

CARACTÉRISATION DE L'AVIFAUNE DANS LES VERGERS DU TERRITOIRE DE PAYS DE MONTBÉLIARD AGGLOMÉRATION (25)

BERTHONNECHE Adèle



©Adèle Berthonneche

Stage effectué du 2 mars 2020 au 28 août 2020 à

Vergers Vivants

23 rue des Aiges, 25230 Vandoncourt

Sous la direction de Mr. Régis HUET

« Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil »

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier profondément Régis HUET, mon maître de stage, pour son accompagnement, ses nombreux conseils donnés sa disponibilité et son dévouement total tout au long de mon stage.

Ensuite, je remercie spécialement Noël FLEURY, qui m'a accompagné lors des inventaires et m'a transmis de nombreuses connaissances, et Axelle EMMONOT, qui m'a également accompagné pour les inventaires.

Je remercie également toute l'équipe de Vergers Vivants et le personnel de la Damassine, pour leur accueil et leur sympathie, malgré le peu de temps passé ensemble.

Enfin, je remercie Ondine DUPUIS, Cyrielle BANNWARTH, et Christian BAILLY, tous les 3 membres de la LPO pour leur aide et les connaissances transmises. Je remercie Caroline MAFFLI, membre de la SHNPM (Société d'Histoire Naturelle du Pays de Montbéliard) pour les connaissances apportées sur les arbres fruitiers.

Avant-Propos

L'association « Vergers Vivants », créée en 2006, est basée à Vandoncourt (25), un petit village au nord-ouest du Doubs. Elle est le fruit d'un regroupement des différents acteurs travaillant à la préservation du patrimoine fruitier.

Elle est composée de bénévoles ainsi que d'une équipe salariale et d'un conseil d'administration de 25 personnes.

Les vergers du Pays de Montbéliard Agglomération font partie du paysage depuis les années 1800, et c'est ce patrimoine unique qui anime l'association. La transmission des connaissances, la préservation, la valorisation, l'entretien du patrimoine fruitier font partie des missions principales de Vergers Vivants. Ces actions concernent aussi bien les vergers de plein champs que les vergers pavillonnaires. Elles sont organisées et menées par des bénévoles et des professionnels, qui agissent sur tout le territoire de PMA.

Tout au long de l'année, Vergers Vivants propose des formations et des animations auprès de particuliers ou de professionnels. Les thèmes abordés sont variés : plantation d'arbres fruitiers, taille des arbres, entretien du verger, physiologie des arbres, santé des fruitiers, etc...

L'association est également productrice de jus de pomme, et gestionnaire d'un pressoir situé à la Damassine, « Maison des vergers, du paysage et de l'énergie », siège de l'association.

Un programme Interreg a été mis en place entre Vergers Vivants et la Fondation Rurale Interjurassienne (Suisse), dont l'objectif principal est la pérennisation des vergers haute tige. Pour atteindre cet objectif, les structures s'engagent à effectuer plusieurs actions : enrichir les connaissances sur les vergers du territoire et souligner leur rôle important pour la biodiversité ; valoriser le potentiel de production des arbres fruitiers et connaître leur valeur économique ; accompagner, par des formations, des conseils, les propriétaires et les exploitants dans la conservation et la restauration de leur verger ; et enfin informer et sensibiliser le grand public à l'intérêt des vergers.

Glossaire

LPO : Ligue de Protection des Oiseaux

PMA : Pays de Montbéliard Agglomération

Table des matières

Remerciements	2
Avant-Propos	3
Glossaire	4
Table des figures.....	7
Table des tableaux.....	7
Table des annexes	7
Introduction.....	8
1. Contexte	9
2. État de l’art	11
3. Matériels et Méthodes	14
3.1. Transect comparatif	14
3.1.1. Secteurs d’études	15
3.1.2. Protocole d’inventaire	15
3.2. IKA.....	15
3.2.1. Secteurs d’étude.....	16
3.2.2. Période d’inventaire	16
3.1.3. Protocole d’inventaire	16
3.3. Inventaire spécifique	17
3.4. Analyse et traitement des données	18
3.4.1. Indice de Shannon	18
3.4.2. Équitabilité	18
3.4.3. Remplacement et Emboîtement	18
4. Résultats	19
4.1. Transect comparatif	19
4.1.1. ILA.....	19
4.1.2. CAH	19
4.1.3. Diversité spécifique	20
4.1.4. Équitabilité	20
4.1.5. Remplacement et Emboîtement	20
4.2. IKA.....	21
4.2.1. Analyse en composante principale.....	21
4.2.2. Influence de la surface	22
4.2.4. Influence de l’attractivité	23
4.3. Inventaire spécifique	23

5. Discussion	23
5.1. Résultats	23
5.2. Limites	23
5.3. Conservation.....	24
Conclusion	24
Bibliographie.....	25
Annexes	26
Résumé	31

Table des figures

Figure 1 : Localisation de PMA en France.....	9
Figure 2 : Communes historiques de PMA et communes intégrées en 2017.....	9
Figure 3 : Communes prospectées par Vergers Vivants en 2020.....	10
Figure 4 : Zones fruitières établies sur PMA.....	12
Figure 5 : Enjeux avifaune en fonction des zones fruitières sur PMA.....	14
Figure 6 : Localisation des transects effectués.....	15
Figure 7 : Localisation des prospections effectuées.....	16
Figure 8 : Moyenne des ILA en fonction des habitats.....	19
Figure 9 : Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) de l'analyse multivariée regroupant les habitats ayant des similitudes au niveau des espèces.....	20
Figure 10 : Analyse en composante principale (ACP) des guildes écologiques.....	21

Table des tableaux

Tableau 1 : Espèces étudiées avec leur niveau d'enjeu et leurs statuts sur la liste rouge des oiseaux de Franche-Comté et la liste rouge de France (CR : en danger critique d'extinction ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi menacé ; LC : préoccupation mineure).....	13
Tableau 2 : Dénombrement des espèces et des individus observés au cours des IKA en fonction des guildes écologiques.....	22
Tableau 3 : Corrélation (Valeurs R) entre le nombre d'espèces d'oiseaux (groupe d'oiseaux) et la surface du verger.....	22
Tableau 4 : Corrélation entre le nombre de cavités et de nichoirs et l'état des arbres.....	23

Table des annexes

Annexe 1 : Liste des habitats, déterminés principalement par la phytocénose rencontrée dans le milieu (FLEURY, 2020)	26
Annexe 2 : Tableau des enjeux avifaunes par zones fruitières.....	27
Annexe 3 : Tableau de l'abondance des espèces recensées en fonction des habitats.....	28
Annexe 4 : Tableau récapitulatif des différentes caractéristiques en fonction des carrés de prospection.....	29
Annexe 5 : Tableau des espèces inventoriées en fonction des prospections.....	30

Introduction

Les vergers haute-tige, une forme de culture fruitière, sont aujourd'hui en train de disparaître en France. Cette disparition est causée par de nombreux facteurs, dont l'étalement urbain, l'intensification de l'agriculture ou encore l'abandon de la culture par les exploitants. C'est au début du 19^{ème} siècle que l'arboriculture fruitière a pris de l'importance, dans le but d'atteindre l'autonomie alimentaire de la population. Malheureusement, les quelques décennies qui ont suivi la deuxième guerre mondiale ont vu les vergers disparaître à grande vitesse. Aujourd'hui, cette culture et ce patrimoine unique se perd peu à peu en France, menaçant la biodiversité régnant dans les vergers, et entraînant la perte de ces pratiques culturelles.

Pourtant, les vergers représentent un milieu très intéressant d'un point de vue écologique. Ils accueillent une grande diversité d'espèces animales et végétales, ce qui fait d'eux des écosystèmes à part entière. Bien qu'artificiels, ces milieux sont à mi-chemin entre la forêt et une zone ouverte. L'espacement régulier des arbres permet une ouverture du milieu plus importante qu'en forêt, et offre ainsi d'abondantes potentialités d'habitats. On y trouve un grand nombre d'insectes, d'acariens et d'araignées, notamment des espèces xylophages et saproxylophages. Leurs habitats sont nombreux : ils nichent dans les cavités du bois, mort ou vivant, dans la végétation, etc... .

Cette diversité d'insectes constitue une ressource alimentaire de choix pour les vertébrés peuplant les vergers, en particulier les oiseaux et les chauves-souris. Ces animaux vont se nourrir aussi bien des espèces bénéfiques pour la culture, que des espèces ravageuses, ce qui en fait d'excellents auxiliaires. On compte environ 30 à 40 espèces d'oiseaux nicheurs spécialistes de ce milieu. (GUINCHARD, 2013)

C'est sur ce dernier groupe que l'étude sera portée. Celle-ci a pour objectif d'effectuer un état des lieux de la biodiversité avienne dans les vergers du Pays de Montbéliard Agglomération (PMA). La finalité de cette étude est de caractériser l'intérêt écologique des vergers et surtout l'importance de leur préservation.

Il est supposé qu'il existe un habitat verger, comportant ses propres cortèges faunistique, équivalent tant en nombre d'espèces qu'en abondance, à ceux d'autres habitats.

