

Spécialité Agronomie

STAGE de fin d'études
Formation Ingénieur AgroSup Dijon
Formation Initiale

Adaptation et pistes d'amélioration des pratiques d'entretien des pieds de haie
(stage réalisé du 16/03 au 14/08/2020)

OTT IOSYP

Sylvie Granger

Enseignant référent

Thierry Peyrton

Tuteur de stage

Fédération Départementale des Chasseurs de la Saône-et-Loire

Le Moulin Gandin
24 rue des 2 Moulins, CS 90002
71260 VIRE



Remerciements

Je remercie mon maître de stage PEYRTON Thierry – chargé de mission, pour m’ avoir accompagné, aidé et renseigné tout au long de mon stage. Ainsi que DURY Bertrand, SALVIE Fabienne pour avoir m’ accompagné pendant mon stage et aussi Peggy Gaultier, pour la partie de rédaction. Je tiens à remercier particulièrement ma professeurs référente d’ AgroSup Dijon GRANGER Sylvie pour sa disponibilité et le maintien du contact pour la rédaction de mon rapport.

Résumé

Les bords de champs bocagers dite pied de haie présentent des intérêts environnementaux, agronomique et social. Une des fonctions du pied de haie est d'abriter les espèces de la faune sauvage. Les pratiques d'entretien sont des facteurs impactant la qualité de l'habitat. Ce travail a pour objectif de chercher des solutions alternatives aux entretiens des pieds de haie. Les propositions des pratiques sont basées sur l'acceptabilité par les exploitants ainsi qu'une diminution des impacts sur la faune sauvage. La recherche bibliographique a permis d'identifier les éléments impactant la biodiversité en prenant en compte des cycles biologiques. Les suivis de terrain ont été mis en place pour évaluer la qualité de l'habitat. Les enquêtes auprès des exploitants ont permis d'identifier la faisabilité des changements de pratiques. La période et la fréquence d'entretien sont des facteurs impactant le plus les espèces de la faune sauvage et la qualité de l'habitat c'est ainsi que les modifications permettent de diminuer les impacts dus aux entretiens. On retient que l'entretien des pieds est nécessaire pour éviter la prolifération d'espèces adventices envahissantes. Les installations correctes des clôtures électriques, peuvent réduire le nombre de passages mécanique permettant ainsi un gain de temps et une réduction des coûts d'entretien. Ces résultats permettent d'élaborer un conseil destiné aux exploitants agricoles. La confirmation de ces résultats nécessiterait d'augmenter le nombre de participants et d'effectuer les évaluations sur le long terme.

Abstract

The edges of hedged hedge fields present environmental, agronomic and social interests. One of the functions of the hedge plant is to shelter species of wildlife. Maintenance practices are factors affecting the quality of the habitat. The aim of this work is to find alternative solutions to maintaining hedge plants. The proposed practices are based on acceptability by operators as well as a reduction in impacts on wildlife. Bibliographical research has made it possible to identify the elements impacting biodiversity by taking into account biological cycles. Field monitoring has been set up to assess the quality of the habitat. Surveys of operators made it possible to identify the feasibility of changing practices. The period and frequency of maintenance are factors that have the greatest impact on wildlife species and the quality of the inhabitant, so the modifications reduce the impacts due to maintenance. We note that foot maintenance is necessary to avoid the proliferation of invasive weed species. The correct installation of electric fences can reduce the number of mechanical passages, thus saving time and reducing maintenance costs. These results make it possible to develop advice for farmers. Confirming these results would require increasing the number of participants and carrying out long-term evaluations.

Sommaire

Introduction	1
I. Contexte et problématique	3
1. Haie et pied de haie	4
1.1. Historique et évolution.....	4
1.2. Fonctions du pied de haie	5
1.3. Entretiens et autres éléments des pieds de haie impactant la biodiversité (faune sauvage)	6
1.4. Impact des différents types d'entretien des pieds de haie sur la biodiversité (faune sauvage)	8
2. Adaptation des changements de pratiques d'entretien des pieds de haie	10
II. Matériels et méthodes	12
1. Zone d'étude	12
1.1. Choix des parcelles.....	14
1.2. Essais mis en place	14
2. Calcul d'indicateurs d'impact (théorique)	17
3. Enquête auprès des exploitants	18
3.1. Collecte des informations	18
3.2. Adaptation des pratiques d'entretien du pied de haie.....	18
4. Suivis de terrain	19
4.1. Hauteur de la végétation	19
4.2. Surface de recouvrement par la végétation.....	20
4.3. Composition du pied de haie	21
4.4. Evaluation du fonctionnement de la clôture électrique	21
5. Traitement des données.....	23
III. Résultats et discussion.....	24
1. Diversité des pratiques testées	24
1.1. Impact des pratiques sur les espèces sélectionnées	24
1.2. Modalités d'entretien des pieds de haie suivies sur le terrain	26
2. Déterminants des pratiques d'entretien des pieds de haie.....	27
2.1. Etat des lieux des pratiques actuelles.....	27
2.2. Acceptabilité et évaluation des pratiques d'entretien du pied de haie modifiées	30
a. Propositions des pratiques	30
b. Mise en place et évaluations des pratiques	31
3. Effet des pratiques d'entretien sur l'habitat	32
3.1. Hauteur de végétation.....	32

3.2.	Recouvrement par la végétation sur les différentes strates.....	34
3.2.1.	Recouvrement sur la 1 ^{ère} strate (0 – 20 cm)	34
3.2.2.	Recouvrement sur la 2 ^{ème} strate (20 – 50 cm)	36
3.2.3.	Recouvrement par la végétation sur la 3 ^{ème} strate (50 – 100 cm).....	37
3.3.	Composition du pied de haie en fonction des pratiques d’entretien.....	39
3.3.1.	Composition en plantes herbacées en fonction des pratiques	39
3.3.2.	Composition en plantes ligneuses	42
3.4.	Synthèse de l’état des pieds de haies suivis des pratiques.....	42
	Conclusion.....	45
	Références bibliographiques	46
	Annexes.....	51

Listes des figures

Figure 1 - Le pied de haie(Desmaris, 2017).	5
Figure 2 - Evolution des pratiques d’entretien sur les bords de champs de 1995 à 2013 (Source : Alignier et Baudry, 2015).....	7
Figure 3 - Département de la Saône-et-Loire (source : BD Forêt, IGN).....	12
Figure 4 - La carte départementale de la France (source : fr.wikipedia.org).....	12
Figure 5 - Taux de boisement par département. (Source : IGN, 2017)	13
Figure 6 - Evolution des superficies forestières entre 1985 et 2016. (Source : IGN, 2017)	13
Figure 7 - Petites régions agricoles en Saône-et-Loire (Source : Préfet de Saône-et-Loire, 2019).	13
Figure 8 - La répartition des exploitants au sein du département (Source : google.com/maps).	14
Figure 9 - Description d’un linéaire d’étude.	15
Figure 10 - Plan d’expérience.....	15
Figure 11 - Méthode de prélèvement de la hauteur sur la végétation dans une partie du pied de haie (ourlet).	19
Figure 12 - Hauteur (h) de la végétation dans le pied de haie (source : photos personnelles).	20
Figure 13 - Représentation schématique de recouvrement de la végétation (d’après Rodwell 2006). ..	21
Figure 14 - Le dispositif de prise des mesures dans une parcelle.	23
Figure 15 - Nombre d’impacts théoriques sur les espèces en fonction des périodes d’entretien d’après l’analyse bibliographique.	24
Figure 16 - Principales raisons invoquées par les exploitants pour l’entretien des pieds de haie.	28
Figure 17 - Energie d’impulsion en fonction du linéaire de clôture électrique couvert par la végétation.	29
Figure 18 - Evaluation des pratiques d’entretien du pied de haie au sein des exploitants qui ont refusé les propositions.	31
Figure 19 - Taux d’acceptation (Oui) et de refus (Non) des propositions par les exploitants.	31
Figure 20 - Hauteur de la végétation du pied de haie (dans ourlet) en fonction des pratiques d’entretien.	33
Figure 21 - Recouvrement moyen de la strate 1 (0 – 20 cm) en fonction des pratiques d’entretien.	35
Figure 22 - Recouvrement moyen de la strate 2 (20 – 50 cm) en fonction des pratiques d’entretien.	36
Figure 23 - Recouvrement moyen de la strate 3 (50 – 100 cm) en fonction des pratiques d’entretien. .	37
Figure 24 - Recouvrement au sol par les plantes graminées en fonction des pratiques d’entretien.	40
Figure 25 - Recouvrement au sol par les plantes dicotylédones en fonction des pratiques d’entretien. .	41
Figure 26 - Recouvrement au sol par les plantes ligneuses en fonction des pratiques d’entretien.	42

Liste des tableaux

Tableau 1 - Récapitulatif du nombre de parcelles et de pratiques à suivre.	16
Tableau 2 - Propositions d'amélioration des pratiques d'entretien du pied de haie pour les exploitants agricoles.	16
Tableau 3 - Calculs des impacts des interventions (ex : Faisan commun).	17
Tableau 4 - Charge de travail en fonction des systèmes de production.....	25
Tableau 5 - Combinaisons au sein des pratiques suivies.	27
Tableau 6 - Comparaison les coûts financiers entre la réparation des défaillances de la clôture électrique et les entretiens des pieds de haie avec une fréquence réduite.	30
Tableau 7 - Evaluation du nombre d'impacts en fonction de la réduction des entretiens des pieds de haie.....	30
Tableau 8 - Récapitulatif des pratiques actuelles et des pratiques modifiées.	31
Tableau 9 - Evaluation du nombre d'impacts théorique sur les espèces de la faune sauvage sélectionnées avant les modifications de pratiques et après.	32
Tableau 10 - Effet des pratiques d'entretien sur l'état de l'habitat selon la strate.....	38
Tableau 11 - Qualité de l'habitat (composition, hauteur de la végétation, densité/recouvrement par la végétation sur 2èes strates) et nombre d'impacts sur les espèces en fonction des pratiques d'entretien.	43

Introduction

Le sujet traité ci-après concerne le pied de haie dans le département de Saône et Loire. Cette composante du paysage bocager est très importante pour la préservation de la biodiversité et présente également des intérêts agronomiques. Le pied de haie est composé de la base de la haie et d'éléments adjacents éventuels tels qu'un ourlet enherbé, un fossé et un talus (Desmaris, 2017). A l'heure actuelle, il existe beaucoup d'études sur les haies, les bandes enherbées, etc. et leurs services écosystémiques mais le pied de haie est très peu étudié ainsi que les services qu'il peut rendre. Ce sujet s'inscrit dans les préoccupations actuelles agricoles et environnementales.

L'installation d'un pied de haie a un impact positif sur l'écosystème mais sa destruction a un impact néfaste sur la biodiversité et notamment sur la présence des auxiliaires de cultures (Liarie, 2006).

Selon un rapport de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES, 2019) renseigné par des experts de 50 pays, l'abondance moyenne des espèces animales dans les habitats terrestres a connu un déclin d'au moins 20% depuis 1900. La répartition de ce déclin par groupe d'espèces est la suivante : plus de 40% des espèces d'amphibiens, 33% des récifs coralliens, 30% des mammifères marins et environ 10% des espèces d'insectes (IPBES, 2019). Ainsi d'ici 2050, environ trente-huit à quarante-six pour cent des espèces végétales et animales sont susceptibles de disparaître de la planète (Lavignotte, 2019).

En France, selon les informations du bilan effectué par l'Observatoire Nationale de la Biodiversité (ONB) et l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) (MTES, 2018), la population d'oiseaux a chuté de 23% entre 1989 et 2015. Cette étude constate, entre deux évaluations (2008-2009) et (2015-2017), une augmentation du nombre d'espèces menacées (reptiles, oiseaux, amphibiens et mammifères) de l'ordre de 15%.

Selon les études menées par le service patrimoine naturel du Muséum National d'Histoire Naturelle (PATRINAT) et le Comité français de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature), vingt-six pour cent des espèces de la liste rouge nationale ont déjà disparu ou présentent un risque de disparition en France (SFPEM et OFB, 2017).

Une des principales causes du déclin de la biodiversité est la dégradation ou la disparition des habitats (IPBES, 2019). Sur le territoire français seulement vingt-deux pour cent des habitats sont en état favorable et soixante-treize pour cent d'habitats sont en état défavorable pour la biodiversité ; pour 5% des habitats l'état n'est pas connu (Lévêque *et al.*, 2014). La plupart des habitats naturels ou semi-naturels se situent dans un milieu agricole sous la forme de haies, de prairies, de bosquets etc. (Pointereau *et al.*, 2007); il est possible d'y ajouter le pied de haie. Ces éléments sont dénommés « infrastructures agroécologiques » (IAE) ; une de leurs fonctions principales étant d'abriter une partie de la biodiversité. Les pratiques agricoles appliquées aux IAE sont susceptibles d'impacter la faune sauvage et la qualité des habitats. En France, le réseau Agrifaune, créé depuis 2006 avec 4 partenaires, l'APCA (Assemblée permanente des Chambres d'agriculture), la FNC (Fédération Nationale des Chasseurs), la FNSEA (Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles) et l'ONCFS (Office national de la Chasse et de la Faune Sauvage devenu OFB – Office Français de la Biodiversité, depuis 2020), s'intéresse aux bordures des champs en grandes cultures et aux services écosystémiques associés rendus pour les cultures. Il a pour objet de développer des itinéraires techniques bénéfiques pour la faune sauvage et acceptables par les exploitants agricoles (Bernard *et al.*, 2007).

En 2017, dans le cadre d'Agrifaune la Fédération Départementale des Chasseurs de la Saône et Loire (FDC 71), dont une des missions est la protection et la gestion de la faune

sauvage et de ses habitats, a débuté, en collaboration avec la Chambre d'agriculture de Saône et Loire et l'ONCFS, une étude sur l'amélioration des pratiques d'entretien des pieds de haie pour minimiser leurs impacts sur la biodiversité. L'étude mise en œuvre est composée de 3 parties. Une première partie a eu pour objectif de définir le pied de haie et de réaliser une typologie. Une deuxième partie a permis de réaliser une analyse technique et économique des pratiques d'entretien du pied de haie ainsi qu'une évaluation des impacts de ces pratiques sur la faune sauvage en 2018. En 2020, une troisième partie a pour objectif de tester de nouvelles pratiques d'entretien du pied de haie et fait l'objet du présent mémoire. Ce travail vise à établir un conseil sur les pratiques agricoles qui doivent permettre de diminuer les impacts sur la faune sauvage. Dans un second temps, les résultats de cette étude viendront compléter les travaux menés par le Groupe Technique nationale Agrifaune (GTNA) sur les bords de champs.

Ce travail de mémoire est composé de cinq parties : le contexte de l'étude, les matériels et méthodes utilisés, les résultats et discussion et enfin une conclusion générale.

I. Contexte et problématique

En France la représentation des chasseurs repose sur l'existence d'une fédération nationale, de 13 fédérations régionales et de 90 fédérations départementales. Pour ces dernières, leur premier objet est « de participer à la mise en valeur du patrimoine cynégétique départemental et à la protection et à la gestion de la faune sauvage ainsi que de ses habitats ». Elles assurent la promotion et la défense de la chasse ainsi que des intérêts de ses adhérents. Ainsi elles conduisent des projets pour favoriser la biodiversité sur les territoires (Fédération Nationale des Chasseurs, 2020).

Historiquement, ces fédérations ont été créées par la volonté des chasseurs avec pour objectif principal de lutter contre le braconnage. Les adhérents sont les titulaires d'un permis de chasser, validé pour le département ainsi que les responsables de territoires de chasse qui ont bénéficié d'un plan de gestion ou d'un plan de chasse. Au fil du temps, les fédérations des chasseurs ont évolué en ouvrant certains domaines de compétence pour répondre à des nouvelles exigences comme des missions de service public (Fédération Nationale des Chasseurs, 2020).

A partir de 2003, d'autres missions ont été confiées par le Ministère de l'Ecologie et du développement durable (MEDD, 2003) aux fédérations départementales des chasseurs :

- l'organisation des formations théoriques et pratiques ainsi que des épreuves pour les candidats du permis de chasser ;
- la diffusion des informations ainsi que la sensibilisation et les activités d'éducation à l'environnement ;
- les préventions ainsi que les indemnités des dégâts causés par la faune sauvage ;
- la prévention et lutte contre le braconnage ;
- la conception du schéma départemental de gestion cynégétique en collaboration avec les gestionnaires, les propriétaires et les usagers des territoires.

Le siège de la Fédération départementale des chasseurs de la Saône-et-Loire (FDC 71) se situe dans la commune de Viré. La fédération est agréée au titre de la protection de l'environnement.

La FDC 71 participe au dispositif AGRIFAUNE depuis 2008 avec trois autres partenaires : la Chambre d'agriculture, l'ONCFS (Office national de la Chasse et de la Faune Sauvage devenu OFB – Office Français de la Biodiversité, depuis 2020), la Fédération départementale des syndicats d'exploitants agricoles (FDSEA). Après 2 programmations de 5 ans portant sur différentes actions visant à intégrer la prise en compte de la biodiversité par les exploitants agricoles, la FDC 71 a recentré ses actions en privilégiant les thématiques du bocage et des cultures conjuguant intérêt agronomiques et faunistiques.

Le réseau Agrifaune en Saône-et-Loire en fonction des différentes périodes :



2009-2013 – intégration des exploitants volontaires et projet d'étude sur la production de bois bocager en intégrant la biodiversité.

2014 - 2018 : convention basée sur 2 thèmes principaux :

- Le bocage : par le biais de l'intégration du bocage à l'exploitation agricole ; objectif de valoriser le bois bocager et développer la filière bois plaquette.
- La mosaïque d'habitats : objectif de diversifier les habitats de la faune sauvage en développant des intercultures qui permettent de combiner les intérêts faunistiques et agronomiques.

2019: les travaux sont séparés convention par convention.

Source : Fédération départementale des chasseurs de la Saône-et-Loire, 2020)

1. Haie et pied de haie

1.1. Historique et évolution

Selon plusieurs travaux, les premières mentions de haie datent de la période du Moyen Âge. Leur première fonction était de défendre les villes et les villages contre les attaques extérieures. Pour cela les haies défensives étaient composées principalement d'essences épineuses comme le prunellier, l'églantier ou l'aubépine. L'apparition des haies a été marquée pendant la période de déforestation (Liarge, 2018). D'autres travaux ont démontré la présence de parcelles et d'aménagements agraires similaires aux différentes formes de bocage à l'époque gallo-romaine (Antoine et Marguerie, 2007)

Avec le développement du milieu agricole, les fonctions des haies ont évolué. Après une réforme de la propriété foncière et le développement de l'élevage, les haies ont joué un rôle de délimitation et d'appropriation des parcelles agricoles ainsi que de barrière naturelle pour garder le bétail. Pendant cette période, les pâturages des animaux se déplacent dans les milieux ouverts avec des barrières à base de haies qui s'appellent les haies plessées. Cette période correspond aussi à une transition d'un pâturage en forêt à un pâturage en prairies. Dans la première partie du XX^e siècle, les haies sont majoritairement utilisées pour le bois de chauffage et pour les cueillettes des baies (Liarge, 2006).

Au début du XX^e siècle, le linéaire de haie en France était de l'ordre 4 millions de km. Au cours du temps ce linéaire a changé. Une forte diminution a été observée dans la période après la Seconde Guerre mondiale, provoquée par l'intensification agricole et les remembrements. En France, pendant la période entre les années soixante et les années quatre-vingt le linéaire de haies a chuté de l'ordre 600 000 km ce qui correspond à près de la moitié de haies détruites (Baudry et Jouin, 2003). Les autres causes de diminution des haies en France sont liées au développement du réseau routier, à la substitution de certaines fonctionnalités des haies (développement du chauffage au gaz et au fioul et abandon du bois, apparition des clôtures avec un fil de barbelé et des clôtures électriques). Selon une enquête Teruti-Lucas (SCEES, 2004), les haies qui ont été défrichées pour les agrandissements de surfaces agricoles représentent 52% des haies détruites. Environ 8% ont été arrachées pour le développement du réseau routier ou pour les constructions des bâtis et près de 40% de haies sont devenues des milieux forestiers. Selon d'autres sources d'information (Pointereau, 2001), pendant 40 ans (1950-1990) le linéaire de haie a chuté de l'ordre 25%. En 2000, la surface de haies selon l'Inventaire Forestier National (IFN) était presque de 605 000 ha qui représente d'environ 2% de la SAU en France. A l'heure actuelle, le linéaire de haies n'a pas connu une forte diminution depuis les années 2000. En revanche pour le département de Saône-et-Loire le linéaire de haies a continué à régresser, huit pour cent de haie ont disparu seulement en 5 ans (2002-2007) (Peyrton, 2011).

Les premiers programmes de réimplantation de haies datent des années 1980 (Liarge, 2018). Actuellement, il existe plusieurs programmes qui accompagnent les exploitants dans l'implantation de haies. Toutefois, ces programmes n'ont pas permis à ce jour de compenser les fortes destructions des années cinquante.

Depuis 2015, s'applique un arrêté ministériel relatif aux règles de bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE), comme une des conditions de la Politique Agricole Commune (PAC). Une des interdictions concerne les interventions sur les haies pendant la période de nidification des oiseaux qui a lieu entre le 1^{er} avril et le 31 juillet avec une pénalité en cas d'infraction à cette règle (MAAF, 2015). La destruction des haies est possible dans certaines conditions après une évaluation d'impact en accord avec la Direction départementale des territoires (DDT) ainsi que l'Office Français de la Biodiversité (DDT, 2019).

1.2. Fonctions du pied de haie

Il existe beaucoup d'études scientifiques (Lecq *et al.*, 2017 ; Follain *et al.*, 2007 ; Baudry *et al.*, 2000) sur les haies, menées pour démontrer leurs intérêts et leurs services, pas uniquement pour le milieu agricole mais aussi sur les plans environnemental, social et économique (développement durable). Il en est de même pour les bandes enherbées dans le milieu cultivé. Les intérêts et les services que peuvent avoir tous les éléments adjacents de la haie tels que le fossé, le talus ou l'ourlet ont été très peu étudiés. Tous ces composants forment le pied de haie. En effet, selon la définition d'Alexandre Desmaris (2017), le pied de haie (Figure 1) est composé d'une souche de la végétation composant la haie en elle-même, d'une partie herbacée intermédiaire entre la haie et le champ cultivé nommée ourlet, ainsi que d'un fossé et d'un talus.

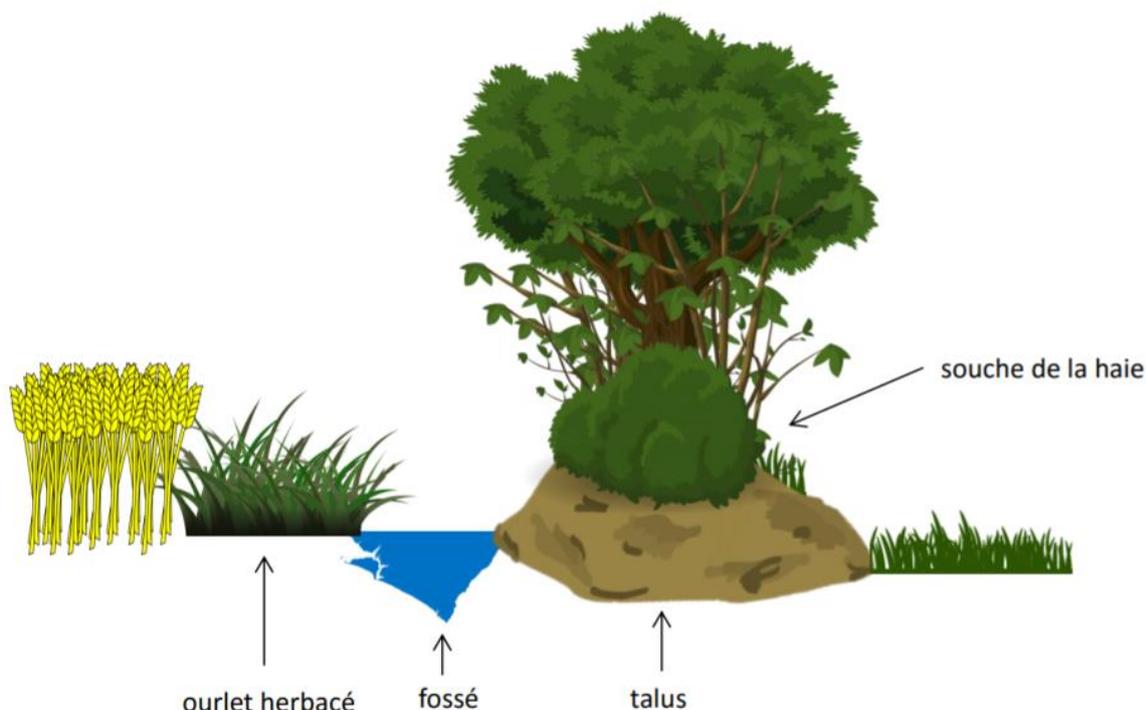


Figure 1 - Le pied de haie(Desmaris, 2017).

Les différents types de pieds de haie sont établis dans une typologie et présentés en Annexe (1) Issu de la typologie du pied de haie il est possible de supposer que l'évolution du linéaire de pied de haie en France est la même que celle de la haie.

Le pied de haie a des fonctions similaires à celle de la haie. Parmi les différentes fonctions, tous les éléments du pied de haie présentent un fort intérêt pour la biodiversité.

