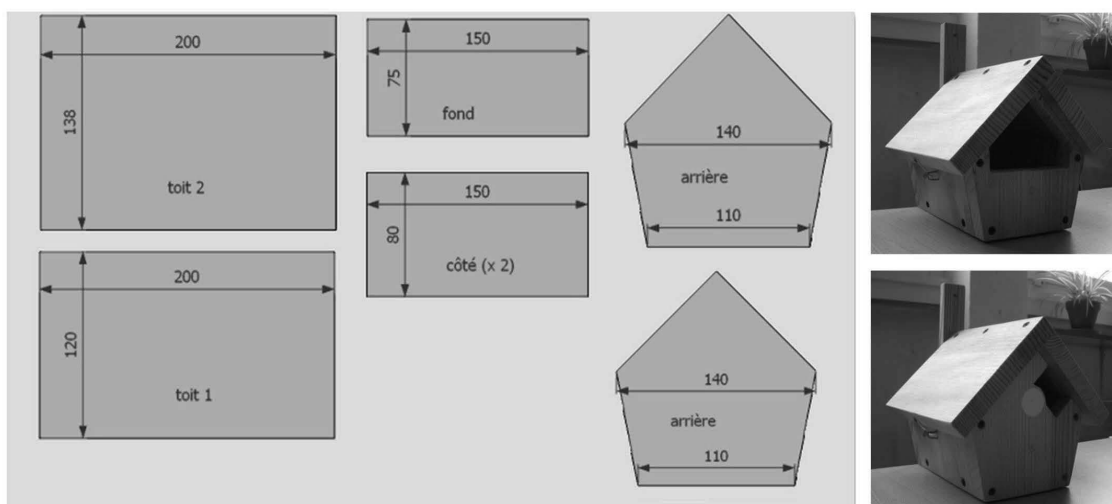
UICN France (2013). Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France - volume 2.3 : les écosystèmes urbains. Paris, France. 19 p.

UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2011). La liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France. 28 p.

Webographie

BARRIBAUD M. (2013). Identification de la TVB communale niortaise et actions transversales en faveur de la biodiversité. Centre de ressources trame verte et bleue : Retours d'expériences. www.vivre-a-niort.com (consulté le 23/04/2014).

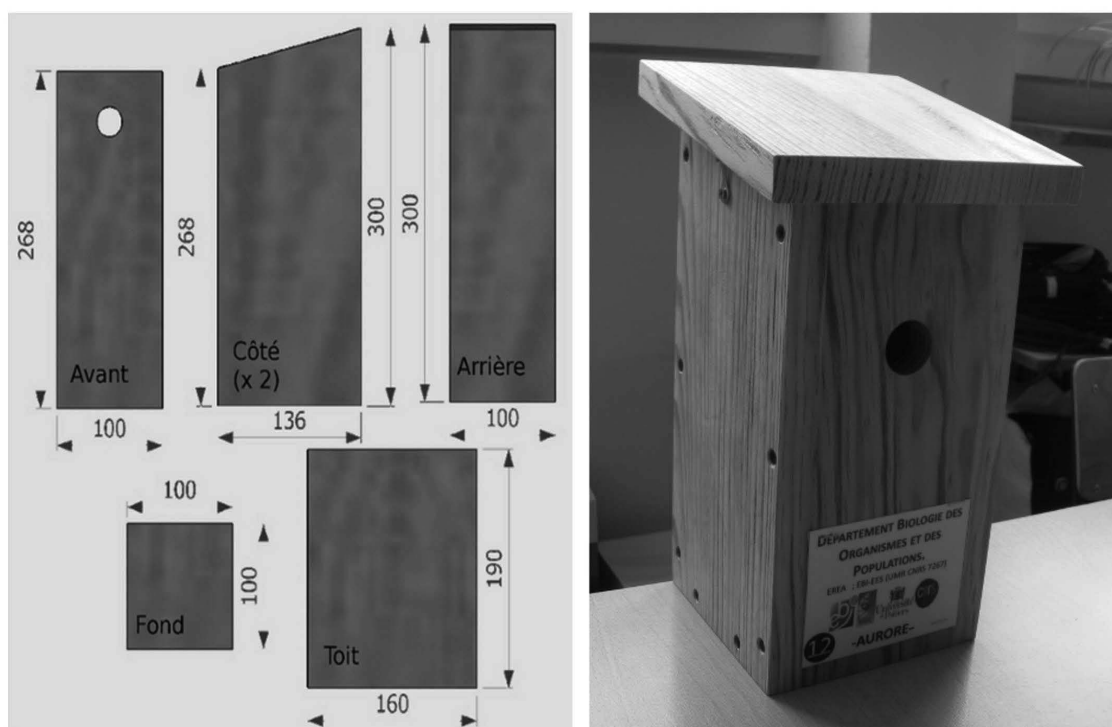
Oiseaux.net (2014). Fiche « Épervier d'Europe *Accipiter nisus* » : <http://goo.gl/5T8CYi>. (<http://www.oiseaux.net>, consulté le 25/04/2014).



Annexe 1. Plan détaillé du nichoir de base qui a servi à l'élaboration des nichoirs présentés en A et B.

A : Nichoir avec une grande ouverture pour les Rougequeues noirs et Bergeronnettes grises.

B : Nichoir avec une petite ouverture latérale pour les Grimpereaux des jardins. Les mesures sont en mm.



Annexe 2. Plan détaillé du nichoir avec ouverture centrale circulaire.

Les nichoirs avec des diamètres d'ouverture de 30 mm sont destinés à accueillir des Mésanges bleues. Ceux avec des ouvertures de diamètres 35 mm sont destinés à accueillir des Mésanges charbonnières. Les mesures sont en mm.