1. Contexte

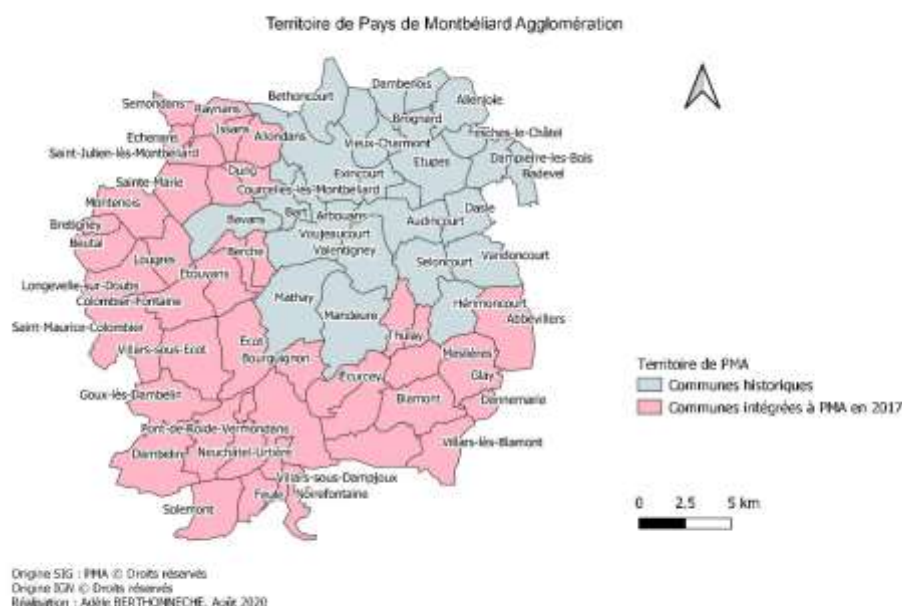
L'étude porte sur tout le territoire de Pays de Montbéliard Agglomération (PMA).

Situé dans l'est de la France, en région Bourgogne-Franche-Comté, au Nord-Ouest du département du Doubs (figure 1), ce territoire bénéficie d'un climat continental, avec des hivers rigoureux et des étés chauds. La pluviométrie y est importante : la précipitation moyenne à l'année est de 935 millimètres. La grande diversité des paysages de cette région permet l'épanouissement de nombreuses espèces animales comme végétales, ce qui offre à PMA une biodiversité remarquable.



Figure 1 : Localisation de PMA en France

Cette communauté d'agglomération, formée en 1999, comptait au départ 29 communes. Au 1^{er} janvier 2017, 43 communes ont été intégrée au territoire de PMA (figure 2). Aujourd'hui, PMA est composée de 72 communes, pour une surface de 450 km² et un total de 142 000 habitants. Les deux tiers du territoire sont occupés par les forêts, campagnes et espaces naturels remarquables, ce qui permet l'épanouissement de la biodiversité.



Origine SIG : PMA © Droits réservés
Origine BGN © Droits réservés
Réalisation : Adèle BERTHOMMECHE, Août 2020

Figure 2 : Communes historiques de PMA et communes intégrées en 2017

Depuis l'ajout des 43 nouvelles communes à PMA, un travail de réactualisation des données sur les arbres fruitiers a été mis en place dans le cadre du projet Interreg. Ces 43 nouvelles communes ont été inventoriées entre 2018 et 2020, et les 29 communes historiques sont en cours de réactualisation, les derniers inventaires datant de 2005 à 2011. Les communes prospectées cette année par Vergers Vivants ont été les suivantes (figure 3) :



2. État de l'art

Les vergers, bien qu'ils soient artificiels, sont des milieux accueillant une grande diversité floristique et faunistique. Au cours du temps, les espèces ont dû s'adapter à cette modification de paysage, les vergers prenant la place d'autres habitats, comme la forêt. Cette adaptation s'est faite parfois au détriment de certaines espèces qui n'ont pu modifier leur habitat. Certaines espèces se retrouvent dans des milieux devenant plus restreints, tandis que d'autres sont parvenues à modifier leur niche écologique. Le verger est considéré aujourd'hui comme un milieu semi-ouvert : il rappelle les milieux boisés, forestiers de manière simplifiée (pas de sous-étage, et troncs régulièrement espacés), et garde tout de même une zone ouverte. Cette association de deux milieux différents fait du verger un écosystème à part entière et lui confère un haut potentiel écologique.

Les arbres fruitiers attirent de nombreuses espèces animales pour diverses raisons ; en effet, ceux-ci fournissent toute l'année une ressource de nourriture considérable (fleurs, fruits, feuilles, bois mort...) et offre de nombreuses cavités, permettant aux animaux de s'y abriter ou d'y nicher.

La qualité écologique du verger est déterminée par plusieurs facteurs (PIROTTE, 2005) :

- Le type de fruitiers présents
- Le nombre d'arbres présents et leur densité
- La nature et la structure d'âge des arbres
- L'étendue du verger
- L'occupation du sol sous les arbres
- Les cultures environnantes
- L'intensité des soins par les exploitants
- La présence de haies et l'état du maillage écologique

Les vergers constituent un lieu de nidification pour plusieurs espèces d'oiseaux. La majorité de ces espèces préfèrent se reproduire dans les vieux arbres, qui offrent souvent de nombreuses cavités.

Malgré les nombreuses études réalisées sur l'avifaune, très peu se sont concentrées sur les vergers. Cependant, il en existe quelques-unes qui permettent d'obtenir une première vision des oiseaux fréquentant les vergers.

En Europe, on peut trouver jusqu'à 2400 espèces animales et végétales dans les vergers haut-tige. En Suisse, 35 espèces d'oiseaux nicheurs ont été recensées dans les vergers (FIBL, BirdLife Suisse, HAUTES TIGES SUISSE, BIOSUISSE, 2016). Parmi elles, le Torcol fourmilier (*Jynx torquilla*), le Rougequeue à front blanc (*Phoenicurus phoenicurus*), la Huppe fasciée (*Upupa epops*) et la Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*), quatre espèces menacées et bénéficiant d'une haute priorité nationale.

Une étude belge menée en 2005 sur l'avifaune fréquentant les vergers a permis de recenser 45 espèces d'oiseaux, dont 37 nicheuses (PIROTTE, 2005).

Sur le territoire de PMA, la zone d'étude, quelques données sont disponibles concernant la nidification des oiseaux dans les vergers. En 2013, une étude menée sur la commune de St-Julien-lès-Montbéliard a permis de recenser une quinzaine d'espèces d'oiseaux reproducteurs dans les vergers de la commune. On y trouve notamment la mésange charbonnière, le grimpereau des jardins, le pinson des arbres, le pic cendré, le torcol fourmilier ou encore le rougequeue à front blanc. Enfin, une étude menée en 2009 sur PMA a permis de récolter quelques données ornithologiques sur différents habitats, notamment les milieux ouverts (BOURGET, 2009).

Pour avoir une idée des oiseaux fréquentant les vergers de PMA, des zones comportant des fruitiers et susceptibles d'être connectées entre elles ont été définies. Au total, 24 zones ont été déterminées sur PMA (figure 4), d'une surface variant de 200 ha à 6600 ha, avec une moyenne de 1280 ha. Les données ont été récupérées à l'aide de la base de données Sigogne.

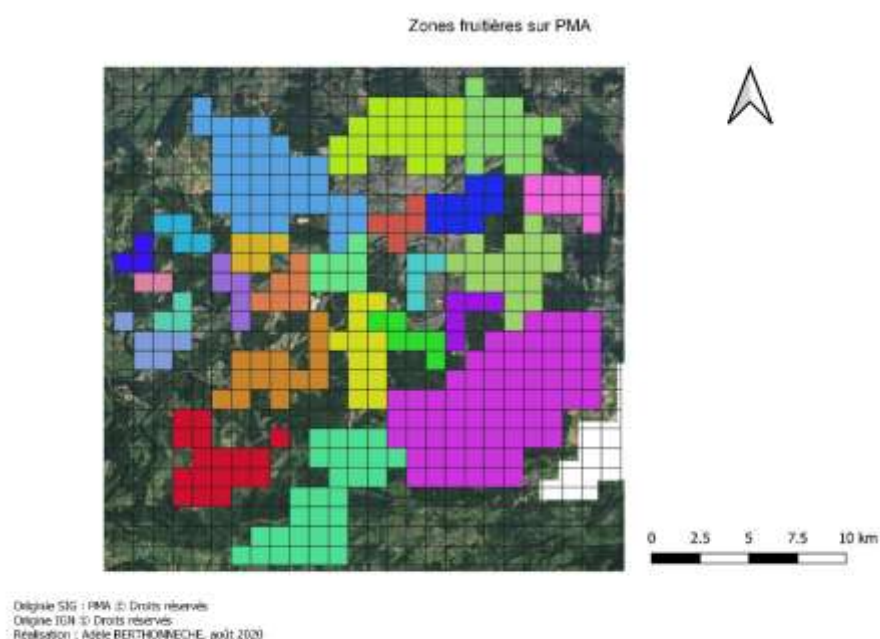


Figure 4 : Zones fruitières établies sur PMA

Un niveau d'enjeu avifaune a été attribué à chaque zone, selon les espèces patrimoniales menacées qui les composent.