Les principales fonctions du pied de haie en fonction de ses composantes sont les suivantes :

- Le fossé assure un effet de drainage en maîtrisant l'écoulement des eaux, ainsi que d'épuration et de recyclage des eaux grâce à leurs végétations. La présence des fossés dans le milieu rural a été considéré comme une des alternatives aux pratiques d'épuration de l'eau polluée (Cooper *et al.*, 2004). Selon certaines études, l'efficacité

d'élimination de l'azote dans les fossés varie entre 35 et 65% (Kröger *et al.*, 2007 ; Vymazal et Brezinová, 2018 ; Wang *et al.*, 2019). Les fossés présentent aussi un intérêt pour la biodiversité, ces milieux linéaires sont utilisés par la faune. Par exemple les fossés larges sont utilisés par les grives, les merles etc. comme un abri et un lieu pour la recherche de nourriture (Arnold, 1983). Certaines espèces comme les lézards ou les vipères préfèrent le fossé à la haie (Pollard *et al.*, 1974). La présence d'un fossé est aussi favorable pour les batraciens (Bernard *et al.*, 2007). Ainsi les fossés font partie du patrimoine naturel et paysager en France.

- Le talus joue un rôle important pour protéger les sols contre l'érosion et permet ainsi de maintenir la qualité de l'eau. Pour les animaux, le talus a un effet de brise-vent. Pour tous les animaux sauvages creusant des terriers (lapin de garenne) et les reptiles, c'est un lieu de refuge et de reproduction (Liarge, 2018 ; Bernard *et al.*, 2007). C'est un endroit également favorable au faisan (Bernard *et al.*, 2007).
- L'ourlet (partie herbacée entre la haie et le champ cultivé) rend de multiples services écosystémiques comme le stockage du carbone, un lieu de refuge pour les différentes espèces d'insectes, d'oiseaux et de mammifères. Selon une étude scientifique (Van Vooren *et al.*, 2017), le stock de carbone du sol dans la partie herbacée en bordure de haie est plus élevé de l'ordre 37% par rapport au bord de champ d'une parcelle sans haie et bande enherbée. Dans la même étude, la présence de la bande herbacée avec une haie a retenu plus de 60 à 70% de l'azote et du phosphore (Van Vooren *et al.*, 2017). Un ourlet influence aussi positivement l'abondance des insectes (abeilles, sauterelles) et la diversité végétale (Marshall *et al.*, 2006). Pour de nombreuses espèces de la faune sauvage cette partie représente un habitat (lieu de reproduction, effet de corridor, refuge) et contient des ressources importantes en alimentation.
- La partie basse de la haie est une zone de refuge pour de nombreux animaux comme par exemple les hérissons. Ce milieu est riche en matière organique ce qui favorise la population des vers de terre mais assure également le régime alimentaire de ceux qui les consomment (hérissons, sangliers, etc.). La diversité des auxiliaires de cultures tels que les carabes augmente avec la présence des bords de champs arborés (Holland et Fahrig, 2000).

1.3. Entretien et autres éléments des pieds de haie impactant la biodiversité (faune sauvage)

Les différents types et modes d'entretiens des pieds de haie ont un impact sur la vie des espèces sauvages. Les entretiens des pieds de haie sont similaires aux entretiens des bords de champs herbacés en milieu agricole.

A l'heure actuelle il existe environ cinq types d'entretien des bords de champs : pâturage, broyage, fauchage, pulvérisation et labour. Le pâturage s'effectue par les animaux herbivores qui pâturent les parcelles et la partie près de la haie. Le broyage se réalise à l'aide d'un outil mécanique (broyeur d'accotement, gyrobroyeur, broyeur satellite etc. (Cadero, 2018)), qui permet de hacher la végétation en fragments de petit calibre. Le fauchage se fait aussi mécaniquement à l'aide d'une faucheuse, d'une tondeuse ou d'une débroussailluse et s'effectue avec ou sans exportation des débris de végétaux. La pulvérisation désigne l'épandage de produits chimiques (herbicides) avec un pulvérisateur. Le labour est une opération mécanique qui permet de réaliser le retournement de la terre à l'aide d'une charrue en enterrant la végétation (Le Coeur *et al.*, 2002).

Au cours du temps, certains types d'entretien des bords de champs ont été utilisés plus que d'autres (figure 2). Les résultats issus des études réalisées en Bretagne pendant la période

allant de 1995 à 2013 (Alignier et Baudry, 2015) montrent que le pâturage a été le principal type d'entretien des bords de champs en 1995, puis a eu tendance à diminuer jusqu'à 2005, après une petite augmentation jusqu'à 2008 et s'est enfin stabilisé. Les opérations de fauchage et de labour ont été très peu utilisées au début de l'observation, environ 20% des bords de champs ont été entretenus par ce type d'entretien en 1997 et puis au cours du temps ont presque disparu en 2006. L'utilisation du broyage a été très variable au cours du temps avec les pics de l'ordre de 15% en 1997, 2001, 2005. La pulvérisation avec des herbicides a été utilisée pour environ 17% des bords de champs étudiés tout au long des études sauf en 2005 (37%). Dans la même étude le nombre de bords de champs non entretenus a fortement augmenté depuis 1997 et atteint 78% pour 2013 (Alignier et Baudry, 2015).

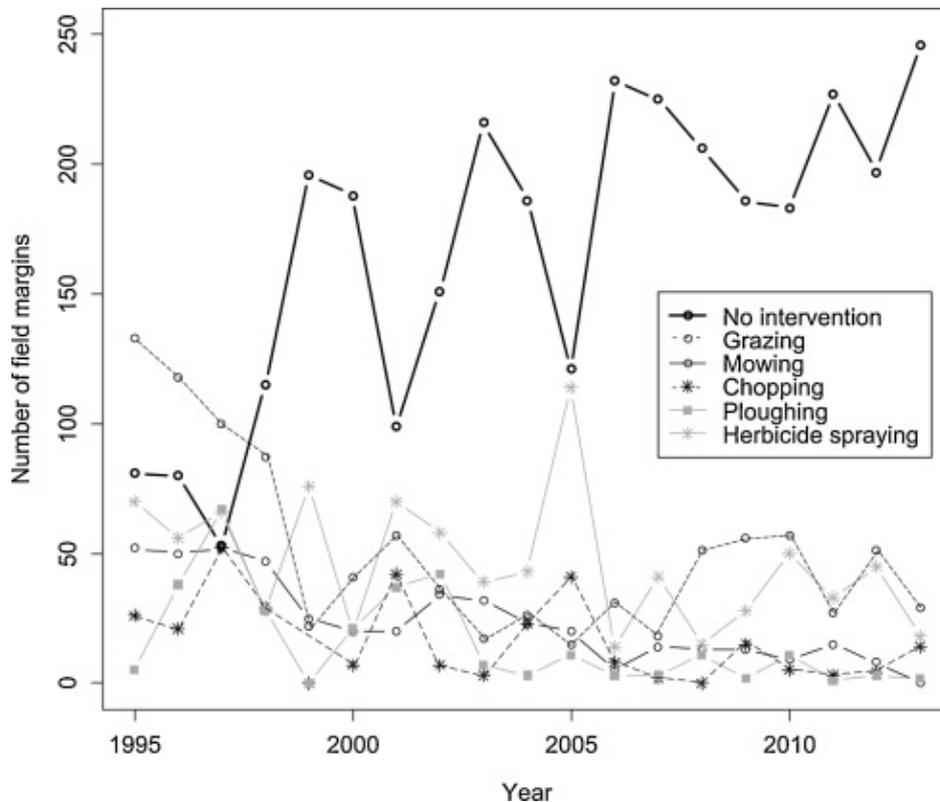


Figure 2 - Evolution des pratiques d'entretien sur les bords de champs de 1995 à 2013 (Source : Alignier et Baudry, 2015).

Les principales raisons de l'entretien des bords de champs sont (1) d'éviter la prolifération des graines d'adventices dans la parcelle cultivée et le développement des plantes envahissantes ; (2) maintenir les parcelles propres. La première raison a notamment été étudiée en Bourgogne avec la démonstration que la composition florale est similaire à celle du bord de champ seulement dans les premiers 5 mètres de la parcelle (Cordeau *et al.*, 2012).

Un autre aspect important pour déterminer l'habitat favorable pour la biodiversité est la largeur de la partie herbacée ou bande enherbée. L'impact de cette largeur sur la biodiversité a été peu étudié. Selon une étude, plus la partie herbacée est large, plus elle contient une diversité végétale élevée (Schippers et Joenje, 2002). Selon une d'autre étude, la largeur de la partie herbacée a peu d'effet sur les invertébrés (Macdonald *et al.*, 1998).

La présence de certains oiseaux tels que le bruant jaune et la fauvette grisette est fortement liée à une largeur importante du bord de champ composé généralement de la végétation herbacée située près de la haie (Stoate et Boatman, 2002).

1.4.Impact des différents types d'entretien des pieds de haie sur la biodiversité (faune sauvage)

La qualité des habitats du pied de haie pour la biodiversité dépend des pratiques agricoles sur ces milieux. Il n'existe pas d'information scientifique sur les impacts d'entretien des pieds de haie sur la biodiversité y compris sur la faune sauvage. Les données suivantes concernent donc des milieux naturels et semi-naturels proches du pied de haie pour des écosystèmes similaires (bords de champs, prairies, bande enherbée etc.).

1.4.1. Impact des entretiens du pied de haie sur la végétation

La présence de la végétation abondante et sa composition jouent un rôle principal pour déterminer la qualité des habitats. Toutes les interventions sur la végétation ont un impact sur son développement et par ce biais sur les espèces sauvages.

Après une pulvérisation utilisant des herbicides, le sol est nu entraînant le développement des plantes problématiques pour le champ cultivé (De Snoo et Van der Poll, 1999). En ce qui concerne l'opération de fauchage avec maintien des résidus des végétaux (matière organique) sur place, cela entraîne un enrichissement du sol en azote et par conséquent le développement des plantes nitrophiles et une diminution de la diversité végétale. Après une opération de broyage, la minéralisation des résidus broyés se produit rapidement et cela a un impact plus négatif pour la végétation que le fauchage (Hommes et Territoires et DREAL Centre, 2011). Un entretien des bords de champs par un pâturage intensif entraîne une dégradation du milieu (érosion) et, dans certains cas, le piétinement près de la haie détruit les racines et induit la mort des arbustes et/ou des arbres qui poussent dans les haies. Avec un labour, le sol complètement nu crée un milieu idéal pour favoriser les repousses de nouvelles plantes, et présente ainsi un risque pour la repousse de la végétation problématique (chardon, ambroisie, etc.). Le mode d'entretien peut avoir un impact sur la composition végétale mais les changements se réalisent sur le long terme (Alignier, 2018).

D'autres facteurs impactant la diversité végétale et la biodiversité sont la fréquence et la période d'entretien. Ces deux facteurs sont pris en compte et sont intégrés dans les chapitres suivants.

1.4.2. Impact des entretiens des pieds de haie sur les invertébrés

Les impacts sur la diversité des invertébrés sont corrélés avec l'état de la végétation. Plus le milieu a une végétation dense et haute, plus il contient une communauté complexe d'invertébrés (Woodcock *et al.*, 2007). L'opération de fauche a un impact direct sur la hauteur, la densité et l'hétérogénéité de la végétation qui entraîne une diminution de l'abondance et la diversité des invertébrés (Morris, 2000, Macdonald *et al.*, 2000). Selon les observations sur le long terme, l'absence d'entretien des milieux herbacés provoque la diminution de la diversité végétale, des insectes etc.. Les bords de champs entretenus régulièrement (plusieurs fois dans l'année) ont tendance à abriter des invertébrés avec un cycle de reproduction court ; dans la plupart des cas des espèces eurytopiques (caractérisées par une fécondité élevée, une colonisation rapide...) (Curry, 1994). En ce qui concerne la période de l'entretien, les interventions d'été sont plus impactantes sur les invertébrés que celles du printemps ou l'automne (Bell *et al.*, 2002) selon la biologie des espèces, si la coupe de végétation a été effectuée avant ou après l'émergence des jeunes (Morris, 1979). Pour les pollinisateurs, la coupe au printemps réduit les ressources du pollen et/ou du nectar par le biais de la diminution de la floraison à cette période (Marshall et Nowakowski, 1995). Les bords de champs non

entretenus ou non pâturés pendant trois ans et puis entretenus en juillet ont une population de coléoptères plus importante qu'avec des entretiens plus fréquents (Woodcock *et al.*, 2007).

La hauteur de coupe est un autre facteur qui impacte la diversité et la population des invertébrés. Cet aspect a été étudié dans la prairie, autre milieu favorable pour les coléoptères. Les prairies entretenues avec une hauteur de coupe de 5 à 15 cm ont une population de coléoptères, collemboles, saprophages, etc., plus élevée que dans les prairies sans aucun entretien. Par contre, la population d'espèces prédatrices des coléoptères et les hétéroptères tend à diminuer avec ce mode d'entretien (Southwood et van Emden, 1967).

La pulvérisation d'herbicides sur les bords de champs diminue la ressource en nectar présente dans les plantes qui sont fréquentées par les pollinisateurs tels que les papillons et les bourdons (Fussell et Corbet, 1992, Feber et Macdonald, 1994). Cela peut aussi impacter d'autres insectes auxiliaires des cultures tels que les carabes. (Haughton *et al.*, 2001).

1.4.3. Impact des entretiens des habitats sur les oiseaux

Les modalités d'entretien des pieds de haies sont similaires à celles des bords de champs et sont déterminantes sur les espèces d'oiseaux pour la ressource alimentaire (disponibilité en graines et en insectes) (Vickery *et al.*, 2001 ; Devereux *et al.*, 2006), le refuge contre les prédateurs ainsi que l'effet de corridor et la reproduction. Tous ces éléments sont fortement liés à la gestion de la fauche des bords de champs.

Les interventions en automne laissent une végétation courte pour l'hiver favorable à de nombreuses espèces, plus particulièrement celles se nourrissant d'insectes au sol (grives, pipits etc.) (Perkins *et al.*, 2000 ; Vickery *et al.*, 2001). En ce qui concerne la végétation haute et dense, cela peut induire une réduction de la disponibilité des ressources alimentaires telles que les insectes (Henderson *et al.*, 2000 ; Whittingham et Markland, 2002). Les invertébrés des bandes enherbées tels que les carabes, les larves de tipulides sont très appréciés par les perdrix (Moreby, 2002). Ces invertébrés préfèrent généralement les endroits non perturbés (aucune intervention y compris la coupe) (Stevens *et al.*, 2002). Un autre aspect assez important est d'assurer la circulation des oiseaux terrestres sur la partie herbacée car la végétation peut devenir haute et dense en entraînant des difficultés pour accéder à leurs proies (Hart *et al.*, 2006 ; Henderson *et al.*, 2007). Pour assurer la circulation des oiseaux et l'accès facile aux différentes ressources alimentaires dans les bords de champs avec la végétation dense et haute, il est conseillé de couper la végétation dans la partie extérieure tout en préservant la partie près de la haie pour laisser une zone de refuge non perturbée aux oiseaux nicheurs terrestres (Perkins *et al.*, 2002).

Un autre facteur important qui détermine la présence des espèces d'oiseaux dans la partie herbacée est le voisinage avec une haie de bonne qualité (bien établie, essences diversifiées et gestion modérée) car un certain nombre d'oiseaux niche dans la haie ou au pied d'une haie en se nourrissant à proximité. Pendant la période hivernale, les milieux herbacés ont moins d'intérêts mais ils fournissent un refuge contre les prédateurs (Evans, 2004). Tous les entretiens en période de reproduction ou élevage des jeunes ont un impact important sur les populations d'oiseaux nichant au sol tels que par exemple les faisans, les perdrix, les taries pâtres ou autres.

1.4.4. Impact des entretiens des habitats sur les petits mammifères

La coupe de la végétation au bord de la parcelle conduit à une réduction importante de la possibilité du refuge contre les prédateurs pour les petits mammifères (Tew et Macdonald, 1993) mais dans certains cas, les entretiens sont nécessaires dans les parcelles de prairie pour empêcher l'envahissement par la végétation ligneuse et préserver la dominance de la végétation

herbacée. Dans une étude expérimentale, la population des petits mammifères, tels que les campagnols, a été capturée de façon plus importante dans les bords entretenus tous les 2 à 3 ans que dans les bords de champs coupés annuellement (Askew *et al.*, 2007).

2. Adaptation des changements de pratiques d'entretien des pieds de haie

La qualité des habitats pour les espèces sauvages est donc fortement liée aux interventions sur ces endroits. La diminution des impacts demande des changements de pratiques agricoles sur les pieds de haie. La définition des changements est très proche de celle de l'innovation. Selon la définition de Rogers et Shoemaker, l'innovation est une nouvelle idée, objet ou pratique perçue comme nouveau par une personne (Rogers et Shoemaker, 1971). Pour Larry et Michael, c'est un changement à travers lequel les nouvelles technologies sont intégrées dans l'organisation avec pour objectif d'améliorer son efficacité (Larry et Michael, 1978). Un peu plus tard l'innovation a été définie comme un processus pour mettre en œuvre une nouvelle idée pour résoudre un problème (Mezias et Glynn, 1993). Une définition souvent utilisée pour déterminer l'innovation a été donnée par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Elle définit ce terme comme une mise en œuvre d'une nouvelle méthode de production ou la distribution d'une méthode améliorée (innovation de procédé) ; la mise en place d'une nouvelle méthode dans les pratiques actuellement utilisées (OCDE, 1997).

La plupart des informations concernant l'innovation s'inscrivent dans l'une des trois perspectives suivantes : l'adoption de l'innovation, la diffusion de l'innovation et la mise en œuvre de l'innovation (Wolfe, 1994).

Dans la diffusion de l'innovation, les acteurs mettent en avant la compréhension de la diffusion d'une innovation au sein d'une population dans le temps (Wolfe, 1994). Les études qui s'inscrivent dans les processus de l'adoption s'intéressent à l'identification des facteurs qui jouent sur l'adoption d'une innovation par une personne ou une organisation. La mise en œuvre de l'innovation est basée sur l'identification des différentes étapes du processus mais aussi sur la détermination des difficultés rencontrées dans ces étapes et les solutions pour les éviter (Alcouffe, 2004).

Un point également important à aborder dans cette partie est le concept d'innovation qui été défini comme une décision d'utilisation de l'innovation sur long terme (Rogers, 1962).

Le concept d'innovation est composé de trois éléments : l'acceptation, l'utilisation et l'essai (Lapointe, 1999). L'acceptation de l'innovation se base notamment sur la perception par les individus, des enjeux liés à une nouvelle technologie (produit, pratique etc.) comme les avantages, les risques et les opportunités en réagissant favorablement ou pas (Bobillier-Chaumon et Dubois, 2009). Dans certains travaux, l'acceptabilité est composée de deux formes : l'acceptabilité sociale (impression, contraintes sociales etc.) et l'acceptabilité pratique (utilité et facilité d'utilisation) (Nielsen, 1994).

Une des principales raisons de l'abandon d'une innovation, d'un changement est la perception ou la croyance des utilisateurs car ils peuvent changer pendant la phase d'adoption par acquisition de l'expérience avec cette innovation (Lee *et al.*, 2007). Comme les perceptions changent, le comportement des utilisateurs change aussi ce qui entraîne une diminution ou une augmentation de l'utilisation de l'innovation ou encore un arrêt (Bhattacharjee, 2001). Ainsi, la compréhension et les suivis du comportement post-adoption chez les utilisateurs des innovations sont essentiels pour les promoteurs car il est plus difficile de trouver de nouveaux participants pour utiliser les innovations que de maintenir les utilisateurs existants (Choi *et al.*, 2011). La réussite de la phase d'adoption d'une nouvelle pratique ou d'un nouveau produit nécessite des connaissances si l'utilisateur se sert de cette pratique et d'évaluer cette utilisation (Lee *et al.*, 2007).

La question qui conduit ce projet est :
“ Quelles sont les pratiques agricoles susceptibles de diminuer les impacts pour la biodiversité (faune sauvage) dans les pieds de haies ?”.

Pour pouvoir répondre à cette question, les hypothèses suivantes ont été posées :

1. Les pratiques d'entretien des pieds de haies doivent avoir un impact moins négatif sur la qualité des habitats.
2. Les pratiques doivent moins impacter le cycle biologique des espèces sauvages du pied de haie.
3. Les changements de pratique doivent être acceptables et adoptables par les exploitants agricoles.

II. Matériels et méthodes

1. Zone d'étude

La zone géographique de l'étude est le département de la Saône-et-Loire en région Bourgogne-Franche-Comté, située dans la partie Est de la France (Figure 4).

La Saône et Loire présente une Surface Agricole Utile (SAU) égale à 554 059 ha qui la place au second rang des départements français, derrière la Marne. Ce vaste potentiel agricole est utilisé en majeure partie de façon peu intensive. La prairie naturelle, en effet, valorisée par l'élevage allaitant charolais, occupe les deux tiers de la SAU. Les céréales (53%) dominent sur les 175 968 ha de terres arables, suivis par les cultures fourragères (30%) et les oléagineux (12%). Enfin, une fraction minimale de la SAU est dévolue à la viticulture, 13 120 ha qui représentent toutefois en valeur une part essentielle de la production agricole du département (Chambre d'Agriculture de la Saône-et-Loire, 2020).



Figure 4 - Carte départementale de la France (source : fr.wikipedia.org)

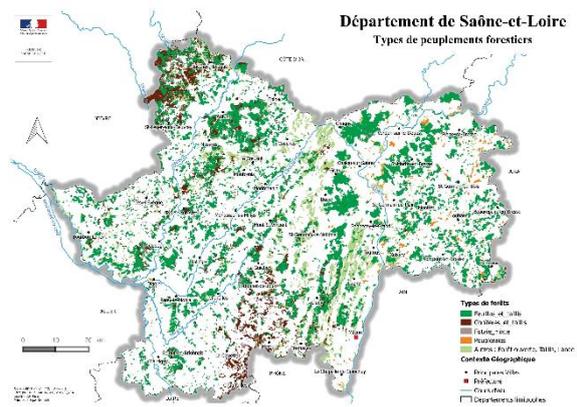


Figure 3 - Département de la Saône-et-Loire (source : BD Forêt, IGN)

Le Nord-Ouest du département présente majoritairement des paysages boisés avec un relief montagneux. Le centre est traversé du Nord au Sud par la côte viticole. L'ouest du département est caractérisé par des plaines avec une diversité d'étangs (Figure 3)

Les bocages sont présents dans la plus grande partie du territoire agricole de la Saône-et-Loire. Les haies sont en majorité maintenues basses, ce qui permet d'avoir un paysage ouvert sur les prairies (Chardon, 2012). Selon les estimations de l'inventaire forestier national (IGN, 2017), le taux de boisement en Saône-et-Loire se situe entre 15 et 25 % (Figure 5). Entre 1985 et 2016, les observations ont montré une augmentation annuelle des superficies forestières inférieure à 0,3% pour le département (Figure 6) (Berteaud, 3013).

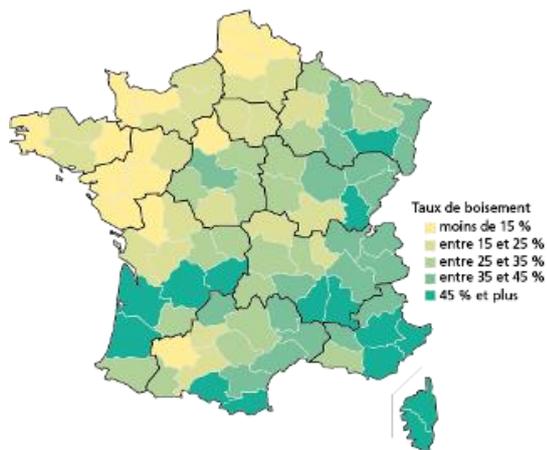


Figure 5 - Taux de boisement par département. (Source : IGN, 2017)

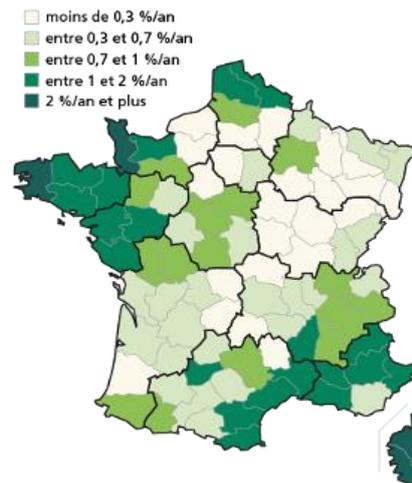


Figure 6 - Evolution des superficies forestières entre 1985 et 2016. (Source : IGN, 2017)

Le département de la Saône-et-Loire est composé de 11 Petites Régions Agricoles (PRA) qui sont homogènes au point de vue agricole (Figure 7).

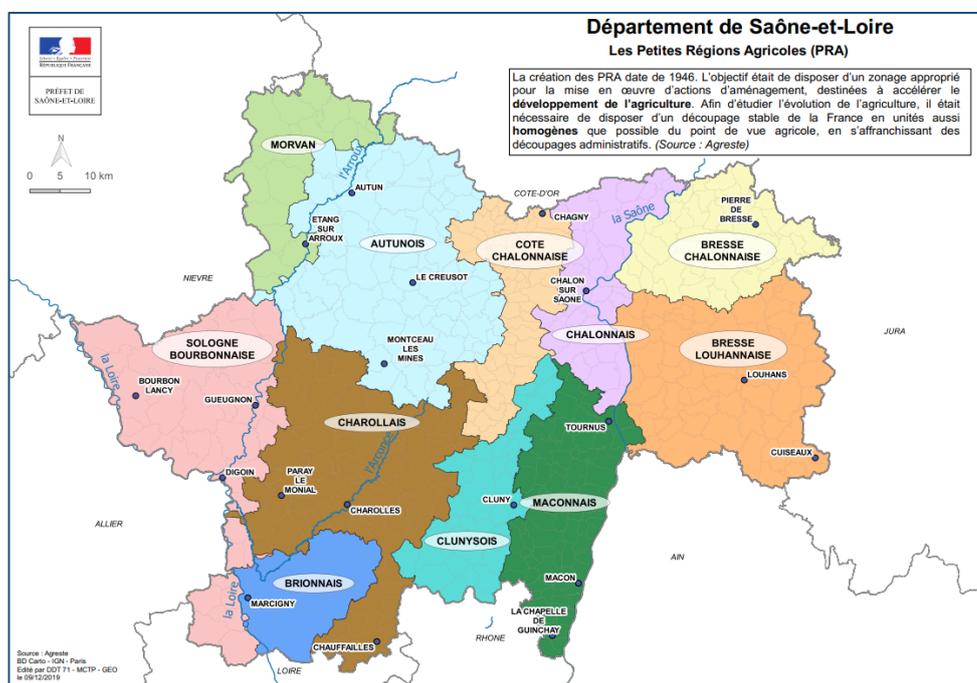


Figure 7 - Petites régions agricoles en Saône-et-Loire (Source : Préfet de Saône-et-Loire, 2019).