Au total, 19 espèces d'oiseaux à enjeux ont été aperçu dans les 5 dernières années au sein des zones définies. Leur niveau d'enjeux est attribué en fonction de la liste rouge des oiseaux nicheurs de Franche-Comté (tableau 1).

Les espèces au statut NT (quasi menacé) sont d'un enjeu moyen, les espèces au statut VU (vulnérable) sont d'un enjeu fort et les espèces aux statuts EN et CR (en danger et en danger critique d'extinction) sont d'un enjeu très fort.

Tableau 1 : Espèces étudiées avec leur niveau d'enjeu et leurs statuts sur la liste rouge des oiseaux de Franche-Comté et la liste rouge de France (CR : en danger critique d'extinction ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi menacé ; LC : préoccupation mineure)

Espèces Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Niveau d'enjeu	Liste rouge Franche-Comté	Liste rouge France
Accenteur mouchet <i>Prunella modularis</i>	moyen	NT	LC
Bruant jaune <i>Emberiza citrinella</i>	moyen	NT	VU
Chardonneret élégant <i>Carduelis carduelis</i>	fort	VU	VU
Chevêche d'Athéna <i>Athene noctua</i>	fort	VU	LC
Gorgebleue à miroir <i>Luscinia svecica</i>	très fort	EN	LC
Grand corbeau <i>Corvus corax</i>	moyen	NT	LC
Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>	fort	VU	LC
Linotte mélodieuse <i>Linaria cannabina</i>	fort	VU	VU
Loriot d'Europe <i>Oriolous oriolus</i>	fort	VU	LC
Milan royal <i>Milvus milvus</i>	fort	VU	VU
Moineau friquet <i>Passer montanus</i>	très fort	EN	EN
Pic cendré <i>Picus canus</i>	fort	VU	EN
Pie-grièche écorcheur <i>Lanius collurio</i>	fort	VU	NT
Roitelet huppé <i>Regulus regulus</i>	moyen	NT	NT
Serin cini <i>Serinus serinus</i>	très fort	EN	VU
Tarier des prés <i>Saxicola rubetra</i>	fort	VU	VU
Tarin des aulnes <i>Spinus spinus</i>	moyen	NT	LC
Torcol fourmilier <i>Jyns torquilla</i>	fort	VU	LC
Traquet motteux <i>Oenanthe oenanthe</i>	très fort	CR	NT

En suivant la méthode décrite par la LPO Franche-Comté en 2019, un code est attribué à chaque donnée, 1, 2 ou 3, correspondant respectivement à enjeu moyen, fort et très fort. Les codes de chaque données par zones sont sommés afin d'obtenir un nouveau code. Ce dernier est divisé par le nombre de données par zone (toutes espèces d'oiseaux confondues). Ces deux derniers codes permettent de déterminer les seuils qui définiront le niveau d'enjeu avifaune de chaque maille.

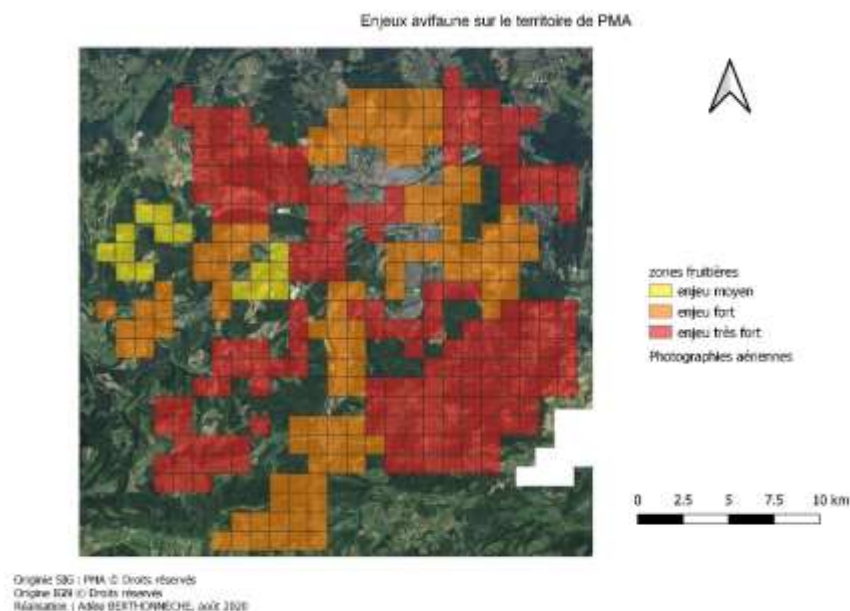


Figure 5 : Enjeux avifaune en fonction des zones fruitières sur PMA

La figure 5 met en évidence les zones à enjeux avifaune très fort, fort et moyen. Les zones aux plus faibles enjeux se retrouvent plutôt au nord-ouest du territoire, tandis que les zones aux plus forts enjeux sont réparties sur quasiment tout le territoire de PMA. Cette carte propose une vision globale des zones à enjeux. Pour plus de précision, il serait intéressant d'effectuer le même travail sur chaque carré de 1km², contenu dans la maille.

3. Matériels et Méthodes

3.1. Transect comparatif

L'objectif de ces prospections est de comparer les différentes compositions en terme d'avifaune dans chaque habitat. Elles sont effectuées sur 9 transects linéaires traversant 14 types d'habitats (FLEURY, 2020, annexe 1).

3.1.1. Secteurs d'études

Les transects ont été définis et dispersés sur 7 communes du territoire de PMA : Abbéville (est), Bavans (nord-ouest), Dambenois (nord), Mandeure (centre), Montenois (nord-ouest), Roche-lès-Blamont (sud-est) et Saint-Maurice-Colombier (ouest) (figure 6)

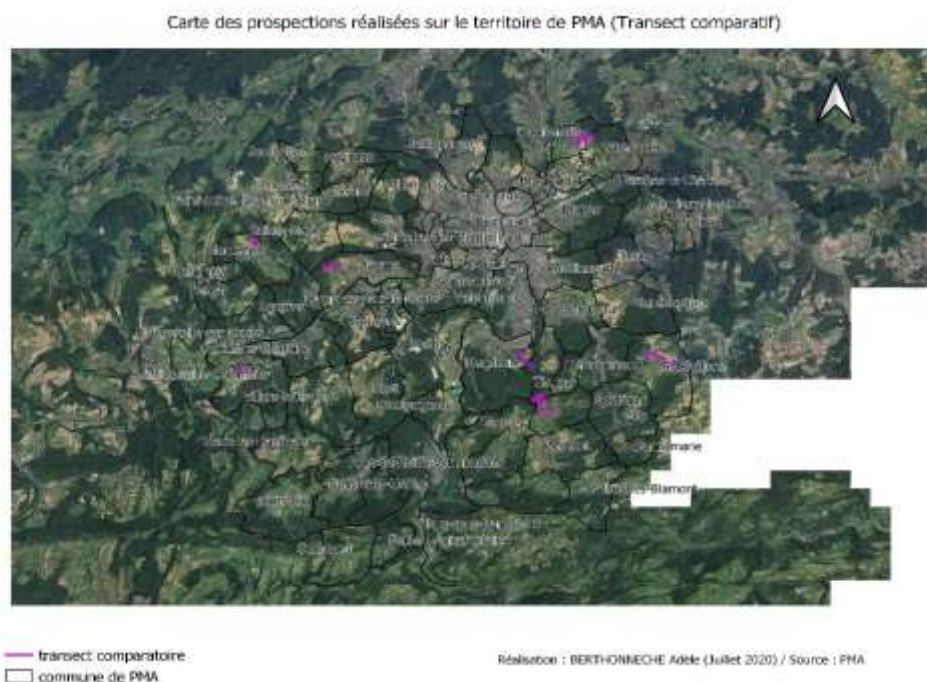


Figure 6 : Localisation des transects effectués

3.1.2. Protocole d'inventaire

La prospection commence au lever du Soleil, et se termine jusqu'à 3 heures après. L'observateur évolue le long d'un transect préalablement défini, en marchant lentement, d'une vitesse de 1 à 2km/h, et s'arrêtant tous les 100 mètres pour faire une écoute fixe. Tout oiseau vu et/ou entendu est relevé, l'identification se fait sur place.

Les prospections ont été effectuées au mois d'avril par un premier observateur sur chaque transect, puis au mois de juin, par un deuxième observateur passant sur les mêmes transects.

3.2. IKA

Les inventaires sont réalisées dans 30 carrés de 1 km² contenant des arbres fruitiers, sélectionnés aléatoirement et dispersés sur tout le territoire de PMA (figure 7), afin de détecter quelles espèces d'oiseaux fréquentent et/ou nichent dans les vergers. L'objectif est d'obtenir une représentation de la diversité avienne dans ce milieu.

3.2.1. Secteurs d'étude

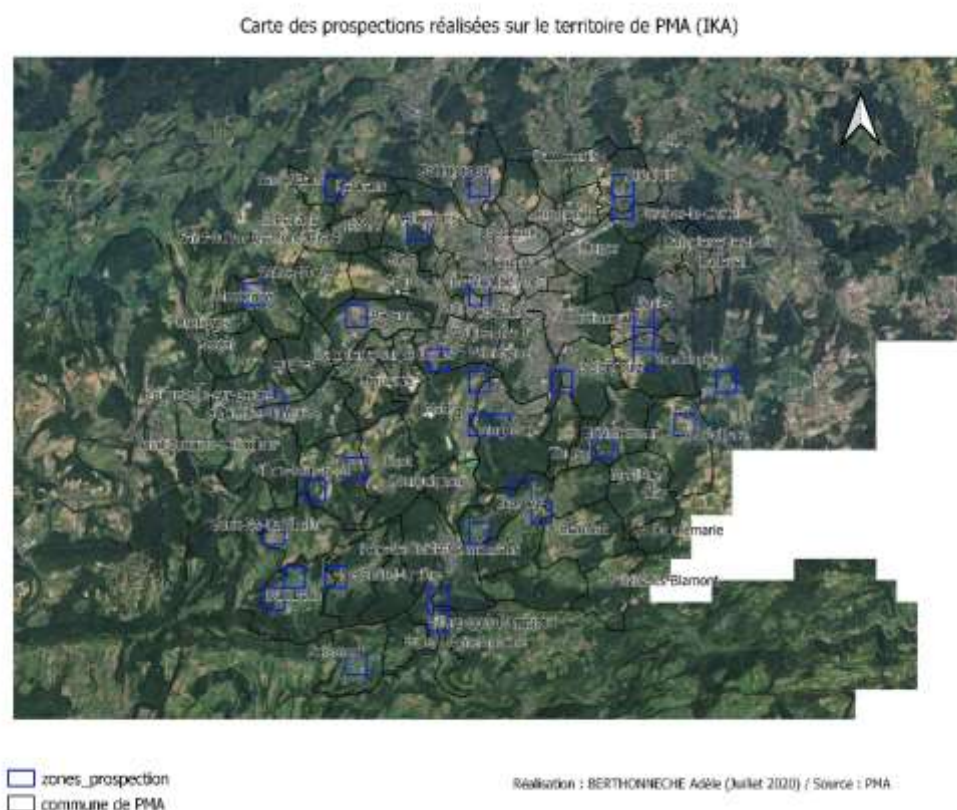


Figure 7 : Localisation des prospections effectuées

3.2.2. Période d'inventaire

3.1.3. Protocole d'inventaire

Le recensement des oiseaux s'effectue de la même façon que pour les transects comparatif. L'observateur marche lentement le long du transect, et dénombre chaque espèce vue et/ou entendue, y compris les oiseaux ne se trouvant pas dans le verger même, mais dans les milieux adjacents (forêt, prés, champs, haies, etc...). L'identification se fait sur place.

Chaque carré est visité 4 fois, à différentes périodes, ce qui permet d'obtenir une bonne représentation de la diversité du milieu, et de détecter les oiseaux nicheurs tardifs.

Les inventaires ont eu lieu :

- Du 3 mars 2020 au 23 mars 2020
- Du 2 avril 2020 au 10 avril 2020
- Du 15 avril 2020 au 22 avril 2020
- Du 2 juin 2020 au 26 juin 2020

Les mois de mars et avril correspondent à une très forte période d'activité pour les oiseaux. En effet, ils sont à cette époque de l'année en période de reproduction et de nidification. De ce fait, les oiseaux sont plus facilement observable durant ces deux mois qu'aux autres périodes de l'année.

Le mois de juin a été choisi pour permettre de recenser certains migrateurs occupant les vergers en été, comme le Torcol fourmilier, le Lorient d'Europe ou la Pie-grièche écorcheur.

La deuxième prospection est réalisée 2 semaines après la première : celle-ci se déroule l'après-midi, et a pour but de détecter les oiseaux plus discrets, les oiseaux les plus actifs réduisant leur activité à ce moment de la journée. La détection se fait au visuel, au chant ou au passage de la repasse, suivant une liste d'espèce susceptible de fréquenter les vergers, préalablement définie.

Les oiseaux rencontrés sont classés en fonction des habitats qu'ils fréquentent le plus souvent. Pour cela, 6 guildes écologiques ont été établies. Les oiseaux dits « Aquatiques » sont des espèces ayant besoin d'un cours d'eau proche pour se nourrir, nicher, etc... . On retrouve dans cette classe des oiseaux tels que la Grande aigrette, le Martin-pêcheur d'Europe ou le Héron cendré. La classe « Forestière » regroupe des oiseaux tels que le Pic noir, le Coucou gris ou le Pipit des arbres, ces espèces préférant les milieux boisés et fermés. De nombreux corvidés et rapaces diurnes, préfèrent quant à eux des milieux dits « ouverts ». La catégorie « urbains » comprend les oiseaux vivant près des villes, des habitations. On y rencontre le Moineau domestique ou le Martinet noir. Celle dite « spécialiste vergers » regroupe des oiseaux ayant une préférence écologique pour ces derniers, comme le Torcol fourmilier, la Pie-grièche écorcheur ou le Rougequeue à front blanc. Enfin, la catégorie « ubiquistes » rassemble des oiseaux capables de s'adapter à de nombreux milieux, comme le Pinson des arbres, la Mésange charbonnière ou la Grive musicienne.

Les vergers sont évalués, sur plusieurs critères, d'une note allant de 1 à 3. Les critères évalués sont l'abondance de jeunes arbres, de vieux arbres, d'arbres morts, la présence de cavités, de nichoirs, de tas de branches/pierres, de mares, de ruches, et la surface occupée par la strate herbacée et la strate arbustive (annexe 2). Les notes sont sommées afin d'obtenir une note sur 10, caractérisant l'attractivité du verger.

3.3. Inventaire spécifique

La chevêche d'Athéna (*Athene noctua*), classée Vulnérable (VU) sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de Franche-Comté (INPN, 2017) est une espèce patrimoniale à forts enjeux de conservation sur le territoire de PMA. Dans le cadre du 2^{ème} projet Interreg, l'association Vergers Vivants, a lancé un programme de préservation de la chevêche d'Athéna. Les données récoltées en Alsace, dans les Vosges, sur le territoire de PMA, au sud du territoire de Belfort et en Ajoie (Suisse) sont partagées. Le programme consiste notamment à détecter le nombre de mâles chanteurs, chaque année, lors de la saison de reproduction. (partage de données)

Cette année, Vergers Vivants a prospecté l'ensemble des communes de PMA, ainsi que les communes au sud du territoire de Belfort.

La campagne de terrain s'est déroulée du 13 mars 2020 au 20 mars 2020. Chaque commune n'a été prospectée qu'une seule fois, faute de temps. Un point d'écoute dans chaque commune est défini avant de se rendre sur le terrain. Ce point doit correspondre au terrain de chasse de la chevêche.

L'identification des mâles chanteurs se fait par le passage de deux à trois repasses. L'espèce est notée présente si un mâle (ou une femelle) répond, et est notée absente dans le cas contraire. Toute autre observation est également notée.

3.4. Analyse et traitement des données

Les analyses statistiques sont réalisées avec le logiciel Rstudio (version 3.6.2)

3.4.1. Indice de Shannon

L'indice de Shannon permet de quantifier la richesse spécifique d'une population, ainsi que la répartition des taxons au sein de cette même population. Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \log_2(p_i)$$

Où H' = Indice de Shannon, p_i = Fréquence relative de l'espèce = n/n_i

3.4.2. Équitabilité

L'équitabilité permet d'apprécier la répartition des espèces dans un milieu. Elle est comprise entre 0 et 1. Une équitabilité égale à 0 traduit la présence d'une seule espèce dans un milieu. Elle est égale à 1 quand toutes les espèces ont la même abondance.

Elle est mesurée de la manière suivante :

$$E = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Où E = équitabilité, H' = indice de Shannon, S = nombre total d'espèce

3.4.3. Remplacement et Emboîtement

Pour comparer la diversité spécifique entre deux milieux, on utilise fréquemment les indices de β Sorensen et β Simpson, qui calculent l'emboîtement et le remplacement entre deux milieux.

On parle d'emboîtement lorsque les espèces i et j sont présentes dans le milieu A et aussi présentes dans le milieu B. En revanche, si l'espèce i ne se trouve que dans le milieu A, et l'espèce j ne se trouve que dans le milieu B, on parlera de remplacement.

Les formules de ces deux indices sont les suivantes :

$$\beta_{Sorensen} = \frac{b + c}{2a + b + c}$$
$$\beta_{Simpson} = \frac{\min(b, c)}{a + \min(b, c)}$$

avec a = nombre de taxon communs aux deux milieux à comparer

b = nombre de taxon spécifique au milieu 1

c = nombre de taxon spécifique au milieu 2

4. Résultats

4.1. Transect comparatif

Le travail consiste ici à comparer les différentes associations aviennes en fonction de leur préférence en terme d'habitat.