Les exploitants participants au projet d'étude sur le "Pied de haie" sont répartis dans presque toutes les PRA du département ce qui permet d'avoir un échantillon diversifié et étendu sur le département (figure 6).

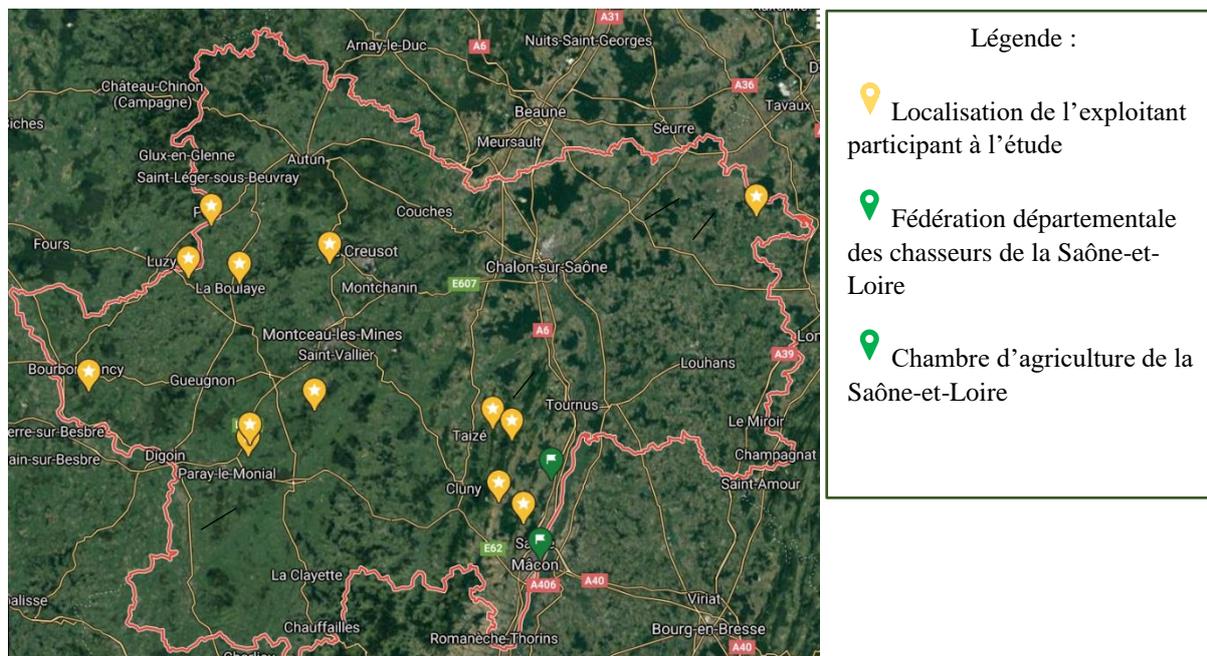


Figure 8 - La répartition des exploitants au sein du département (Source : google.com/maps).

1.1. Choix des parcelles

La méthode reposant sur des propositions de changements de pratiques d'entretien des pieds de haie faites aux exploitants, des essais ont été mis en place dans les parcelles agricoles bordées par une haie avec ou sans les composants adjacents (talus, fossés, ourlet) qui forment le pied de haie. La présence d'un pied de haie a été un critère principal pour la sélection des parcelles. Les critères secondaires visent à répondre aux objectifs suivants : avoir une diversité des pratiques d'entretien de pieds de haie, différents types de pieds de haie (Annexe 1), et de systèmes de production ainsi qu'une diversité de situations topographiques. Un des facteurs impactant les pratiques d'entretien est la présence d'une clôture (électrique, grillage, barbelé) installée dans le pied de haie. Ce critère a donc été pris en compte pour le choix des parcelles d'études.

Au sein d'une exploitation une parcelle avec les mêmes caractéristiques (type de haie, type de pied de haie, pratique d'entretien) ou plusieurs parcelles avec les différentes caractéristiques ont été choisies et observées. Au final, les parcelles peuvent être en culture annuelle comme en prairie, sans aucun critère de taille retenu. Le linéaire du pied de haie pour l'observation, dépend de la taille de la parcelle (parcelle plus grande a un linéaire observé plus long) et de l'autorisation par l'exploitant qui définit le linéaire d'étude.

1.2. Essais mis en place

Les essais sur les différentes pratiques sont mis en place sur les éléments linéaires et non cultivés par les exploitants – pied de haie (Figure 9).

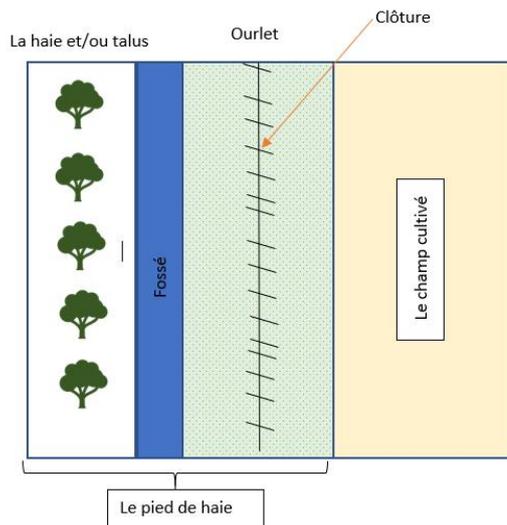


Figure 9 - Description d'un linéaire d'étude.

Selon les exploitations, les pieds de haie avec des pratiques d'entretien à expérimenter correspondent à tout le périmètre de la parcelle (I) ou une partie seulement du périmètre (II, III, IV) et le reste étant entretenu avec la pratique habituelle (figure 10).

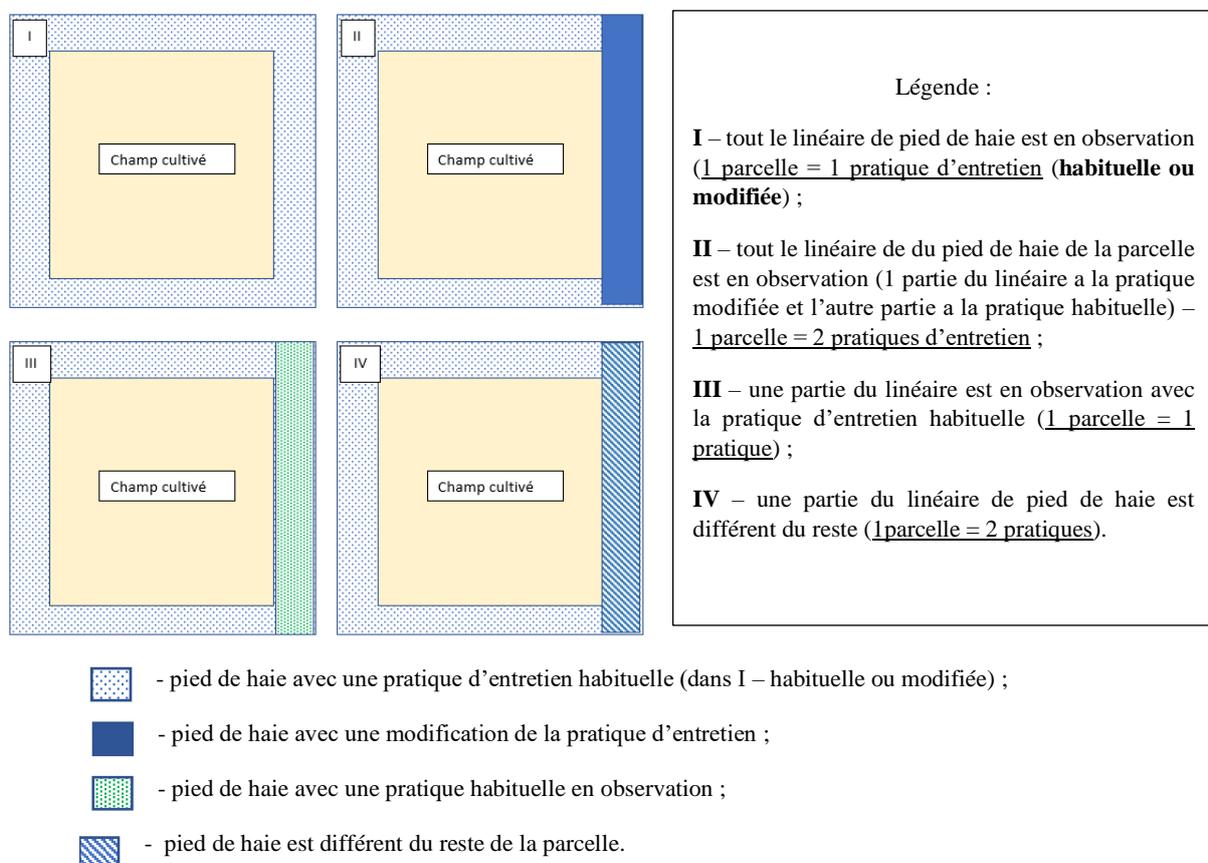


Figure 10 - Plan d'expérience

La comparaison et l'évaluation des pratiques s'effectuent au sein d'une parcelle ou entre les différentes parcelles. La zone avec la pratique d'entretien actuellement utilisée par l'exploitant est considérée comme le linéaire de référence. Au total, dix-neuf parcelles et vingt-trois pratiques d'entretien ont été sélectionnées pour les suivis (Tableau 1).

Tableau 1 - Récapitulatif du nombre de parcelles et de pratiques à suivre.

Type de dispositif	Nombre de parcelles à suivre	Nombre de pratiques à évaluer
I	2	2
II	3	6
III	13	13
IV	1	2
Total	19	23

Les pratiques d'entretien du pied de haie ont été décrites à partir de la typologie des pratiques, élaborée et présentée dans l'annexe 2, mode d'entretien, fréquence d'entretien, période d'entretien et outil d'entretien.

Les changements des pratiques d'entretien sont basés sur la prise en compte des effets potentiels (théoriques) sur les espèces de la faune sauvage (espèces sélectionnées) dûs aux entretiens ainsi que sur la qualité des habitats et sur l'exigence des exploitants participants (agronomique, économique, sociale). Les changements de pratiques sont individuellement élaborés pour chaque exploitant (Annexe 2). Les principaux changements sont récapitulés dans le tableau 2 et présentés pour chaque partie de la typologie.

Tableau 2 - Propositions d'amélioration des pratiques d'entretien du pied de haie pour les exploitants agricoles.

Modalité	Etat actuel	Substitution proposée
Mode d'entretien	Entretien mécanique Entretien chimique	Entretien par les animaux Entretien mécanique
Période d'entretien	Période printanière (avril – juillet) Période automnale (octobre – décembre)	Fin d'été (août, septembre) Période hivernale* (janvier – mars)
Fréquence d'entretien	Entretien 1 fois par an Entretien 2 fois par an	Entretien tous les 2 ans Entretien 1 fois par an
Matériels pour les entretiens	Broyeur d'accotement Broyeur sur épareuse Gyrobroyeur	Broyeur satellite Broyeur satellite Broyeur satellite
Clôture dans le pied de haie	Clôture barbelée Clôture en grillage	Clôture électrique Clôture électrique

* si les conditions météorologiques le permettent.

Le **mode** d'entretien effectué par les animaux (entretien naturel) est à préférer aux entretiens mécaniques en absence de fort développement des plantes invasives (fougère, ronces) dans le pied de haie. Eviter ou supprimer les interventions chimiques (destruction de la végétation ainsi que l'habitat). Les périodes d'entretien ont été choisies en fonction des indicateurs d'impact sur les espèces et de la charge de travail des exploitants.

Le choix de la **fréquence** (tous les 2 ans) est basé sur le cycle biologique des espèces pour répondre à l'objectif de laisser réaliser au moins 1 cycle complet sans aucune intervention (entretien mécanique ou chimique). Cela permet aussi aux agriculteurs de diviser par 2 les frais et le temps de travail liés aux entretiens du pied de haie.

Le broyeur satellite est préconisé pour effectuer des entretiens mécaniques. Ce matériel a une option de réglage de la hauteur de fauche. Dans ces conditions, la végétation située dans le pied de haie est moins endommagée pour son développement après le passage de ce matériel.

La **clôture** électrique installée à une distance d'environ 1 mètre de la haie (clôture écartée ou déportée) est plus favorable pour les espèces que les clôtures intégrées dans la haie. Cela permet d'avoir un pied de haie plus large et surtout d'avoir une partie herbacée (ourlet).

Les pratiques suivies correspondent aux pratiques modifiées et aux pratiques habituelles. Le nombre de pratiques à suivre dépend de différents critères (Annexe 2) :

- **Mode d'entretien** : mécanique, à l'aide du matériel de coupe ou de broyage (15 pratiques), combiné mécanique avec les entretiens par les animaux d'élevage (4 pratiques) ou avec les produits chimiques (2 pratiques) et l'entretien uniquement par les animaux (pâturage) (2 pratiques) ;
- **Fréquence** : le pied de haie n'est pas entretenu depuis 5 ans (1 pratique), le pied de haie n'est pas entretenu depuis 3 ans (1 pratique), les entretiens tous les 2 ans (2 pratiques), les entretiens tous les ans (11 pratiques) et les entretiens 2 fois par an (8 pratiques).
- **Période** : printanière (3 pratiques), automnale (9 pratiques), estivale (15 pratiques) et hivernale (2 pratiques).
- **Critère complémentaire** :
Clôture dans le pied de haie : barbelé (3 pratiques), électrique (17 pratiques), grillage (1 parcelle), aucune clôture (2 pratiques en viticulture).

2. Calcul d'indicateurs d'impact (théorique)

L'évaluation des pratiques d'entretien se base sur les impacts potentiels sur les espèces de la faune sauvage, définis à partir des données de la bibliographie. Onze espèces de la faune sauvage ont été sélectionnées (Cadéro, 2018). Ces espèces font partie des classes principales telles que les mammifères (Lapin de garenne, Hérisson d'Europe), les oiseaux (Faisan commun, Buse variable, Bruant jaune, Perdrix rouge, Perdrix grise, Tarier des prés, Tarier pâtre) et les insectes (Bourdon, Carabes). Le choix des espèces a été basé sur différents critères : espèces fréquentant le pied de haie, relativement communes à tout le département, présentant un intérêt cynégétique et un potentiel risque de déclin de la population. Ces espèces rendent également des services écosystémiques (pollinisation, auxiliaires, etc.).

Une estimation de l'impact a été obtenue à l'aide de calculs qui prennent en compte la période d'utilisation du pied de haie pour chaque espèce pour différentes causes (refuge, corridor, ressource alimentaire) ainsi que le cycle biologique des espèces sélectionnées (période de reproduction, élevage des jeunes). L'impact total est calculé pour tous les mois de l'année en estimant un entretien pour chaque mois (Tableau 3).

Tableau 3 - Calculs des impacts des interventions (ex : Faisan commun).

Espèces	Traits biologiques	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
		Faisan commun	Ponte/mise bas	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	Elevage/développement des jeunes	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	Refuge et lieux de reproduction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Corridor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ressource en période de reproduction	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	Ressources alimentaires pour l'hiver	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Impacts directs	3	3	4	4	5	5	5	4	2	2	2	3
	Impacts indirects	3	3	4	4	5	5	5	4	2	11	9	6
	Total	6	6	8	8	10	10	10	8	4	13	11	9

Au croisement entre la période d'entretien et un des critères cités précédemment (refuge, reproduction, etc.), l'indicateur d'impact est évalué. Les impacts sont divisés en deux catégories : directs et indirects. Les impacts directs correspondent à un effet instantané sur les espèces comme par exemple la destruction de l'habitat. Les impacts indirects correspondent à un effet sur les espèces sur les mois suivants. Un entretien du pied de haie à un mois donné entraîne les impacts indirects sur le mois suivant et correspond au même nombre d'impacts que le nombre d'impacts directs pour le mois suivant. La période entre le mois d'octobre et le mois de février fait exception des informations évoquées précédemment. Les entretiens effectués pendant ces périodes entraînent un nombre d'impacts plus élevés en raison de la période de la reconstitution de l'habitat plus longue par le biais de la croissance de la végétation (végétation du pied de haie ne pousse plus après le mois d'octobre et reprend qu'au mois de mars/avril en fonction des conditions météorologiques). En conséquence, le nombre d'impacts indirects dû à l'entretien du pied de haie pendant cette période (octobre à février) correspond à un cumul d'impacts. Par exemple, un entretien effectué au mois d'octobre entraîne un nombre d'impacts indirects qui correspond à une valeur de tous les impacts directs entre le mois de novembre et le mois de mars inclus (Annexe 4). Toutes les pratiques d'entretien du pied de haie ont été évaluées en prenant en compte ces données d'impacts.

3. Enquête auprès des exploitants

3.1. Collecte des informations

Un guide d'entretien (Annexe 5) a été élaboré pour collecter les informations concernant les pratiques d'entretien du pied de haie et la vision globale des exploitants sur les changements de pratiques.

Ce guide est composé de trois parties :

- 1) Présentation générale de l'exploitation ayant pour objectif d'effectuer un état des lieux. Les informations collectées sont : le linéaire de haies, les types de haie, les types de pied de haie avec ou sans éléments adjacents (ourlet, fossé, talus) ainsi que la présence d'une clôture (électrique, barbelé, grillage) dans le pied de haie. La charge annuelle de travail sur l'exploitation est également renseignée en identifiant les périodes chargées et les périodes creuses.
- 2) Description des pratiques d'entretien des pieds de haies en collectant les informations économiques et techniques, période et fréquence d'entretien ainsi que le matériel utilisé. Cette partie comprend aussi des collectes de données économiques pour fournir une estimation de coût d'entretien sur un an.
- 3) Identification des facteurs déterminant le choix d'une pratique d'entretien. Cette partie comprend des aspects agronomiques, économiques, sociaux et environnementaux, notamment une explication des raisons du choix de la période, de la fréquence et du matériel ainsi que du mode d'entretien. Les exploitants ont également été interrogés sur leur perception et leur argumentation relatives aux propositions de changement de pratiques d'entretien.

3.2. Adaptation des pratiques d'entretien du pied de haie

L'adaptation des changements de pratiques se base sur trois principales phases : l'acceptation, l'utilisation et l'essai (Lapointe, 1999).

Pendant la première phase (acceptation), les propositions de changements de pratiques ont été diffusées auprès des exploitants lors d'entretiens directifs. Les avantages et les inconvénients potentiels des pratiques proposées ont été présentés. L'objectif de cette phase est

d'identifier la perception des exploitants sur les changements et d'identifier les facteurs impactant la prise de décision pour l'acceptation ou le refus des changements de pratiques.

La seconde phase (utilisation) est réalisable en cas d'acceptation des changements de pratiques pendant la 1^{ère} phase et concerne l'utilisation d'une ou plusieurs pratiques d'entretien. Cette phase comprend le choix de la parcelle d'étude au sein d'une exploitation et ensuite la mise en place de l'essai.

La dernière phase (essai) a été basée sur l'évaluation d'une nouvelle pratique en prenant en compte les aspects économiques (coût financier), sociaux (perception et charge de travail) et environnementaux (impact sur les espèces de la faune sauvage).

En cas de refus de changement de pratiques d'entretien du pied de haie pendant la première phase, les essais ont été mis en place pour évaluer les pratiques habituelles.

4. Suivis de terrain

Les observations de terrain ont pour objectif d'évaluer la qualité de l'habitat dans le pied de haie. Les éléments caractérisant la qualité de l'habitat sont basés sur les caractéristiques de la végétation herbacée dans une partie du pied de haie (ourlet) : la hauteur, la densité sur les différentes strates et la composition. Tous ces prélèvements ont été effectués pendant la période entre mi-juin et fin juillet. Le linéaire d'observations est compris entre 80m et 280m et dépend de la surface de la parcelle.

Les suivis sur la clôture électrique ont été rajoutés à la suite des enquêtes auprès des exploitants.

4.1. Hauteur de la végétation

Les observations sur la hauteur de la végétation permettent d'identifier la possibilité du pied de haie d'avoir une fonction de refuge pour les espèces. La végétation haute présente un potentiel pour les refuges de nombreuses espèces. Les prélèvements de données sur la hauteur se sont réalisés dans toute la zone d'essai ainsi que sur la zone de référence du pied de haie. Les observations de la hauteur de la végétation ont été effectuées seulement dans la partie herbacée du pied de haie (ourlet).

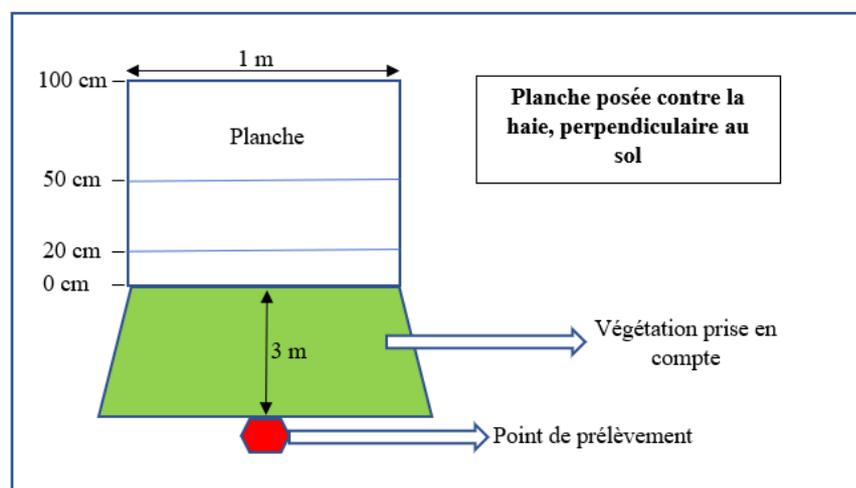


Figure 11 - Méthode de prélèvement de la hauteur sur la végétation dans une partie du pied de haie (ourlet).

Les prélèvements de la hauteur de la végétation ont été réalisés avec la projection verticale sur une planche en plastique, d'une surface de 1m², installée contre la haie et

perpendiculairement au sol. La prise de mesures est réalisée à une distance fixe de 3 m (Figure 11). La végétation entre la planche et le point de prélèvement des mesures a été prise en compte pour attribuer une valeur de la hauteur. La valeur de la hauteur correspond à la hauteur de la végétation majoritairement présentée dans une zone d'observation (plus de 50% de la végétation ont la même hauteur) (Figure 12). Le nombre de mesures dépend de la longueur du pied de haie en observation. Les mesures de la hauteur sur la végétation ont été effectués tous les 5 à 10 m. Le nombre d'échantillons pour une zone de linéaire en étude varie entre 6 et 22 mesures. Près de cent cinquante-cinq mesures ont été pour douze zones du pied de haie observées.



h = 0 cm



h = 20 cm



h = 50 cm



h = 90 cm

Figure 12 - Hauteur (h) de la végétation dans le pied de haie (source : photos personnelles).

4.2. Surface de recouvrement par la végétation

La surface de recouvrement (densité) prend en compte la partie aérienne de la végétation. La méthode utilisée pour ces observations est celle de Braun-Blanquet (1964) basée sur la projection verticale de la végétation. Les observations ont été effectuées en même temps et aux mêmes endroits (tous les 5 à 10 m en fonction de la grandeur de la parcelle) que les mesures de la hauteur de la végétation en utilisant le même support (planche de 1 m²). Les valeurs de recouvrement (en %) ont été prélevées sur différentes strates en fonction de la hauteur (1^{ère} strate : 0 – 20 cm ; 2^{ème} strate : 20 – 50 cm ; 3^{ème} strate 50 – 100 cm).

Le pourcentage de la surface couverte par la végétation (Figure 13) est attribué pour chaque strate de la hauteur et transformé en coefficient selon une échelle suivante :

- 1 - Nombre d'individus quelconques, recouvrant de 10% de la surface ;
- 2 - Nombre d'individus quelconques, recouvrant 25% de la surface ;
- 3 - Nombre d'individus quelconques, recouvrant 33% de la surface ;

- 4 - Nombre d'individus quelconques, recouvrant 50% de la surface ;
- 5 - Nombre d'individus quelconques, recouvrant 75% de la surface ;
- 6 - Nombre d'individus quelconques, recouvrant 90% de la surface.

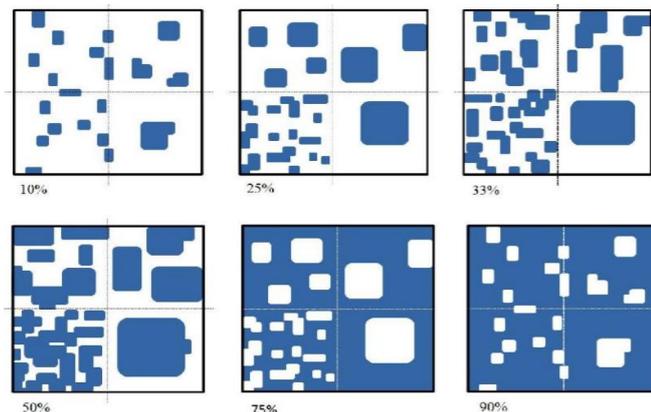


Figure 13 - Représentation schématique de recouvrement de la végétation (d'après Rodwell 2006).