4.1.1. ILA

Les indices linéaires d'abondances sont calculés selon la formule ci-dessous :

$$\frac{\text{nombre total d'individus}}{\text{km de linéaire parcouru dans chaque habitat}}$$

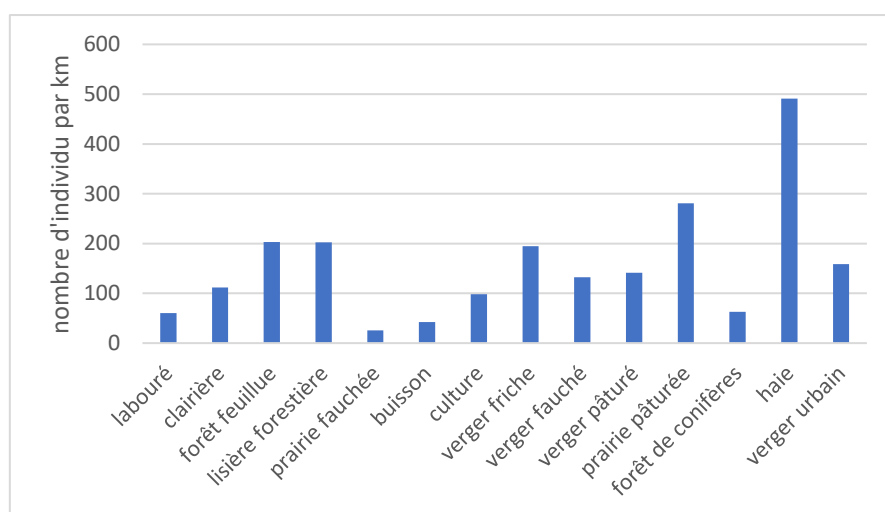


Figure 8 : Moyenne des ILA en fonction des habitats

La figure 8 ci-dessus dévoile les différences d'abondance entre chaque habitats. Quatre habitats (préciser habitats) attirent peu d'individus par kilomètre de linéaire prospectés ($\leq 100 \text{ ind.km}^{-1}$). En revanche, le reste des unités écologiques semblent être plus favorables à l'avifaune, notamment l'écotone « haie », qui a l'indice le plus élevé (491 ind.km^{-1}).

4.1.2. CAH

La Classification Hiérarchique Ascendante réalisée ci-dessous (figure 9) à la suite d'Une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les deux premières dimensions permet de mettre en évidence 5 groupes distincts :

- Buisson/Verger friche/Verger pâturé/Prairie pâturée
- Verger fauché/Haie/Verger urbain
- Forêt feuille/Clairière/Forêt de conifères
- Lisière forestière
- Labouré/Culture/Prairie fauchée

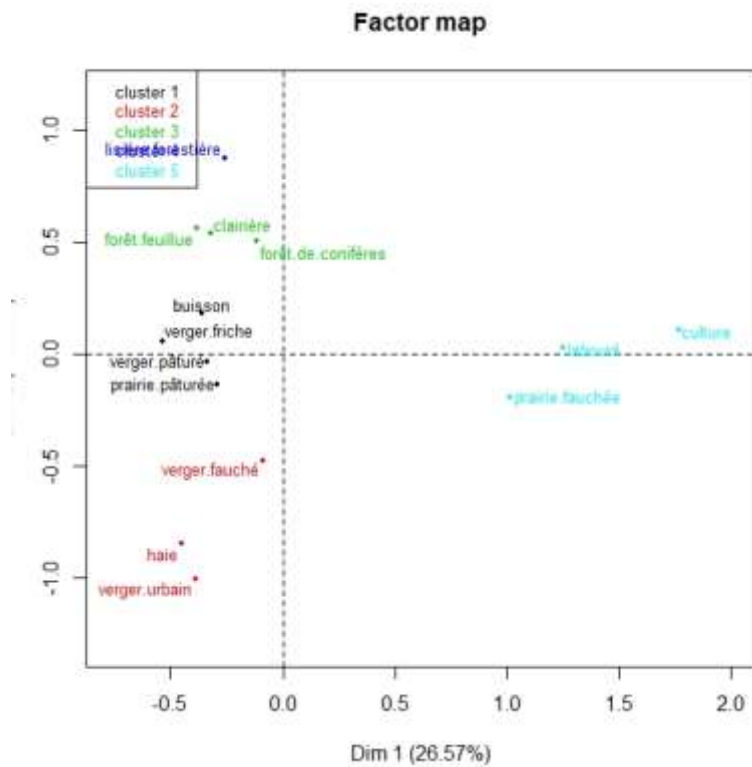


Figure 9 : Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) de l'analyse multivariée regroupant les habitats ayant des similitudes au niveau des espèces

Les habitats au sein du même cluster regroupent des cortèges aviens similaires tandis que les cortèges aviens entre deux groupes sont différents.

4.1.3. Diversité spécifique

Les indices de Shannon calculés (annexe 4) sont compris entre 1,881 pour le « labouré » et 4,540 pour le verger fauché. Sur 14 habitats, seulement 3 d'entre eux obtiennent un indice de Shannon inférieur à 3. Il s'agit des habitats « labouré », « forêt de conifères » et « verger urbain ». Les 11 autres habitats obtiennent de très bon indice, au-delà de 3, ce qui indique une bonne diversité spécifique.

4.1.4. Équitabilité

L'équitabilité croît à mesure que l'indice de Shannon augmente. Plus l'indice de Shannon est élevé, plus la répartition des espèces est meilleure. À l'inverse, si l'indice de Shannon est faible, il y aura une moins bonne répartition des espèces dans le milieu. Les habitats « labouré », « forêt de conifères » et « vergers urbains » possèdent une moins bonne répartition des espèces : leurs indices sont respectivement 0,32 ; 0,47 et 0,49. Les autres obtiennent de plus forts indices, allant de 0,52 (clairière) à 0,78 (verger fauché).

4.1.5. Remplacement et Emboîtement

Les comparaisons ont été réalisées entre 3 milieux : la forêt feuillue, le verger fauché et la culture. Ces 3 habitats sont sélectionnés car ils comportent le plus de données, pour une meilleure représentativité, et ont chacun leurs caractéristiques : un milieu fermé, un milieu semi-ouvert et un milieu ouvert.

Le verger étant un milieu semi-ouvert, on suppose que les espèces trouvées à l'intérieur peuvent correspondre aussi bien à des espèces de milieux dits « fermés » que de milieux dits « ouverts ». Cependant, on suppose que les espèces de milieux ouverts et de milieux forestiers ne devraient pas se rencontrer dans leur habitat respectif.

Les résultats obtenus suite aux calculs des indices affirment les hypothèses de départ :

- Le β Sorensen entre le verger et la forêt est supérieur au β Simpson entre le verger et la forêt ($0,55 > 0,33$) : il y a plus d'emboîtement entre ces deux milieux que de remplacement.
- Le β Sorensen entre le verger et la culture est supérieur au β Simpson entre le verger et la culture ($0,65 > 0,5$) : il y a plus d'emboîtement entre ces deux milieux que de remplacement.
- Le β Sorensen entre la culture et la forêt est égal au β Simpson entre la culture et la forêt ($0,65 \approx 0,62$) : il n'y a quasiment que du remplacement entre ces deux milieux.

4.2. IKA

Au sein des 30 carrés, un total de 32 zones contenant des vergers ont été identifiées. La superficie de ces dernières s'étend de 0,82ha (Pont-de-Roide) à 184ha (Bavans), pour un total de 408,3ha.

Au cours des 4 sessions d'inventaires, 80 espèces ont été relevées et 6500 individus ont été inventoriés.

4.2.1. Analyse en composante principale

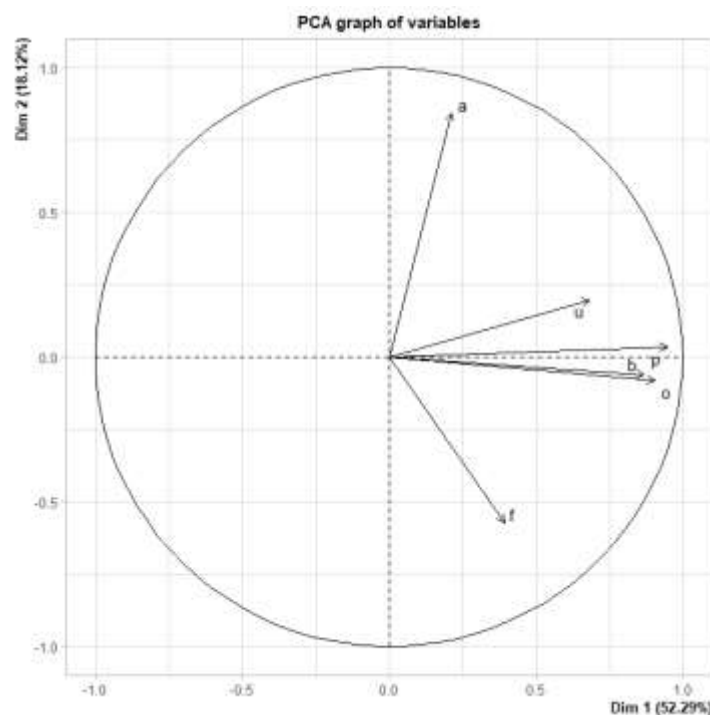


Figure 10 : Analyse en composante principale (ACP) des guildes écologiques

L'analyse en composante principale (figure 10) résume 70,41% de l'information initiale en deux dimensions. Elle est suffisamment représentative pour être exploitée. Comme observé sur la figure, les 6 guildes écologiques interagissent au sein des vergers, ceux-ci ayant la capacité d'accueillir des espèces aux préférences écologiques diverses. Cependant, on remarque que les guildes « aquatiques » et « forestières » sont séparées des autres. L'abondance des oiseaux forestiers diminue en présence d'oiseaux aquatiques et vice-versa. Cela s'explique par le fait que les vergers ne constituent pas l'habitat principal de ces deux groupes d'oiseaux.

Les vergers sont donc plus susceptibles d'accueillir les espèces des 4 autres guildes, c'est-à-dire les espèces de milieux ouverts, urbaines, ubiquistes et spécialistes des vergers.

Les IKA varient de 29 ind.km⁻¹ (Mandeure) à 466,6 ind.km⁻¹ (Bethoncourt ouest), avec une moyenne de 100,69 ind.km⁻¹.

L'indice de Shannon varie de 2,49 pour Bethoncourt nord à 4,68 pour Bavans, avec une moyenne de 3,97. Dans l'ensemble des carrés prospectés, les indices de Shannon calculés traduisent une bonne richesse spécifique du milieu.

Tableau 2 : Dénombrement des espèces et des individus observés au cours des IKA en fonction des guildes écologiques

Gilde écologique	Aquatique	Ubiquiste	Forestière	Ouvert	Vergers	Urbain
Nombre individus	39	2990	404	812	1630	622
Nombre espèce	7	19	13	17	21	3

Les guildes écologiques les plus représentées en nombre d'individus et en nombre d'espèces sont les ubiquistes et les spécialistes du verger (tableau 2).

4.2.2. Influence de la surface

Tableau 3 : Corrélation (Valeurs R) entre le nombre d'espèces d'oiseaux (groupe d'oiseaux) et la surface du verger

	Indice de Shannon	Nb individus patrimoniaux	Nb individus urbains	Nb individus ouverts	Nb individus ubiquistes	IKA
Surface	0,39	0,92	0,63	0,83	0,79	-0,15

Le tableau 3 montre une diminution de l'abondance (IKA) lorsque la surface augmente. L'indice de Shannon est peu corrélé avec la surface. Enfin, les individus spécialistes des vergers sont ceux qui ont le pourcentage de corrélation le plus élevé (92%) avec la surface, ils sont les plus dépendants de la surface des vergers.

4.2.4. Influence de l'attractivité

Tableau 4 : Corrélation entre le nombre de cavités et de nichoirs et l'état des arbres

	Vieux arbres	Arbres morts	Jeunes arbres	Nb espèce
Cavités	0,41	0,43	0,16	0,65
Nichoirs	-0,07	-0,18	0,46	0,37
Attractivité	-	-	-	0,67

Le tableau 4 montre que c'est au sein des vieux vergers, qui contiennent de nombreux arbres morts et vieux arbres, que l'on retrouve le plus de cavités (0,43 et 0,41 de corrélation). À l'inverse, les vergers contenant plus de jeunes arbres contiennent peu de cavités (0,16), mais pour pallier à ce manque, ils sont les plus riches en nichoirs (0,46), quand les vieux vergers n'en contiennent que très peu (-0,18 et -0,07). Un verger contenant beaucoup de nichoirs et/ou de cavités est susceptible d'accueillir un plus grand nombre d'espèces nicheuses : on observe une forte corrélation entre les nichoirs, les cavités et le nombre d'espèces observées (respectivement 0,37 et 0,65). Enfin, l'indice d'attractivité est fortement corrélé avec le nombre d'espèces (0,67).

4.3. Inventaire spécifique

Les prospections « chevêche », après 93 points d'écoute répartis sur 83 communes, ont permis de recenser 9 Chevêches d'Athéna (enjeux très élevé). Ces inventaires ont permis également de noter la présence de 6 Hiboux moyens-duc (enjeux fort), et 22 Chouettes hulottes.

5. Discussion

5.1. Résultats

Les analyses effectuées mettent en évidence les préférences écologiques de certains groupes d'oiseaux. Quelques espèces, comme la Pie-grièche écorcheur ou le Torcol fourmilier, ont été vues uniquement dans les vergers. Ces espèces, considérées comme patrimoniales, et classées Vulnérable sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de Franche-Comté (LPO, 2017), constituent, en association avec d'autres espèces patrimoniales, l'avifaune spécifique au verger. Les zones fruitières ne constituent pas seulement un espace où des espèces provenant de milieux fermés et de milieux ouverts se rencontrent, mais bien un habitat à part entière qui contient ses propres cortèges aviens. Selon ses caractéristiques (nombre de nichoirs, de cavités, âge des arbres, strates végétales), qui sont propres à chaque verger, il attire plus ou moins d'espèces et d'individus.

5.2. Limites

L'étude a été réalisée du mois de mars au mois de juin, les deux premiers mois étant la pleine période de reproduction des oiseaux sédentaires, et les deux derniers mois correspondant à l'arrivée et à la nidification des oiseaux migrateurs. Ces 4 mois correspondent à la période d'activité la plus forte pour les oiseaux. Cependant, pour être plus représentative de la diversité avienne fréquentant les vergers, les inventaires devraient être effectués tout au long de l'année, et devraient être répétés année après année pour un suivi précis au cours du temps.

5.3. Conservation

Plusieurs espèces à enjeux particuliers ont été recensées au cours des inventaires :

La Chevêche d'Athéna, le Pic noir, le Pic mar, le Pigeon colombin, le Torcol fourmilier, le Milan royal et le Tarier des prés sont toutes des espèces déterminantes ZNIEFF (INPN).

Sur les 85 espèces notées, deux sont classées en danger (EN), le Moineau friquet et le Serin cini, et 9 sont classées vulnérables (VU) sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de Franche-Comté (LPO, 2017). Il s'agit du Milan royal, la Chevêche d'Athéna, le Torcol fourmilier, le Lorient d'Europe, la Pie-grièche écorcheur, le Tarier des prés, le Pipit des arbres, la Linotte mélodieuse et le Chardonneret élégant.

Conclusion

L'analyse des résultats obtenus montre qu'il existe un habitat verger, accueillant de nombreuses espèces d'oiseaux, aux préférences écologiques diverses. Le verger se doit d'être considéré comme un habitat à part entière : en effet, il est le lieu principal de nidification de plusieurs espèces (Torcol fourmilier, Rougequeue à front blanc...).

Sur 14 habitats, 5 cortèges aviens se dévoilent. Les habitats dits « ouverts » semblent accueillir le moins d'espèces, tout comme la forêt de conifères et le verger urbain. Ce sont les milieux semi-ouverts (vergers) et fermés (forêt de feuillus, haie) qui possèdent la plus grande richesse spécifique, et accueillent le plus grand nombre d'individus. Cela suppose que les différents cortèges ont de faibles interactions entre les habitats. Si un habitat disparaît, la perte de biodiversité ne serait sans doute pas compensable.

La considération des vergers en tant qu'habitat démontre l'importance écologique des zones fruitières, et la nécessité de préserver et d'entretenir ces milieux, qui accueillent une riche biodiversité. Si le groupe des oiseaux est souvent étudié, ce n'est pas le cas pour les autres taxons (Mammifères, Insectes, Flores, Champignons). Or, les vergers n'accueillant pas seulement des oiseaux, il serait intéressant d'effectuer d'autres études sur les autres taxons fréquentant les vergers, afin d'avoir une vision globale de la biodiversité de ces milieux, afin de pouvoir prendre les mesures de protection nécessaires.