Au total près de douze zones du pied de haie ont été observées. Le nombre de prélèvements par zone d'étude varie entre 6 et 22 mesures pour chaque strate (3 strates). Le nombre total d'observations est de l'ordre de 456 prélèvements pour les 3 strates.

4.3. Composition du pied de haie

Les observations sur la composition du pied de haie comprennent la présence/absence des éléments tels que talus, ourlet, fossé ainsi que leur caractérisation. La composition du pied de haie permet de classer le pied de haie selon la typologie élaborée les années précédentes (Demaris, 2017) (Annexe 1). Sa caractérisation est basée sur la largeur et la composition végétale. La largeur est mesurée à l'aide d'un mètre. Les mesures sur la composition ont été effectuées dans la partie herbacée du pied de haie (ourlet).

Les relevés floristiques dans l'ourlet ont été effectués tous les 5 à 10 m sur toute la longueur du pied de haie en étude en observant la végétation sur une surface de 1m² à l'aide d'un cerceau (surface de 1 m²). Ils ont été répétés de 6 à 22 fois en fonction de la longueur du pied de haie en étude. Les relevés sont basés sur l'identification de l'abondance (Gillet, 2000) des plantes dicotylédones (chardon, rumex), monocotylédones (graminées : fétuque, vulpin) et les plantes ligneuses (prunelier, ronce), en attribuant le pourcentage de recouvrement au sol par ces plantes. Sont notés également la présence/absence et le pourcentage de couverture par des plantes dites envahissantes (ronce, fougère).

4.4. Evaluation du fonctionnement de la clôture électrique

L'évaluation du fonctionnement de la clôture électrique a été effectuée sur les parcelles en prairie disposant d'une clôture électrique (écartée) de différents types : 1 rang, 2 rangs, 3 rangs. Le linéaire des clôtures varie entre 1km et 2km. La clôture électrique, installée le long de la haie, est composée de différents éléments : un électrificateur, une mise à la terre et de fil électrique. Au total, neuf parcelles ont été observées. La comparaison entre différents types de clôture a été effectuée en fonction de la végétation présente en contact avec la clôture, soient les modalités suivantes : aucun contact entre la clôture et la végétation (4 parcelles), 20% du linéaire de clôture en contact avec la végétation (1 parcelle), 30% du linéaire de clôture en contact avec la végétation (1 parcelle), 50% du linéaire en contact avec la végétation (1

parcelle), 70% du linéaire en contact (1 parcelle) et 80% en contact avec la végétation (1 parcelle).

Selon un rapport (Van Kempen, 2008) commandité par le Ministère de l'agriculture, le fonctionnement d'une clôture électrique dépend de 5 facteurs : l'électrificateur, la mise à la terre, les conducteurs et les isolateurs ainsi que les caractéristiques de la terre (type de terre, humidité du sol). En conséquence, les informations ont été collectées en grande partie sur les composants de la clôture électrique pour identifier les causes de mauvais fonctionnement au sein de chaque parcelle d'étude :

- Caractéristiques de l'électrificateur (puissance, énergie délivrée, type d'alimentation, etc.) ;
- Caractéristiques du conducteur de courant (type de fil, qualité, nombre de rangs, longueur de la clôture, état des isolateurs) ;
- Indicateurs de fonctionnement de la clôture électrique (prélèvement sur le conducteur : tension, intensité, puissance, énergie d'impulsion) pendant la période pluvieuse et sèche ;
- Caractéristiques de la mise à la terre (nombre de piquets, profondeur, matière des piquets, type de fil entre les piquets de terre et l'électrificateur) ;
- Evaluation du fonctionnement de la prise de terre (tension sur le piquet de terre) ;
- Type de terre (argileux, limoneux, etc.).

Selon les informations de certains constructeurs et sources, parmi les différents facteurs, le type de terre (argileux, sablonneux, limoneux, etc.) et l'humidité du sol sont aussi des facteurs impactant le fonctionnement de la clôture. Le sol joue un rôle de conducteur de courant jusqu'aux piquets de terre au moment de la création d'un circuit fermé par l'animal (contact animal avec le fil électrifié et le sol) (CIHEAM-IAMM *et al.*, 2009).

Les informations concernant la nature du sol ont été obtenues à l'aide d'une plateforme Géoportail (geoportail.gouv.fr) et/ou sont issues de l'enquête auprès des exploitants. L'humidité de la terre a été estimée par le biais de précipitations dans une zone de la parcelle en étude (commune) au moment donné en utilisant une plateforme météorologique (meteofrance.com).

Diverses variables ont été mesurées :

- La qualité de la prise de terre. Les mesures s'effectuent à l'aide d'un voltmètre de clôture sur le piquet de terre. S'il y a plusieurs piquets de terre, les mesures sont prises sur chaque piquet et sur le fil de raccordement. Les valeurs collectées correspondent à une tension et sont présentées en Volts. La prise de terre de bonne qualité correspond à une valeur de tension sur le piquet de terre inférieure à 400 Volts. En cas d'une valeur supérieure à 400 Volts, il a été nécessaire d'identifier les causes de mauvais fonctionnement : le nombre et la qualité des piquets, la profondeur des piquets et le raccordement.
- Evaluation du conducteur de courant (fil). Tout le linéaire de la clôture électrique a été observé en notant les informations suivantes : type et qualité du fil, nombre de rangs et état des isolateurs. Toutes ces informations permettent d'évaluer la qualité du conducteur de courant.
- Le fonctionnement de la clôture électrique Il s'agissait de réaliser un certain nombre de mesures sur le terrain à l'aide d'un testeur de clôture (joulimètre). Les mesures ont été prises à au moins 3 endroits sur le fil électrifié (à côté de l'électrificateur, au plus

éloigné et à une distance intermédiaire) – figure 14. Le nombre de mesures a été augmenté en cas d'un écart important entre les valeurs.

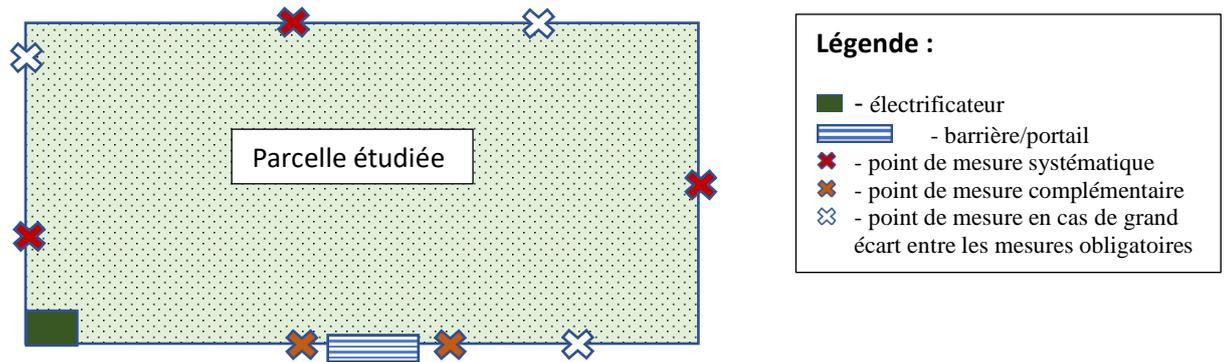


Figure 14 - Le dispositif de prise des mesures dans une parcelle.

Les valeurs suivantes ont été recueillies : tension (Volt), intensité (Ampère) et énergie d'impulsion (Joule). Le nombre de prélèvements des mesures dépend de la longueur de la clôture et varie entre 6 et 13 mesures par parcelle. Au total, soixante-sept mesures ont été collectées. Elles permettent d'estimer la charge que l'animal reçoit en cas d'un contact avec le fil à un endroit donné dans les différentes situations et conditions citées précédemment.

5. Traitement des données

Toutes les données sont collectées et enregistrées sur le terrain et ensuite transmises sur support informatique (Word, Excel, Bloc-notes). Une partie des informations a été traitée à l'aide du programme Excel (graphiques, calcul des moyennes) et une autre partie des données a donné lieu à des tests statistiques à l'aide du logiciel « R ».

Les valeurs suivantes ont été traitées statistiquement (logiciel « R ») : la hauteur de la végétation, le recouvrement par la végétation sur 3 strates séparément, la composition (en graminées, en dicotylédones, en ligneuses) séparément et les valeurs de l'énergie issue des clôtures électriques. Le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis (basé sur les sommes de rangs) a été appliqué pour étudier les effets de différents facteurs étudiés. Le test paramétrique (Anova) n'a pas pu être utilisé faute de non-respect des conditions de validité (normalité des résidus, égalité des variances et indépendance des résidus).

Le test de Kruskal-Wallis permet de vérifier les 2 hypothèses :

H_0 : Toutes les modalités ne sont pas significativement différentes (hypothèse est acceptée lorsque la p-value est plus grande que le seuil d'acceptabilité de 0,05). Si la p-value est plus petite que 0,05 – l'hypothèse H_0 est rejetée et l'hypothèse suivante est acceptée :

H_1 : Au moins 1 modalité est différente des autres.

La comparaison multiple de Wilcoxon a été appliquée dans les conditions que l'hypothèse H_0 a été rejetée et l'hypothèse H_1 a été acceptée. Ce test forme des groupes en attribuant des lettres (a, b, c, etc.) au sein des quels les modalités ne sont pas significativement différentes.

III. Résultats et discussion

1. Diversité des pratiques testées

1.1. Impact des pratiques sur les espèces sélectionnées

Dans les pratiques d'entretien des pieds de haie, le premier facteur qui impacte le plus les espèces, à part l'intensité des interventions est la période d'entretien (Le Bris *et al.*, 2011). Les impacts sont corrélés avec les différentes périodes par le biais des cycles biologiques des espèces (reproduction, élevage des jeunes) et les raisons pour lesquelles les espèces utilisent ce milieu (refuge, effet de corridor, ressource en alimentaire).

La présentation des nombres d'impacts théoriques sur les espèces sélectionnées (11 espèces) est visualisée sur la figure 15. La quantification des impacts est réalisée pour chaque mois de l'année en supposant un entretien durant le mois. Les résultats présentés permettent de constater la présence d'impacts tout au long de l'année. En effet, une grande part des espèces sélectionnées utilise le pied de haie et elle est présente toute l'année. Le test statistique (Kruskal-Wallis, Annexe 6) n'a pas confirmé de différence significative entre les périodes sur les valeurs d'impacts. Par conséquent, la division d'une année en 3 périodes, impacts forts, intermédiaires et moins élevés, a été estimée en fonction des valeurs les plus hautes, les plus basses et les valeurs moyennes et de leur coïncidence avec des phases particulières du cycle biologique des espèces d'intérêt. Les interventions sur les pieds de haie pendant les mois de mai, juin ou juillet entraînent les nombres d'impacts plus élevés (92 – 96 impacts) ce qui justifie de classer ces mois dans la période avec des forts impacts. Les valeurs élevées dans cette période sont liées au moment de la reproduction des espèces et l'élevage des jeunes.

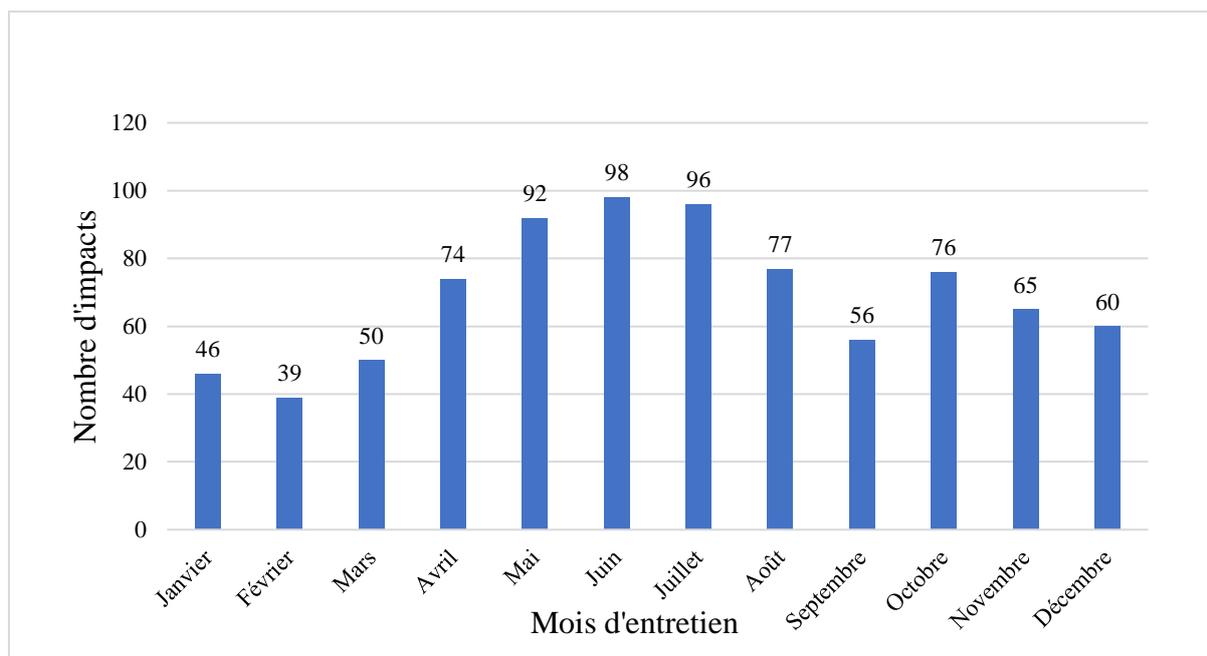


Figure 15 - Nombre d'impacts théoriques sur les espèces en fonction des périodes d'entretien d'après l'analyse bibliographique.

La période avec des impacts intermédiaires a des valeurs entre 60 et 77 impacts et correspond aux mois suivants : avril, août, octobre, novembre et décembre. Les impacts entre

le mois d'octobre et le mois de décembre sont liés à l'état de l'habitat et plus précisément l'absence de repousse de la végétation. En règle générale, la végétation stoppe sa croissance à partir de mois d'octobre et reprend au mois d'avril (Cadero, 2018)(dates variables en fonction des conditions météorologiques). En conséquence, tous les entretiens des pieds de haie à partir de mois d'octobre jusqu'au mois de mars présentent des cumuls des impacts indirects sur la fonction de refuge et de l'effet de corridor jusqu'au mois de mars (reprise de la végétation). Le mois d'avril fait partie de la période avec des impacts intermédiaires et il est caractérisé par le début de la reproduction (ponte) sans les impacts retenus sur l'élevage des jeunes. Chez certaines espèces, la reproduction n'est pas commencée (Hérisson d'Europe, Perdrix grise, Perdrix rouge). Le dernier mois dans cette période est le mois d'août qui est caractérisée par la fin de reproduction chez certaines espèces (Faisan commun, Buse variable, Carabes). La période avec des impacts moins élevées (39 – 56 impacts) correspond aux mois suivants : janvier, février, mars et septembre. La période entre le mois de janvier et le mois de mars présente des valeurs moins élevées car à ce moment-là une partie des espèces est absente dans le milieu (oiseaux migrateurs : Tarier des prés, Tarier pâtre), une autre partie des espèces est inactive (période hibernation : Hérisson d'Europe, Carabes, Bourdons). Par conséquent, à ces périodes, le milieu est moins utilisé par les espèces.

Notre étude vise à la diminution des impacts, liés aux entretiens des pieds de haie, sur les espèces de la faune sauvage dans le milieu agricole. Les informations présentées précédemment nous ont permis d'identifier les périodes sensibles (forts impacts) pour les espèces sélectionnées. Les informations concernant la charge de travail chez les exploitants (13 exploitants participants au projet) permettent d'identifier les périodes de l'année avec les charges importantes et les périodes moins chargées en fonction des différents systèmes de production, afin de les comparer avec les impacts potentiels dans les différentes périodes. afin d'envisager la possibilité de changement de période, tout en diminuant les contraintes liées à la charge de travail chez les exploitants (Tableau 4).

Tableau 4 - Charge de travail en fonction des systèmes de production.

EA*	Système de production	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
1	Elevage (équín)										X		
2	Elevage d'ovín								X				
3	Elevage (équín)										X		
4	Viticulture					X				X			
5	Polyculture élevage (bovin)	X											
6	Polyculture élevage (caprin)							X				X	
7	Polyculture élevage (bovin)									X			
8	Polyculture élevage (bovin)				X				X				
9	Polyculture élevage (bovin, porc)						X					X	
10	Elevage					X			X				
11	Polyculture élevage						X		X				
12	Polyculture élevage								X				
13	Polyculture élevage						X		X				

Rouge – période très chargée, orange – période avec la charge moyenne, vert – période moins chargé ;

EA* - numéro associé à l'exploitant agricole ;

X – période d'entretien des pieds de haie dans les pratiques habituelles.

Les **mois** (J., F., M., etc.) en couleurs correspondent aux périodes en fonction des impacts sur les espèces (rouge – forts impacts, jaune – impacts intermédiaires, vert – moins d'impacts).

Parmi les 13 exploitants envisagés pour les enquêtes, les informations sur la charge de travail n'ont pas été établies pour 2 exploitants (1 et 13 en blanc – Tableau 4) en raison d'une

forte période de travail sur les exploitations au moment des enquêtes (mai – juin = période de fauche).

Les enquêtes des 11 exploitants permettent d'identifier les périodes caractérisées avec moins de travail, notamment la période automnale et hivernale chez la majorité. Les périodes chargées commencent à partir du printemps et durent pendant l'été. La charge du travail annuel dépend du système de production ainsi que de l'organisation du travail au sein de chaque exploitation. La charge du travail n'est la même entre les exploitations possédant le même système de production (exploitants 6, 5, 7, 8, 9, 11 et 12). Les entretiens du pied de haie sont répartis tout au long de l'année sauf pendant les mois de décembre, février et mars. La plupart des entretiens ont lieu pendant les périodes creuses (charge de travail moindre). La majorité des entretiens est effectuée pendant le mois d'août. Dans le cas de 2 entretiens par an, le premier entretien est réalisé pendant la période chargée (sauf l'agriculteur n°10). Six entretiens sont réalisés pendant la période la plus sensible pour les espèces (le nombre d'impacts y est le plus élevé) et trois pendant la période avec moins d'impacts (exploitants 4 (2 entretiens dans l'année), 5, 7). Les périodes avec moins d'impacts sur les espèces d'intérêts (janvier et septembre) sont des périodes avec une charge de travail moindre pour la plupart des exploitants, ce qui ouvre la possibilité de décaler les périodes d'entretien sur ces mois.

1.2. Modalités d'entretien des pieds de haie suivies sur le terrain

Vingt-trois pratiques d'entretien avaient été sélectionnées après les rencontres avec les 13 exploitants (Annexe 3). Au final, seules douze pratiques d'entretien (Tableau 5) ont été suivies pour évaluer la qualité de l'habitat (hauteur, recouvrement et composition végétale). Les autres pratiques envisagées n'ont pas été prises en compte pour différentes raisons :

- P1, P16 : pieds de haie envahis par des plantes envahissantes ;
- P2, P8, P9, P12 : parcelles sans ourlet ;
- P13 : parcelle entretenue à la même période que les observations ;
- P14 : entretien prévu non effectué ;
- P10, P6 : parcelles avec des modifications de pratiques (effet sur l'année prochaine ;
- P19 : pied de haie endommagé par les engins agricoles.

Les pratiques suivies sont composées de différentes combinaisons entre le mode d'entretien, la période d'entretien et la fréquence d'entretien. Le type du matériel pour les entretiens n'a pas été pris en compte dans l'évaluation de la qualité du pied de haie parce que la plupart des entretiens a été effectués hors de la période d'observation. Dans ces conditions, l'identification de l'effet sur la végétation (vitesse de croissance de la végétation après un entretien) en fonction de différents matériels d'entretien a été considérée irréalisable.

La majorité des pratiques correspond aux parcelles entières (1 pratique = 1 parcelle) notamment pour P4, P7, P22, P3, P5, P15, P20, P18. D'autres pratiques d'entretien correspondent à des portions de la parcelle : P11 avec P14 et P17 avec P16 appartiennent aux mêmes parcelles mais il n'y a pas de suivi de la qualité de l'habitat pour P14 (entretien prévu n'a pas été effectué – ne correspond pas à la description de la pratique définie dès le départ) et P16 (pied de haie envahis par les ronces – la méthode d'évaluation n'a pas pu être réalisée). Un exploitant correspond à 1 parcelle avec 1 pratique (P4, P3, P5, P15, P11, P17, P20, P18) ou 2 parcelles avec 2 pratiques différentes (P7 et P22 ; P21 et P23).

La plupart des pratiques d'entretien sont des entretiens mécaniques (6 pratiques), quatre pratiques combinent des types d'entretien différents (2 : mécanique et par les animaux ; 2 : chimique et mécanique) et deux pratiques correspondent à des entretiens effectués par les animaux d'élevage (bovins, ovins). En ce qui concerne la fréquence d'entretien, la majorité des pratiques suivies est effectuée avec une périodicité annuelle (1 fois par an – 6 pratiques), quatre

pratiques ont une fréquence de 2 fois par an, une pratique est effectuée tous les 2 ans et une autre est réalisée tous les 3 ans. Les pratiques suivies ont des périodes d'intervention pendant les périodes avec des forts impacts sur les espèces (3 pratiques), avec des impacts intermédiaires (11 pratiques) et pendant les périodes avec des valeurs d'impacts plus basses (3 pratiques) (tableau 5).

Tableau 5 - Combinaisons au sein des pratiques suivies.

Pratique	Mode d'entretien	Fréquence d'entretien, fois/ans	Période d'entretien		Nombre d'impacts théorique par an
P3	Mécanique	0,5**	Octobre		38
P4	Mécanique	1	Octobre		76
P5	Mécanique	1	Novembre		65
P7	Mécanique	1	Août		77
P11	Mécanique	1	Novembre		65
P15	Mécanique	2	Juillet	Novembre	161
P17	Mécanique, animaux	2	Mars	Août	127
P18	Mécanique, animaux	2	Juillet	Septembre	152
P20	Chimique*, mécanique	0,3***	Avril	Août	50
P21	Animaux	1	Août		77
P22	Animaux	1	Juillet		96
P23	Chimique, mécanique	2	Avril	Septembre	130

* - utilisation sélective (sur les plantes ligneuses derrière les piquets de clôture) ;

** - entretien 1 fois tous les 2 ans (1^{ère} année d'essai) ;

*** - pied de haie n'est pas entretenu depuis 3 ans ;

En **rouge** – période avec forts impacts ;

En **jaune** – période avec des impacts intermédiaires ;

En **vert** – période avec des impacts moins élevés.

Le nombre total d'impacts est calculé pour chaque pratique d'entretien en prenant en compte la fréquence et la période d'entretien en moyenne sur 1 année (Tableau 5). Les valeurs d'impacts sont plus élevées dans les pratiques avec une fréquence de 2 fois par an (P15, P17, P18, P20, P23) et d'autres valeurs sont liées à la période d'intervention (fort, intermédiaire, moins d'impact). Parmi toutes les pratiques suivies, seules deux situations correspondent à des modifications apportées cette année (P3 et P11) (Annexe 3).

2. Déterminants des pratiques d'entretien des pieds de haie

2.1. Etat des lieux des pratiques actuelles

Les informations sur les pratiques d'entretien des pieds de haie (période, fréquence, matériels) ont été collectées au cours de 2^{ème} volet de cette étude (Cadéro, 2018) et récapitulé dans l'annexe 3. Selon les enquêtes complémentaires effectuées cette année, les principales causes d'entretien des pieds de haie sont suivantes : végétation envahissante, fonctionnement de la clôture électrique et le maintien de la propreté des parcelles (Figure 16). La majorité des exploitants a cité le fonctionnement de la clôture électrique. Ces résultats sont dus à la nature de l'échantillon, la grande partie des exploitants étant en élevage ou polyculture élevage et près de 80% des exploitants questionnés disposant de parcelles en prairie avec une clôture électrique. Même si le nombre d'exploitants qui ont cité l'aspect de la propreté des parcelles est faible, cette raison reste importante, car d'autres exploitants l'ont cité au deuxième ou au troisième choix.

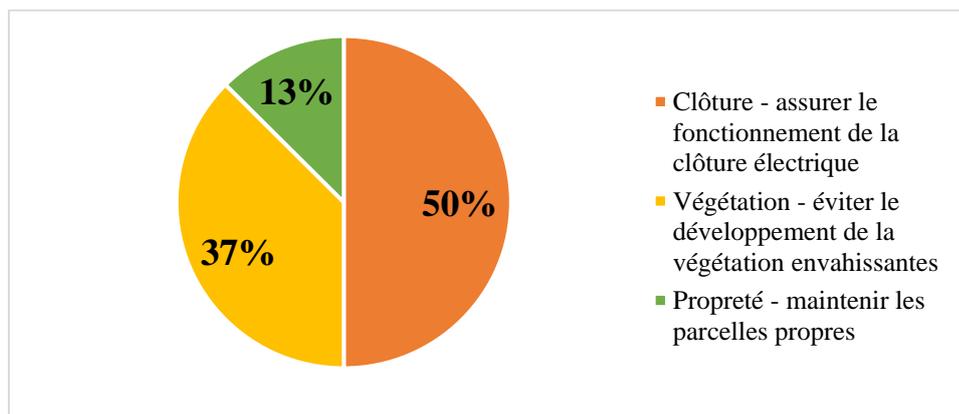
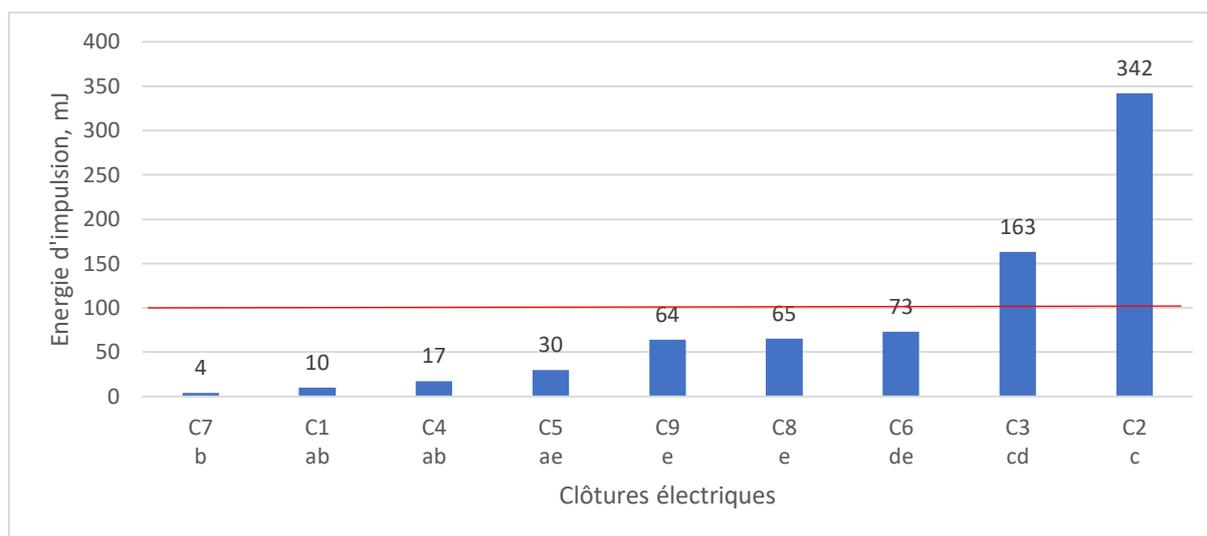


Figure 16 - Principales raisons invoquées par les exploitants pour l'entretien des pieds de haie.