Bibliographie

- BOURGET Lorraine. (2009). Prospections naturalistes et recommandations de gestion des espaces naturels du Pays de Montbéliard. Agence de l'Environnement. 70p.
- COLLOT Jordan. (2019) Inventaire et analyse de l'évolution spatio-temporelle des zones de fruitiers à hautes tiges sur le territoire de Pays de Montbéliard Agglomération (25) de 1956 à 2017). Vergers Vivants. 19p.
- FIBL, BirdLife Suisse, HAUTES TIGES SUISSE, BIOSUISSE. (2016). Arboriculture fruitière biologique haute-tige. 40p.
- FLEURY Noël. (2019). Inventaire évolutif des arbres fruitiers réalisé sur 19 communes de PMA entre 1956 et 2017 et création d'une grille d'évaluation vergers. Vergers Vivants. 20p.
- FLEURY Noël. (2020). Caractérisation de la biodiversité avienne des vergers sur le territoire de Pays de Montbéliard Agglomération et détermination des effets de fragmentation et de perte d'habitat sur l'avifaune présente dans les vergers. Vergers Vivants. 27p.
- GAGELIN Clémence. (2019). Évolution historique des vergers et participation à l'inventaire 2019 sur 15 communes de Pays de Montbéliard Agglomération. Vergers Vivants. 45p.
- GUEFFIER Kévin. (2019). Historique et inventaire des vergers dans seize communes de l'Ouest du Pays de Montbéliard. Vergers Vivants. 74p.
- GUINCHARD Pascale, GUINCHARD Michel. (2013). PLU de Saint-Julien-lès-Montbéliard (25) Diagnostic écologique faune, flore et habitats. 88p.
- HAEHNEL Serge. *Ma passion du verger* [en ligne]. Disponible sur < <http://mapassionduverger.fr/cree-un-verger-familliale/la-disparition-des-anciens-vergers/> > (consulté le 04/05/2020)
- INPN. Disponible sur < <https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/especes-determinantes/region/43/franche-comte> > (consulté le 07/08/2020)
- JUGUELET Jérémy. (2018). Contribution à la préservation des vergers du Pays de Montbéliard. Vergers Vivants. 35p.
- LPO Franche-Comté.(2019). Identification des enjeux avifaune en milieux ouverts et vergers sur le territoire de Pays de Montbéliard Agglomération. 11p.
- LPO. Cahier technique chevêche. En ligne : <https://rapace.lpo.fr/sites/default/files/mission-rapace/37/chchevêche.pdf>
- PIROTTE Sébastien. (2005). État des vieux vergers sur la commune de Theux et étude de leur intérêt ornithologique. Département Agronomique. 136p.

Annexes

Annexe 1 : Liste des habitats, déterminés principalement par la phytocénose rencontrée dans le milieu (FLEURY, 2020) :

- **Forêt de feuillue** : composée d'une densité supérieure à 500 arbres à l'hectare, d'une surface minimum de 50 ares et composée d'arbres dépassant le 5 mètre de hauteur à l'âge adulte et de largeur supérieure à 20 mètres.
- **Forêt d'épicéa** : idem que la forêt de feuillu, sauf que l'essence principale est des plantations anthropiques de *Picea abies*.
- **Buisson** : même densité que la forêt, surface inférieure à 50 ares avec peu de strate arbustive en son sein.
- **Lisière forestière** : écotone entre la forêt (feuillus ou conifères) et un espace ouvert ou semi-ouvert. Composée majoritairement d'une strate arbustive dense et d'une strate arborée similaire à la forêt adjacente.
- **Clairière** : espace ouvert ou semi-ouvert enclavé au cœur d'une forêt dû soit à un effondrement de la strate arborée naturelle ou par des coupes sylvicoles.
- **Haie** : alignement d'arbres de moins de 5 mètres de hauteur avec une surface et une largeur respectivement inférieure à 50 ares et 10 mètres.
- **Verger fauché** : espace semi-ouvert composé principalement d'essences fruitières cultivées dont la strate herbacée est entretenue par fauchage anthropique. Strate arbustive peu présente.
- **Verger pâturé** : idem que verger fauché à la différence que la strate herbacée est coupée par des bovidés/équidés/ovidés.
- **Verger en friche** : espace semi-ouvert qui se referme progressivement par abandon d'entretien.
- **Verger urbain** : espace semi-ouvert traditionnel proche du bâti.
- **Prairie fauchée** : espace ouvert entretenu par fauchage.
- **Prairie pâturée** : espace ouvert où des animaux sont mis à paître.
- **Culture** : espace ouvert labouré dont les plantes ont déjà crû.
- **Labouré** : espace ouvert retourné dont les semences n'ont pas encore été incorporées ou pas encore germées/levées.

Annexe 2 : Tableau des enjeux avifaunes par zones fruitières

	ZONE 1	ZONE 2	ZONE 3	ZONE 4	ZONE 5	ZONE 6	ZONE 7	ZONE 8	ZONE 9	ZONE 10	ZONE 11	ZONE 12	ZONE 13	ZONE 14	ZONE 15	ZONE 16	ZONE 17	ZONE 18	ZONE 19	ZONE 20	ZONE 21	ZONE 22	ZONE 23	ZONE 24
Accenteur mouchet	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1
Bruant jaune	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1
Chardonneret élégant	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2
Chevêche d'Athéna	2	2	2	2	2				2			2		2										
Gorgebleue à miroir			3		3																			
Grand corbeau									1		1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1
Huppe fasciée	2	2	2	2		2	2					2		2										
Linotte mélodieuse		2	2	2	2	2		2	2		2	2	2	2	2	2	2	2					2	
Loriot d'Europe	2	2	2	2	2	2		2	2			2		2	2	2					2		2	
Milan royal	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2		2	2
Moineau friquet	3	3	3	3	3			3	3		3	3	3	3	3	3	3		3				3	
Pic cendré	2		2		2				2		2	2		2			2							
Pie-grièche écorcheur	2	2	2	2	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2	2	2	2				2	2
Roitelet huppé			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1
Serin cini	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3				3	3
Tarier des prés	2	2		2		2			2		2			2	2		2							
Tarin des aulnes					1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1
Torcol fourmilier		2	2	2		2			2			2	2				2	2						
Traquet motteux			4			4			4		4			4	4	4	4							
Somme des codes	24	24	34	26	27	26	14	20	33	10	25	29	21	33	27	25	26	18	16	0	6	2	20	14

Annexe 3 : Tableau de l'abondance des espèces recensées en fonction des habitats

espèce	labouré	clairière	forêt feuillue	lisière forestière	prairie fauchée	buisson	culture	verger friche	verger fauché	verger pâturé	prairie pâturée	forêt de conifères	haie	verger urbain
Accenteur mouchet	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Alouette des champs	0	0	0	0	3	0	9	0	0	0	0	0	0	0
Bergeronnette grise	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Bruant jaune	0	0	0	1	5	2	3	5	28	4	0	0	9	0
Bruant zizi	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buse variable	0	0	0	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0	1
Chardonneret élégant	0	0	0	4	0	0	5	0	27	0	0	0	0	0
Corbeau freux	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Corneille noire	3	0	0	1	3	0	9	0	19	1	1	0	0	0
Étourneau sansonnet	0	0	2	4	5	0	19	0	1	0	0	0	0	0
Faisan de colchide	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	0
Faucon crécerelle	0	0	0	0	1	0	0	0	6	2	1	0	0	0
Faucon hobereau	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fauvette à tête noire	0	5	28	21	0	3	0	7	15	20	5	1	12	0
Fauvette des jardins	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
Geai des chênes	0	0	12	5	2	0	0	2	15	2	2	0	1	0
Grimpereau des bois	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Grimpereau des jardins	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0
Grive draine	0	0	10	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Grive litorne	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	5	0	0
Grive musicienne	0	4	17	10	0	4	1	9	12	0	5	2	2	2
Héron cendré	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Hirondelle rustique	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	8	0	0	0
Linotte mélodieuse	7	0	0	0	2	0	50	0	11	0	0	0	0	1
Loriot d'europe	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Martinet noir	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Merle noir	3	2	14	6	2	5	17	5	26	8	7	1	13	3
Mésange bleue	0	5	21	0	0	2	0	10	43	2	7	10	16	8
Mésange charbonnière	0	3	21	13	0	9	1	18	39	8	6	1	16	13
Mésange nonnette	0	0	4	0	0	0	0	1	3	0	0	0	3	0
Milan royal	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Moineau domestique	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	2	0	20	8
Moineau friquet	0	0	0	0	0	0	0	4	10	0	0	0	0	0
Orite à longue queue	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Pic épeiche	0	0	4	0	0	0	0	0	3	1	0	0	4	0
Pic noir	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pic vert	0	0	2	1	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0
Pie bavarde	0	0	0	4	3	0	0	0	8	0	0	0	0	3
Pie-grièche écorcheur	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0
Pigeon biset	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Pigeon colombin	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pigeon ramier	0	0	6	8	1	0	9	0	7	0	5	0	0	0
Pinson des arbres	7	5	24	5	8	3	4	0	9	9	5	4	3	0
Pipit des arbres	0	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0
Pouillot fitis	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Pouillot véloce	0	10	27	19	0	4	19	2	32	4	0	0	0	0
Rougegorge familial	0	6	26	25	0	3	0	7	10	4	0	3	0	0
Rougequeue à front blanc	0	0	0	0	1	0	2	0	2	2	0	0	1	0
Rougequeue noir	0	0	0	0	0	0	1	0	8	11	0	0	0	8
Serin cini	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1
Sittelle torchepot	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Tarier pâtre	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Tourterelle turque	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0
Troglodyte mignon	0	0	22	0	0	0	0	2	3	0	0	7	0	0
Verdier d'europe	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	2	0	0	0
Torcol fourmilier	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Total individu	20	42	255	150	40	39	167	83	394	86	62	34	107	48
Nb espèce	4	9	25	21	14	13	21	16	37	19	15	9	16	10
Distance totale	0,332	0,376	1,255	0,74	1,579	0,924	1,699	0,426	2,982	0,609	0,221	0,54	0,218	0,303
ILA	60,24096386	111,7021277	203,187251	202,7027027	25,33248892	42,20779221	98,2931136	192,4882629	132,1260899	141,2151067	280,5429864	62,96296296	490,8256881	158,4158416
Indice de Shannon	1,881	3,004	3,969	3,776	3,535	3,256	3,451	3,594	4,54	3,647	3,676	2,757	3,381	2,843
Équitabilité	0,323899611	0,517275083	0,683443677	0,650209958	0,608710858	0,560668332	0,594246442	0,618870389	0,781767269	0,627996747	0,632990415	0,474742811	0,582192762	0,489551618