Des suivis de terrain ont été effectués pour vérifier si la végétation en contact avec la clôture est responsable du dysfonctionnement de la clôture électrique. L'objectif des observations a été de déterminer le lien entre la végétation et le fonctionnement ainsi que l'identification des facteurs principaux de dysfonctionnement de la clôture (installation, matériels). Les observations ont été effectuées dans les parcelles chez les agriculteurs qui ont cité la végétation (sauf un exploitant disposant la clôture C8) comme la seule cause d'entretien des pieds de haie. L'évaluation du fonctionnement de la clôture a été effectuée en prenant des mesures de l'énergie d'impulsion (mJ). La comparaison entre différentes situations en fonction de la présence de végétation a été vérifiée statistiquement (test de Kruskal-Wallis et puis test de Wilcoxon – Annexe 6). La présence d'un lien a été confirmé par le test de Kruskal-Wallis et puis la comparaison multiple à l'aide du test de Wilcoxon a permis d'identifier les situations qui sont différentes en fonctions des valeurs d'énergie d'impulsion prélevées sur la clôture. (Figure ...).

Toutes les valeurs d'énergie d'impulsion sont en dessous d'un seuil de 100 mJ (sauf C2 et C3) pour lequel l'animal ressent la clôture électrique. Les clôtures électriques sans aucun contact avec la végétation (C7 – 4 mJ, C4 – 11,5 mJ, C9 – 58 mJ, C2 – 330 mJ) n'ont pas les mêmes valeurs d'énergie d'impulsion (Figure 17). Les résultats ont été collectés pendant une période très sèche qui diminue les valeurs d'énergie (Annexe 7). Aucune collecte n'a pu être réalisée par temps pluvieux ce qui aurait permis l'impact des conditions climatiques sur l'énergie d'impulsion.

Certaines clôtures s'avèrent ne pas avoir été installées correctement : C1 (dysfonctionnement de l'électrificateur), C4 (mauvaise mise à la terre), C5 et C7 (mauvaise mise à la terre et dysfonctionnement de l'électrificateur) et C9 (mauvaise installation de clôture – isolateurs, fil rouillé).



Clôture	C7	C1	C4	C5	C9	C8	C6	C3	C2
Végétation*	0	70	0	50	0	80	30	20	0
Pratique	P13	P7	P23	P11	P18	P20	P17	P19	P15
Fréquence**	2	1	2	1	2	0,3	2	2	2

Les lettres (a,b,c,d) correspondent aux groupes homogènes (pratiques avec au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes).

* - pourcentage du linéaire de clôture électrique en contact avec la végétation abondante ;

** - fréquence d'entretien du pied de haie (nombre de fois par an) ;

Ligne rouge - un seuil de bon fonctionnement de la clôture électrique (100 mJ pour les bovins et 300 mJ pour les ovins) ;

Pratiques en jaune - la qualité du pied de haie n'a été évaluée.

Figure 17 - Energie d'impulsion en fonction du linéaire de clôture électrique couvert par la végétation.

L'hypothèse de départ n'a pu être acceptée totalement sur le lien entre l'abondance de la végétation au voisinage de la clôture et son fonctionnement. Le fonctionnement de la clôture est le même avec 80% et 30% de la clôture couverte par la végétation, bien que la clôture avec aucun contact ait des valeurs significativement plus élevées que la clôture couverte sur 80% de son linéaire. Les dysfonctionnements sont plus liés à des installations électriques défectueuses. Pour avoir des résultats plus fiables, il faudrait augmenter le nombre de modalités de clôtures avec des installations correctes.

La comparaison entre la réparation des défaillances de clôture et la suppression d'au moins 1 entretien des pieds de haie par an permet d'évaluer les potentiel gains ou pertes financiers (Tableau 6). L'installation correcte de la clôture électrique permettrait de diminuer la fréquence d'entretiens mécaniques et de diminuer les impacts sur les espèces :

- C1 : changement d'électrificateur 200 – 500 € HT (durée de vie 5 ans ou plus) ;
- C4 : installation correcte des piquets de terre 10 – 30 € (rajouter 1 à 3 piquets) ;
- C5 : et C7 200-500 € pour un changement d'un électrificateur, et 10 à 30 € pour les piquets de terre.
- C9 : 2 à 10 € HT changement d'isolateurs et 50 à 100 € HT changement du fil (pour 1 km) (Annexe 8).

Tableau 6 - Comparaison les coûts financiers entre la réparation des défaillances de la clôture électrique et les entretiens des pieds de haie avec une fréquence réduite.

Clôture	Pratique	Frais de réparation de clôture	Coût d'entretien du pied de haie*	Fréquence d'entretien du pied de haie actuel	Coût, €/5ans	Fréquence potentiel **	Gain avec la fréquence potentielle, €/5ans	Gain entre clôture et entretien ***
C1	P7	200-500	200	1	1000	0,5	500	0-300
C4	P23	10-30	200	2	1000	1	500	470-490
C5	P11	240-540	250	1	1250	0,5	625	85-385
C9	P18	60-110	150	2	750	1	375	265-315

* estimé par les exploitants questionnés (en étude) – entretien près de la clôture : €/an HT pour le linéaire de 1km ;

** fréquence réduite (fréquence d'entretien divisé par 2) : 0,5 – 1 entretien tous les 2 ans, 1 – 1 entretien tous les ans ;

*** gang financier entre la réparation de la clôture électrique et la réduction de 2 fois les entretiens mécanique ou chimique des pieds de haie, €/5ans.

Les situations plus avantageuses pour les exploitants, comparées à un entretien du pied de haie, sont liées aux réparations des défaillances des différents composants de la clôture : prise de terre, fil, isolateurs. Le changement de l'électrificateur, en cas de son dysfonctionnement, entraîne des gains financiers moins élevés, même en réduisant la fréquence d'entretien du pied de haie et sur la durée de 5 ans (Tableau 7). La réduction de la fréquence d'entretien permet aussi de diminuer le temps de travail.

Tableau 7 - Evaluation du nombre d'impacts en fonction de la réduction des entretiens des pieds de haie.

Clôture	Pratique	Fréquence d'entretien du pied de haie, fois/an	Fréquence potentiellement réduite, fois/an	Nombre d'impacts actuel	Nombre d'impacts potentiel (fréquence réduite)
C1	P7	1	1 fois tous les 2 ans	77	38,5
C4	P23	2	1	130	65
C5	P11	1	1 fois tous les 2 ans	65	32,5
C9	P18	2	1	152	76

Du point de vue des impacts sur les espèces d'intérêt, les avantages sont importants. La fréquence réduite de 2 fois permet de diminuer le nombre d'impacts (2 fois moins). Dans les entretiens réduits (ex. : actuel – 1 fois/an, potentiel – 1 fois tous les 2 ans), les espèces peuvent effectuer leur cycle biologique complet au moins 1 fois tous les 2 ans sans le dérangement provoqué par les matériels d'entretien. La situation est très critique pour le nombre d'impacts dans les pieds de haie surtout pour C4 (130 impacts/an) et C9 (152 impacts) (Tableau 7).

Cinquante pourcents des exploitants entretiennent leurs pieds de haie pour éviter le contact de la clôture électrique avec la végétation. Or soixante pourcents de ces exploitants ont des installations incorrectes, responsables de dysfonctionnements. La réparation des défaillances de la clôture permettrait de réduire la fréquence d'entretien en diminuant les nombres d'impacts ainsi dans certaines conditions permet d'avoir un gain financier par rapport à la situation actuelle.

2.2. Acceptabilité et évaluation des pratiques d'entretien du pied de haie modifiées

a. Propositions des pratiques

Des propositions d'amélioration des pratiques d'entretien des pieds de haie (« Matériels et méthodes ») ont été proposées aux exploitants. Près d'un tiers des exploitants a accepté les

propositions, le reste (69%) n'a pas accepté (Figure 19). Toutefois, quarante-quatre pourcents des exploitants n'ayant pas accepté les modifications de pratiques, utilisent déjà des pratiques d'entretien dites respectueuses pour les espèces par rapport aux autres pratiques. (Figure 18). L'autre moitié des exploitants qui n'a pas accepté les changements/améliorations expriment plusieurs raisons : pas de volonté (1 exploitant sur 9), difficulté de changer les pratiques habituelles (4 exploitants sur 9), n'est pas convaincu (4 exploitants sur 9) par les propositions d'améliorations des pratiques d'entretiens des pieds de haie.

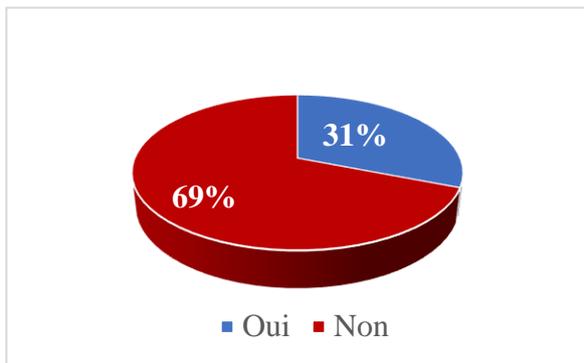


Figure 19 - Taux d'acceptation (Oui) et de refus (Non) des propositions par les exploitants.

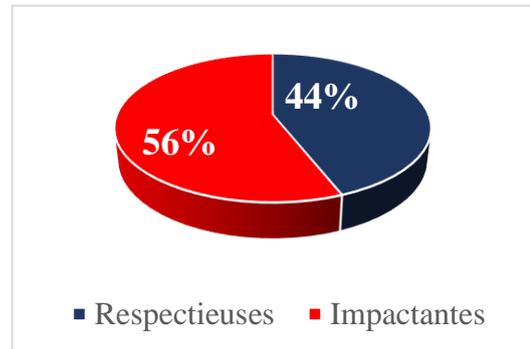


Figure 18 - Evaluation des pratiques d'entretien du pied de haie au sein des exploitants qui ont refusé les propositions.

b. Mise en place et évaluations des pratiques

Au total, vingt-trois pratiques d'entretiens du pied de haie ont été sélectionnées et suivies au sein de 11 exploitants (Tableau 8).

Quatre pratiques d'entretien correspondent à des améliorations sur les critères suivants : fréquence (3 pratiques) et période d'entretien (1 pratique). Les deux pratiques (P10 et P2) n'ont pas pu être évaluées sur la qualité de l'habitat parce qu'une amélioration concerne la période d'entretien (P10) qui est décalée sur le mois de janvier de l'année prochaine (l'identification de l'effet du changement sera possible l'année prochaine). Le pied de haie qui correspond à la pratique P2 ne contient pas l'ourlet (la partie des observations de végétation).

Les pratiques sont modifiées dans l'objectif de diminuer le nombre d'impacts sur les espèces sélectionnées liés aux pratiques actuelles et en même temps de réduire la charge de travail pour les exploitants par le biais de la réduction de la fréquence et/ou par le décalage de la période d'entretien sur une période moins chargée sur l'exploitation et ayant moins d'impacts sur les espèces.

Tableau 8 - Récapitulatif des pratiques actuelles et des pratiques modifiées.

Pratique	Mode d'entretien	Fréquence d'entretien, fois/an	Période d'entretien	Changement		Suivis de terrain
				Fréquence	Période	
P10	Mécanique	1	Octobre		Janvier	Non
P3	Mécanique	1	Octobre	0,5		Oui
P2	Mécanique	2	Mai, juillet	1	Septembre	Non
P11	Mécanique	2	Juin, novembre	1	Novembre*	Oui

* surligné en gras - les critères changés dans la pratique d'entretien

Les pratiques d'entretien du pied de haie avec la modification de la fréquence d'entretien (P3, P2, P11) permettent de fortement diminuer le nombre d'impacts (Tableaux 9), la charge

de travail et le coût financier. Le coût de l'entretien n'a pas été évalué sur ces zones d'études, fautes d'informations précises et en raison du faible linéaire du pied de haie concerné par le changement (100 m).

Tableau 9 - Evaluation du nombre d'impacts théorique sur les espèces de la faune sauvage sélectionnées avant les modifications de pratiques et après.

Pratiques d'entretien du pied de haie modifiée	Nombre d'impacts avant les modifications par 1 an d'entretien	Nombre d'impact après les modifications par 1 an d'entretien
P2	188	56
P3	76	38*
P10	76	46
P11	163	65

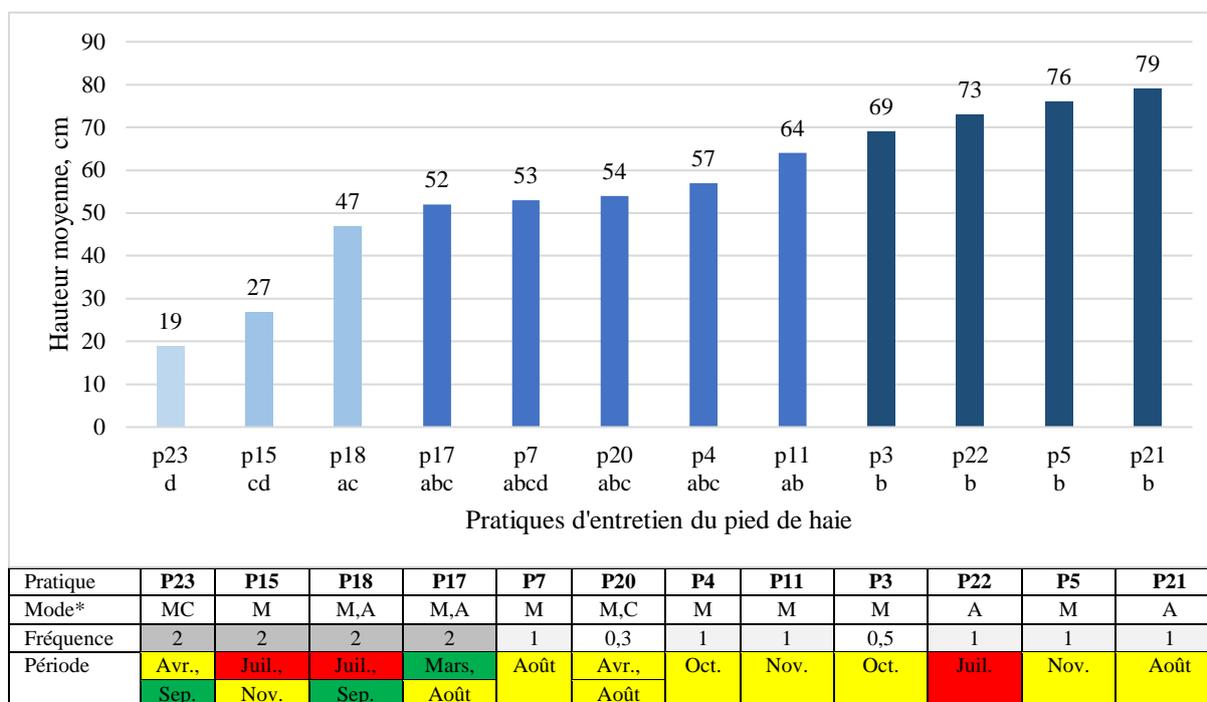
* entretien 1 an sur 2 – la valeur correspond à la moyenne sur les 2 ans.

3. Effet des pratiques d'entretien sur l'habitat

L'évaluation de la qualité de l'habitat est basée sur des mesures sur la végétation (hauteur, densité et composition) dans le pied de haie et plus particulièrement dans la partie herbacée - l'ourlet. Les observations ont été réalisées sur les types de pieds de haie disposant de cet élément (ourlet) : C, D, E (Annexe 1).

3.1. Hauteur de végétation

La hauteur de végétation dans l'ourlet est un des indicateurs principaux déterminant la qualité du pied de haie. Une végétation haute permet d'assurer des fonctions importantes du pied de haie : refuge et effet de corridor, ainsi que ressource alimentaire (en supposant qu'une végétation haute contient plus de graines pour les espèces qu'une végétation basse). Cependant, une végétation basse rend certaines proies (insectes) plus accessibles pour leurs prédateurs (oiseaux) (Vickery *et al.*, 2001). Les facteurs impactant la hauteur de la végétation sont les fauches et donc les pratiques d'entretien. Le lien entre les différentes pratiques et la hauteur de la végétation a été étudié sur les pieds de haie dans les 12 parcelles au sein de 10 exploitations (2 exploitants disposent 2 parcelles chacun). La collecte des informations a été effectuée pendant la période entre mi-juin et fin juillet. La comparaison a été effectuée entre 12 pratiques différentes. L'effet des pratiques d'entretien sur la hauteur de la végétation a été vérifié statistiquement (test de Kruskal-Wallis) (Annexe 6). Les pratiques d'entretien impactent significativement la hauteur de la végétation, c'est à dire qu'au moins une pratique est différente des autres. La comparaison multiple effectuée avec le test de Wilcoxon a permis d'identifier les pratiques différentes en formant les groupes avec des pratiques homogènes pour la hauteur de végétation (Figure 20).



*A – entretien par les animaux ; C – chimique ; M – mécanique.

Les **couleurs** dans les périodes d'entretien correspondent aux périodes d'impacts (rouge -forts, jaune -intermédiaires, vert – moins élevés). Les lettres (**a,b,c,d**) correspondent aux groupes homogènes (pratiques avec au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes).

Figure 20 - Hauteur de la végétation du pied de haie (dans ourlet) en fonction des pratiques d'entretien.

Les valeurs moyennes de la hauteur de végétation varient entre 19 cm (P23) et 79 cm (P21). En supposant que la hauteur de la végétation est favorable aux espèces sélectionnées est autour de 50 cm, trois pratiques d'entretien sont en-dessous de ce seuil (P23 – 19 cm, P17 – 27 cm et P18 – 47 cm) et le reste des pratiques a une végétation plus haute que 50 cm. .

Effet du mode d'entretien :

Il n'y a aucune différence significative entre les entretiens effectués mécaniquement et par les animaux. Parmi des pratiques d'entretiens combinées, la végétation est significativement plus haute avec des modes d'entretien mécanique/animaux (P17 – 52 cm et P18 – 47 cm) qu'avec des entretiens chimique/mécanique (P23 – 19 cm). Un entretien chimique détruit complètement la végétation et laisse dans le premier temps le sol nu. Cependant les interventions sélectives (P20 – 54 cm) effectuées à l'aide d'un produit chimique influencent peu la hauteur de végétation.

Effet de la fréquence d'entretien

Les entretiens plus fréquents entraînent des valeurs de hauteur de végétation plus faibles. Les entretiens effectués tous les 3 ans (P20 – 54 cm) ont une végétation significativement plus haute que toutes les pratiques avec des entretiens tous les 2 ans, sauf P23 (19 cm). Ainsi les entretiens tous les 2 ans (P3 – 69 cm) ont la hauteur moyenne plus élevée que les entretiens 2 fois par an sauf la pratique P17 (52 cm).

Effet de la période d'entretien

L'effet de la période d'entretien sur la hauteur de végétation dépend du temps entre le dernier entretien et le moment d'observation (fin juin – début de juillet). Tous les entretiens effectués avant le mois de novembre de l'année précédente ont la même hauteur de végétation. Cependant les deux pratiques avec des entretiens effectués au mois d'avril ont la hauteur de végétation différente, en raison de différents modes d'entretien.

En considérant les indicateurs d'impacts en fonction des modalités d'entretien, les pratiques les plus impactantes pour les espèces sont les pratiques avec des entretiens 2 fois par an (P23, P15, P18 et P17) ainsi qu'une pratique annuelle (P22) effectuée au mois de juillet (période avec forts impacts). Cette dernière pratique est effectuée pendant la période sensible, toutefois suivant le mode d'entretien l'impact sera différent. En effet, les entretiens réalisés par les animaux sont plus lents et plus progressifs. Ils n'entraînent que peu de mortalité directe des animaux par exemple.

3.2. Recouvrement par la végétation sur les différentes strates

Un autre aspect déterminant la qualité de l'habitat est le recouvrement par la végétation. Cet aspect permet d'assurer la fonction de refuge pour les espèces mais aussi l'effet de corridor sur le pied de haie. Un recouvrement faible peut entraîner un accès plus facile pour les prédateurs et un recouvrement fort peut créer des difficultés aux espèces pour se déplacer dans le pied de haie (effet de corridor). Dans ces conditions, les seuils suivants ont été fixés pour qualifier l'état de l'habitat en fonction du recouvrement par la végétation :

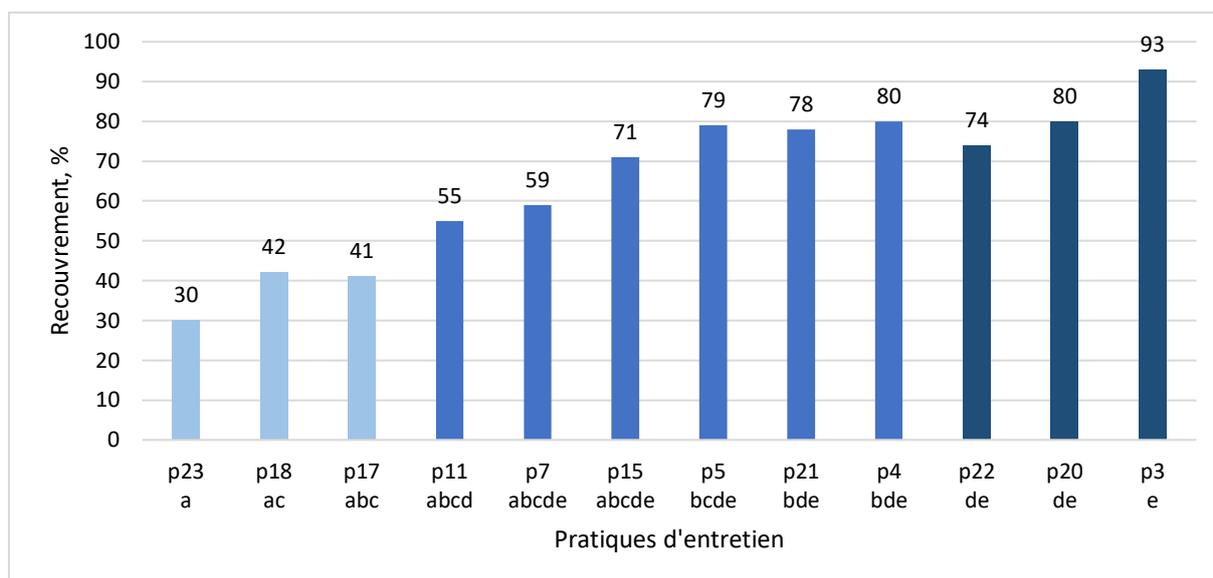
- Végétation dense, hauteur de 20 cm avec un seuil 80 à 100% = état favorable, moins 80% = état moins favorable ;
- Végétation moins dense, hauteur de 50 cm, 50 à 70% = état favorable, moins de 50% ou plus de 70% = état moins favorable ;
- Végétation avec un recouvrement moyen, hauteur 100cm, 20 à 30% = état favorable et hors de cette plage = état moins favorable.

La collecte des résultats a été effectuée en même temps (entre fin juin et début de juillet) et aux mêmes points d'observations que la hauteur de la végétation. Les résultats de recouvrement (projection verticale) sont présentés et divisés en trois parties en fonction de la hauteur (1^{ère} strate : 0 - 20 cm, 2^{ème} strate : 20 - 50 cm et 3^{ème} strate : 50 - 100 cm). Le taux de recouvrement a été étudié en fonction des pratiques d'entretien des pieds de haie. Les douze pratiques d'entretien ont été suivies pour le recouvrement (mêmes pratiques que pour la hauteur de la végétation).

3.2.1. Recouvrement sur la 1^{ère} strate (0 – 20 cm)

Le lien entre le recouvrement de la végétation à la 1^{ère} strate et les différentes pratiques d'entretien a été effectué à l'aide du test statistique de Kruskal-Wallis. Le test a démontré la présence d'un lien entre les pratiques et le recouvrement (Annexe 6). Le test de Wilcoxon a permis d'identifier les pratiques significativement différentes (Figure 21) en formant des groupes homogènes.

Les valeurs moyennes de recouvrement sur la 1^{ère} strate varient entre 30% (P23) et 93% (P3).