Annexe 4 : Tableau récapitulatif des différentes caractéristiques en fonction des carrés de prospection

Commune	Surface (ha)	Longueur transect (km)	Latitude	Longitude	Nb arbres fruitiers	Jeunes arbres	Vieux arbres	Arbres morts	Cavités	Nichoirs	Strate herbacée	Strate arbustive	Tas de branche/pierre	Mares	Ruches	Pâturage	Culture	Prairie fauchée	Tas de fumier	Ruisseau	Hôtel à insectes	Attractibilité		a	b	f	o	p	u	Nb individu	IKA	Nb espèce	Indice de Shannon
Abbévillers	12,56	2,4	47,434964	6,921263	351	2	3	2	3	2	3	2	2	1	1								7	0	63	26	42	60	61	252	35	31	4,14187074
Allenjoie	45	1,53	47,534261	6,890166	1111	2	3	2	3	1	3	3	3	1	3		3	3					8	0	127	13	71	101	11	323	70,37037037	36	4,58570578
Allondans	7,055	0,91	47,52281	6,752667	57	1	3	1	2	1	3	2	1	1	1	2		3				5,333333333	0	116	7	4	49	4	180	65,93406593	19	3,70154068	
Autechaux-Roide	2,32	0,49	47,405067	6,823364	62	3	3	1	2	1	3	1	1	1	1							5,666666667	0	39	22	62	9	10	142	96,59863946	19	3,48322412	
Bavans	184	3,85	47,486589	6,716091	2515	2	3	3	3	2	3	3	3	1	2	3	3	3	3			8,333333333	4	334	17	148	267	84	854	73,93939394	46	4,67511973	
Bethoncourt ouest	2,08	0,14	47,536805	6,795257	40	2	2	1	2	2	2	3	2	2	1			2				6,333333333	0	119	15	21	25	16	196	466,6666667	30	4,42697055	
Bethoncourt nord	4,22	0,61	47,5412	6,799482	112	1	3	3	2	1	2	3	2	1	1			2				6,333333333	0	34	0	1	8	32	75	40,98360656	9	2,49176809	
Bondeval	6,56	0,685	47,452149	6,849471	99	2	3	2	2	1	2	3	2	1	2		3					6,666666667	0	70	4	4	22	6	106	51,58150852	20	3,51517726	
Dambelin	6,49	0,76	47,382106	6,667894	126	1	3	3	3	1	3	3	3	1	1	3	3	3	2			7,333333333	4	101	7	22	91	14	239	104,8245614	36	4,49715879	
Dasle	15,45	1,6	47,476095	6,901058	221	2	3	2	3	1	3	3	3	1	1					1		7,333333333	0	159	2	16	46	5	228	47,5	29	3,8951349	
Écot	2,58	0,52	47,428178	6,700038	209	2	2	2	2	2	3	2	2	1	1		3	3				6,333333333	0	69	9	10	20	0	108	69,23076923	22	3,95435342	
Écurcey nord	2,79	0,66	47,407671	6,815193	120	2	3	2	3	1	3	1	2	1	1	2						6,333333333	0	58	53	15	55	26	207	104,5454545	30	4,08108455	
Écurcey sud	2,56	0,618	47,392287	6,788484	83	3	3	3	2	1	3	1	1	1	1	2						6,333333333	0	71	10	18	56	40	195	105,1779935	26	3,88112194	
Feschés-le-Châtel	7,18	1,27	47,520769	6,894011	245	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1			3				8	0	131	24	21	42	10	228	59,84251969	29	4,08765383	
Goux-lès-Dambelin	1	0,28	47,398387	6,661985	40	1	3	3	3	1	3	3	3	1	1	3	3	2	3			7,333333333	0	53	6	11	40	10	120	142,8571429	20	3,84972154	
Hérimoncourt	13,26	1,89	47,427539	6,871687	201	3	3	3	3	1	3	3	2	1	1	3	3					7,666666667	1	224	32	33	97	6	393	69,31216931	33	4,22447866	
Longeville-sur-Doubs nord	2,36	0,41	47,455434	6,664276	170	1	3	2	2	1	3	2	2			2	3					5,333333333	0	76	12	1	50	0	139	113,0081301	22	3,80065528	
Longeville-sur-Doubs sud	1,02	0,24	47,452835	6,659721	55	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	1	2	2	3	3	2	8,666666667	16	82	6	5	43	19	171	237,5	31	4,44680535	
Mandeure	42,63	5	47,445834	6,805594	373	3	3	3	3	3	3	2	2	1	2				1		1	8,333333333	4	181	35	67	104	45	436	29,06666667	35	4,30929007	
Mathay nord	0,77	0,268	47,460686	6,794889	27	1	3	1	2	1	3	1	1	1	1	1		2				5	3	42	9	7	13	34	108	134,3283582	18	3,35152637	
Mathay sud	1,63	0,547	47,436877	6,788476	44	3	2	3	3	1	3	1	3	1	1	3						7	3	73	5	15	35	12	143	87,14198659	24	3,90072022	
Montbéliard	1,5	0,44	47,492559	6,799647	80	3	2	1	1	2	3	1	1	1	1							5,333333333	0	56	13	8	35	10	122	92,42424242	24	4,22526884	
Montenois	7,8	1,43	47,49481	6,660177	441	3	3	2	3	2	3	3	2	1	1		3	3				7,666666667	0	114	14	37	47	16	228	53,14685315	31	4,46678507	
Noirefontaine	0,93	0,2	47,3577	6,761704	21	1	3	1	2	1	2	2	2	1	1			2				5,333333333	0	51	5	7	16	0	79	131,6666667	15	3,64920574	
Pont-de-Roide	0,82	0,425	47,367767	6,759838	24	2	2	2	1	1	3	1	1	1	1							5	0	47	1	10	27	44	129	101,1764706	16	3,28574311	
Raynans	5,85	0,49	47,537061	6,711143	56	2	3	2	2	3	3	2	2	1	3	3		2	2			7,666666667	4	45	7	15	35	31	137	93,19727891	23	3,98983012	
Solemont	1,32	0,31	47,344061	6,702127	24	1	3	3	1	1	3	3	2	1	1			3				6,333333333	0	30	4	4	15	21	74	79,56989247	18	3,75508973	
Vandoncourt centre	9,54	1,2	47,461422	6,897558	162	2	3	3	3	1	3	2	2	1	1	2						7	0	94	4	16	60	6	180	50	29	4,01704469	
Vandoncourt nord	11,75	0,925	47,468983	6,895703	211	1	3	2	3	2	3	2	2	1	1				1			6,666666667	0	149	5	88	76	29	347	125,045045	38	4,52093844	
Villars-sous-Écot	0,97	0,49	47,415241	6,685093	111	3	2	1	2	3	3	2	1	1	1		3	3	2			6,333333333	0	100	19	13	53	0	185	125,8503401	26	3,9725137	
Voujeaucourt	4,33	0,9	47,468869	6,768729	166	2	3	2	3	1	3	3	3	1	1	2						7,333333333	0	82	18	20	33	20	173	64,07407407	23	3,995489	

Résumé

Le verger, une culture exercée dans le monde entier, n'est que très peu étudié pour ses éventuels services écologiques. Pourtant, à mi-chemin entre un milieu ouvert et la forêt, le verger fourni de nombreux habitats et de nombreuses ressources pour les espèces qui le fréquentent. Il en vient à se demander si cette arboriculture ne constituerait pas un habitat à part entière aux nombreuses qualités écologiques. Afin de répondre à cette question, cette étude, menée par l'association Vergers Vivants, effectue une comparaison de l'avifaune présente au sein de différents habitats. Des prospections sur tout le territoire de Pays de Montbéliard Agglomération sont également réalisées au sein de différents vergers ayant leurs propres caractéristiques, afin de montrer si l'avifaune diffère selon les caractéristiques d'un verger. Les inventaires ont montré qu'il existe bel et bien un habitat « verger », du moins pour l'avifaune, certaines espèces étant inféodées (spécialiste) à ce milieu. Certaines de ces espèces représentant des enjeux forts de conservation, il est primordial de réaliser d'autres inventaires sur les autres taxons dans les vergers, afin de mettre en évidence l'intérêt écologique de ces derniers, et de prendre les mesures de protection et de conservation nécessaires pour ces milieux.

Mots clés : habitat verger, préservation, biodiversité, inventaire, abondance, niche écologique