Pratique	P23	P18	P17	P11	P7	P15	P5	P21	P4	P22	P20	P3
Mode*	MC	M,A	M,A	M	M	M	M	A	M	A	M,C	M
Fréquence	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	0,3	0,5
Période	Avr., Sep.	Juil., Sep.	Mars, Août	Nov.	Août	Juil., Nov.	Nov.	Août	Oct.	Juil.	Avr., Août	Oct.

*A – entretien par les animaux ; C – chimique ; M – mécanique.

Les **couleurs** dans les périodes d'entretien correspondent aux périodes d'impacts (rouge -forts, jaune -intermédiaires, vert – moins élevés

Les lettres (**a,b,c,d**) correspondent aux groupes homogènes (pratiques avec au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes).

Figure 21 - Recouvrement moyen de la strate 1 (0 – 20 cm) en fonction des pratiques d'entretien.

Effet du mode d'entretien :

Il n'y a pas de différence entre les entretiens par les animaux et les entretiens mécaniques sur le recouvrement dans la 1^{ère} strate. Le recouvrement est significativement plus élevé avec des entretiens chimiques (sélectif)/mécanique (P20 – 80%) qu'avec les entretiens chimiques (sur la totalité d'ourlet)/mécanique (P23 – 30%). Les pratiques combinées avec des entretiens mécanique/animaux (P17 et P18) ont le même recouvrement de la strate 1 que la pratique avec des entretiens chimique/mécanique (P23).

Effet de la fréquence d'entretien

Il n'y a pas de différence entre les entretiens effectués tous les ans et les entretiens tous les 3 ou 5 ans. Cependant ces derniers (P3 et P20) ont un taux de recouvrement (93% et 80%) significativement plus élevé que pour une fréquence 2 fois par an (P23 – 30%, P17 – 41%, P18 – 42%).

Effet de la période d'entretien

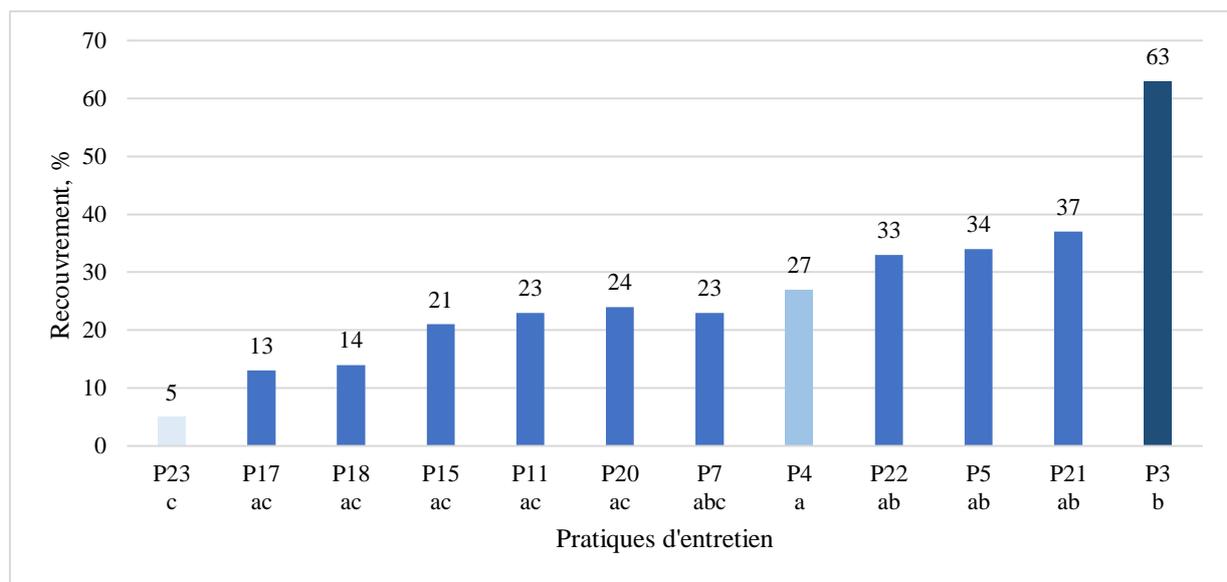
La période d'entretien influence le taux de recouvrement par le biais du temps entre le dernier entretien et le moment des observations. Les entretiens effectués à la fin d'été ou à l'automne (P22 – 74%, P3 – 93%) ont un taux de recouvrement par la végétation plus élevé que les entretiens au printemps (P23 – 30%, P17 – 41%).

Les valeurs de recouvrement sont importantes dans la strate 0-20cm car la repousse de la végétation est rapide après les entretiens. Au regard des seuils de la qualification de l'habitat, trois pratiques d'entretien conduisent à un état favorable de l'habitat dans la 1^{ère} strate (P4, P20 et P3). Les pratiques avec les valeurs proches du seuil qui caractérise un état favorable pour les

espèces sont : P5, P21, P22. Les autres pratiques d'entretien entraînent des habitats moins favorables pour les espèces (les valeurs sont en-dessous d'un seuil de 80% de recouvrement). Les pratiques les plus impactantes sur les espèces sont liées à la fréquence d'entretien (les entretiens réalisés 2 fois par an impactent plus que ceux réalisés une seule fois et tous les 2 ou 3 ans quelle que soit la période).

3.2.2. Recouvrement sur la 2^{ème} strate (20 – 50 cm)

Le test statistique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour vérifier l'hypothèse que les pratiques d'entretien ont les effets différents sur le recouvrement par la végétation sur la 2^{ème} strate. Au moins une pratique d'entretien a des valeurs significativement différentes des autres pratiques. La comparaison multiple du test de Wilcoxon a permis d'identifier les pratiques différentes pour les variables de recouvrement (Figure 22). Les valeurs de recouvrement sur la 2^{ème} strate (20-50) varient entre 5% (P23) et 63% (P3).



Pratique	P23	P17	P18	P15	P11	P20	P7	P4	P22	P5	P21	P3
Mode*	MC	M,A	M,A	M	M	M,C	M	M	A	M	A	M
Fréquence	2	2	2	2	1	0,3	1	1	1	1	1	0,5
Période	Avr., Sep.	Mars, Août	Juil., Sep.	Juil., Nov.	Nov.	Avr., Août	Août	Oct.	Juil.	Nov.	Août	Oct.

*A – entretien par les animaux ; C – chimique ; M – mécanique.

Les **couleurs** dans les périodes d'entretien correspondent aux périodes d'impacts (rouge -forts, jaune -intermédiaires, vert – moins élevés

Les lettres (a,b,c,d) correspondent aux groupes homogènes (pratiques avec au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes).

Figure 22 - Recouvrement moyen de la strate 2 (20 – 50 cm) en fonction des pratiques d'entretien.

Effet du mode d'entretien :

Les pieds de haie avec des entretiens effectués par les animaux ou mécaniquement ont le même taux de recouvrement. Ainsi aucune différence significative a été constatée entre les pratiques d'entretien combinées (P17, P18, P20, P23).

Effet de la fréquence d'entretien :

La majorité des valeurs est liée à la fréquence d'entretien. Il a été constaté une différence significative entre la pratique avec 1 entretien tous les 2 ans (P3 – 63%) et la pratique avec 1 entretien tous les 3 ans (P20 – 24%). Ces résultats sont dû au fait que la parcelle avec la pratique P20 a un sol sablonneux-caillouteux (communication personnelle de l'exploitant) et la

végétation ne se développe pas même avec des entretiens peu fréquents. L'absence d'entretien du pied de haie pendant 1 an permet à la végétation d'effectuer leur cycle naturel (germination – grenaison) sans aucun dérangement et avoir une végétation abondante l'année suivantes.

Effet de la période d'entretien

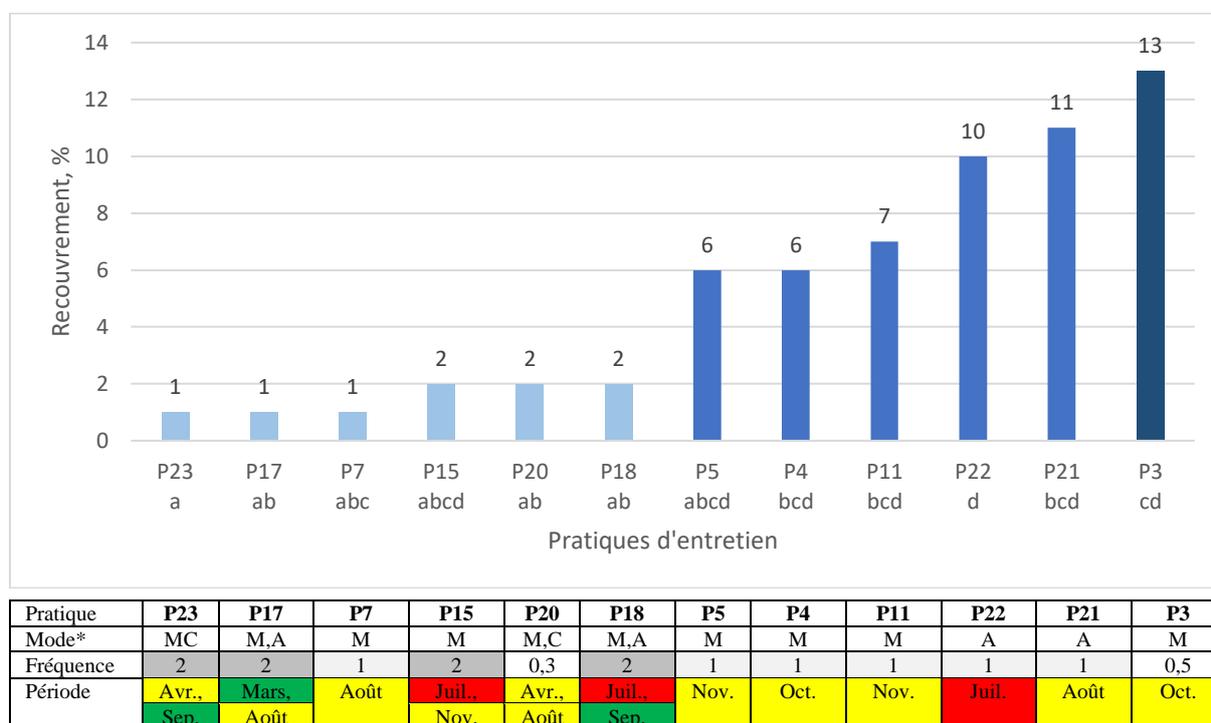
Les périodes d'entretien n'influencent pas sur le taux de recouvrement par la végétation à la strate 2.

Toutes les pratiques sauf P3 (63%) ont des résultats de recouvrement en-dessous du seuil (50 – 70% de recouvrement à la 2^{ème} strate – l'état de l'habitat favorable) et correspondent à un état de l'habitat moins favorable pour les espèces d'intérêts.

La pratique avec 1 entretien mécanique effectué au mois d'octobre avec une fréquence tous les 2 ans présente des valeurs d'impacts plus faibles. Les pratiques avec des entretiens 2 fois dans l'année laissent l'habitat en état moins favorable pour les espèces mais aussi présentent les plus forts impacts sur le cycle biologique des espèces sélectionnées.

3.2.3. Recouvrement par la végétation sur la 3^{ème} strate (50 – 100 cm)

Tous les pieds de haie suivis ont des valeurs de recouvrement de la végétation faibles (entre 1% et 13%) sur la 3^{ème} strate. Le test de Kruskal-Wallis a montré qu'au moins une pratique est différente des autres pratiques (Figure 23). La faible densité est liée aux conditions climatiques (sèche).



*A – entretien par les animaux ; C – chimique ; M – mécanique.

Les couleurs dans les périodes d'entretien correspondent aux périodes d'impacts (rouge -forts, jaune -intermédiaires, vert – moins élevés). Les lettres (a,b,c,d) correspondent aux groupes homogènes (pratiques avec au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes).

Figure 23 - Recouvrement moyen de la strate 3 (50 – 100 cm) en fonction des pratiques d'entretien.

Effet du mode d'entretien :

Les entretiens effectués par les animaux d'élevage entraînent un même taux de recouvrement à la strate 3 (50 – 100 cm) que les entretiens effectués mécaniquement. Toutes les pratiques avec les entretiens combinés ont le même effet sur le recouvrement.

Effet de la fréquence d'entretien

La pratique, avec des entretiens tous les 2 ans (P3), a le pied de haie avec un taux de recouvrement dans la strate 3 significativement plus élevé (13%) que les entretiens effectués 2 fois par an (P15 – 2%, P23 – 1%, P17 – 1%, P18 – 2%). Toutes les pratiques avec une fréquence annuelle (1f/an) ont le même effet sur le recouvrement à l'exception des 2 pratiques (P22 et P7).

Effet de la période d'entretien

Il n'y a pas de différence claire entre les périodes d'entretien. Les entretiens effectués pendant les mois d'automne ou à la fin d'été ont le même taux de recouvrement par la végétation à la strate 3.

Parmi toutes les pratiques d'entretien, aucune pratique n'atteint pas le seuil (20-30%) fixé dès le départ pour qualifier l'état de l'habitat. La pratique qui s'en rapproche le plus est P3 (13%). Pour les fréquences faibles, les pieds de haie avec la pratique P3 ont des valeurs plus élevées (13%) que la pratique P20 (2%) en lien avec la composition du pied de haie (P3 – graminées en stade de grainaison) et au type de sol (P20 – sol sablonneux-caillouteux, faible croissance de la végétation).

Les pieds de haie avec le faible recouvrement par la végétation sur la 3^{ème} strate (P23, P17, P7, P15, P20, P18) sont caractérisés par des impacts importants sur les espèces.

Les pratiques d'entretien impactent de la même façon le recouvrement de végétation dans les 3 différentes strates (Tableau 10).

Tableau 10 - Effet des pratiques d'entretien sur l'état de l'habitat selon la strate.

Pratique	Strate 1	Strate 2	Strate 3*
P3	Oui	Oui	Oui / moyen
P4	Oui / moyen	Moyen	Oui / moyen
P5	Oui / moyen	Oui / moyen	?
P7	?	?	Non / moyen
P11	Non / moyen	Non / moyen	Oui / moyen
P15	?	Non / moyen	?
P17	Non / moyen	Non / moyen	Non / moyen
P18	Non / moyen	Non / moyen	Non / moyen
P20	Oui / moyen	Non / moyen	Non / moyen
P23	Non	Non	Non
P21	Oui / moyen	Oui / moyen	Oui / moyen
P22	Oui / moyen	Oui / moyen	Oui

* - valeurs de recouvrement sur la strate 3 sont basses (valeurs max 13%).

? – valeurs ne sont pas significativement différentes entre les différentes pratiques ;

OUI – état de l'habitat est favorable pour les espèces de la faune sauvage ;

NON – état de l'habitat est défavorable pour les espèces ;

Moyen – état de l'habitat est moyen (intermédiaire entre favorable et défavorable).

Favorable – groupe avec des valeurs significativement plus élevées ;

Défavorable – groupe avec des valeurs significativement plus basses ;

Intermédiaire – groupe avec des valeurs significativement différentes entre les groupes « favorable » et le groupe « défavorable » ;

Les informations basées sur les résultats des tests statistiques (Kruskal-Wallis, Wilcoxon).

Le recouvrement de végétation est très faible sur la 3^{ème} strate (50 – 100 cm) parce que à cette hauteur se trouvent plus souvent les tiges avec des graines (ex : épis, fleurs) qui ne présentent pas une surface de recouvrement importante. Cependant, même le faible pourcentage de recouvrement sur cette strate haute (environ 10%), est favorable pour les espèces (graines, fleurs – ressources alimentaires).

Parmi les différentes pratiques, quatre pratiques d'entretien permettent d'avoir un habitat favorable pour les espèces de la faune sauvage par le biais du recouvrement de végétation sur les 3 strates.

Une pratique conduit à avoir un habitat potentiellement défavorable en raison des entretiens fréquents et de l'utilisation des produits chimiques non spécifiques (P4). Un entretien chimique au mois d'avril ne permet pas d'avoir une végétation dense à la hauteur de 20 cm, pour le mois de juin/juillet (moment d'observation).

3.3. Composition du pied de haie en fonction des pratiques d'entretien

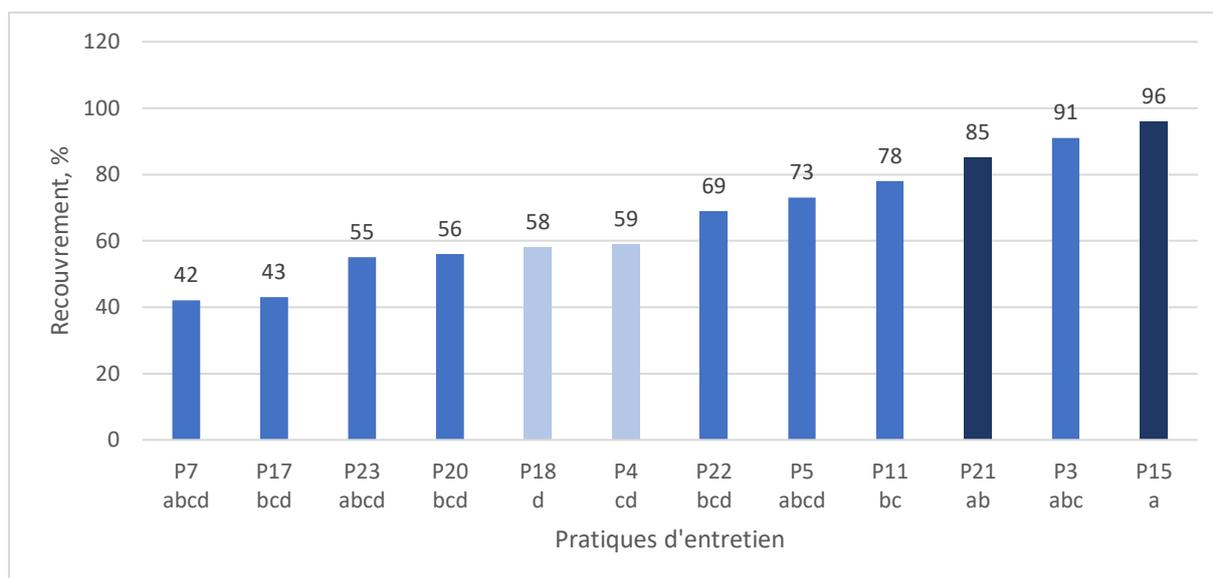
Le dernier aspect étudié pour déterminer la qualité de l'habitat est la composition des pieds de haie. Les pieds de haie contenant des plantes ligneuses (ex. ronce, prunelier) fournissent un refuge pour les espèces mais peuvent aussi être riches en ressources alimentaires (pollen pour les pollinisateurs, baies pour les oiseaux). Cependant, la présence des plantes ligneuses dans le pied de haie présente un risque d'envahissement et d'élargissement de la haie en supprimant la partie herbacée du pied de haie (ourlet) en l'absence d'entretien. Les pieds de haie contenant des graminées (ex. féтуque, dactyle, ray-grass) fournissent une diversité de pollen pour les pollinisateurs, des graines pour les oiseaux (surtout pour les poussins et les carabes) et assurent l'alimentation des herbivores (Lapin de garennes). Les pieds de haie avec des dicotylédones (Torilis, plantain, liseron des champs, trèfle, laitern, chardon etc.) fournissent des ressources alimentaires pour les pollinisateurs au stade floraison et puis des graines pour les oiseaux. Les résultats sur la composition des pieds de haie sont présentés en 2 parties en fonction des différents groupes de plantes : herbacés (graminées et dicotylédones) et ligneux. Toutes les observations ont été effectuées dans les mêmes linéaires du pied de haie que les observations sur la hauteur et le recouvrement de la végétation.

3.3.1. Composition en plantes herbacées en fonction des pratiques

a. *Composition en graminées*

Le lien entre la composition des pieds de haie en graminées et les pratiques d'entretien a été vérifié à l'aide du test statistique de Kruskal-Wallis. Les différentes pratiques n'ont pas les mêmes effets sur la présence des plantes graminées dans les pieds de haie. Le test suivant (Wilcoxon) a permis d'identifier les pratiques avec les mêmes effets sur la présence des graminées et les pratiques qui sont différentes (Figure 24).

Tous les pieds de haie contiennent des graminées. Les valeurs de recouvrement en graminées varient entre 42% et 92%.



Pratique	P7	P17	P23	P20	P18	P4	P22	P5	P11	P21	P3	P15
Mode*	M	M,A	MC	M,C	M,A	M	A	M	M	A	M	M
Fréquence	1	2	2	0,3	2	1	1	1	1	1	0,5	2
Période	Août	Mars, Août	Avr., Sep.	Avr., Août	Juil., Sep.	Oct.	Juil.	Nov.	Nov.	Août	Oct.	Juil., Nov.

*A – entretien par les animaux ; C – chimique ; M – mécanique.

Les **couleurs** dans les périodes d'entretien correspondent aux périodes d'impacts (rouge -forts, jaune -intermédiaires, vert – moins élevés

Les lettres (**a,b,c,d**) correspondent aux groupes homogènes (pratiques avec au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes).

Figure 24 - Recouvrement au sol par les plantes graminées en fonction des pratiques d'entretien.

Effet du mode d'entretien

Les modes d'entretiens n'impactent pas la présence des graminées dans les pieds de haie.

Effet de la fréquence d'entretien

Les entretiens plus fréquents favorisent le développement des graminées car les graminées supportent mieux les entretiens réguliers et reprennent leur croissance plus vite que d'autres plantes qui s'avèrent moins compétitives.

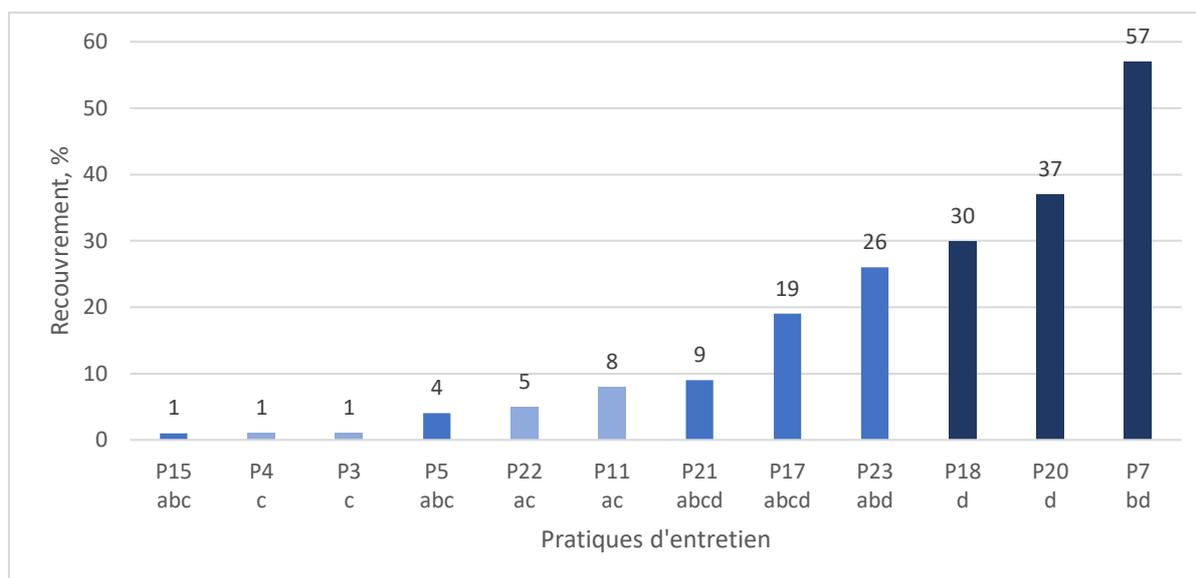
Effet de la période d'entretien

La période d'entretien des pieds de haie impacte peu la composition en graminées.

La pratique P15 (entretiens mécaniques 2 fois par an) et P21 (1 entretien par les animaux) ont significativement plus de graminées dans le pied de haie que les pratiques P4 (1 entretien mécanique) et P18 (entretien combiné – mécanique et puis par les animaux). Les pieds de haie avec des pratiques d'entretien pendant les périodes avec des forts impacts sur les espèces (en juillet) ont différents taux de recouvrement par les graminées.

b. Composition en dicotylédones

Les valeurs de recouvrement par les dicotylédones varient entre 1% et 57%. Les tests statistiques ont été appliqués pour vérifier la présence de différence significative entre les valeurs. Le test de Kruskal Wallis a confirmé une présence au moins d'une moyenne qui est différente des autres (Figure 25).



Pratique	P15	P4	P3	P5	P22	P11	P21	P17	P23	P18	P20	P7
Mode*	M	M	M	M	A	M	A	M,A	MC	M,A	M,C	M
Fréquence	2	1	0,5	1	1	1	1	2	2	2	0,3	1
Période	Juil., Nov.	Oct.	Oct.	Nov.	Juil.	Nov.	Août	Mars, Août	Avr., Sep.	Juil., Sep.	Avr., Août	Août

*A – entretien par les animaux ; C – chimique ; M – mécanique.

Les **couleurs** dans les périodes d'entretien correspondent aux périodes d'impacts (rouge -forts, jaune -intermédiaires, vert – moins élevés)
Les lettres (**a,b,c,d**) correspondent aux groupes homogènes (pratiques avec au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes).

Figure 25 - Recouvrement au sol par les plantes dicotylédones en fonction des pratiques d'entretien.

Effet du mode d'entretien

Il y a plus de dicotylédones dans les entretiens mécaniques ou par les animaux des pieds de haie couverts que dans la pratique combinée (mécanique/animaux ou mécanique/chimique – sélectif).

Effet de la fréquence d'entretien

Les entretiens effectués avec une fréquence tous les 3 ans ont des pieds de haie plus riches en dicotylédones que les pieds de haie avec les entretiens annuels. Il n'y a aucune différence significative entre les entretiens annuels et tous les 2 ans (sauf P18).

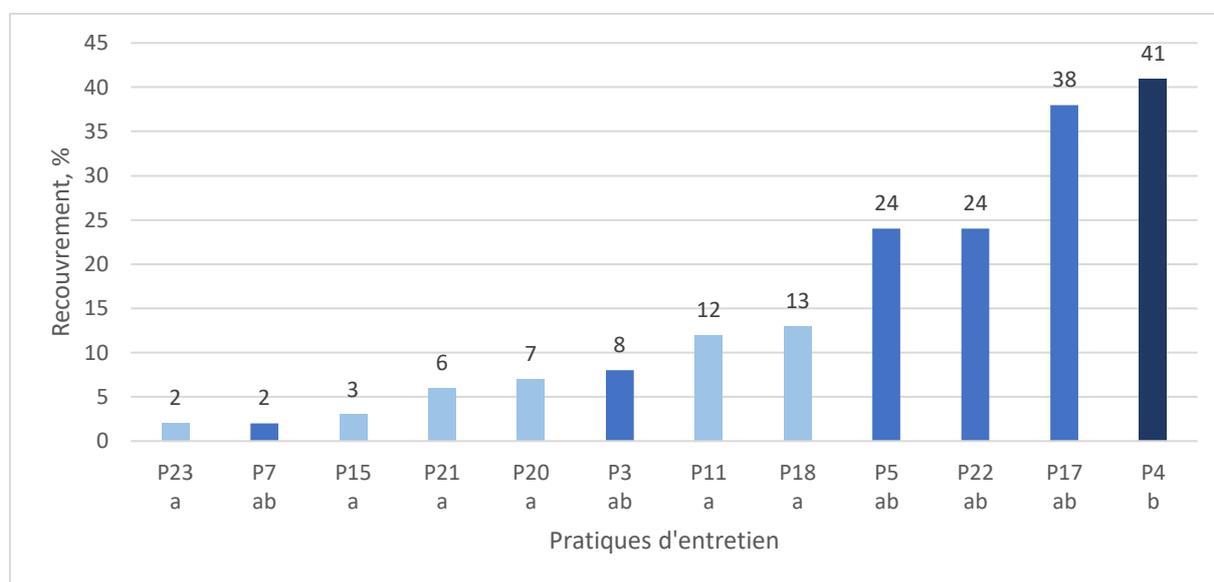
Effet de la période d'entretien

Les pieds de haie avec des entretiens au printemps (Avril) sont plus riches en dicotylédones que les pieds de haie avec les entretiens effectués à l'automne.

Les entretiens du pied de haie effectués pendant les périodes avec des forts impacts sur les espèces (juillet) ont des faibles valeurs de recouvrement par les dicotylédones (P15 – 1%, P22 – 5%) sauf le pied de haie avec la pratique P18 (30%). Les entretiens effectués pendant les périodes avec des impacts moins élevés (mars, septembre) ont les valeurs de recouvrement moyennes (P17 – 19%, P23 – 26%, P18 – 30%). La situation avec des entretiens pendant les périodes d'impacts intermédiaires n'est pas homogène pour le recouvrement en dicotylédones.

3.3.2. Composition en plantes ligneuses

Les valeurs de recouvrement des pieds de haie en fonction des pratiques d'entretien varient entre 2% et 41%. Les résultats obtenus ne montrent pas une tendance claire en fonction des différents critères : mode d'entretien, période et fréquence d'entretien. Les plus hautes valeurs sont observées dans les pieds de haie avec la pratique P17 (38%) et la pratique P4 (41%)(Figure 26).



Pratique	P23	P7	P15	P21	P20	P3	P11	P18	P5	P22	P17	P4
Mode*	MC	M	M	A	M,C	M	M	M,A	M	A	M,A	M
Fréquence	2	1	2	1	0,3	0,5	1	2	1	1	2	1
Période	Avr., Sep.	Août	Juil., Nov.	Août	Avr., Août	Oct.	Nov.	Juil., Sep.	Nov.	Juil.	Mars, Août	Oct.

*A – entretien par les animaux ; C – chimique ; M – mécanique.

Les **couleurs** dans les périodes d'entretien correspondent aux périodes d'impacts (rouge -forts, jaune -intermédiaires, vert – moins élevés
Les lettres (**a,b,c,d**) correspondent aux groupes homogènes (pratiques avec au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes).

Figure 26 - Recouvrement au sol par les plantes ligneuses en fonction des pratiques d'entretien.

Le pied de haie (ourlet) qui correspond à la pratique P4 contient des ronces et des pruneliers. La composition des pieds de haie dépend des entretiens des haies qui peuvent influencer cette composition (ex : une haie haute peut diminuer la présence des ronces dans le pied de haie).

3.4. Synthèse de l'état des pieds de haies suivis des pratiques

Le tableau 11 récapitule les différents éléments qui permettent de qualifier le pied de haie sur la qualité de l'habitat et sur les traits biologiques des espèces sélectionnées.

Tableau 11 - Qualité de l'habitat (composition, hauteur de la végétation, densité/recouvrement par la végétation sur 2ères strates) et nombre d'impacts sur les espèces en fonction des pratiques d'entretien.

Pratique	Composition	Qualité de l'habitat*	Nombre d'impacts / an	Période d'entretiens en fonction des impacts	
P3	Graminées/lineuses	Favorable	38**	Inter.	
P4	Lineuses	Moyenne / favorable	76	Inter.	
P5	?	Moyenne / favorable	65	Inter.	
P7	?	?	77	Inter.	
P11	Graminées/dicotylédones	Moyenne	65	Inter.	
P15	Graminées	Moyenne / défavorable	161	Forts	Inter.
P17	?	Moyenne / défavorable	127	M. élevés	Inter.
P18	Dicotylédones	Moyenne / défavorable	152	Forts	M. élevés
P20	Dicotylédones	Moyenne	50***	Inter.	Inter.
P21	?	Moyenne / favorable	77	Inter.	
P22	?	Moyenne / favorable	96	Forts	
P23	?	Défavorable	130	Inter	M. élevés

Pratique	P3	P4	P5	P7	P11	P15	P17	P18	P20	P21	P22	P23
Mode****	M	M	M	M	M	M	M,A	M,A	M,C	A	A	M,C
Fréquence	0,5	1	1	1	1	2	2	2	0,3	1	1	2
Période	Oct.	Oct.	Nov.	Août	Nov.	Juil., Nov.	Mars, Août	Juil., Sep.	Avr., Août	Août	Juil.	Avr., Sep

« ? » – effet n'est pas différent sur les variables étudiées ;

* - **qualité de l'habitat** :

- **Favorable** (défavorable, moyenne) – tous les composants (hauteur, recouvrement sur 3 strates) de l'habitat sont favorables (défavorable, moyennes) ;
Qualité des éléments de l'habitat (hauteur, recouvrement sur 3 strates) :
- **Favorable** – groupe avec des valeurs significativement plus élevées ;
- **Défavorable** – groupe avec des valeurs significativement plus basses ;
- **Intermédiaire** – groupe avec des valeurs significativement différentes entre les groupes « favorable » et le groupe « défavorable » ;

Les informations sont basées sur les tests statistiques (Annexe 9- composition ; Annexe 10- composant de la qualité de l'habitat) ;

** - nombre d'impacts divisé par 2 (un entretien tous les 2 ans) ;

*** - nombre d'impacts divisé par 3 (un entretien tous les 3 ans) ;

**** - A – entretien par les animaux ; C – chimique ; M – mécanique.

Période d'entretiens avec les impacts : **forts, intermédiaires et moins élevés** (paragraphe 1.1) ;

Nombre d'impact : les impacts sur les espèces sélectionnées en fonction de la période et de la fréquence d'entretien (paragraphe 1.1).

Pour l'ensembles des critères qui qualifient l'habitat et les impacts sur les espèces, trois situations se dégagent. :

- Situations plutôt favorables : P3 et P20 ;
- Situations intermédiaires : P3, P4, P5, P11, P20, P21, P22

Situations plutôt défavorables le oranges et rouges.

La pratique (P3) avec 1 entretien mécanique au mois d'octobre et avec une fréquence tous les 2 ans conduit à un habitat de bonne qualité pour les espèces de la faune sauvage.

Les pratiques suivantes permettent d'avoir un habitat acceptable (qualité moyenne) pour les espèces de la faune sauvage : P3, P4, P5, P11, P20, P21, P22.

La pratique (P23), avec différents modes d'entretien (chimique en avril et mécanique en octobre) effectuée tous les ans, influence fortement la qualité de l'habitat. Cette pratique conduit à un habitat défavorable et inutilisable pour les espèces. D'autres pratiques permettent d'avoir les habitats entre moyenne et mauvaise qualité : P15, P17 et P18.

Les pratiques P3 et P20 n'impactent moins les espèces sélectionnées que les autres pratiques. Ce constat est dû à la fréquence d'entretien : tous les 2 ans (P3) et tous les 3 ans (P20). Ces conditions permettent aux espèces d'effectuer un cycle biologique complet sans

aucun dérangement par les entretiens, au moins pendant 1 an. Cependant, l'année d'entretien de ces pratiques présente un impact ne pas négligeable pour les espèces.

L'utilisation de certaines pratiques telles que P15, P17, P18, P22 et P23 entraîne des impacts importants sur les espèces sélectionnées de la faune sauvage. Les forts impacts ont dûs à la fréquence d'entretien (intervention 2 fois dans l'année) et la période d'entretiens (majorité pendant la période de reproduction des espèces).

Les pieds de haie entretenus mécaniquement, au mois d'octobre/novembre, ou entretenus par les animaux d'élevage (mise au pâturage au mois d'août) permettent d'avoir les habitats favorables pour les espèces ainsi que d'avoir le nombre d'impacts moins élevé sur ces espèces à conditions que ces entretiens effectués 1 ou 2 fois par an. Les entretiens tous les 2 ans peuvent avoir des impacts importants pendant l'année d'entretien. Ces informations correspondent aux pratiques suivantes : P3, P5, P11, P21. Cependant, une pratique (P3) avec des entretiens moins fréquents (2 fois par an) peut présenter un risque de développement des plantes ligneuses dans le pied de haie et entraîner l'élargissement de la haie sur le long terme. Les pieds de haie qui sont composés de la végétation diversifiée (P11 – graminées / dicotylédones et P3 – graminées / ligneuses) fournissent également les ressources alimentaires plus intéressantes pouvant convenir à de plus espèces.

Conclusion

Les travaux menés en 2017 et 2018 sur le pied de haie ont permis successivement de le définir, de créer une typologie, de cerner les pratiques d'entretien qui lui sont appliquées par les exploitants agricoles ainsi que leurs conséquences sur la faune sauvage et ses habitats. La troisième année a consisté à rechercher des solutions alternatives destinées à mieux prendre en compte la biodiversité, basées sur des mesures et des essais menés au champ, c'est l'objet de ce mémoire.

On retient que l'entretien du pied de haie est nécessaire afin d'éviter la prolifération d'espèces adventices, permettre le fonctionnement des clôtures pour la contention des animaux d'élevage et contenir l'expansion des végétaux ligneux composant la haie. Cet entretien est mécanisé, relativement aux linéaires importants que possèdent les exploitations. L'entretien est réalisé à plusieurs périodes de l'année, avec différentes fréquences et à l'aide d'outils mécaniques divers voire de produits phytosanitaires. L'ensemble de ces pratiques ont des conséquences sur la faune et la flore sauvage susceptibles par ailleurs de contribuer à la fonction de production de la parcelle en tant qu'auxiliaires des cultures par exemple.

Le travail mené a consisté à analyser successivement différentes variables caractéristiques des pratiques d'entretien ; le but étant de déterminer celles qui, en se substituant à celles actuellement pratiquées, permettraient d'obtenir des gains en matière de conservation de la faune sauvage et de ses habitats. La méthode de calcul est basée sur les impacts des pratiques d'entretien sur différents traits biologiques des espèces ou groupes d'espèces de faunes retenues lors de la deuxième année de travail.

Le travail de cette année a été influencé par l'impossibilité de mettre en place des mesures sur les parcelles suffisamment tôt dans la saison (épisode de confinement dû à la COVID) mais également par la sécheresse inhabituelle constatée tout au long de la période des mesures menées notamment pour caractériser la végétation.

Toutefois, nous avons mis en évidence que des modifications relatives à la période de mise en œuvre de la pratique d'entretien, à sa fréquence voire à la technique ou à l'outil utilisé peuvent manifestement permettre de diminuer les impacts directs sur la faune ou sur ses habitats.

Le cas des clôtures électriques est particulièrement intéressant à ce sujet puisque la seule observation plus stricte de la mise en œuvre du matériel peut permettre de diminuer le nombre de passages mécanisés, générer un gain de temps pour l'exploitant avec un coût financier à l'équilibre. Des gains en matière d'auxiliaires des cultures sont aussi possible si l'on considère certains changements de pratiques permettant à la flore du pied de haie de mieux s'exprimer et ainsi être potentiellement plus accueillante pour certaines espèces animales.

Il est donc possible, à l'issue de ce travail, de formaliser un conseil agricole à l'attention des exploitants, relatif à leur pratique d'entretien des pieds de haies qui conjuguerait mieux maîtrise du développement de la végétation et conservation de la faune sauvage.

En matière de perspectives, il est possible d'envisager de consolider ces résultats en prenant en compte le faible nombre d'exploitations participantes à ce travail ainsi que la nécessaire répétition des conditions d'expérimentation ou de mesure. Toutefois, le cadre est posé avec de premiers résultats obtenus. Il prend en compte différentes pratiques, différentes situations et productions ainsi que de premiers critères sociaux-économiques. Les solutions proposées pour améliorer les pratiques d'entretien pourraient venir compléter, pour les situations de bocage, celles déjà conseillées pour les bords de champs ouverts et céréalier au plan national via les documents élaborés par le Groupe technique Agrifaune « Bords de champ ».

Références bibliographiques

- Alcouffe S., 2004. La diffusion et l'adoption des innovations managériales en comptabilité et contrôle de gestion : le cas de l'ABC en France. Science de gestion. Thèse de Doctorat de l'école des Hautes Etudes Commerciales de Paris (HEC), 220 p. Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00475378/document>
- Alignier A., 2018. Two decades of change in a field margin vegetation metacommunity as a result of field margin structure and management practice changes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 251, 1-10.
- Alignier A. et Baudry J., 2015. Changes in management practices over time explain most variation in vegetation of field margins in Brittany, France. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 164-172.
- Arnold G.W., 1983. The influence of ditch and hedgerow structure, length of hedgerow, and area of woodland and garden on bird numbers on farmland. *J. appl. Ecol.*, 20, 731-750.
- Antoine A. et Marguerie D., 2007. Bocage et sociétés. Presse universitaire de Rennes. Rennes, France. 51-61.
- Askew N.P., Searle J.B., Moore N.P., 2007. Agri environment schemes and foraging barn owls *Tyto alba*. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 118, 109-114.
- Baudry J., Bunce R.G.H., Burel F., 2000. Hedgerows : An international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management*, 60 (1), 7-22.
- Baudry J. et Jouin A., 2003. De la haie aux bocages : Organisation, dynamique et gestion. Paris, France, Éditions INRA (Coll. « Espaces ruraux »). 435 p.
- Bell J.R., Johnson P.J., Hambler C., Haughton A.J., Smith H., Feber R.E., Tattersall F.H., Hart B.H., Manley W., Macdonald D.W., 2002. Manipulating the abundance of *Lepthyphantes tenuis* (Araneae: Linyphiidae) by field margin management *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93, 295-304.
- Bernard J.L., Havet P., Fort M., 2007. Productions végétales, pratiques agricoles et faune sauvage. Paris, France, Sign'up. ACTA, UIPP, ONCFS. 251 p.
- Bhattacharjee A., 2001. Understanding information systems continuance : an expectation confirmation model. *MIS Quarterly*, 25(3), 351-370.
- Bobillier-Chaumon M.E. et Dubois M., 2009. L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelle articulation possible entre acceptabilité et acceptation ? Dans : *Travail Humain. L'acceptabilité des technologies : Bilans et nouvelles perspectives*, 72(4), Paris. 355-382.
- Choi H., Kim Y. et Kim J., 2011. Driving factors of post adoption behavior in mobile data services. *Journal of Business Research*, 64(11), 1212-1217.
- Cooper C.M., Moore M.T., Bennett E. R., Smith S., Farris J.L., Mllam C.D., Shields F.D., 2004. Innovative uses of vegetated drainage ditches for reducing agricultural runoff *Water Sci. Technol.*, 49, 117-123.
- Cordeau S., Petit S., Reboud X., Chauvel B., 2012. The impact of sown grass strips on the spatial distribution of weed species in adjacent boundaries and arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 155, 35-40.
- Curry J.P., 1994. Grassland Invertebrates. Chapman and Hall, London. 438 p.
- DDT, 2019. Haies – arrachage et entretien [en ligne]. Disponible sur : <http://www.saone-et-loire.gouv.fr/haies-arrachage-et-entretien-a9706.html>. Consulté le 20 mars 2020.
- De Snoo G.R., Van der Poll R.J., 1999. Effect of herbicide drift on adjacent boundary vegetation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 73, 1-6.
- Desmaris A., 2017. Pied de haie. Définition, diagnostic et typologie. Rapport de fin d'étude. Agro Campus Ouest. 79 p.

- Devereux C.L., Vickery J.A., Fernandez-Juricic E., Krebs J.R., Whittingham M., 2006. Does sward density affect prey availability for grassland birds? *Agriculture Ecosystems and Environment*, 117, 57-62.
- Evans K., 2004. A review of the potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. *Ibis*, 146, 1-13.
- Feber R.E., Smith H. et Macdonald D.W., 1994. The effects of field margin restoration on the meadow brown butterfly (*Maniola jurtina*). *British Crop Protection Council Monographs*, 58, 295-300.
- Fédération départementale des chasseurs de la Saône et Loire, 2020. Partage et Vie des territoires [en ligne] Disponible sur : <https://www.chasse-nature-71.fr/presentation/>. Consulté le 10 avril 2020.
- Fédération Nationale des Chasseurs, 2020. Promouvoir la chasse, défendre la ruralité et préserver la biodiversité [en ligne]. Disponible sur : <https://www.chasseurdefrance.com/>. Consulté le 10 avril 2020.
- Fussell M., Corbet S.A., 1992. Flower usage by bumblebees: a basis for forage plant management. *Journal of Applied Ecology*, 29, 451-465.
- Hart J.D., Milsom T.P., Fisher G., Wilkins V., Moreby S.J., Murray A.W.A., Robertson P.A., 2006. The relationship between yellowhammer breeding performance, arthropod abundance and insecticide applications on arable farmland. *Journal of Applied Ecology*, 43(1), 81-91.
- Haughton A.J., Bell J.R., Boatman N.D., Wilcox A., 2001. The effect of the herbicide glyphosate on non-target spiders. Part II. Indirect effects on *Lepthyphantes tenuis* in field margins. *Pest Management Science*, 57, 1037-1042.
- Henderson I.G., Cooper J., Fuller R.J., Vickery J.A., 2000. The summer abundance and distribution of birds on set-aside and neighbouring crops on arable farms in England. *Journal of Applied Ecology*, 37, 335-347.
- Henderson I.G., Morris A.J., Westbury D.B., Woodcock B.A., Potts S.G., Ramsay A., Coombes R., 2007. Effects of field margin management on bird distributions around cereal fields. *Aspects of Applied Biology*, 81, 53-60.
- Holland J., Fahrig L., 2000. Effect of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape-scale analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 78, 115-122.
- Hommes et Territoires et DREAL Centre, 2011. Gestion des dépendances routières et bordures de champs à l'échelle de la Région Centre, dans le cadre du Grenelle de l'environnement et de la Trame verte et bleue, 79 p.
- IPBES, 2019. Communiqué de presse : Le dangereux déclin de la nature : Un taux d'extinction des espèces « sans précédent » et qui s'accélère [en ligne]. Disponible sur : <https://ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment-Fr>. Consulté le 20 avril 2020.
- Kröger R., Holland M.M., Moore M.T., Cooper C.M., 2007. Hydrological variability and agricultural drainage ditch inorganic nitrogen reduction capacity. *Journal of Environmental Quality*, 36, 1646-1652.
- Lapointe L., 1999. L'adoption de systèmes d'informations cliniques par les médecins et les infirmières : Une étude des variables individuelles, sociopolitiques et organisationnelles. Thèse de doctorat, Ecole des HEC, Université de Montréal, 423 p. Disponible sur : https://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk1/tape7/PQDD_0035/NQ65342.pdf
- Larry, L.C. et Michael, J.O., 1978. Organizational Innovation: A Model and needed research. *Journal of Business Research*, 6(1), p. 33-50.
- Lavignotte E., 2019. L'urgence écologique. Paris, France, Cahiers français, 414, 18-27.

- Le cœur D., Baudry J., Burel F., Thenail C., 2002. Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89, 23-40.
- Lecq S., Loisel A., Brischoux F., Mullin S.J., Bonnet X., 2017. Importance of ground refuges for the biodiversity in agricultural hedgerows. *Ecological Indicators*, 72, 615-626.
- Follain S., Walter C., Legout A., Lemerrier B., Dutin G., 2007. Effets induits des réseaux de haies sur le stockage du carbone organique du sol dans un paysage agricole. *Geoderma* 142 (1-2), 80-95.
- Lee I., Choi B., Kim J. et Hong S.J., 2007. Culture-Technology Fit: Effects of Cultural Characteristics on the Post-Adoption Beliefs of Mobile Internet Users. *International Journal of Electronic Commerce*, 11(4), 11–51.
- Lévêque A., Bensettiti F., Puissauve R., 2014. Biodiversité rare ou menacée : 22% des habitats et 28% des espèces dans un état favorable. *Le point sur*, CGDD, Service de l'observation et des statistiques, n° 196, 1-4.
- Liarge F., 2006. Les haies rurales. Rôle-crétion-entretien. 1^{ère} éd. Paris, France Agricole, 320 p.
- Liarge F., 2018. Les haies rurales. 2^{ème} éd. Paris, France, France agricole. 314 p.
- MAAF, MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORET. **Arrêté du 24 avril 2015 relatif aux règles de bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE). Journal officiel n°0106 du 7 mai 2015, texte n°24, page 7843).**
- Macdonald D.W., Hart B.J., Tattersall F.H., Johnson P.J., Manley W.J., Feber R.E., 1998. The effects of shape, location and management of set-aside on invertebrates and small mammals. Report to MAFF. London.
- Macdonald, D.W., Feber, R.E., Tattersall, F.H. & Johnson, P.J., 2000. Ecological experiments in farmland conservation. Ecological Consequences of Habitat Heterogeneity. Ed. M. Hutchings, Blackwell Science, Oxford, UK, 357-378.
- Marshall E.J.P., Nowakowski M., 1995. Successional changes in the flora of a sown field margin strip managed by cutting and herbicide application. Weeds. Brighton Crop Protection Conference, British Crop Protection Council, Farnham, Surrey, 973-978.
- Marshall E.J.P., West T.M., Kleijn D., 2006. Impacts of an agri-environment field margin prescription on the flora and fauna of arable farmland in different landscapes, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113, 36-44.
- MEDD, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE. **Arrêté du 4 décembre 2003 portant modèle de statuts de la Fédération nationale des chasseurs. Journal officiel n°281 du 5 décembre 2003, texte n° 15 , page 20802.**
- Mezias, S.J. et Glynn, M.A., 1993. The three faces of corporate renewal: institution, revolution, and evolution. *Strategic Management Journal*, 14(2), p.77-101.
- Moreby S.J., 2002. Permanent and temporary linear habitats as food resources for the young of farmland birds. D. Chamberlain, A. Wilson (Eds.). *Avian Landscape Ecology*, 327-332.
- Morris M.G., 1979. Responses of grassland invertebrates to management by cutting. II. Heteroptera *Journal of Applied Ecology*, 16, 417-432.
- Morris M.G., 2000. The effects of structure and its dynamics on the ecology and conservation of arthropods in British grasslands. *Biological Conservation*, 95, 129-142.
- MTES, MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, 2018. Biodiversité – Les chiffres clés – Edition 2018. Paris: SDES, AFB, ONB. 92 p.
- Nielsen J., 1994. Usability Engineering, Ed. AP Professional, Cambridge. 362 p.
- OCDE, 1997. Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique. La mesure des activités scientifiques et technologiques.

Manuel d'Oslo. Eurostat, 102 p. Disponible sur : <https://www.oecd.org/fr/sti/inno/2367523.pdf>

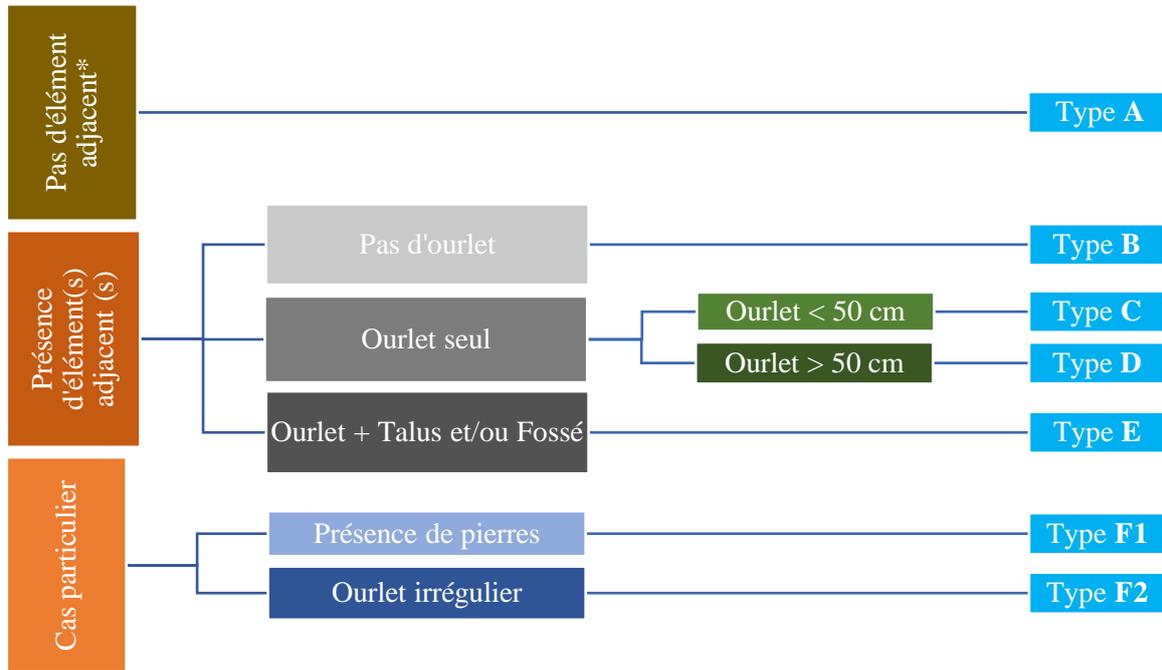
- Perkins A.J., Whittingham M.J., Bradbury R.B., Wilson J.D., Morris A.J., Barnett P.R., 2000. Habitat characteristics affecting use of lowland agricultural grasslands by birds in winter. *Biological Conservation*, 95, 279-294.
- Perkins A.J., Whittingham M.J., Morris A.J., Bradbury R.B., 2002. Use of field margins by foraging yellowhammers *Emberiza citrinella*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93, 413-420.
- Peyrton T., 2011. Evaluation de l'impact des mesures agro-environnementales sur le bocage en Saône-et-Loire. Evolution de la typologie des haies. *Rev. Sci. Bourgogne-Nature*, 14, 120-125.
- Pointereau P., 2001. Evolution du linéaire de haies en France durant ces 40 dernières années : l'apport et les limites des données statistiques. Toulouse Solagro, 7 p.
- Pointereau P., Coulon F., Fleutiaux C., 2007. Pertinence des infrastructures agroécologiques au sein d'un territoire dans le cadre de la Politique agricole commune. N° 6000121. Toulouse, France, SOLAGRO. 151 p.
- SCEES, Service central des enquêtes et études statistiques, 2004. L'utilisation du territoire en 2004. Nouvelles séries de 1991 à 2003, Agreste – Agriculture.
- Pollard E., Hooper M.D., Moore N.W., 1974. Hedges. London, W. Collins and Sons. 256 p.
- Rogers E.M., 1962. Diffusion of innovation. 3^{ème} éd., New York, USA: The free press. 453 p.
- Rogers, E.M. et Shoemaker, F.F., 1971. Communication of Innovation: a cross-cultural approach. 2^{ème} éd. The Free Press, New York. 476 p.
- Schippers P., Joenje W., 2002. Modelling the effect of fertiliser, mowing, disturbance and width on the biodiversity of plant communities of field boundaries. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93, 351-365.
- Southwood T.R.E., Van Emden H.F., 1967. A comparison of the fauna of cut and uncut grasslands. *Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie*, 60, 188-198.
- SFPEM et OFB, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France. Mammifères de France métropolitaine, UICN France, 16 p.
- Stevens D.K., Donald P.F., Evans A.D., Buckingham D.L., Evans J., 2002. Territory distribution and foraging patterns of ciril buntings (*Emberiza cirilus*) breeding in the UK. *Biological Conservation*, 107, 307-313.
- Stoate C., Boatman N.D., 2002. Ecological and agricultural benefits of linear grassland features within arable systems. Chamberlain D., AWilson A. (Eds.), *Avian Landscape Ecology: Pure and Applied Issues in the Large-Scale Ecology of Birds*. Proceedings of 11th IALE Conference, 191-194.
- Tew T.E., Macdonald D.W., 1993. The effects of harvest on arable wood mice. *Biological Conservation*, 65, 279-283.
- Van Vooren L., Reubens B. Broekx S., De Frenne P., Nelissen V., Pardon P., Verheyen K., 2017. Ecosystem service delivery of agri-environment measures: A synthesis for hedgerows and grass strips on arable land. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (244), 32-51.
- Vickery J.A., Tallowin J.T., Feber R.E., Asteraki E.J., Atkinson P.W., Fuller R.J., Brown V.K., 2001. The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *Journal of Applied Ecology*, 38, 647-664.
- Vymazal J., Březinová T.D., 2018. Removal of nutrients, organics and suspended solids in vegetated agricultural drainage ditch. *Ecological Engineering*, 118, 97-103.
- Wang T., Zhu B., Zhou M.H., 2019. Ecological ditch system for nutrient removal of rural domestic sewage in the hilly area of the central Sichuan Basin China. *J. Hydrol.*, 570, 839-849.

- Whittingham M.J., Markland H.M., 2002. The influence of substrate on the functional response of an avian granivore and its implications for farmland bird conservation. *Behavioural Ecology*, 130, 637-644.
- Wolfe R., 1994. Organizational Innovation: Review, Critique and Suggested Research Directions. *Journal of Management Studies*, 31(3), 405-431.
- Woodcock B.A., Potts S.G., Pilgrim E., Ramsay A.J., Tscheulin T., Parkinson A., Smoth R.E.N., Gundrey A.L., Brown V. K., Tallowin J.R., 2007. The potential of grass field margin management for enhancing beetle diversity in intensive livestock systems *Journal of Applied Ecology*, 44, 60-69.

Annexes

Annexe 1

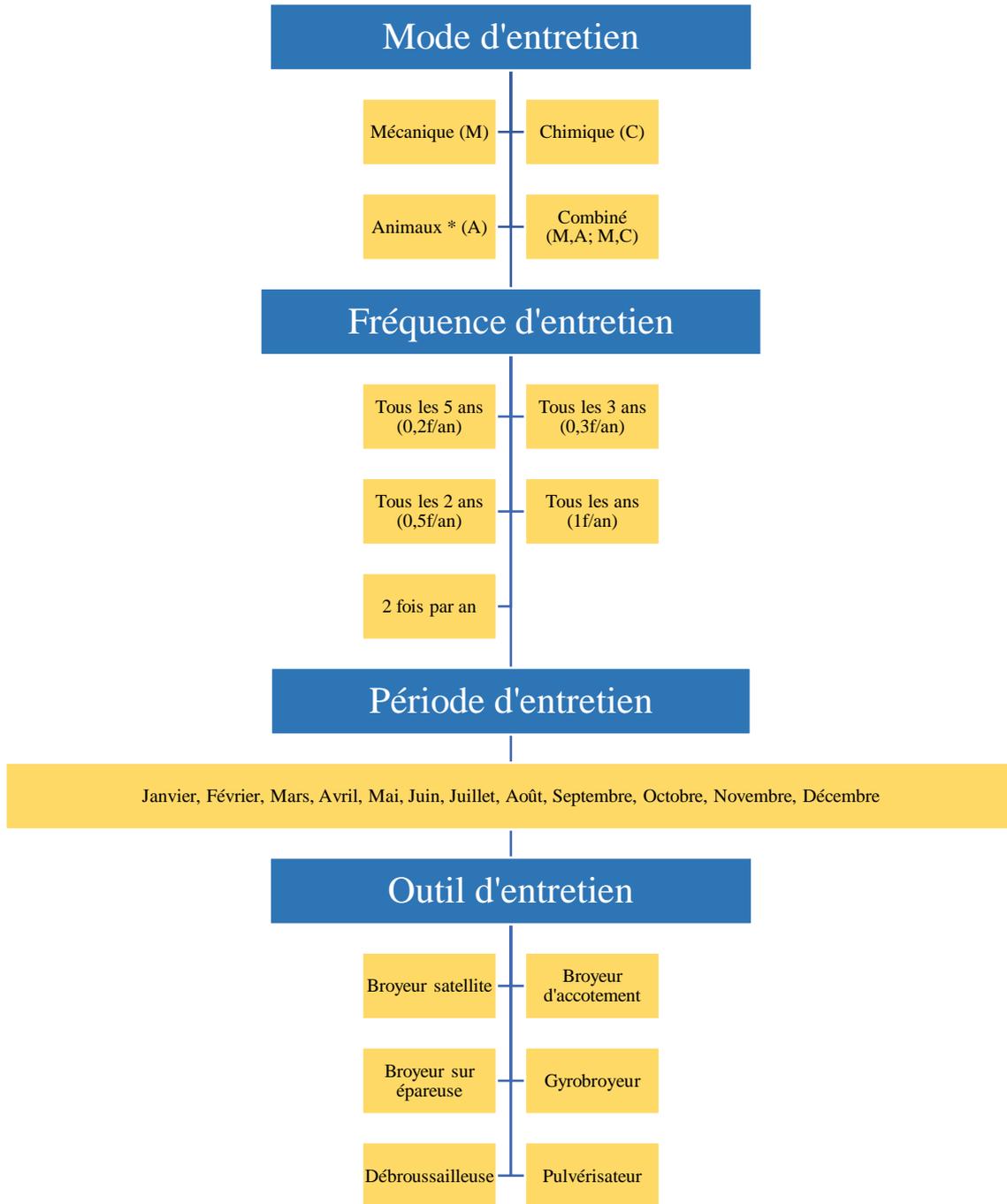
Figure - Typologie du pied de haie (Desmaris, 2017)



* - Fossé, Talus, Ourlet herbacé

Annexe 2

Figure - Typologie des pratiques d'entretien du pied de haie



* - entretien effectué par les animaux d'élevage (bovins, ovins) dans les parcelles avec la clôture électrique écartée ou déportée (la présence de la quelle permet d'avoir un ourlet – partie herbacée du pied de haie) ; les animaux entretiennent le pied de haie sous la clôture (hauteur du fil à 1m).

Annexe 3.
Tableau – Modalités suivies

N° Agriculteur	N° Parcelle	Pratique	Mode d'entretien	Fréquence d'entretien, fois/an	Période d'entretien	Changement	Mode	Fréquence d'entretien, fois/an	Période	Suivi
1	1	P4	Mécanique	1	Octobre	Non				oui
1	1 m*	P10	Mécanique	1	Octobre	Oui			Janvier	non
2	1	P7	Mécanique	1	Août	Non				oui
2	2	P22	Animaux	1	Juillet	Non				oui
3	1	P3	Mécanique	1	Octobre	Oui		0,5		oui
3	2	P6	Mécanique	1	Juillet	Non				non
4	1 m	P2	Mécanique	2	Mai, juillet	Oui		1	Septembre*	non
4	1	P12	Mécanique	2	Mai, juillet	Non				non
5	1	P1	Mécanique	0,5**	Janvier	Non				non
5	2	P5	Mécanique	1	Novembre	Non				oui
6	1	P15	Mécanique	2	Juillet, novembre	Non				oui
7	1	P19	Mécanique, animaux	2	Septembre, juillet	Non				non
8	1	P21	Animaux	1	Août	Non				oui
8	2	P23	Chimique, mécanique	2	Avril, septembre	Non				oui
9	1m	P11	Mécanique	2	Juin, novembre	Oui		1	Novembre	oui
9	1	P14	Mécanique	2	Juin, novembre	Non				non
10	1	P16	Mécanique, animaux	0,2***	Août	Non				non
10	1	P17	Mécanique, animaux	2	Mars, août	Non				oui
11	1	P13	Mécanique	2	Juin, août	Non				non
12	1	P8	Mécanique	1	Août	Non				non
12	2	P20	Mécanique, chimique	0,3****	Avril, août	Non				oui
13	1	P9	Mécanique	1	Août	Non				non
13	2	P18	Mécanique, animaux	2	Juillet, septembre	Non				oui

* - une partie de la parcelle est modifiée ;

** - 1 entretien tous les 2 ans ;

*** - pied de haie n'est pas entretenu pendant 5 ans

**** - pied de haie n'est pas entretenu pendant 3 ans.

Annexe 4

Nombre d'impacts par espèce d'intérêt en fonction de la période

Espèces	Impacts	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Faisan Commun	Impacts directs	3	3	4	4	5	5	5	4	2	2	2	3
	Impacts indirects	3	3	4	4	5	5	5	4	2	11	9	6
Buse variable	Impacts directs	1	1	0	2	3	2	2	2	0	0	0	1
	Impacts indirects	2	1	0	2	3	2	2	2	2	0	0	3
Lapin de garenne	Impacts directs	2	4	5	5	5	5	5	5	4	2	2	2
	Impacts indirects	6	5	5	5	5	5	5	5	4	10	8	9
Hérisson d'Europe	Impacts directs	1	1	2	2	3	6	5	5	4	3	3	1
	Impacts indirects	0	0	2	2	3	6	5	5	4	3	0	0
Bourdon	Impacts directs	2	2	2	4	5	5	5	5	5	2	2	2
	Impacts indirects	2	2	2	4	5	5	5	5	5	2	2	2
Perdrix grise	Impacts directs	2	2	2	2	4	5	5	4	3	3	3	2
	Impacts indirects	4	2	2	2	4	5	5	4	3	11	9	6
Perdrix rouge	Impacts directs	3	3	2	2	4	5	5	4	2	2	2	3
	Impacts indirects	5	2	2	2	4	5	5	4	2	10	11	8
Bruant jaune	Impacts directs	3	3	2	2	4	5	5	4	2	2	2	3
	Impacts indirects	5	2	2	2	4	5	5	4	2	10	11	8
Tarier des près	Impacts directs	0	0	0	4	4	4	4	3	2	0	0	0
	Impacts indirects	0	0	2	4	4	4	4	3	0	0	0	0
Tarier pâtre	Impacts directs	0	0	3	4	4	4	4	3	0	0	0	0
	Impacts indirects	0	2	3	4	4	4	4	0	0	0	0	0
Carabes	Impacts directs	1	1	3	5	5	4	4	2	5	5	4	1
	Impacts indirects	1	2	3	5	5	4	4	2	5	5	4	1
Total	Impacts directs	17	19	24	37	46	49	48	40	28	20	19	17
	Impacts indirects	29	20	26	37	46	49	48	37	28	56	46	43
Total		46	39	50	74	92	98	96	77	56	76	65	60

Annexe 5

Guide d'entretien auprès des exploitants agricoles

Nom
Exploitation
Coordonnées

Objectifs

Effectuer un état des lieux :

Sur l'exploitation agricole

Pouvez-vous présenter votre exploitation ?

- Système de production ?
- SAU ?
- Quelle est la charge de travail annuelle sur votre exploitation ?
- Quel est le linéaire de haie sur votre exploitation ?
- Quels sont les types de haies présente dans votre exploitation ?
- Y-a-t-il des éléments adjacents près de la haie (talus, fossé, ourlet) ?
- Quel est le type clôture installé près de la haie ?

Sur les pratiques d'entretien du pied de haie

Pouvez-vous détailler les pratiques d'entretien utilisées dans les pieds de haie ?

- Période d'entretien ?
- Fréquence d'entretien ?
- Matériels pour les entretiens ?
- Combien de temps faut-il pour entretenir vos pieds de haie ?
- Quel est le coût pour entretenir vos pieds de haie ?

Sur les déterminants de pratiques d'entretien

- Quelles sont les principales causes d'entretien de vos pieds de haie ?

Sur la perception des propositions de changement de pratiques d'entretien

- Que pensez-vous des changements de pratiques d'entretien ?
- Quelles sont des avantages et des inconvénients des changements de pratique proposés ?

Annexe 6
Tableau - Résultats des tests statistiques

Variable	Test paramétrique (Anova)			Test non paramétrique		
	Conditions d'application			Validées	Kruskal-Wallis	Hypothèse
	Normalité*	Egalité**	Indépendance***			
Hauteur de végétation	0,1365 > 0,05	$1,23 \times 10^{-10} < 0,05$	0,066 > 0,05	NON	$1,241 \times 10^{-9} < 0,05$	Rejetée
Recouvrement 1 ^{ère} strate	0,0397 < 0,05	0,09097 > 0,05	0,04 < 0,05	NON	$1,667 \times 10^{-9} < 0,05$	Rejetée
Recouvrement 2 ^{ème} strate	0,00192 < 0,05	0,0208 < 0,05	0,278 > 0,05	NON	$8,485 \times 10^{-8} < 0,05$	Rejetée
Recouvrement 3 ^{ème} strate	$1,412 \times 10^{-10} < 0,05$	$2,2 \times 10^{-16} < 0,05$	0,016 < 0,05	NON	$2,746 \times 10^{-9} < 0,05$	Rejetée
Composition en graminées	0,01782 < 0,05	$1,683 \times 10^{-16} < 0,05$	$1,464 \times 10^{-8} < 0,05$	NON	$1,464 \times 10^{-8} < 0,05$	Rejetée
Composition en dicotylédone	$5,795 \times 10^{-11} < 0,05$	$2,2 \times 10^{-16} < 0,05$	0,038 < 0,05	NON	$1,969 \times 10^{-12} < 0,05$	Rejetée
Composition en graminées	$6,77 \times 10^{-7} < 0,05$	$4,602 \times 10^{-14} < 0,05$	0,004 < 0,05	NON	$4,725 \times 10^{-5} < 0,05$	Rejetée
Clôture (énergie d'impulsion)	$1,768 \times 10^{-9} < 0,05$	$2,2 \times 10^{-16} < 0,05$	0,112 < 0,05	NON	$1,058 \times 10^{-10} < 0,05$	Rejetée

* normalité des résidus théoriques (test de Shapiro-Wilk) : hypothèse : les résidus suivent une loi normale ;

** égalité des variances (test de Bartlett) : hypothèse : les variances sont homogènes ;

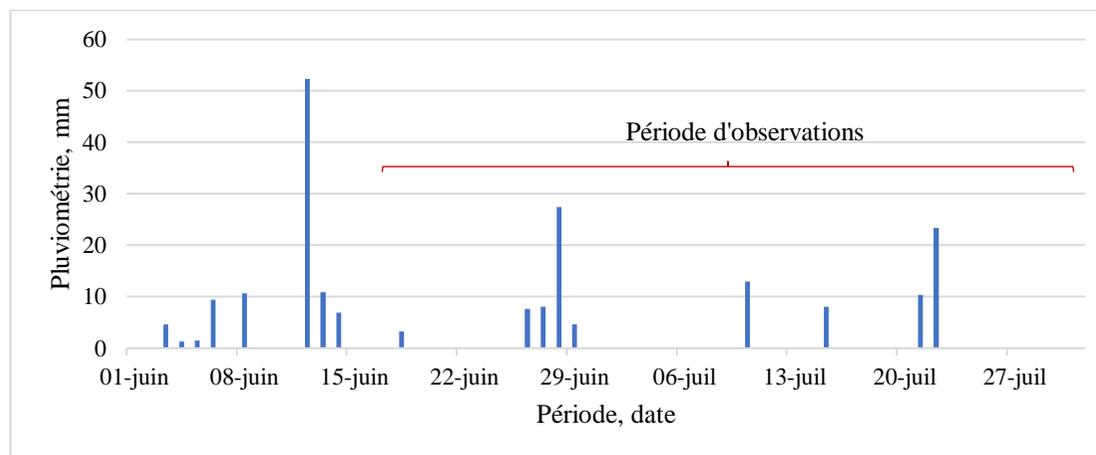
*** indépendance des résidus (test de Durbin-Watson) : les résidus sont indépendants.

Jaune - hypothèse acceptée ;

Rouge - hypothèse refusée.

Annexe 7

Pluviométrie en Saône-et-Loire pendant le mois de juin et le mois de juillet 2020 (Source : meteofrance.com).



Annexe 8

Coûts financiers pour la réparation de défaillance de la clôture électrique et pour l'entretien du pied de haie

Clôture électrique	Coût	Entretien mécanique *	Coût
Electrificateur (5-10 km)	200 – 500 € HT	Propriétaire du matériel	130 €/km + frais d'entretien
Piquets de terre (1)	10 € HT	Locataire du matériel	150 €/an + 10 €/h (5€/km)
Isolateurs (10)	2 – 10 € HT		
Fil de clôture (1km)	50 – 100 € HT		

* entretien chimique est estimé autour de 50 €/an/km du pied de haie.

Annexe 9

Tableau - Déterminants de la qualité de l'habitat et des impacts sur les espèces en fonction de différentes pratiques

Pratique	Composition			Hauteur	Recouvrement			Nombre d'impacts	Période d'entretien
	Graminées	Dicotylédones	Lineuses		1 ^{ère} strate	2 ^{ème} strate	3 ^{ème} strate		
P3	91	1	8	69	93	63	13	38*	Octobre
P4	59	1	41	57	80	27	6	76	Octobre
P5	73	4	24	76	79	34	6	65	Novembre
P7	42	57	2	53	59	23	1	77	Août
P11	78	8	12	64	55	23	7	65	Novembre
P15	96	1	3	27	71	21	2	161	Juillet, novembre
P17	43	19	38	52	41	13	1	127	Mars, août
P18	58	30	13	47	42	14	2	152	Juillet, septembre
P20	56	37	7	54	80	24	2	50**	Avril, août
P23	55	26	2	19	30	5	1	130	Avril, septembre
P21	85	9	6	79	78	37	11	77	Août
P22	69	5	24	73	74	33	10	96	Juillet

* - entretien tous les 2 ans (valeur du nombre d'impacts est divisée par 2) ;

** - entretien tous les 3 ans (valeur du nombre d'impact est divisée par 3).

Annexe 10

Composants de la qualité de l'habitat pour les espèces d'intérêt et nombre d'impacts sur les espèces en fonction des pratiques d'entretien du pied de haie

Pratique	Composition	Hauteur	1 ^{ère} strate	2 ^{ème} strate	Nombre d'impacts
P3	Graminées/lineuses	Favorable	Favorable	Favorable	38
P4	Lineuses	Favorable/intermédiaire	Favorable/inter1	Intermédiaire	76
P5	?	Favorable	Favorable/inter1/inter2	Favorable/intermédiaire	65
P7	?	?	?	?	77
P11	Graminées/dicotylédones	Favorable	Défavorable/inter1/inter2	Défavorable/intermédiaire	65
P15	Graminées	Défavorable/intermédiaire	?	Défavorable/intermédiaire	161
P17	?	Favorable/intermédiaire	Défavorable/inter2	Défavorable/intermédiaire	127
P18	Dicotylédones	Intermédiaire	Défavorable/inter2	Défavorable/intermédiaire	152
P20	Dicotylédones	Favorable	Favorable/inter1	Défavorable/intermédiaire	50
P23	?	Défavorable	Défavorable	Défavorable	130
P21	?	Favorable	Favorable/inter1	Favorable/intermédiaire	77
P22	?	Favorable	Favorable/inter1	Favorable/intermédiaire	96

Les informations sur la **composition** du pied de haie sont présentées en détail dans Annexe...

? – valeurs ne sont pas significativement différentes entre les différentes pratiques ;

Favorable – groupe avec des valeurs significativement plus élevées ;

Défavorable – groupe avec des valeurs significativement plus basses ;

Intermédiaire – groupe avec des valeurs significativement différentes entre les groupes « favorable » et le groupe « défavorable » ;

Inter1, inter2 – groupes intermédiaires qui sont significativement différents entre eux.

Nombre d'impact : les impacts sur les espèces sélectionnées en fonction du période et de la fréquence d'entretien (paragraphe 1.1).

Les informations basées sur les résultats des tests statistiques (comparaison multiple de Wilcoxon)

Annexe 11
Recouvrement de végétation sur les 3 strates en fonction des pratiques d'entretien

Pratique	Strate 1	Strate 2	Strate 3
P3	Favorable	Favorable	Favorable/inter1
P4	Favorable/inter1	Intermédiaire	Favorable/inter1/inter2
P5	Favorable/inter1/inter2	Favorable/intermédiaire	?
P7	?	?	Défavorable/inter1/inter2
P11	Défavorable/inter1/inter2	Défavorable/intermédiaire	Favorable/inter1/inter2
P15	?	Défavorable/intermédiaire	?
P17	Défavorable/inter2	Défavorable/intermédiaire	Défavorable/inter2
P18	Défavorable/inter2	Défavorable/intermédiaire	Défavorable/inter2
P20	Favorable/inter1	Défavorable/intermédiaire	Défavorable/inter2
P23	Défavorable	Défavorable	Défavorable
P21	Favorable/inter1	Favorable/intermédiaire	Favorable/inter1/inter2
P22	Favorable/inter1	Favorable/intermédiaire	Favorable

? – valeurs ne sont pas significativement différentes entre les différentes pratiques ;

Favorable – groupe avec des valeurs significativement plus élevées ;

Défavorable – groupe avec des valeurs significativement plus basses ;

Intermédiaire – groupe avec des valeurs significativement différentes entre les groupes « favorable » et le groupe « défavorable » ;

Inter1, inter2 – groupes intermédiaires qui sont significativement différents entre eux ;

Les informations basées sur les résultats des tests statistiques (Kruskal-Wallis, Wilcoxon).

Annexe 12
Composition du pied de haie en fonction des pratiques d'entretien

Pratique	Graminées	Dicotylédones	Lineuses
P3	Forte/inter1/inter2	Faible	?
P4	Faible/inter2	Faible	Forte
P5	?	Faible/inter1/inter2	?
P7	?	Forte/inter1	?
P11	Inter1/inter2	Faible/inter2	Faible
P15	Forte	Faible/inter1/inter2	Faible
P17	Faible/inter1/inter2	?	?
P18	Faible	Forte	Faible
P20	Faible/inter1/inter2	Forte	Faible
P23	?	Forte/inter1/inter2	Faible
P21	Forte/inter1	?	Faible
P22	Faible/inter1/inter2	Faible/inter2	?

? – les pratiques ne sont pas différentes significativement

Forte (abondance) – les valeurs significativement plus élevées ;

Faible (abondance) – les valeurs significativement plus basses ;

Intermédiaire – les valeurs sont significativement différentes entre le groupe avec forte abondance et le groupe avec faible abondance ;

Inter1 et inter2 – sont les groupes significativement différents entre eux.

Les informations basées sur les résultats des tests statistiques (comparaison multiple de Wilcoxon).